Elektro-Automatik

Betriebsanleitung

EL 9000 B 15U/24U

Elektronische DC-Last

Achtung! Diese Anleitung gilt nur für Geräte mit TFT-Anzeige und einer Firmware ab „KE: 2.21“, „HMI: 2.12“ und „DR: 1.6.5“. Zwecks Verfügbarkeit von Updates bitte unsere Webseite aufsuchen oder anfragen.

Doc ID: EL9B15DE
Revision: 02
Date: 03/2018

INHALT

1 ALLGEMEINES

1.1 Zu diesem Dokument 5
1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung 5
1.1.2 Urheberschutz (Copyright) 5
1.1.3 Geltungsbereich 5
1.1.4 Symbole und Hinweise 5
1.2 Gewährleistung und Garantie 5
1.3 Haftungsbeschränkungen 5
1.4 Entsorgung des Gerätes 6
1.5 Produktschlüssel 6
1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung 6
1.7 Sicherheit 7
1.7.1 Sicherheitshinweise 7
1.7.2 Verantwortung des Bedieners 8
1.7.3 Pflichten des Betreibers 8
1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal 8
1.7.5 Alarmsignale 9
1.8 Technische Daten 9
1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen 9
1.8.2 Bedieneinheit 9
1.8.3 Technische Daten 9
1.8.4 Ansichten 13
1.8.5 Bedienelemente 17
1.9 Aufbau und Funktion 18
1.9.1 Allgemeine Beschreibung 18
1.9.2 Blockdiagramm 18
1.9.3 Lieferumfang 19
1.9.4 Zubehör 19
1.9.5 Optionen 19
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI) 20
1.9.7 USB-Port Typ B (Rückseite) 23
1.9.8 Steckplatz für Schnittstellenmodule 23
1.9.9 Analogschnittstelle 23
1.9.10 Share-Bus-Anschluß 24
1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung) 24
1.9.12 Master-Slave-Bus 24

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1 Transport und Lagerung 25
2.1.1 Transport 25
2.1.2 Lagerung 25
2.2 Auspacken und Sichtkontrolle 25
2.3 Installation 25
2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch 25
2.3.2 Vorbereitung 26
2.3.3 Aufstellung des Gerätes 26
2.3.4 Anschließen an das Stromnetz (AC) 27
2.3.5 Anschließen von DC-Quellen 28
2.3.6 Erdung des DC-Eingangs 30
2.3.7 Anschließen des „Share-Bus“ 30
2.3.8 Anschließen der Fernfühlung 30
2.3.9 Installation eines Schnittstellenmoduls 31
2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle 31
2.3.11 Anschließen des USB-Ports (Rückseite) 32
2.3.12 Erstinbetriebnahme 32
2.3.13 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung 32
2.3.14 Entnahme von Einheiten 32
2.3.15 Einsetzen von Einheiten 33
2.3.16 Hinzufügen von neuen Einheiten 33
2.3.17 Not-Aus 33

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1 Personenschutz 34
3.2 Regelungsarten 34
3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung 34
3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung 35
3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand 35
3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung 35
3.2.5 Regelverhalten und Stabilitätskriterium 36
3.3 Alarmzustände 37
3.3.1 Power Fail 37
3.3.2 Übertemperatur (Overtemperature) 37
3.3.3 Überspannung (Overvoltage) 37
3.3.4 Überstrom (Overcurrent) 37
3.3.5 Überleistung (Overpower) 37
3.4 Manuelle Bedienung 38
3.4.1 Einschalten des Gerätes 38
3.4.2 Ausschalten des Gerätes 38
3.4.3 Konfiguration im MENU 38
3.4.4 Einstellgrenzen (Limits) 48
3.4.5 Bedienart wechseln 48
3.4.6 Sollwerte manuell einstellen 49
3.4.7 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln 50
3.4.8 Die Meßleisten 50
3.4.9 DC-Eingang ein- oder ausschalten 51
3.4.10 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging) 51
3.5 Fernsteuerung 53
3.5.1 Allgemeines 53
3.5.2 Bedienorte 53
3.5.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle 53
3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS) 54
3.6 Alarme und Überwachung 58
3.6.1 Begriffsdefinition 58
3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben 58
3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren 61

3.8 Einstellgrenzen (Limits) sperren 61
3.9 Nutzerprofile laden und speichern 62
3.10 Der Funktionsgenerator 63
3.10.1 Einleitung 63
3.10.2 Allgemeines 63
3.10.3 Arbeitsweise 64
3.10.4 Manuelle Bedienung 64
3.10.5 Sinus-Funktion 65
3.10.6 Dreieck-Funktion 66
3.10.7 Rechteck-Funktion 66
3.10.8 Trapez-Funktion 67
3.10.9 DIN 40839-Funktion 67
3.10.10 Arbiträr-Funktion 68
3.10.11 Rampen-Funktion 73
3.10.12 UI- und IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle) 73
3.10.13 Batterietest-Funktion 75
3.10.14 MPP-Tracking-Funktion 77
3.10.15 Fernsteuerung des Funktionsgenerators 79
3.11 Weitere Anwendungen 80
3.11.1 Parallelschaltung 80
3.11.2 Reihenschaltung 80

4 WEITERE INFORMATIONEN

4.1 Besonderheiten beim Master-Slave-Betrieb 80

5 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

5.1 Wartung / Reinigung 81
5.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur 81
5.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen 81
5.2.2 Firmware-Aktualisierungen 82
5.3 Nachjustierung (Kalibrierung) 83
5.3.1 Einleitung 83
5.3.2 Vorbereitung 83
5.3.3 Abgleichvorgang 84

6 SERVICE & SUPPORT

6.1 Reparaturen 85
6.2 Kontaktmöglichkeiten 85

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

Dieses Dokument ist für den späteren Gebrauch und stets in der Nähe des Gerätes aufzubewahren und dient zur Erläuterung des Gebrauchs des Gerätes. Bei Standortveränderung und/oder Benutzerwechsel ist dieses Dokument mitzuliefern und bestimmungsgemäß anzubringen bzw. zu lagern.

1.1.2 Urheberschutz (Copyright)

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

1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte:

Model	Artikelnr.
EL 9080-1530 B 15U	33240600
EL 9200-630 B 15U	33240601
EL 9360-360 B 15U	33240602
EL 9500-270 B 15U	33240603
EL 9750-180 B 15U	33240604
EL 9080-2040 B 24U	33240605
EL 9200-840 B 24U	33240606
EL 9360-480 B 24U	33240607
EL 9500-360 B 24U	33240608
EL 9750-240 B 24U	33240609

Model	Artikelnr.
EL 9080-2550 B 24U	33240610
EL 9200-1050 B 24U	33240611
EL 9360-600 B 24U	33240612
EL 9500-450 B 24U	33240613
EL 9750-300 B 24U	33240614
EL 9080-3060 B 24U	33240615
EL 9200-1260 B 24U	33240616
EL 9360-720 B 24U	33240617
EL 9500-540 B 24U	33240618
EL 9750-360 B 24 U	33240619

1.1.4 Symbole und Hinweise

Warn- und Sicherheitshinweise, sowie allgemeine Hinweise in diesem Dokument sind stets in einer umrandeten Box und mit einem Symbol versehen:

	Hinweissymbol für eine lebensbedrohliche Gefahr
	Hinweissymbol für allgemeine Sicherheitshinweise (Gebote und Verbote zur Schadensverhütung) oder für den Betrieb wichtige Informationen
	Allgemeiner Hinweis

1.2 Gewährleistung und Garantie

Elektro-Automatik garantiert die Funktionsfähigkeit der angewandten Verfahrenstechnik und die ausgewiesenen Leistungsparameter. Die Gewährleistungsfrist beginnt mit der mängelfreien Übergabe.

Die Garantiebestimmungen sind den allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der EA Elektro-Automatik GmbH zu entnehmen.

1.3 Haftungsbeschränkungen

Alle Angaben und Hinweise in dieser Anleitung wurden unter Berücksichtigung geltender Normen und Vorschriften, des Stands der Technik sowie unserer langjährigen Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengestellt. Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund:

- Nicht bestimmungsgemäßer Verwendung
- Einsatz von nicht ausgebildetem und nicht unterwiesenem Personal
- Eigenmächtiger Umbauten
- Technischer Veränderungen
- Verwendung nicht zugelassener Ersatzteile

1.4 Entsorgung des Gerätes

Ein Gerät, das zur Entsorgung vorgesehen ist, muß laut europaweit geltenden Gesetzen und Verordnungen (ElektroG, WEEE) vom Hersteller zurückgenommen und entsorgt werden, sofern der Betreiber des Gerätes oder ein von ihm Beauftragter das nicht selbst erledigt. Unsere Geräte unterliegen diesen Verordnungen und sind dementsprechend mit diesem Symbol gekennzeichnet:

1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

EL 9 080 - 3060 B 24U

24U	Ausführung/Bauweise: **15U / 24U** = Schrank mit 15 HE oder 24 HE Nutzhöhe
B	**B** = Zweite Generation
3060	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
080	Maximalspannung des Gerätes in Volt
9	Serienkennzeichnung: **9** = Serie 9000
EL	Typkennzeichnung: **EL**= Elektronische Last, programmierbar **ELR** = Electronic Load Recovery (Elektronische Last mit Rückspeisung)

1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät ist, sofern ein Netzgerät bzw. Batterielader, ausschließlich für den Gebrauch als variable Spannungs- oder Stromquelle oder, sofern eine elektronische Last, als variable Stromsenke bestimmt.

Typisches Anwendungsgebiet für ein Netzgerät ist die DC-Stromversorgung von entsprechenden Verbrauchern aller Art, für ein Batterieladegerät die Aufladung von diversen Batterietypen, sowie für elektronische Lasten der Ersatz eines ohmschen Widerstands in Form einer einstellbaren DC-Stromsenke zwecks Belastung von entsprechenden Spannungs- und Stromquellen aller Art.

- Ansprüche jeglicher Art wegen Schäden aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung sind ausgeschlossen
- Für alle Schäden durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung haftet allein der Betreiber

1.7 Sicherheit

1.7.1 Sicherheitshinweise

Lebensgefahr - Gefährliche Spannung

- **Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsweise bestimmte Teile unter teils gefährlicher Spannung. Daher sind alle spannungsführenden Teile abzudecken!**
- **Alle Arbeiten an den DC-Anschlussklemmen müssen im spannungslosen Zustand des Gerätes erfolgen (DC-Eingang nicht verbunden mit Quelle) und dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die mit den Gefahren des elektrischen Stroms vertraut sind oder unterrichtet wurden! Unsachgemäßer Umgang mit diesen Geräten kann zu tödlichen Verletzungen, sowie erheblichen Sachschäden führen.**
- **Berühren Sie die Kontakte an der Netzanschlußbuchse der einzelnen Einheiten oder am Netzanschluß des Schrankes nie direkt nach dem Entfernen des Anschlußkabels, da die Gefahr eines Stromschlags besteht!**
- **Berühren Sie die Kontakte am DC-Anschluß niemals direkt nach dem Ausschalten des DC-Eingangs oder dessen Trennung von einer Spannunsquelle, da noch gefährliches Potential zwischen DC-Minus und PE bzw. DC-Plus und PE bestehen kann, aufgrund von noch nicht entladenen X-Kondensatoren!**
- **Beachten Sie stets die fünf Sicherheitsregeln beim An- und Abklemmen von elektrischen Geräten:**
  - **Freischalten (phys. Trennung aller Spannungsquellen vom Gerät)**
  - **Gegen Wiedereinschalten sichern**
  - **Spannungsfreiheit feststellen**
  - **Erden und kurzschließen**
  - **Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder räumlich trennen**

- Das Gerät ist ausschließlich seiner Bestimmung gemäß zu verwenden!
- Das Gerät ist nur für den Betrieb innerhalb der auf dem Typenschild angegebenen Anschlußwerte und technischen Daten zugelassen.
- 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. Schützen Sie das Gerät vor Nässe, Feuchtigkeit und Kondensation.
- Für Netzgeräte und Batterielader: Schließen Sie Verbraucher, vor allem niederohmige, nie bei eingeschaltetem Leistungsausgang an, es können Funken und dadurch Verbrennungen an den Händen, sowie Beschädigungen am Gerät und am Verbraucher entstehen!
- Für elektronische Lasten: Schließen Sie Spannungsquellen nie bei eingeschaltetem Leistungseingang an, es können Funken und dadurch Verbrennungen an den Händen, sowie hohe Spannungsspitzen und Beschädigungen am Gerät und an der Quelle entstehen!
- Um Schnittstellenmodule in dem dafür vorgesehenen Einschub (Slot) zu bestücken, müssen die einschlägigen ESD –Vorschriften beachtet werden.
- Nur im ausgeschalteten Zustand darf eine Schnittstellenkarte bzw. -modul aus dem Einschub herausgenommen oder bestückt werden. Eine Öffnung des Gerätes ist nicht erforderlich.
- Keine externen Spannungsquellen mit umgekehrter Polarität am DC-Ausgang bzw. DC-Eingang anschließen! Das Gerät wird dadurch beschädigt.
- Für Netzgeräte: Möglichst keine externen Spannungsquellen am DC-Ausgang anschließen, jedoch auf keinen Fall welche, die eine höhere Spannung erzeugen können als die Nennspannung des Gerätes.
- Für elektronische Lasten: keine Spannungsquelle am DC-Eingang anschließen, die eine Spannung erzeugen kann, die höher ist als 120% der Nenneingangsspannung der Last. Das Gerät ist gegen Überspannungen nicht geschützt, diese können das Gerät zerstören.
- Niemals Netzwerkkabel, die mit dem Ethernet oder dessen Komponenten verbunden sind, in die Master-Slave-Buchsen auf der Rückseite stecken!
- Konfigurieren Sie Schutzfunktionen gegen Überstrom usw., die das Gerät für die anzuschließende Quelle bietet, stets passend für die jeweilige Anwendung!

1.7.2 Verantwortung des Bedieners

Das Gerät befindet sich im gewerblichen Einsatz. Das Personal unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit. Neben den Warn- und Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden. Insbesondere gilt, daß die das Gerät bedienenden Personen:

- sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informieren.
- die zugewiesenen Zuständigkeiten für die Bedienung, Wartung und Reinigung des Gerätes ordnungsgemäß wahrnehmen.
- vor Arbeitsbeginn die Betriebsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben.
- die vorgeschriebenen und empfohlenen Schutzausrüstungen anwenden.

1.7.3 Pflichten des Betreibers

Betreiber ist jede natürliche oder juristische Person, die das Gerät nutzt oder Dritten zur Anwendung überläßt und während der Nutzung für die Sicherheit des Benutzers, des Personals oder Dritter verantwortlich ist.

Das Gerät wird im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber des Gerätes unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit. Neben den Warn- und Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich des Gerätes gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden. Insbesondere muß der Betreiber:

- sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informieren.
- durch eine Gefährdungsbeurteilung mögliche zusätzliche Gefahren ermitteln, die sich durch die speziellen Anwendungsbedingungen am Einsatzort des Gerätes ergeben.
- in Betriebsanweisungen die notwendigen Verhaltensanforderungen für den Betrieb des Gerätes am Einsatzort umsetzen.
- während der gesamten Einsatzzeit des Gerätes regelmäßig prüfen, ob die von ihm erstellten Betriebsanweisungen dem aktuellen Stand der Regelwerke entsprechen.
- die Betriebsanweisungen, sofern erforderlich, an neue Vorschriften, Standards und Einsatzbedingungen anpassen.
- die Zuständigkeiten für die Installation, Bedienung, Wartung und Reinigung des Gerätes eindeutig und unmißverständlich regeln.
- dafür sorgen, daß alle Mitarbeiter, die an dem Gerät beschäftigt sind, die Betriebsanleitung gelesen und verstanden haben. Darüber hinaus muß er das Personal in regelmäßigen Abständen im Umgang mit dem Gerät schulen und über die möglichen Gefahren informieren.
- dem mit Arbeiten an dem Gerät beauftragten Personal die vorgeschriebenen und empfohlenen Schutzausrüstungen bereitstellen.

Weiterhin ist der Betreiber dafür verantwortlich, daß das Gerät stets in einem technisch einwandfreien Zustand ist.

1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal

Jegliche Tätigkeiten an Geräten dieser Art dürfen nur Personen ausüben, die ihre Arbeit ordnungsgemäß und zuverlässig ausführen können und den jeweils benannten Anforderungen entsprechen.

- Personen, deren Reaktionsfähigkeit beeinflußt ist, z. B. durch Drogen, Alkohol oder Medikamente, dürfen keine Arbeiten ausführen.
- Beim Personaleinsatz immer die am Einsatzort geltenden alters- und berufsspezifischen Vorschriften beachten.

Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

Unsachgemäßes Arbeiten kann zu Personen- und Sachschäden führen. Jegliche Tätigkeiten dürfen nur Personen ausführen, die die erforderliche Ausbildung, das notwendige Wissen und die Erfahrung dafür besitzen.

Als **unterwiesenes Personal** gelten Personen, die vom Betreiber über die ihnen übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren ausführlich und nachweislich unterrichtet wurden.

Als **Fachpersonal** gilt, wer aufgrund seiner beruflichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage ist, die übertragenen Arbeiten ordnungsgemäß auszuführen, mögliche Gefahren selbständig zu erkennen und Personen- oder Sachschäden zu vermeiden.

1.7.5 Alarmsignale

Das Gerät bietet diverse Möglichkeiten der Signalisierung von Alarmsituationen, jedoch nicht von Gefahrensituationen. Die Signalisierung kann optisch (auf der Anzeige als **Text**), akustisch (Piezosummer) oder elektronisch (Pin/Meldeausgang an einer analogen Schnittstelle) erfolgen. Alle diese Alarme bewirken die Abschaltung des DC-Eingangs.

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal **OT** (OverTemperature)	• Überhitzung des Gerätes • DC-Eingang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal **OVP** (OverVoltage)	• Überspannungsabschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen überhöhter Spannung, von außen auf das Gerät gelangend oder durch einen Defekt vom Gerät erzeugt • Kritisch! Gerät und/oder Quelle könnten beschädigt sein
Signal **OCP** (OverCurrent)	• Überstromabschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Quelle vor zu hoher Stromabgabe
Signal **OPP** (OverPower)	• Überlastabschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Quelle vor zu hoher Leistungsabgabe
Signal **PF** (Power Fail)	• Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder Defekt im AC-Eingangskreis • Kritisch bei Überspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

- Verwendung nur in trockenen Innenräumen
- Umgebungstemperaturbereich: 0...50°C
- Betriebshöhe: max. 2000 m über NN
- Max. 80% relative Feuchte, nicht kondensierend

1.8.2 Bedieneinheit

Ausführung der Anzeige: Farbiger TFT-Touchscreen mit Gorillaglas, 4.3“, 480 x 272 Punkte, kapazitiv

Bedienelemente: 2 Drehknöpfe mit Tastfunktion, 1 Drucktaste

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

1.8.3 Technische Daten

Global	
AC-Eingang	
Netzspannung	90...264 V_{AC}, 45 - 65 Hz
Netzanschluß	1-phasig (L, N)
Absicherung	Automat, 1x 16 A (Charakteristik K)
Leistungsfaktor	~ 0,99
DC-Eingang	
Temperaturkoeffizient (Δ/K)	Sollwerte: 30 ppm
Überspannungsschutzbereich	0...1,03 * U_{Nenn}
Überstromschutzbereich	0...1,1 * I_{Nenn}
Überleistungsschutzbereich	0...1,1 * P_{Spitze}
Maximal zulässige Eingangsspannung	1,1 * U_{Nenn}

Global	
Spannungsregelung	
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,1% U_{Nenn}
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*
Anzeige: Genauigkeit (4	≤ 0,1% U_{Nenn}
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}
Stromregelung	
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,2% I_{Nenn}
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*
Anzeige: Genauigkeit (4	≤ 0,1% I_{Nenn}
Leistungsregelung	
Einstellbereich	0…P_{Spitze}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,5% P_{Spitze}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*
Anzeige: Genauigkeit (2	≤ 0,2% P_{Spitze}
Innenwiderstandsregelung	
Genauigkeit (1	≤ 1% vom Widerstands-Endwert ± 0,3% vom Strombereich
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*
Anzeige: Genauigkeit (2	≤ 0,2% R_{Max}
Analoge Schnittstelle (3	
Steuereingänge	U, I, P, R
Monitorausgänge	U, I
Steuersignale	DC ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, Widerstandsregelung ein/aus
Meldesignale	CV, OVP, OT, PF
Galvanische Trennung zum Gerät	Max. 1500 V DC
Abtastrate für Ein- & Ausgänge	500 Hz
Isolation	
AC-Eingang <-> Gehäuse	Max. 2500 V, kurzzeitig
DC-Eingang <-> Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. 400 V DC-Plus: dauerhaft max. 400 V + max. Eingangsspannung
Digitale Schnittstellen	
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen
Steckplatz (Master-Einheit)	optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT
Galvanische Trennung zum Gerät	Max. 1500 V DC
Verschiedenes	
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter, Lufteinlaß vorn, Luftauslaß hinten
Umgebungstemperatur	0..50°C
Lagertemperatur	-20...70°C
Luftfeuchtigkeit	< 80%, nicht kondensierend
Normen	EN 60950
Anschlüsse	
Rückseite (Master)	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, AnyBus-Modul-Steckplatz
Vorderseite (Master)	USB-A
Abmessungen	
Schrank (BxHxT)	15 HE-Ausführung: 60 x 95 x 69 cm (mit Not-Aus-Option: 60 x 110 x 69 cm) 24 HE-Ausführung: 60 x 135 x 69 cm (mit Not-Aus-Option: 60 x 150 x 69 cm)

(1 Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert am DC-Eingang
Beispiel: ein 1530 A-Modell hat min. 0,2% Stromgenauigkeit, das sind 3,06 A. Bei einem Sollwert von 20 A dürfte der Istwert also max. 3,06 A abweichen, sprich er dürfte 16,94 A...23,06 A betragen.
(2 Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Eingang
(3 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe *„3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 55*

15 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-1530 B 15U	*EL 9200-630 B 15U*	*EL 9360-360 B 15U*	*EL 9500-270 B 15U*	*EL 9750-180 B 15U*
Standardbestückung	3 Einheiten	3 Einheiten	3 Einheiten	3 Einheiten	3 Einheiten
AC-Leistungsaufnahme	max. 400 W	max. 400 W	max. 400 W	max. 400 W	max. 400 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	1530 A	630 A	360 A	270 A	180 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	21,6 kW	18 kW	16,2 kW	10,8 kW	10,8 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	13,5 kW	13,5 kW	13,5 kW	10,8 kW	10,8 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...1560,6 A	0...642,6 A	0...367,2 A	0...275,4 A	0...183,6 A
Leistung	0…22,03 kW	0…18,36 kW	0…16,52 kW	0…11,02 kW	0…11,02 kW
Widerstand	0,005...1,666 Ω	0,0266...9,333 Ω	0,09...30 Ω	0,167...55,666 Ω	0,4...120 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...1683 A	0...693 A	0...396 A	0...297 A	0...198 A
Überleistung	0…23,76 kW	0…19,8 kW	0…17,82 kW	0…11,88 kW	0…11,88 kW
U_{Min} für I_{Max} (1	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Stromdynamik					
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Gewicht	ca. 120 kg	ca. 120 kg	ca. 120 kg	ca. 120 kg	ca. 120 kg
Artikelnummer	33240600	33240601	33240602	33240603	33240604

24 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-2040 B 24U	*EL 9200-840 B 24U*	*EL 9360-480 B 24U*	*EL 9500-360 B 24U*	*EL 9750-240 B 24U*
Standardbestückung	4 Einheiten	4 Einheiten	4 Einheiten	4 Einheiten	4 Einheiten
AC-Leistungsaufnahme	max. 530 W	max. 530 W	max. 530 W	max. 530 W	max. 530 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	2040 A	840 A	480 A	360 A	240 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	28,8 kW	24 kW	21,6 kW	14,4 kW	14,4 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	18 kW	18 kW	18 kW	14,4 kW	14,4 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...2081 A	0...856,8 A	0...489,6 A	0...367,2 A	0...244,8 A
Leistung	0…29,38 kW	0…24,48 kW	0…22,03 kW	0…14,69 kW	0…14,69 kW
Widerstand	0,0038...1,25 Ω	0,02...7 Ω	0,0675...22,5 Ω	0,125...41,75 Ω	0,3...90 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...2244 A	0...924 A	0...528 A	0...396 A	0...264 A
Überleistung	0…31,68 kW	0…26,4 kW	0…23,76 kW	0…15,84 kW	0…15,84 kW
U_{Min} für I_{Max} (1	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Stromdynamik					
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Gewicht	ca. 170 kg	ca. 170 kg	ca. 170 kg	ca. 170 kg	ca. 170 kg
Artikelnummer	33240605	33240606	33240607	33240608	33240609

(1 Mindest-Eingangsspannung, die erforderlich ist, um den max. Strom aufzunehmen. Siehe auch *3.2.1.2*

24 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-2550 B 24U	*EL 9200-1050 B 24U*	*EL 9360-600 B 24U*	*EL 9500-450 B 24U*	*EL 9750-300 B 24U*
Standardbestückung	5 Einheiten	5 Einheiten	5 Einheiten	5 Einheiten	5 Einheiten
AC-Leistungsaufnahme	max. 660 W	max. 660 W	max. 660 W	max. 660 W	max. 660 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	2550 A	1050 A	600 A	450 A	300 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	36 kW	30 kW	27 kW	18 kW	18 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	22,5 kW	22,5 kW	22,5 kW	18 kW	18 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...2601 A	0...1071 A	0...612 A	0...459 A	0...306 A
Leistung	0…36,72 kW	0…30,6 kW	0…27,54 kW	0…18,36 kW	0…18,36 kW
Widerstand	0,003...1 Ω	0,016...5,6 Ω	0,054...18 Ω	0,1...33,4 Ω	0,24...72 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...2805 A	0...1155 A	0...660 A	0...495 A	0...330 A
Überleistung	0…39,6 kW	0…33 kW	0…29,7 kW	0…19,8 kW	0…19,8 kW
U_{Min} für I_{Max} (1	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Stromdynamik					
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Gewicht	ca. 187 kg	ca. 187 kg	ca. 187 kg	ca. 187 kg	ca. 187 kg
Artikelnummer	33240610	33240611	33240612	33240613	33240614

24 HE-Schrank	Modell				
	EL 9080-3060 B 24U	*EL 9200-1260 B 24U*	*EL 9360-720 B 24U*	*EL 9500-540 B 24U*	*EL 9750-360 B 24U*
Standardbestückung	6 Einheiten	6 Einheiten	6 Einheiten	6 Einheiten	6 Einheiten
AC-Leistungsaufnahme	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W
Nennwerte					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsstrom I_{Nenn}	3060 A	1260 A	720 A	540 A	360 A
Eingangsleistung P_{Spitze}	43,2 kW	36 kW	32,4 kW	21,6 kW	21,6 kW
Eingangsleistung P_{Dauer}	27 kW	27 kW	27 kW	21,6 kW	21,6 kW
Einstellbereiche					
Spannung	0...81,6 V	0...204 V	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Strom	0...3121 A	0...1285,2 A	0...734,4 A	0...550,8 A	0...367,2 A
Leistung	0…44,06 kW	0…36,72 kW	0…33,04 kW	0…22,03 kW	0…22,03 kW
Widerstand	0,0025...0,833 Ω	0,0133...4,666 Ω	0,045...15 Ω	0,0833...27,833 Ω	0,2...60 Ω
Überspannung	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstrom	0...3366 A	0...1386 A	0...792 A	0...594 A	0...396 A
Überleistung	0…47,52 kW	0…39,6 kW	0…35,64 kW	0…23,76 kW	0…23,76 kW
U_{Min} für I_{Max} (1	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Stromdynamik					
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Gewicht	ca. 204 kg	ca. 204 kg	ca. 204 kg	ca. 204 kg	ca. 204 kg
Artikelnummer	33240615	33240616	33240617	33240618	33240619

(1 Mindest-Eingangsspannung, die erforderlich ist, um den max. Strom aufzunehmen. Siehe auch *3.2.1.2*

1.8.4 Ansichten

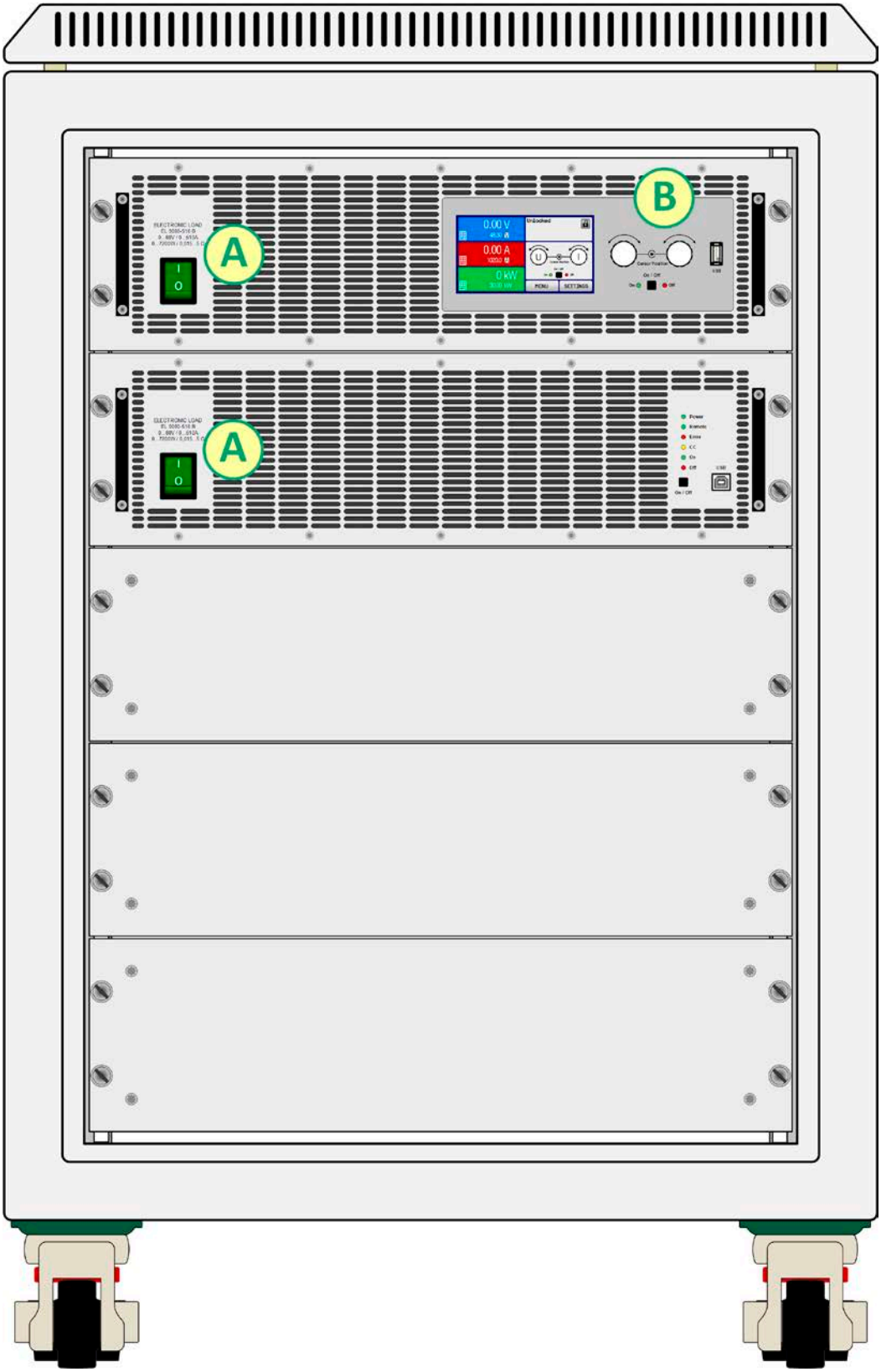


Bild 1 - Vorderseite (Beispielmodell in 15 HE)

A - Netzschalter
B - Bedienteil

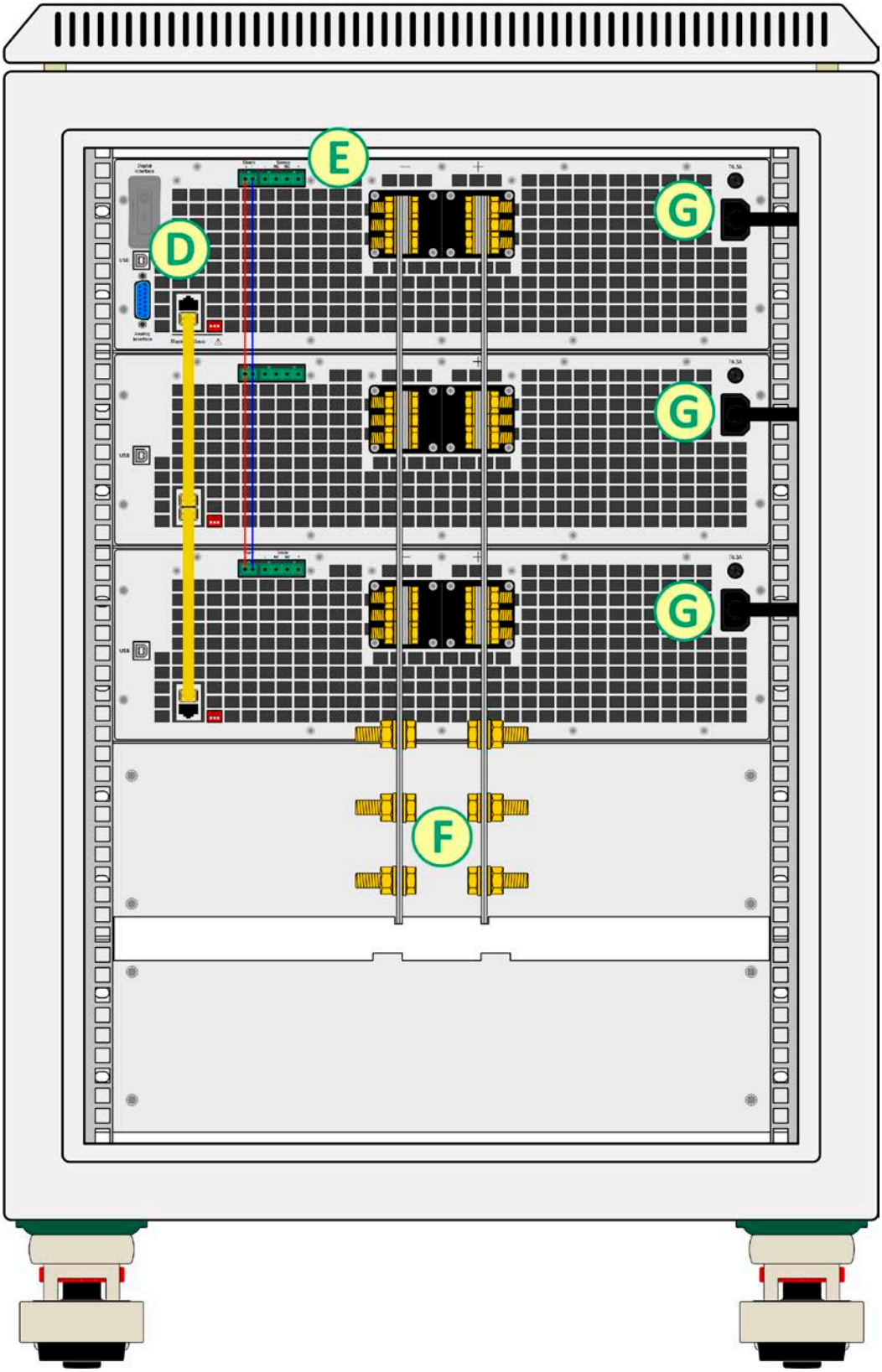


Bild 2 - Rückseite (Beispielmodell in 15 HE, andere Modelle ähnlich)

D - Digitale und analoge Schnittstellen
E - Share-Bus- und Fernfühlungsanschlüsse
F - DC-Eingang
G - Netzanschlüsse der Einzeleinheiten

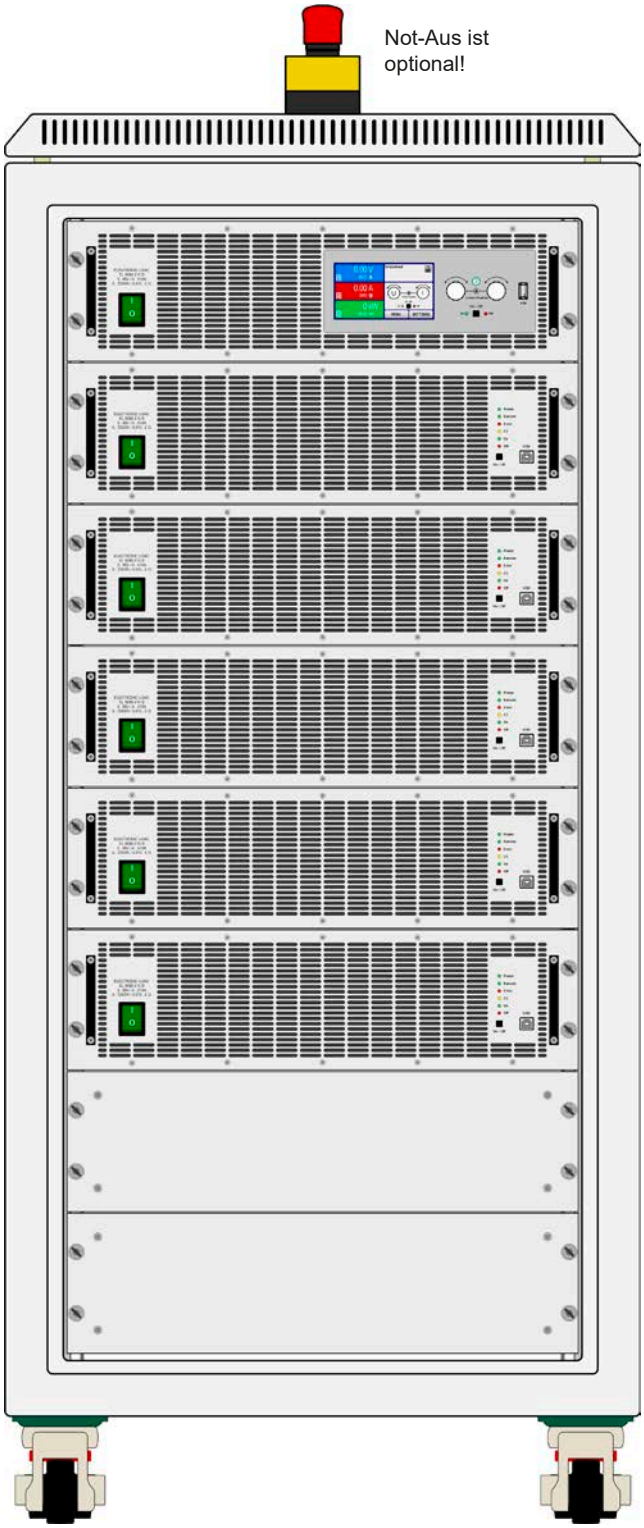


Bild 3 - Vorderseite (Beispielmodell in 24 HE mit optionalem Not-Aus)

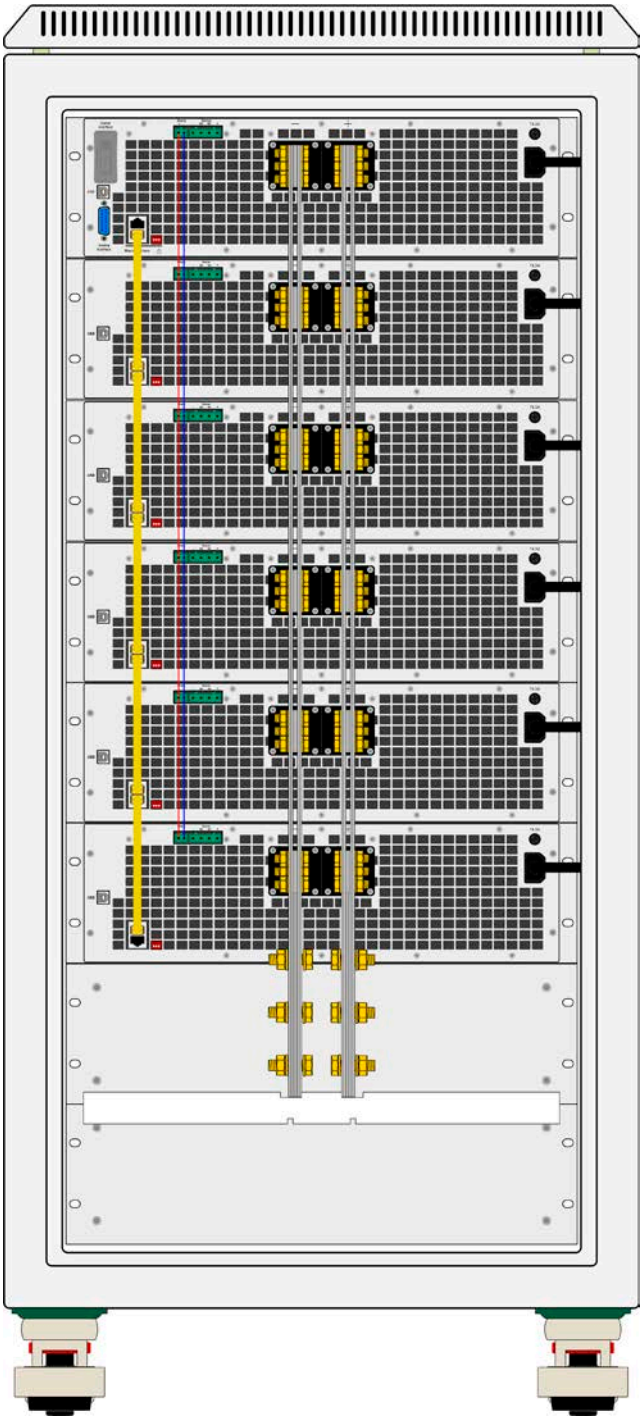


Bild 4 - Rückseite (Beispielmodell in 24 HE)

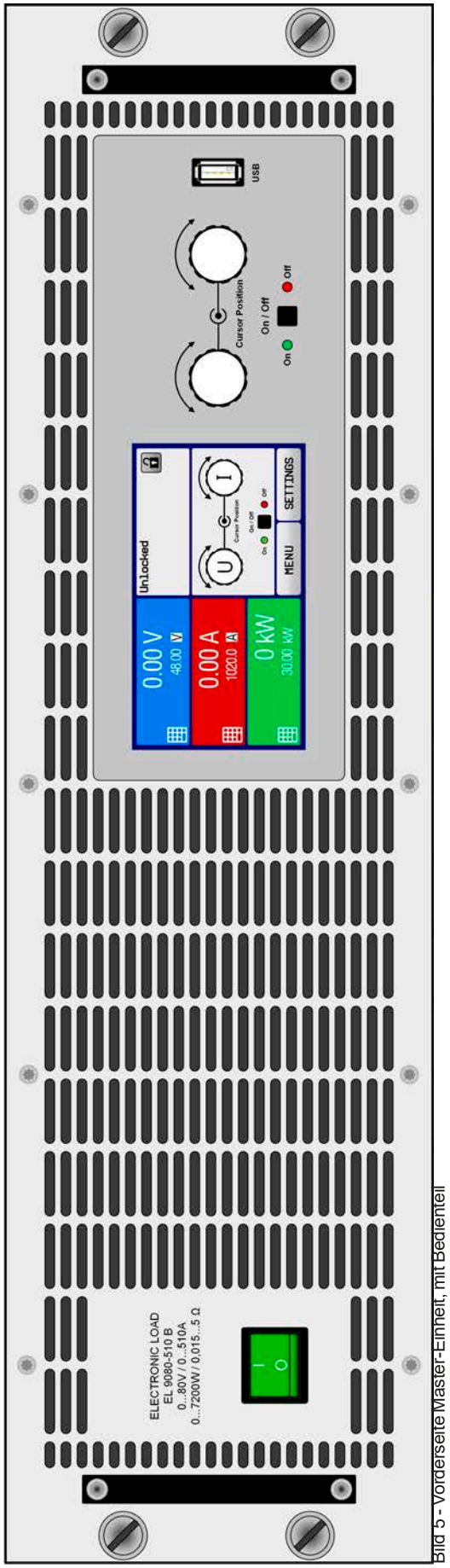


Bild 5 - Vorderseite Master-Einheit, mit Bedienteil

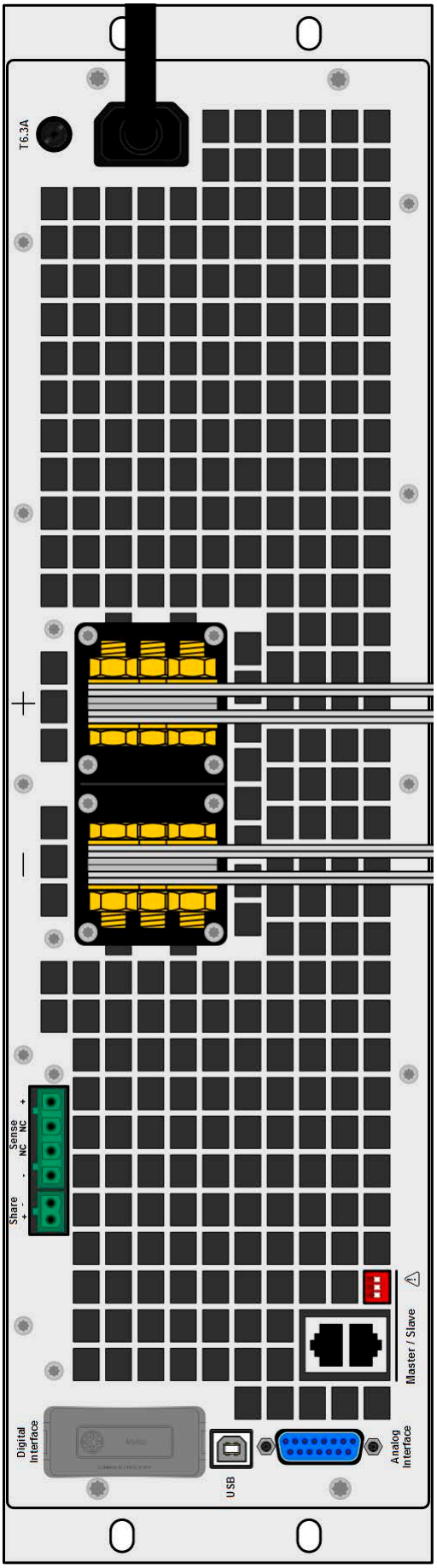


Bild 6 - Rückseite Master-Einheit, mit allen Anschlüssen

1.8.5 Bedienelemente

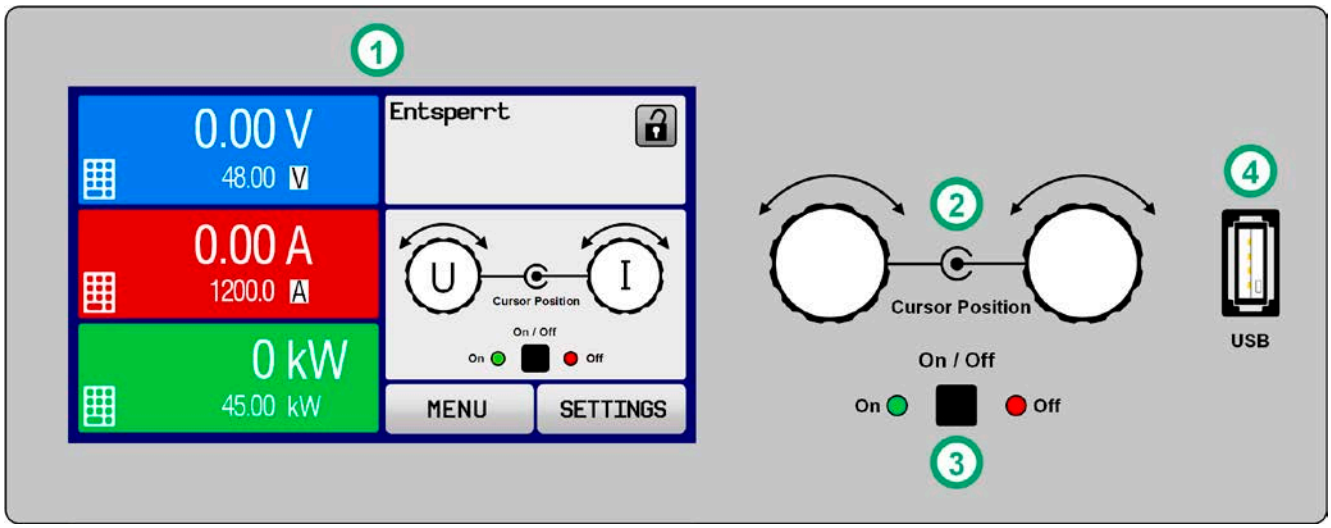


Bild 7- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitt *„1.9.6. Die Bedieneinheit (HMI)“*.

(1)	**Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen)** Dient zur Auswahl von Sollwerten, Menüs, Zuständen, sowie zur Anzeige der Istwerte und des Status. Der Touchscreen kann mit den Fingern oder mit einem Stift (Stylus) bedient werden.
(2)	**Drehknöpfe mit Tastfunktion** Linker Drehknopf (Drehen): Einstellen des Spannungssollwertes, Leistungssollwertes oder Widerstands-sollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle des Wertes zum Einstellen (Cursor) wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle des Wertes zum Einstellen (Cursor) wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist
(3)	**Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Eingangs** Dient zum Ein- oder Ausschalten des DC-Eingangs bei manueller Bedienung, sowie zum Starten bzw. Stoppen einer Funktion. Die beiden LEDs „On“ und „Off“ zeigen den Zustand des DC-Eingangs an, egal ob bei manueller Bedienung oder Fernsteuerung
(4)	**Steckplatz für USB-Sticks** Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt *„1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“* für weitere Informationen.

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die elektronischen Hochleistungs-DC-Lasten der Serie EL 9000 B 15U / 24U sind für Industrieanwendungen konzipiert worden, wo hohe Ströme und Leistungen gefordert sind. Untergebracht in rollbaren 19“-Schränken in entweder 15 oder 24 Höheneinheiten (24U = 24 HE) erlauben sie den Einsatz in vielfältigen Anwendungen, wie beispielsweise Hochleistungs-Batterietests oder Motorentests. Diese Serie basiert auf den 7,2 kW-Modellen der Serie EL 9000 B und bietet somit dieselben Funktionen und Steuerungsmöglichkeiten.

Für die Fernsteuerung per PC oder SPS verfügt jedes Modell serienmäßig an der Master-Einheit über eine rückwärtige USB-B-Schnittstelle, sowie eine galvanisch getrennte Analogschnittstelle.

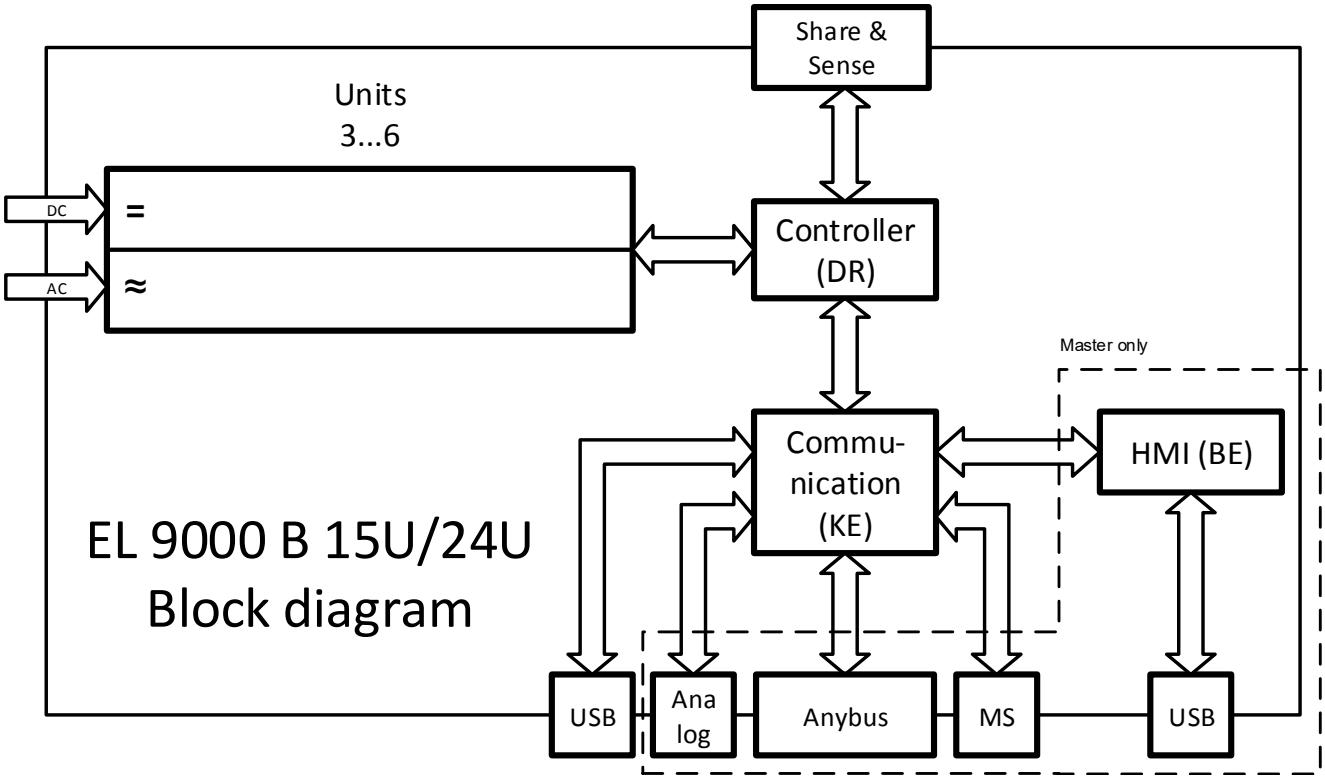
Zusätzlich kann mittels optionaler, steck- und nachrüstbarer Schnittstellenmodule eine weitere digitale Schnittstelle mit RS232, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN oder EtherCAT hinzugefügt werden. Dies ermöglicht die Anbindung der Geräte an gängige industrielle Busse allein durch Wechsel oder Hinzufügen eines kleinen Moduls. Die Konfiguration ist einfach und wird am Gerät erledigt, sofern überhaupt nötig.

Alle Modelle sind mikroprozessorgesteuert. Dies erlaubt eine genaue und schnelle Messung und Anzeige von Istwerten.

1.9.2 Blockdiagramm

Das Blockdiagramm soll die einzelnen Hauptkomponenten und deren Zusammenspiel verdeutlichen.

Es gibt drei digitale, microcontrollergesteuerte Elemente (KE, DR, BE), die von Firmwareaktualisierungen betroffen sein können. Die Leistungsstufen (Units) sind hierbei separate Einheiten, jeweils mit eigenem AC-Anschluß und DC-Eingang. Es gibt eine Master-Einheit und bis zu 5 Slave-Einheiten, die ohne Bedienteil arbeiten.



1.9.3 Lieferumfang

1 x Elektronische Last als rollbarer Schrank

1 x USB-Kabel 1,8 m

1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software (für den Schrank, weitere USB-Sticks von den Leistungsmodulen können enthalten sein)

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

<table>
<tr><td>IF-AB
Digitale Schnittstellenmodule</td><td>Steck- und nachrüstbare digitale Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, EtherCAT oder CAN sind erhältlich. Details zu den Schnittstellenmodulen und der Programmierung des Gerätes über diese Schnittstellen sind in weiteren Handbüchern zu finden, die dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert werden bzw. als Download auf der Herstellerwebseite zur Verfügung stehen.</td></tr>
<tr><td>EL 9000 B SLAVE
Zusätzliche Slave-Einheiten</td><td>Einige Modelle dieser Serie haben einen freien Platz für eine weitere Slave-Einheit, die vom Betreiber des Schrankes nachträglich installiert werden kann (siehe „2.3.16. Hinzufügen von neuen Einheiten“). Anhand der unten gelisteten Artikelnummer können die Einheiten nachbestellt werden. Die Nachrüstung erfordert, je nach Anzahl hinzuzufügender Einheiten und sich ergebendem Strom, die Installation weiterer DC-Bus-Schienen. Kontaktieren Sie uns für ein passendes Angebot. Im Lieferumfang befindet sich auch ein Patchkabel für die Anbindung der neuen Slaves an den Master-Slave-Bus.

Folgende Slave-Einheiten sind erhältlich:
<table>
<tr><th>Modell</th><th>Artikelnummer</th><th>Kann installiert werden in</th></tr>
<tr><td>EL 9080-510 B 3U Slave</td><td>33290270</td><td>EL 9080-1530 B 15U
EL 9080-2550 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9200-210 B 3U Slave</td><td>33290271</td><td>EL 9200-630 B 15U
EL 9200-1050 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9360-120 B 3U Slave</td><td>33290272</td><td>EL 9360-360 B 15U
EL 9360-600 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9500-90 B 3U Slave</td><td>33290273</td><td>EL 9500-270 B 15U
EL 9500-450 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9750-60 B 3U Slave</td><td>33290274</td><td>EL 9750-180 B 15U
EL 9750-300 B 24U</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

1.9.5 Optionen

Diese Optionen können nicht nachgerüstet werden, denn sie werden ab Werk dauerhaft eingebaut bzw. vorkonfiguriert.

NOT-AUS Not-Aus-System	Not-Aus-Kreis mit manuellem Not-Aus-Schalter (oben auf dem Schrank montiert), Schütz und externen Kontakt zur Einbindung von zusätzlichen Öffner-Kontakten. Das Schütz trennt in einer Not-Aus-Situation alle Einheiten im Schrank vom Netz, wodurch diese den DC-Eingang abschalten.

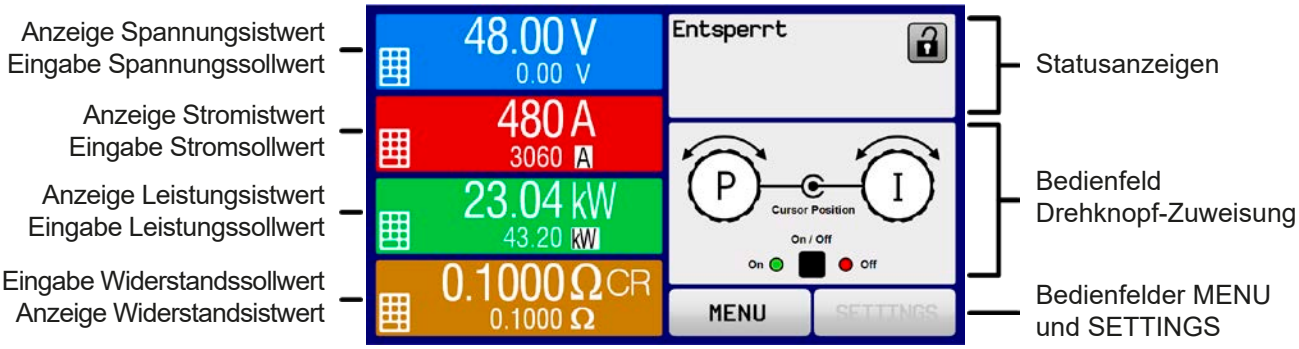
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

HMI steht für **H**uman **M**achine **I**nterface, auf Deutsch „Mensch-Maschine-Schnittstelle“, und besteht hier aus einer Anzeige mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchscreen), zwei Drehknöpfen, einem Taster und einem USB-Port.

1.9.6.1 Anzeige mit Touchscreen

Die grafische Anzeige mit Touchscreen ist in mehrere Bereiche aufgeteilt. Die gesamte Oberfläche ist berührungsempfindlich und kann mit dem Finger oder einem geeigneten Stift (Stylus) bedient werden, um das Gerät zu steuern.

Im Normalbetrieb werden im linken Teil Ist- und Sollwerte angezeigt und im rechten Teil Statusinformationen:



Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:

MENU — Text o. Symbol schwarz = Bedienfeld freigegeben

SETTINGS — Text o. Symbol ausgegraut = Bedienfeld gesperrt

Das gilt für alle Bedienfelder der Hauptseite und in sämtlichen Menüseiten.

- **Bereich Sollwerte/Istwerte (linker Teil)**

Hier werden im Normalbetrieb die DC-Eingangswerte (große Zahlen) und Sollwerte (kleine Zahlen) von Spannung, Strom, Leistung und Widerstand mit ihrer Einheit angezeigt. Die beiden Werte zum variablen Innenwiderstand werden jedoch nur bei aktiviertem Widerstandsmodus angezeigt.

Neben den jeweiligen Einheiten der Istwerte wird bei eingeschaltetem DC-Eingang die aktuelle Regelungsart **CV**, **CC**, **CP** oder **CR** angezeigt.

Die Sollwerte sind mit den rechts neben der Anzeige befindlichen Drehknöpfen oder per Direkteingabe über den Touchscreen verstellbar, wobei bei Einstellung über die Drehknöpfe die Dezimalstelle durch Druck auf den jeweiligen Drehknopf verschoben werden kann. Die Einstellwerte werden beim Drehen logisch herauf- oder heruntergezählt, also bei z. B. Rechtsdrehung und Erreichen der 9 springt die gewählte Dezimalstelle auf 0 und die nächsthöherwertige Dezimalstelle wird um 1 erhöht, sofern nicht der Maximalwert oder eine vom Anwender definierte Einstellgrenze (siehe *„3.4.4. Einstellgrenzen (Limits)“*) erreicht wurde. Linksdrehung umgekehrt genauso.

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

Anzeigewert	Einheit	Bereich	Beschreibung
Istwert Spannung	V	0-125% U_{Nenn}	Aktueller Wert der DC-Eingangsspannung
Sollwert Spannung	V	0-102% U_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Eingangsspg.
Istwert Strom	A	0,2-125% I_{Nenn}	Aktueller Wert des DC-Eingangsstroms
Sollwert Strom	A	0-102% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Eingangsstroms
Istwert Leistung	kW	0-125% P_{Spitze}	Aktueller Wert der Eingangsleistung nach $P = U_{Ein} * I_{Ein}$
Sollwert Leistung	kW	0-102% P_{Spitze}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Eingangsleistung
Istwert Widerstand	Ω	0-99999 Ω	Aktueller Wert des Innenwiderstandes nach $R = U_{Ein} / I_{Ein}$
Sollwert Widerstand	Ω	x[1]-100% R_{Max}	Einstellwert für den gewünschten Innenwiderstand
Einstellgrenzen	A, V, kW,Ω	0-102% Nenn	U-max, I-min usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 1	A, kW	0-110% Nenn	OCP and OPP, immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen 2	V	0-103% Nenn	OVP, auf die Eingangsspannung bezogen

[1] Der Minimalwert für Widerstandssollwerte variiert je nach Modell. Siehe technische Daten in Abschnitt *1.8.3*

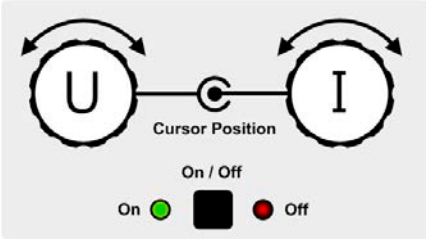
- **Statusanzeigen (oben rechts)**

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

Anzeige	Beschreibung
Gesperrt	Das HMI ist gesperrt
Entsperrt	Das HMI ist nicht gesperrt
Fern:	Das Gerät befindet sich in Fernsteuerung durch...
Analog	...die eingebaute Analogschnittstelle
USB & andere	...die eingebaute USB-Schnittstelle oder steckbares Schnittstellenmodul
Lokal	Das Gerät ist durch Benutzereingabe explizit gegen Fernsteuerung gesperrt worden
Alarm:	Ein Gerätealarm ist aufgetreten, der noch vorhanden ist oder noch nicht bestätigt wurde
Event:	Ein benutzerdefiniertes Ereignis (Event) ist ausgelöst worden, das noch nicht bestätigt wurde
Master	Master-Slave ist aktiviert, Gerät ist Master-Einheit
Funktion:	Funktionsgenerator aktiviert, Funktion geladen
Gestoppt / Läuft	Status des Funktionsgenerator bzw. der geladenen Funktion
/ ERR	Datenaufzeichnung auf USB-Stick läuft oder fehlgeschlagen

- **Feld für Zuordnung der Drehknöpfe**

Die beiden neben der Anzeige befindlichen Drehknöpfe können unterschiedlichen Bedienfunktionen zugeordnet werden. Diese kann durch Antippen des Feldes geändert werden, wenn es nicht gesperrt ist:



Die physikalischen Einheiten auf den Knöpfen zeigen die Zuordnung an. Der rechte Drehknopf ist bei einer elektronischen Last unveränderlich dem Strom I zugewiesen. Der linke Drehknopf kann durch Antippen der Grafik auf dem Touchscreen umgeschaltet werden.

Das Feld zeigt die gewählte Zuordnung an:

U I	P I	R I
Linker Drehknopf: Spannung	Linker Drehknopf: Leistung	Linker Drehknopf: Widerstand
Rechter Drehknopf: Strom	Rechter Drehknopf: Strom	Rechter Drehknopf: Strom

Die anderen beiden Sollwerte sind dann vorerst nicht mehr über die Drehknöpfe einstellbar, bis man die Zuordnung wieder ändert. Man kann jedoch alternativ auf die Anzeigefelder für Spannung, Strom oder Leistung/Widerstand tippen, um die Zuordnung zu ändern bzw. um Werte direkt über eine Zehnertastatur einzugeben. Dazu ist das kleine Zehnertastatur-Symbol ( )anzutippen.

1.9.6.2 Drehknöpfe

Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter in SETTINGS und MENU. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe *„3.4. Manuelle Bedienung“.*

1.9.6.3 Tastfunktion der Drehknöpfe

Die Drehknöpfe haben eine Tastfunktion, die überall wo Werte gestellt werden können, zum Verschieben des Cursors von niederwertigen zu höherwertigen Dezimalpositionen (rotierend) des einzustellenden Wertes dient:

1.9.6.4 Auflösung der Anzeigewerte

In der Anzeige können Sollwerte in festgelegten Schrittweiten eingestellt werden. Die Anzahl der Nachkommastellen hängt vom Gerätemodell ab. Die Werte haben 4 oder 5 Stellen. Ist- und Sollwerte haben die gleiche Stellenanzahl.

Einstellauflösung und Anzeigebreite der Sollwerte in der Anzeige:

Spannung, OVP, UVD, OVD, U-min, U-max			Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Leistung, OPP, OPD, P-max			Widerstand, R-max		
Nennwert	**Stellen**	**Schritt**	**Nennwert**	**Stellen**	**Schritt**	**Nenn-wert**	**Stellen**	**Schritt**	**Nennwert**	**Stellen**	**Schritt**
80 V	4	0,01 V	180 A - 270 A	5	0,01 A	alle	4	0,01 kW	0,8333 Ω - 9,33 Ω	5	0,0001 Ω
200 V	5	0,01 V	300 A - 840 A	4	0,1 A				15 Ω - 90 Ω	5	0,001 Ω
360 V	4	0,1 V	1050 A - 2550 A	5	0,1 A				120 Ω	5	0,01 Ω
500 V	4	0,1 V	3060 A	4	1 A						
750 V	5	0,1 V									

1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port, der sich rechts neben den beiden Drehknöpfen befindet, dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB-Sticks. Mit diesen kann man u. A. eigene Sequenzen für den arbiträren und den XY-Funktionsgenerator laden oder speichern, sowie im laufenden Betrieb Meßdaten aufzeichnen.

Akzeptiert werden Sticks nach USB 2.0 sowie USB 3.0 (nicht alle Hersteller), die in **FAT32** formatiert sein müssen und **max. 32 GB** Speichergröße haben dürfen. Alle unterstützten Dateien müssen sich in einem bestimmten Ordner im Hauptpfad des USB-Laufwerks befinden, denn woanders werden sie nicht gefunden. Der Ordner muß **HMI_FILES** benamt sein, so daß sich z. B. ein Pfad G:\HMI_FILES ergäbe, wenn der USB-Stick an einem PC angeschlossen wäre und den Laufwerksbuchstaben G: zugewiesen bekommen hätte.

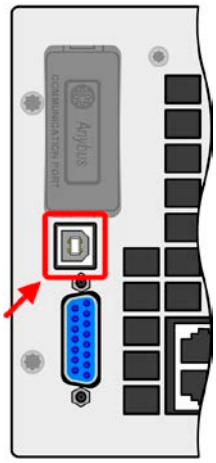
Die Bedieneinheit des Gerätes kann vom USB-Stick folgende Dateitypen lesen:

wave_u<beliebig>.csv wave_i<beliebig>.csv	Funktionsgenerator-Arbiträr-Funktion für die Spannung U bzw. Strom I. Der Name muß am Anfang *wave_u* oder *wave_i* enthalten, der Rest ist beliebig.
iu<beliebig>.csv	IU-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang *iu* enthalten, der Rest ist beliebig.
ui<beliebig>.csv	UI-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang *ui* enthalten, der Rest ist beliebig.
mpp_curve_<beliebig>.csv	Benutzerdefinierte MPP-Kurvendaten (100 Spannungswerte) für den Modus MPP4 der MPPT-Funktion.

Die Bedieneinheit des Gerätes kann auf den USB-Stick folgende Dateitypen schreiben:

battery_test_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die Batterietest-Funktion. Beim Batterietest werden andere bzw. zusätzliche Werte aufgezeichnet als beim „normalen“ Logging. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
usb_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die normale USB-Datenaufzeichnung in allen Betriebsarten. Der Aufbau der Logdatei ist identisch mit dem der Logging-Funktion in der Software EA Power Control. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
profile_<nr>.csv	Gespeichertes Benutzerprofil. Die Nummer am Ende ist eine fortlaufende Nummer (1-10) und nicht verknüpft mit der Nummer eines Benutzerprofils im HMI. Beim Laden werden max. 10 Profile zur Auswahl angezeigt.
wave_u<nr>.csv wave_i<nr>.csv	Daten der 99 Stützpunkte (Sequenzen) der Arbiträr-Funktion für Spannung U oder Strom I.
mpp_result_<nr>.csv	Ergebnisdaten des MPP-Tracking-Modus‘ 4 als Tabelle mit 100 Wertegruppen (Umpp, Impp, Pmpp)

1.9.7 USB-Port Typ B (Rückseite)



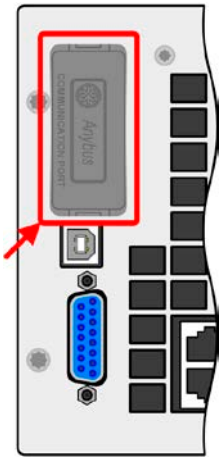
Der USB-Port Typ B auf der Rückseite der obersten Einheit (Master) dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung der Master-Einheit. Firmwareaktualisierungen der untergeordneten Slave-Einheiten werden jeweils über deren USB-Port vorgenommen.

Über das mitgelieferte USB-Kabel kann die Master-Einheit mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf der Webseite des Geräteherstellers bzw. auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

Das Gerät kann über diesen Port wahlweise über das international standardisierte ModBus RTU-Protokoll oder per SCPI-Sprache angesprochen werden. Es erkennt das in einer Nachricht verwendete Protokoll automatisch.

Die USB-Schnittstelle hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor dem Schnittstellenmodul (siehe unten) oder der Analogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.

1.9.8 Steckplatz für Schnittstellenmodule



Dieser Steckplatz auf der Rückseite der obersten Einheit (Master) dient zur Aufnahme diverser Schnittstellenmodule vom Typ AnyBus CompactCom (kurz: ABCC) der Schnittstellen-Serie IF-AB. Es sind optional verfügbar:

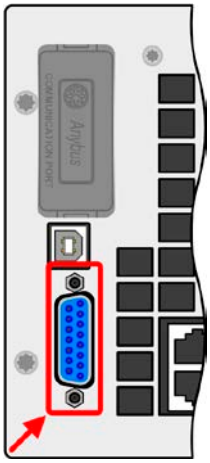
Artikelnummer	Bezeichnung	Funktion
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x Sub-D 9polig männlich
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x Sub-D 9polig männlich (Nullmodem)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x Sub-D 9polig weiblich
35400104	IF-AB-ETH1P	Ethernet, 1x RJ45
35400105	IF-AB-PNET1P	ProfiNET IO, 1x RJ45
35400107	IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP, 1x RJ45
35400108	IF-AB-ETH2P	Ethernet, 2x RJ45
35400109	IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP, 2x RJ45
35400110	IF-AB-PNET2P	ProfiNET IO, 2x RJ45
35400111	IF-AB-CAN	CAN 2.0 A / 2.0 B, 1x Sub-D 9-polig, männlich
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 2x RJ45

Die Module werden vom Anwender installiert und können problemlos nachgerüstet werden. Gegebenenfalls ist ein Firmwareupdate des Gerätes erforderlich, damit ein bestimmtes Modul erkannt und unterstützt werden kann. In dem Fall ist es dann ausreichend, nur die Master-Einheit zu aktualisieren.

Das bestückte Modul hat, wenn Fernsteuerung aktiviert werden soll, keinen Vorrang vor der USB-Schnittstelle oder der Analogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesen benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.

Stecken bzw. Abziehen des Moduls nur bei ausgeschaltetem Gerät!

1.9.9 Analogschnittstelle

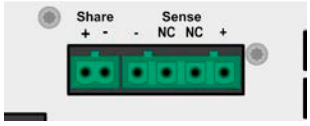


Diese 15polige Sub-D-Buchse auf der Rückseite der obersten Einheit (Master) dient zur Fernsteuerung des Gerätes mittels analogen Signalen bzw. Schaltzuständen.

Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu einer der digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

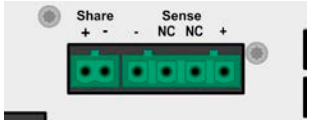
Der Eingangsspannungsbereich der Sollwerte bzw. der Ausgangsspannungsbereich der Monitorwerte und der Referenzspannung kann im Einstellungsmenü des Gerätes zwischen 0...5 V und 0...10 V für jeweils 0...100% umgeschaltet werden.

1.9.10 Share-Bus-Anschluß



Der auf der Rückseite aller Einheiten befindliche Anschluß „Share“ dient zur Ausregelung des DC-Eingangsstromes der Einheiten untereinander und darf nicht extern verbunden oder genutzt werden und muß für den korrekten Betrieb des Schrankes permanent in allen Einheiten gesteckt bleiben. Sofern Leistungsstufen nachgerüstet werden (wo möglich), um die Gesamtleistung zu erhöhen, muß die Share-Bus-Verbing auf die zusätzlichen Einheiten nach dem vorhandenen Schema erweitert werden.

1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)



Um den Spannungsabfall über die Leitungen von der Quelle zur DC-Last zu kompensieren, kann der Eingang „Sense“ polrichtig mit der Last verbunden werden. Die max. Kompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.

⚠	Aus Isolationsgründen (Luft- und Kriechstrecke) werden bei Hochvolt-Modellen (Nennspannung ≥ 500 V) nur die beiden äußeren Pins der vierpoligen Klemme verwendet. Deswegen müssen die mittleren beiden Pins, gekennzeichnet mit NC, unbedingt freibleiben.

1.9.12 Master-Slave-Bus

Der Master-Slave auf der Rückseite ist eine für den korrekten Betrieb des Schrankes essentielle Vorrichtung und darf nicht umkonfiguriert werden. Einzige Ausnahme: es werden ein oder mehrere Leistungsmodule (Slave) zeitweise zu Reparatur- oder Wartungszwecken entnommen und es wird erforderlich, den Busabschluß des Busses zu aktivieren oder deaktivieren, z. B. wenn die Master-Einheit Probleme auf dem Bus meldet oder nicht alle Leistungsstufen initialisieren kann.

⚠	Der Master-Slave-Bus darf nicht zu außerhalb des Schrankes befindlichen Geräten verbunden werden!

2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung

2.1.1 Transport

- Die Griffe an der Vorderseite der Einheiten dienen **nicht** zum Tragen, sondern nur zum Einschieben in oder Herausziehen aus dem Schrank!
- Die Einheiten sollte aufgrund ihres hohen Gewichts nicht per Hand transportiert werden bzw. darf, falls Transport per Hand nicht vermeidbar ist, nur am Gehäuse und nicht an den Aufbauten (Griffe, DC-Eingangsklemme, Drehknöpfe) gehalten werden
- Ortsveränderung, d. h. Bewegen des Schrankes nicht im eingeschalteten oder angeschlossenen Zustand!
- Der Schrank darf nur auf waagerechten Untergründen aufgestellt und betrieben werden, die das Gesamtgewicht des Schrankes plus mehrerer Personen tragen können, die das Gerät bedienen
- Soll der Schrank an einen anderen Aufstellort bewegt werden, muß für die gesamte Strecke ausreichende Tragfähigkeit (besonders Aufzüge) sichergestellt und der Schrank stets gegen Wegrollen oder Umkippen gesichert sein
- Benutzen Sie möglichst geeignete Schutzkleidung, vor allem Sicherheitsschuhe, beim Tragen des Gerätes, da durch das teils hohe Gewicht bei einem Sturz erhebliche Verletzungen entstehen können

2.1.2 Lagerung

Für eine längere Lagerung des Gerätes bei Nichtgebrauch wird die Benutzung der Transportverpackung oder einer ähnlichen Verpackung empfohlen. Die Lagerung muß in trockenen Räumen und möglichst luftdicht verpackt erfolgen, um Korrosion durch Luftfeuchtigkeit, vor Allem im Inneren des Gerätes, zu vermeiden.

2.2 Auspacken und Sichtkontrolle

Nach jedem Transport mit oder ohne Transportverpackung oder vor der Erstinstallation ist das Gerät auf sichtbare Beschädigungen und Vollständigkeit der Lieferung hin zu untersuchen. Vergleichen Sie hierzu auch mit dem Lieferschein und dem Lieferumfang (siehe Abschnitt *1.9.3*). Ein offensichtlich beschädigtes Gerät (z. B. lose Teile im Inneren, äußerer Schaden) darf unter keinen Umständen in Betrieb genommen werden.

2.3 Installation

2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch

- Der Schrank hat ein beträchtliches Gewicht. Stellen Sie daher vor der Aufstellung sicher, daß der Aufstellungsort sowie der gesamte Transportweg das Gewicht ohne Einschränkungen tragen können!
- Nach Aufstellung sollte der Schrank gegen Wegrollen gesichert werden, in dem die höhenverstellbaren Füßen herausgedreht werden!
- Stellen Sie vor dem Anschließen des Gerätes an die AC-Stromzufuhr sicher, daß die auf dem Typenschild des Gerätes angegebenen Anschlußdaten eingehalten werden. Eine Überspannung am AC-Anschluß kann das Gerät beschädigen.

2.3.2 Vorbereitung

Zwecks **AC-Anschluß** des Schrankes sind rückseitig zugänglich drei Klemmen (L, N, PE), an denen der Schrank entweder an eine Hauptverteilung fest angebunden wird oder eine herkömmliche, dreiadrige Netzleitung (16 A, 1,5 mm²) angebracht wird. In beiden Fällen ist eine Zugentlastung vorzusehen.

In beiden Fällen ist die AC-Leistungsaufnahme des Schrankes (siehe technische Daten) in Zusammenhang mit anderen möglicherweise am selben Anschluß befindlichen Geräten zu berücksichtigen, damit der Gesamtstrom den zulässigen Nennstrom des Anschlusses nicht überschreitet.

Für den **DC-Anschluß** müssen entsprechende Leitungen konfektioniert werden, die nicht im Lieferumfang enthalten sind. Bei der Dimensionierung der DC-Leitungen sind mehrere Dinge zu betrachten:

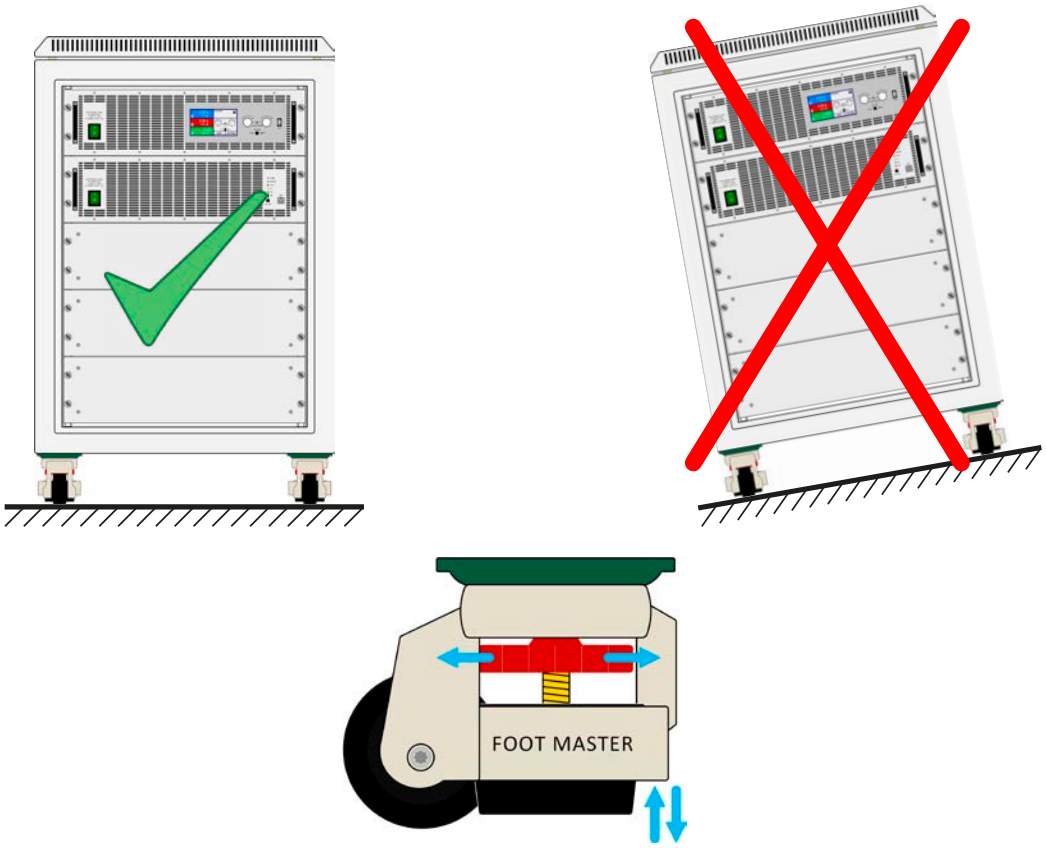
- Der Querschnitt der Leitungen sollte immer mindestens für den Maximalstrom des Gerätes ausgelegt sein
- Bei dauerhafter Strombelastung der Leitungen am zulässigen Limit entsteht Wärme, die ggf. abgeführt werden muß, sowie ein Spannungsabfall, der von der Leitungslänge und der Erwärmung der Leitung abhängig ist. Um das zu kompensieren, muß der Querschnitt erhöht bzw. die Leitungslänge verringert werden.

2.3.3 Aufstellung des Gerätes

- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zur Quelle so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, mindestens 50 cm, für die hinten austretende Abluft.
- Stellen Sie das Gerät mit dessen Rückseite niemals vor brennbare Materialen wie Stoff oder Plastik, da das Gerät, je nach Modell, bis über 40 kW Leistung in Form von heißer Luft nach hinten herausbläst
- Für Modelle mit installiertem Not-Aus-Schalter (optional, siehe *1.9.5*) muß nach oben mind. 30 cm Platz berücksichtigt werden

Der Schrank darf nur auf horizontalen Untergründen aufgestellt und betrieben werden. Selbst ein gegen Wegrollen gesicherter Schrank könnte auf einer weniger oder mehr schrägen Ebene ins Rutschen kommen.

Nach dem Transport an den Zielort und **möglichst vor** dem Anschluß der AC- und DC-Leitungen sollte der Schrank gegen Wegrollen gesichert werden. Das kann geschehen, indem die höhenverstellbare Füße in den Rollen herausgedreht werden:



2.3.4 Anschließen an das Stromnetz (AC)

- Das Anschließen an eine AC-Stromversorgung darf nur durch entsprechend geschultes Personal erfolgen!
- Dimensionieren Sie den Querschnitt von Anschlußleitungen entsprechend des maximalen Eingangsstromes des Gerätes (siehe Tabelle)!
- Stellen Sie vor dem Anstecken des Netzanschlußsteckers sicher, daß das Gerät am Netzschalter ausgeschaltet ist!

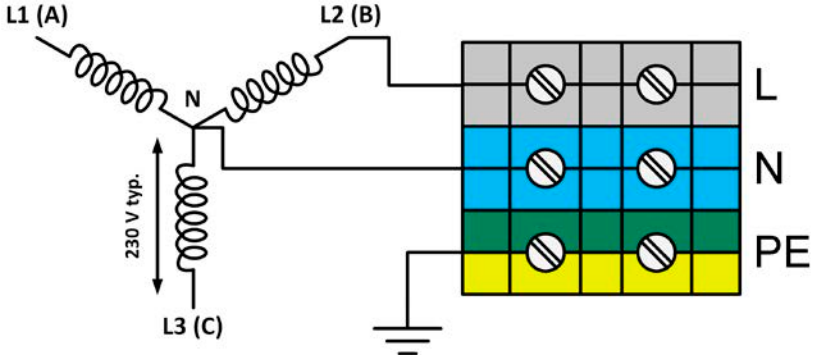
Der Schrank hat einen 3-poligen AC-Anschluß mit Schraubklemmen, der auf der Rückseite zugänglich ist. Dieser wird mit entsprechenden Leitungen entweder zu einem einphasigen Hauptanschluß oder über ein herkömmliches Netzkabel mit einer Wandsteckdose oder einem Verteiler verbunden. Benötigt werden für den Netzanschluß folgende Phasen:

Nennleistung	Anschlußphasen	Anschlußtyp
alle	L, N, PE	Wandsteckdose o. ä.

Der PE-Leiter ist zwingend erforderlich und muß daher verbunden werden!

Für die Dimensionierung des **Querschnittes** der Anschlußleitung ist die maximale AC-Leistungsaufnahme des Schrankes bestimmend. Da selbst Modelle mit 6 Einheiten nur max. 800 W Leistungsaufnahme haben, reicht eine Leitung für 10 A (0,75 mm²) bzw. eine für 16 A (1,5 mm²) aus. Ist nur ein Dreiphasen-Anschluß vorhanden, kann das Gerät einer beliebigen Phase angebunden werden. Sollen mehrere Schränke an demselben Dreiphasen-Anschluß betrieben werden, so sollte eine möglichst gleichmäßige AC-Stromverteilung angestrebt werden.

Anschlußschema eines einzelnen Schrankes:



2.3.5 Anschließen von DC-Quellen

Der DC-Eingang befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und ist **nicht** über eine Sicherung abgesichert. Der Querschnitt der Zuleitungen richtet sich nach der DC-Stromaufnahme, der Leitungslänge und der Umgebungstemperatur.

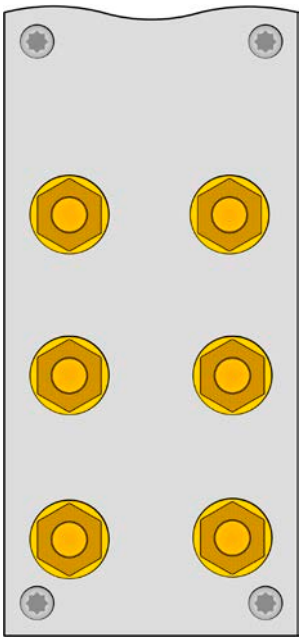
Bei Lastleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen **bis 30°C** empfehlen wir **pro Anschlußpol** (mehradrig, isoliert, frei verlegt, Standardkabel) nachfolgend genannte Querschnitte mindestens zu verwenden. Bei längeren Lastleitungen bzw. höherer Umgebungstemperatur ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

Die mit Ringkabelschuhen versehenen Kabel werden am unteren Ende der DC-Schienen an den Anschlußpunkten verschraubt. Dabei sollte der Lochdurchmesser der Ringkabelschuhe zu dem des Anschlußpunktes passen. Das schränkt die Wahl des Kabelquerschnittes etwas ein, weil z. B. Ringkabelschuhe für M8 nur bis 95 mm² verwendbar sind. Die Tabelle unten berücksichtigt das. Die Anzahl der Leitungen erhöht sich, jedoch wird der Querschnitt pro Leitung nicht so hoch, was wiederum die Handhabung der Kabel verbessert.

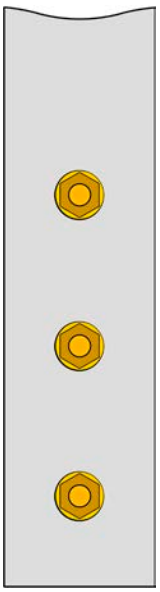
Größe	I_{Max}	Anschlußpunkte	Minimal erforderlicher Querschnitt pro DC-Pol
15U	180 A	3x M8	1x 70 mm² oder 2x 25 mm²
	240 A	6x M10	1x 95 mm² oder 2x 35 mm²
	270 A	3x M8	2x 50 mm² oder 3x 25 mm²
	360 A	6x M10	2x 70 mm² oder 3x 35 mm²
	480 A	6x M10	2x 70 mm² oder 3x 50 mm²
	630 A	6x M10	2x 150 mm² oder 3x 70 mm²
	840 A	6x M10	3x 150 mm² oder 4x 70 mm²
	1530 A	6x M10	5x 120 mm² oder 6x 95 mm²
	2040 A	6x M10	6x 150 mm² oder 8x 95 mm²
24U	300 A	3x M8	2x 50 mm² oder 3x 25 mm²
	360 A	3x M8	2x 70 mm² oder 3x 35 mm²
	450 A	3x M8	2x 95 mm² oder 3x 50 mm²
	540 A	3x M8	2x 120 mm² oder 3x 70 mm²
	600 A	6x M10	2x 150 mm² oder 3x 70 mm²
	720 A	6x M10	3x 95 mm² oder 4x 70 mm²
	1050 A	6x M10	4x 120 mm² oder 6x 50 mm²
	1260 A	6x M10	4x 150 mm² oder 6x 70 mm²
	2550 A	6x M10	8x 150 mm² oder 10x 95 mm²
	3060 A	6x M10	10x 150 mm² oder Kupferschiene mit mind. 720 mm²

2.3.5.1 Anschlußpunkte

Jeder Schrank ist mit Kupferschienen versehen, die am unteren Ende 3 oder 6 Anschlußpunkte haben, an denen dann pro Anschlußpunkt ein oder zwei Kabel angeschraubt werden können. Die Tabelle in *2.3.5* gibt an, bei welchem Ausgangsstrom und welcher Leistung des Schrankes welche Anschlußpunkte verfügbar sind.

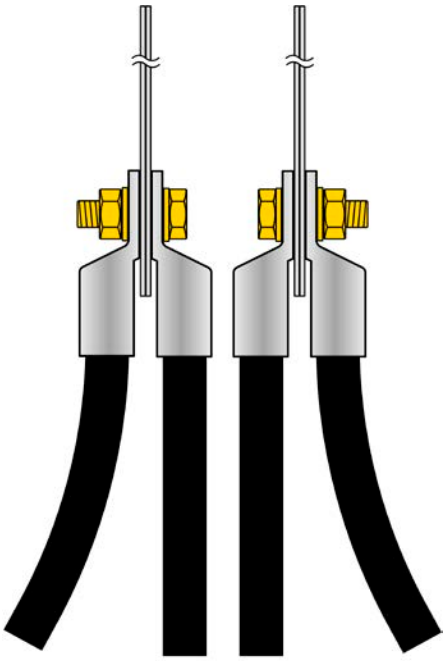


6x M10 für bis zu 12 Kabel



3x M8 für bis zu 6 Kabel

Anschlußbeispiel für 2 Kabel an einem Anschlußpunkt (hier M10 mit Rohrkabelschuhen für 150 mm²):



Die mitgelieferte Abdeckung für die DC-Eingangsschienen muß beim Betrieb des Schrankes stets montiert sein, egal ob die rückseitige Tür geschlossen gehalten wird oder nicht!

2.3.6 Erdung des DC-Eingangs

Grundsätzlich kann das Gerät am DC-Minuspol geerdet, sprich direkt mit PE verbunden werden. Beim DC-Pluspol ist das anders. Hier gilt: wenn geerdet werden soll, dann nur bis 400 V Eingangsspannung, weil das Potential des DC-Minuspols dann um den Betrag der Eingangsspannung negativ verschoben würde.

Daher ist bei Modellen, die mehr als 400 V Eingangsspannung vertragen, die Erdung des DC-Pluspols aus Sicherheitsgründen nicht zulässig. Siehe auch technische Daten in *1.8.3,* Punkt „Isolation“.

- Keine Erdung des DC-Pluspols bei Modellen mit >400 V Nennspannung
- Bei Erdung einer der Eingangspole muß beachtet werden, ob an der Quelle (z. B. Netzgerät) ein Ausgangspol geerdet ist. Dies kann zu einem Kurzschluß führen!

2.3.7 Anschließen des „Share-Bus“

Der rückseitig am Gerät befindliche „Share-Bus“ dient zur Symmetrierung der einzelnen Einheiten im Schrank im Konstantspannungs-Modus und ist für den korrekten Betrieb unerläßlich. Die Verbindung darf nicht entfernt werden, es sei denn, es wird ein Gerät zwecks Reparatur oder Wartung zeitweise entnommen. Die bei einigen Modellen angebrachte Abdeckung für den Sense-Anschluß, die auch den Share-Bus einschließt, muß stets korrekt montiert sein.

Bei Erweiterung des Schrankes um eine Einheit (wo möglich) muß der Share-Bus auf die zusätzliche Einheit erweitert werden.

2.3.8 Anschließen der Fernfühlung

Auch wenn jede Einheit im Schrank einen Anschluß „Sense“ besitzt darf nur der Anschluß an der Master-Einheit für Fernfühlung genutzt werden. Diese Einheit ist für die Spannungsregelung und die Fernfühlung und deren Spannungsausgleich im Konstantspannungsbetrieb zuständig und gibt das entsprechende Regelsignal über den Share-Bus an die Slaves weiter.

- Die beiden Pins „NC“ am Sense-Anschluß dürfen nicht verbunden werden!

- Die Fernfühlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernfühlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernfühlung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm²
- Fühlerleitungen sollten miteinander verdrillt sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle oder am Lasteingang anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Qelle und (–) Sense nur am (–) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten können beide Systeme beschädigt werden.

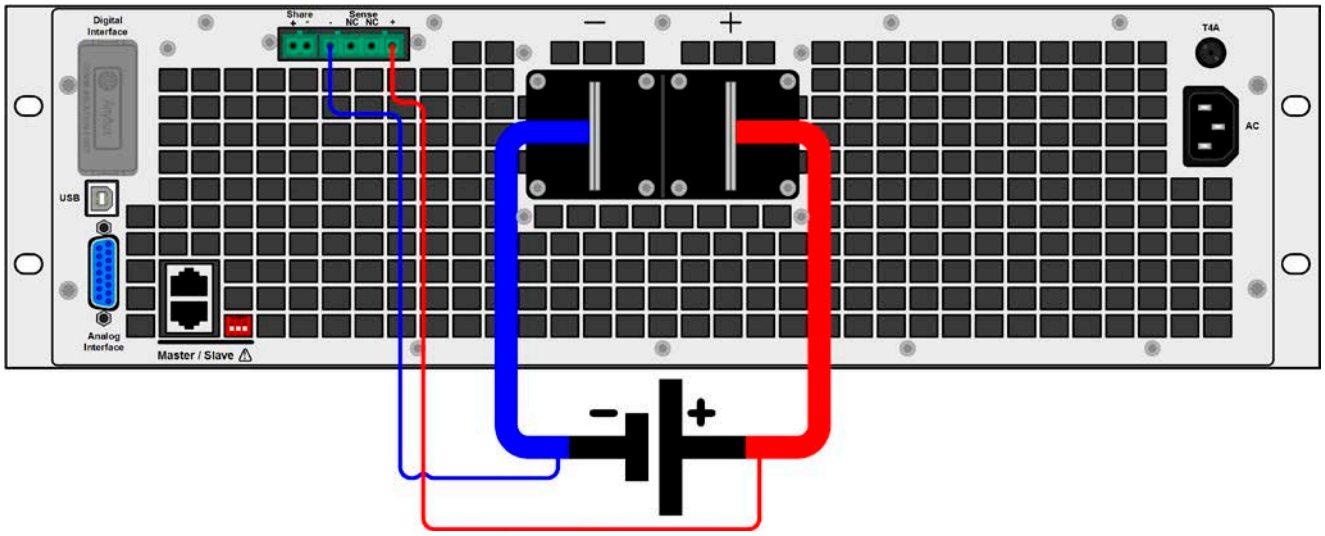


Bild 8 - Prinzip der Fernfühlungsverdrahtung an der Master-Einheit

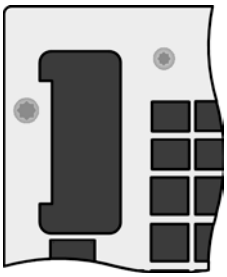
2.3.9 Installation eines Schnittstellenmoduls

Die optional erhältlichen Schnittstellenmodule können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollten nach der Erstinstallation bzw. nach Wechsel des Modultyps überprüft und ggf. neu eingestellt werden.

- Die üblichen ESD-Schutzmaßnahmen sind vor dem Einsetzen oder Tausch des Moduls zu treffen
- Das Modul ist stets nur im ausgeschalteten Zustand des Gerätes zu entnehmen bzw. zu bestücken!
- Niemals irgendeine andere Hardware als die Module der IF-AB-Serie in den Einschub einführen!
- Wenn kein Modul bestückt ist wird empfohlen, die Slotabdeckung zu montieren, um unnötige innere Verschmutzung des Gerätes zu vermeiden und den Luftdurchflußweg nicht zu verändern

Installationsschritte:

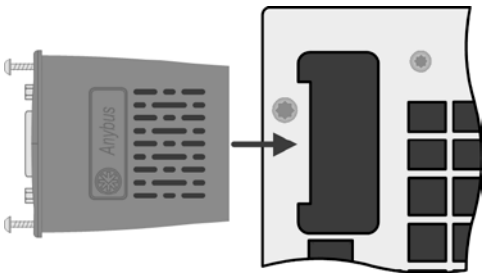
1.



Abdeckung des Schnittstellenslots entfernen. Eventuell dazu einen Schraubendreher zu Hilfe nehmen.

Nehmen Sie das Modul und prüfen Sie, ob die Befestigungsschrauben so weit wie möglich herausgedreht sind. Falls nicht, drehen Sie sie heraus (Torx 8).

2.

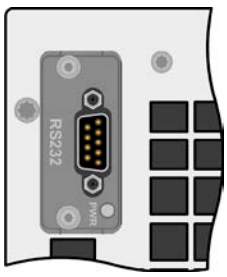


Schnittstellenmodul paßgerecht in den Slot schieben. Es kann, aufgrund der Bauform, nicht falsch herum gesteckt werden.

Beim Einschieben darauf achten, daß es möglichst genau im Winkel von 90° zur Rückwand des Gerätes gehalten wird. Orientieren Sie sich an der grünen Platine, die Sie am offenen Slot erkennen können. Im hinteren Teil ist ein Steckverbinder, der das Modul aufnehmen soll.

Auf der Unterseite des Moduls befinden sich zwei Plastiknasen, die auf dem letzten Millimeter des Einschubweges auf der grünen Platine einrasten müssen, damit das Modul auf der Rückwand des Gerätes richtig aufliegt.

3.



Die Schrauben (Typ: Torx 8) dienen zur Fixierung des Moduls und sollten komplett eingedreht werden. Nach der Installation ist das Modul betriebsbereit und Kabel können angeschlossen werden.

Ausbau erfolgt auf umgekehrte Weise. An den Schrauben der Frontplatte des Moduls kann es angepackt werden, um es herauszuziehen.

2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle

Der 15polige Anschluß (Typ: Sub-D, D-Sub) auf der Rückseite ist eine analoge Schnittstelle. Um diesen mit einer steuernden Hardware (PC, elektronische Schaltung) zu verbinden, ist ein handelsüblicher Sub-D-Stecker erforderlich (nicht im Lieferumfang enthalten). Generell ist es ratsam, bei Verbindung oder Trennung dieses Anschlusses das Gerät komplett auszuschalten, mindestens aber den DC-Eingang.

Die analoge Schnittstelle ist intern, zum Gerät hin, galvanisch getrennt. Verbinden Sie daher möglichst niemals eine Masse der analogen Schnittstelle (AGND) mit dem DC-Minus-Ausgang, weil das die galvanische Trennung aufhebt.

2.3.11 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)

Um das Gerät über diesen Anschluß an der Master-Einheit fernsteuern zu können, verbinden Sie Gerät und PC über das mitgelieferte USB-Kabel und schalten Sie das Gerät ein, falls noch ausgeschaltet. Die USB-Ports an den Slave-Einheiten dienen nur Servicezwecken, wie z. B. Firmware-Updates.

2.3.11.1 Treiberinstallation (Windows)

Bei der allerersten Verbindung mit dem PC sollte das Betriebssystem das Gerät als neu erkennen und einen Treiber installieren wollen. Der Treiber ist vom Typ Communications Device Class (CDC) und ist bei aktuellen Betriebssystemen wie Windows 7 oder 10 normalerweise integriert. Es wird aber empfohlen, den auf USB-Stick mitgelieferten Treiber zu installieren, um bestmögliche Kompatibilität des Gerätes zu unserer Software zu erhalten.

2.3.11.2 Treiberinstallation (Linux, MacOS)

Für diese Betriebssysteme können wir keinen Treiber und keine Installationsbeschreibung zur Verfügung stellen. Ob und wie ein passender Treiber zur Verfügung steht, kann der Anwender durch Suche im Internet selbst herausfinden. Neuere Versionen von Linux oder MacOS haben eventuell schon einen generischen CDC-Treiber „an Bord“.

2.3.11.3 Treiberalternativen

Falls der oben beschriebene CDC-Treiber auf Ihrem System nicht vorhanden ist oder aus irgendeinem Grund nicht richtig funktionieren sollte, können kommerzielle Anbieter Abhilfe schaffen. Suchen und finden Sie dazu im Internet diverse Anbieter mit den Schlüsselwörtern „cdc driver windows“ oder „cdc driver linux“ oder „cdc driver macos“.

2.3.12 Erstinbetriebnahme

Bei der allerersten Inbetriebnahme des Gerätes und der Erstinstallation sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen:

- Überprüfen Sie die von Ihnen verwendeten Anschlußkabel für AC und DC auf ausreichenden Querschnitt!
- Überprüfen Sie die Einstellungen bezüglich Sollwerte, Sicherheits- und Überwachungsfunktionen sowie Kommunikation daraufhin, daß Sie für die geplante Anwendung passen und stellen Sie sie ggf. nach Anleitung ein!
- Lesen Sie, bei Fernsteuerung des Gerätes per PC, zusätzlich vorhandene Dokumentation zu Schnittstellen und Software!
- Lesen Sie, bei Fernsteuerung des Gerätes über die analoge Schnittstelle unbedingt den Abschnitt zur analogen Schnittstelle in diesem Dokument!

Bei Bedarf kann die Sprache der Anzeige (Touchscreen) beim Start des Gerätes auf **Deutsch** umgestellt werden.

Nachfolgend ist in diesem Dokument alles, was den Touchscreen betrifft, auf die Sprachwahl „Deutsch“ bezogen.

2.3.13 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung

Bei der erneuten Inbetriebnahme nach einer Firmwareaktualisierung, Rückerhalt des Gerätes nach einer Reparatur oder nach Positions- bzw. Konfigurationsveränderungen der Umgebung des Gerätes sind ähnliche Maßnahmen zu ergreifen wie bei einer Erstinbetriebnahme. Siehe daher auch *„2.3.12. Erstinbetriebnahme“.*

Erst nach erfolgreicher Überprüfung des Gerätes nach den gelisteten Punkten darf es wie gewohnt in Betrieb genommen werden.

2.3.14 Entnahme von Einheiten

Im Fall des Defekts einer Slave-Einheit kann der Schrank mit den verbleibenden Einheiten weiter betrieben werden. Für Reparatur oder Austausch wird die betroffene Einheit durch eine bestimmte Reihenfolge von Handlungen entnommen (siehe unten) bzw. wieder eingesetzt. Nach dem nächsten Einschalten des Schrankes bzw. der Master-Einheit wird das System automatisch neu konfiguriert. Steht die Normalkonfiguration nicht zur Verfügung, sind weniger Nennleistung und Nennstrom verfügbar. Das Gerät präsentiert sich dementsprechend in der Anzeige und einer Steuerungssoftware gegenüber mit einer anderen Gerätebezeichnung, die sich entsprechend des Schemas in *„1.5. Produktschlüssel“* ergibt.

Folgende Schritte zur Entnahme einer Einheit:

1. Den Schrank, das heißt alle Einheiten am Netzdrehschalter (Front) ausschalten.
2. Bei der betroffenen Einheit dann:
   a. Die Zugentlastung am AC-Anschlußkabel entfernen und die AC-Steckerbefestigung lösen
   b. Den AC-Anschlußstecker lösen.
   c. Die eventuell vorhandene Abdeckung an den Anschlüssen „Sense“ und „Share“ lösen.
   d. Den Stecker am Anschluß „Share“ abziehen. Wenn Master-Einheit: den eventuell gesteckten Stecker am Anschluß „Sense“ abziehen.

e. Das bzw. die Patchkabel vom Master-Slave-Bus-Anschluß lösen. Für den späteren Betrieb des Schrankes muß der Bus die entstandene Lücke überbrücken können und beim nächsten Gerät eingesteckt werden. Dazu ist eventuell ein längeres Kabel erforderlich.
f. Wenn Master-Einheit: weitere eventuell vorhandene Verbindungskabel zur digitalen oder analogen Schnittstelle abziehen.
g. Die Schrauben am DC-Anschluß lösen und entfernen (2-6 Stück). Vorher sicherstellen, daß keine berührungsgefährliche Spannung anliegt. Gegebenenfalls mit einem Multimeter messen.
h. Die Befestigungsschrauben an der Front (4x) lösen und entfernen.
i. Einheit vorsichtig aus dem Schrank herausziehen.

2.3.15 Einsetzen von Einheiten

Das Wiedereinsetzen von Einheiten, die vorher aus einem bestimmten Grund entnommen worden waren, geht grundsätzlich in umgekehrter Reihenfolge als die Entnahme vor sich. Siehe dazu die Schritte in *„2.3.14. Entnahme von Einheiten“*. Vor dem Einsetzen einer Einheit in den Schrank muß sichergestellt sein, daß dieser komplett stromlos ist.

2.3.16 Hinzufügen von neuen Einheiten

Manche Modelle haben eine Position für eine weitere Slave-Einheit übrig, die zwecks Aufstockung der Gesamtleistung mit nachträglich lieferbaren Slave-Modellen bestückt werden kann. Siehe *„1.9.4. Zubehör“* für Einzelheiten.

Für die Aufstockung gilt folgendes zu beachten:

- Der Schrank wird dadurch in seiner Konfiguration verändert, was Strom, Leistung und Bezeichnung angeht. Das bedeutet, die auf dem Typenschild aufgedruckten Nenndaten sind dann nicht mehr gültig und auch die Artikelnummer paßt nicht mehr.
- Bereits vorhandene Anschlußleitungen (DC-seitig) müssen eventuell durch andere mit größeren Querschnitten ersetzt bzw. ergänzt werden.
- Die hinzuzufügenden Einheiten müssen das gleiche Modell sein wie die bereits vorhandenen Slave-Einheiten.
- Je nach sich später ergebendem Strom müssen am DC-Eingang weitere Schienen installiert werden. Kontaktieren Sie uns dazu, damit das entsprechende Set für Sie zusammenstellen können.

Das Hinzufügen an sich geschieht wie in *2.3.15* bzw. *2.3.14* beschrieben.

2.3.17 Not-Aus

Ein Not-Aus-System kann ab Werk optional im Schrank installiert sein (siehe auch *1.9.5*). Es besteht standardmäßig aus einem Not-Aus-Schalter (manuell betätigt, oben auf dem Schrank montiert), zwei Türkontakten (rückseitige Tür) und einem Schütz. Diese drei Kontakte sind in Reihe geschaltet und trennen die Geräte im Schrank AC-seitig, sobald einer der Kontakte geöffnet sind.

2.3.17.1 Externe Kontakte

Der Not-Aus-Kreis kann über externe Kontakte erweitert werden. Dazu sind im Schrank von der Rückseite zugänglich zwei graue Schraubkontakte mit einer Kabelbrücke zugänglich, an denen man statt der Brücke ein oder mehrere externe, in Reihe geschaltete Öffner-Kontakte anbinden kann, die dann das Not-Aus und die Abschaltung des Schrankes auch von außerhalb bewirken können.

Die Kontakte müssen potentialfrei und für 24 V DC geeignet sein.

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz

- Um Sicherheit bei der Benutzung des Gerätes zu gewährleisten, darf das Gerät nur von Personen bedient werden, die über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen elektrischen Spannungen unterrichtet worden sind
- Bei Geräten, die eine berührungsgefährliche Spannung erzeugen können oder an diese angebunden werden, ist stets die mitgelieferte DC-Anschluß-Abdeckung oder eine ähnliche, ausreichend sichere Abdeckung zu montieren

3.2 Regelungsarten

Das Gerät beinhaltet intern einen oder mehrere Regelkreise, die Spannung, Strom und Leistung durch Soll-Istwert-Vergleich auf die eingestellten Sollwerte regeln sollen. Die Regelkreise folgen dabei typischen Gesetzmäßigkeiten der Regelungstechnik. Jede Regelungsart hat ihre eigene Charakteristik, die nachfolgend grundlegend beschrieben wird.

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Konstantspannungs-Betrieb (kurz: CV) oder Spannungsregelung ist eine untergeordnete Betriebsart. Am Eingang der elektronischen Last wird im Normalfall eine Spannungsquelle angeschlossen, die eine gewisse Eingangsspannung für die Last darstellt. Wird im Konstantspannungsbetrieb der Sollwert der Spannung höher eingestellt als die tatsächliche Spannung der Quelle, dann kann die Vorgabe nicht erreicht werden. Die Last entnimmt der Quelle dann keinen Strom. Wird der Spannungssollwert geringer als die Eingangsspannung eingestellt, wird die Last versuchen, die Spannungsquelle so sehr zu belasten (Spannungsabfall über den Innenwiderstand der Quelle), daß deren Spannung auf den gewünschten Wert gelangt. Übersteigt der dazu notwendige Strom den an der Last eingestellten Strom-Maximalwert oder die aufgenommene Leistung nach $P = U_{EIN} * I_{EIN}$ den eingestellten Leistungs-Maximalwert, wechselt die Last automatisch in Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb, jenachdem was zuerst auftritt. Dabei kann die Eingangsspannung nicht mehr auf dem gewünschten Wert gehalten werden.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantspannungs-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CV-Betrieb aktiv“ als Kürzel CV auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

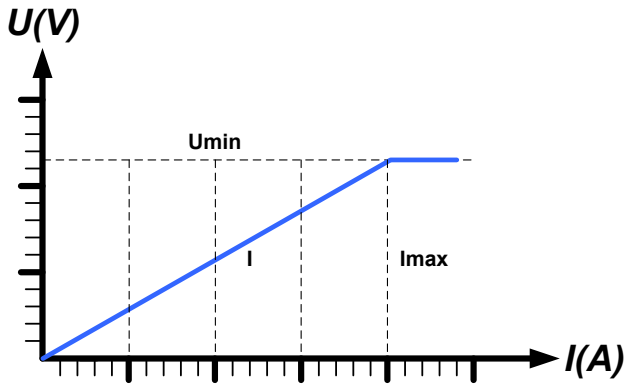
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

Der interne Spannungsregler kann zwischen „Langsam“ und „Schnell“ umgeschaltet werden, entweder im MENU (siehe *„3.4.3.1. Menü „Allgemeine Einstellungen““*) oder über Fernsteuerung. Werkseitig ist diese Einstellung auf „Langsam“ gesetzt. Welche gewählt werden sollte, hängt von der Anwendung der Last ab, aber in erster Linie von der Art der Spannungsquelle. Eine aktive, geregelte Quelle wie ein Schaltnetzteil besitzt einen eigenen Spannungsregler, der gleichzeitig mit dem der Last arbeitet. Beide können im ungünstigen Fall gegeneinander arbeiten und zu Schwingungen im Ausregelverhalten führen. Tritt so eine Situation auf, wird empfohlen, den Spannungsregler auf „Langsam“ zu stellen.

In anderen Situationen hingegen, wie z. B. bei Betrieb des Funktionsgenerators und Anwendung einer Funktion auf die DC-Eingangsspannung der Last und Einstellung kleiner Zeiten, kann es erforderlich sein, den Spannungsregler auf „Schnell“ zu stellen, weil sonst die Ergebnisse der Funktion nicht wie erwartet resultieren.

3.2.1.2 Mindesteingangs-Spannung für maximalen Strom

Aufgrund technischer Gegebenheiten hat jedes Modell der Serie einen anderen minimalen Innenwiderstand (R_{MIN}), der bedingt, daß man eine bestimmte Eingangsspannung (U_{MIN}) mindestens anlegen muß, damit die Last den für Sie definierten max. Strom (I_{MAX}) aufnehmen kann. Diese U_{MIN} ist in den technischen Daten für jedes Modell angegeben. Wird weniger Spannung an den Eingang angelegt, kann das Gerät entsprechend weniger Strom aufnehmen, dabei sogar weniger als einstellbar. Der Verlauf ist linear, der maximal aufnehmbare Strom bei einer Eingangsspannung unterhalb U_{MIN} kann daher einfach berechnet werden. Rechts ist eine Prinzipdarstellung zu sehen.



3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

Stromregelung wird auch Strombegrenzung oder Konstantstrom-Betrieb (kurz: CC) genannt und spielt eine wichtige Rolle im Normalbetrieb einer elektronischen Last. Der DC-Eingangsstrom wird durch die elektronische Last auf dem eingestellten Wert gehalten, indem die Last ihren Innenwiderstand so verändert, daß sich nach dem Ohmschen Gesetz R = U / I aus der DC-Eingangsspannung und dem gewünschten Strom ein Innenwiderstand ergibt, der einen entsprechenden Strom aus der Spannungsquelle fließen läßt. Erreicht der Strom den eingestellten Wert, wechselt das Gerät automatisch in Konstantstrom-Betrieb. Wenn jedoch die aus der Spannungsquelle entnommene Leistung den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt den Eingangsstrom nach $I_{MAX} = P_{SOLL} / U_{EIN}$ ein, auch wenn der eingestellte Strommaximalwert höher ist. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display angezeigte Strommaximalwert ist stets nur eine obere Grenze.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantstrom-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CC-Betrieb aktiv“ als Kürzel CC auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

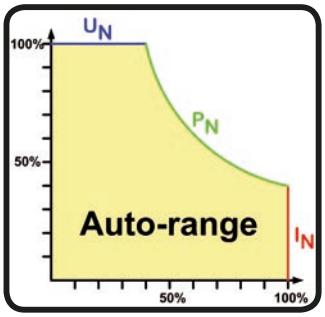
3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

Bei einer elektronischen Last, deren Wirkprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert zu bringen und den Eingangsstrom nach dem ohmschen Gesetz $I_{EIN} = U_{EIN} / R_{SOLL}$ und in Abhängigkeit von der Eingangsspannung einzustellen. Dem Innenwiderstand sind gegen Null hin (Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung werden aktiv), sowie nach oben hin (Auflösung der Stromregelung zu ungenau) natürliche Grenzen gesetzt. Da der Innenwiderstand nicht 0 sein kann, ist der einstellbare Anfangswert auf das machbare Minimum begrenzt. Das soll auch sicherstellen, daß die elektronische Last bei einer sehr geringen Eingangsspannung, aus der sich bei einem geringen eingestellten Widerstand dann wiederum ein sehr hoher Eingangsstrom errechnet, diesen auch aus der Quelle entnehmen kann bis hin zum Maximalstrom der Last.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantwiderstand-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CR-Betrieb aktiv“ als Kürzel CR auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: CP) genannt, hält die DC-Eingangsleistung des Gerätes konstant auf dem eingestellten Wert, damit der aus der Quelle fließende Strom in Zusammenhang mit der Spannung der Quelle nach P = U * I den gestellten Leistungssollwert erreicht. Die Leistungsbegrenzung begrenzt dann den Eingangsstrom nach $I_{Ein} = P_{Soll} / U_{Ein}$, sofern die Spannungsquelle/Stromquelle den Strom bzw. die Leistung überhaupt liefern kann.



Die Leistungsbegrenzung arbeitet nach dem Auto-range-Prinzip, so daß bei geringer Eingangsspannung hoher Strom oder bei hoher Eingangsspannung geringer Strom fließen kann, um die Leistung im Bereich P_N (siehe Grafik rechts) konstant zu halten.

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantleistungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CP-Betrieb aktiv“ als Kürzel CP auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

Konstantleistungsbetrieb wirkt auf den internen Stromsollwert ein. Das bedeutet, der als maximal eingestellte Strom kann unter Umständen nicht erreicht werden, wenn der Leistungssollwert nach I = P / U einen geringeren Strom ergibt und auf diesen begrenzt. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display angezeigte Stromsollwert ist stets nur eine obere Grenze.

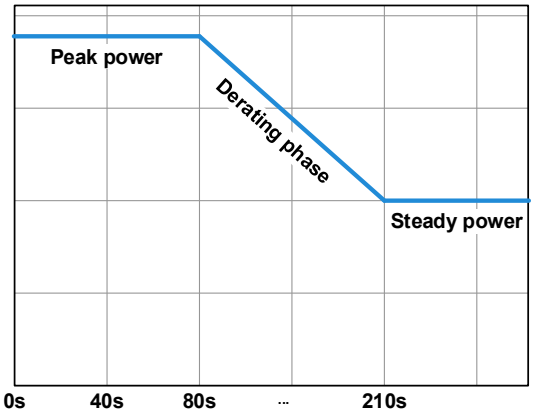
3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

Die elektronischen Lasten dieser Serie wandeln die aufgenommene elektrische Energie in Wärme um. Um die Leistungsstufen vor Überhitzung zu schützen, begrenzt das Gerät ab einer gewissen Erwärmung automatisch die max. Eingangsleistung. Diese Leistungsreduktion (*engl.* derating) ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Das bedeutet, daß ein Gerät bei 10°C Umgebungstemperatur die Spitzenleistung (siehe technische Daten) für eine längere Zeit aufnehmen kann als bei 25°C oder höher. Trotzdem wird dann durch weitere Erwärmung die maximal aufgenommene Leistung intern mit einer gewissen Leistungsänderung pro Grad Kelvin (x W/K) konstant reduziert bis runter auf eine typische Dauerleistung (siehe technische Daten), die für 25°C Umgebungstemperatur definiert ist.

Die Zeit, die das Gerät benötigt, um die typische Dauerleistung bei Derating zu erreichen, liegt zwischen 150 und 200 Sekunden. Diese Zeit beinhaltet die Zeit, die das Gerät bei 25°C oder weniger Außentemperatur die Spitzenleistung aufnehmen kann.

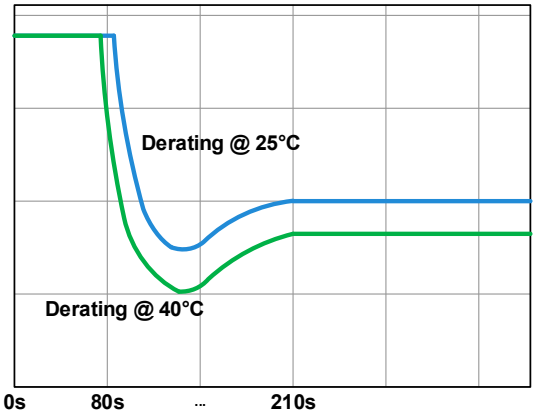
Wenn das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Dauerleistung betrieben wird, beeinflußt das Derating den Betrieb nicht merklich. Die interne Begrenzung ist trotzdem immer vorhanden. Wenn man z. B. bei einem Modell mit 13500 W Dauerleistung mit konstant 8000 W Ist-Leistung arbeiten würde, bei den 21600 W Soll-Leistung gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 21600 W erreichen.

Verdeutlichungen:



Prinzipielle Darstellung des Derating-Verlaufs anhand einer Last-Einheit. Alle Modelle dieser Geräteserie sind mit mehreren Last-Einheiten bestückt, die nicht unbedingt alle gleichzeitig mit dem Derating anfangen.

Die Spitzenleistung (Peak power) wird für eine Zeit x aufgenommen, bis das Derating einsetzt. Danach pendelt sich die max. Eingangsleistung auf etwa den Wert der Nenn-Dauerleistung ein (Steady power). Wie hoch Eingangsleistung tatsächlich ist, kann an deren Istwert erkannt werden. Bei weiterem Anstieg der Umgebungstemperatur wird die Dauerleistung noch etwas sinken.



Verlauf des Deratings bei Kaltstart des Gerätes bei 25°C (blau) und bei 40°C (grün) Umgebungstemperatur.

Der zeitliche Darstellung ergibt, daß die Spitzenleistung bei 40°C nur kurz verfügbar ist, bevor Derating beginnt. Bei dieser Umgebungstemperatur pendelt sich die Dauerleistung direkt auf einen etwas niedrigeren Wert ein.

3.2.5 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 Regelungsschwingung 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. Welcher Wert den gewünschten Effekt bringt, ist nicht festlegbar. Wir empfehlen:

80 V-Modelle: 1000 µF....4700 µF
200 V-Modelle: 100 µF...470 µF
360 V-Modelle: 68 µF...220 µF
500 V-Modelle: 47 µF...150 µF
750 V-Modelle: 22 µF...100 µF

3.3 Alarmzustände

Dieser Abschnitt gibt nur eine Übersicht über mögliche Alarmzustände. Was zu tun ist im Fall, daß Ihr Gerät Ihnen einen Alarm anzeigt, wird in Abschnitt „3.6. Alarme und Überwachung“ erläutert.

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch (Text + Meldung in der Anzeige), akustisch (wenn Alarmton aktiviert) und als auslesbarer Status, sowie Alarmzähler über digitale Schnittstelle signalisiert. Die Alarmzustände PF, OT und OVP werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert. Zwecks nachträglicher Erfassung der Alarme kann ein Alarmzähler im Display angezeigt oder per digitaler Schnittstelle ausgelesen werden.

3.3.1 Power Fail

Power Fail (kurz: PF) kennzeichnet einen Alarmzustand des Gerätes, der mehrere Ursachen haben kann:

- AC-Eingangsspannung zu niedrig (Netzunterspannung, Netzausfall)
- Defekt in der internen Hilfsversorgung (PFC)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die DC-Leistungsaufnahme und schaltet den DC-Eingang aus. War der PF-Alarm nur eine zeitweilige Netzunterspannung, verschwindet der Alarm aus der Anzeige, sobald die Unterspannung weg ist.

Der Zustand des DC-Eingangs nach einem zeitweiligen PF-Alarm kann im MENU bestimmt werden. Siehe *3.4.3.*

Das Ausschalten des Gerätes am Netzschalter oder einer externen Trenneinheit ist wie ein Netzausfall und wird auch so interpretiert. Daher tritt beim Ausschalten jedesmal ein „Alarm: PF“ auf, der in dem Fall ignoriert werden kann.

3.3.2 Übertemperatur (Overtemperature)

Ein Übertemperaturalarm (kurz: OT) tritt auf, wenn ein Gerät durch zu hohe Innentemperatur selbständig die Leistungsstufen abschaltet. Nach dem Abkühlen startet das Gerät die DC-Leistungsaufnahme automatisch wieder, der Alarm braucht nicht bestätigt zu werden.

3.3.3 Überspannung (Overvoltage)

Ein Überspannungsalarm (kurz: OVP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- die angeschlossene Spannungsquelle eine höhere Spannung auf den DC-Eingang bringt, als mit der einstellbaren Überspannungsalarmschwelle (OVP, 0...103% U_{Nenn}) festgelegt

Diese Funktion dient dazu, dem Betreiber der elektronischen Last akustisch oder optisch mitzuteilen, daß die angeschlossene Spannungsquelle eine überhöhte Spannung erzeugt hat und damit sehr wahrscheinlich den Eingangskreis und weitere Teile des Gerätes beschädigen oder sogar zerstören könnte.

Die elektronische Last ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet.

3.3.4 Überstrom (Overcurrent)

Ein Überstromalarm (kurz: OCP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- der in den DC-Eingang fließende Eingangsstrom die eingestellte OCP-Schwelle überschreitet

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, damit diese nicht durch zu hohen Strom belastet und möglicherweise beschädigt wird.

3.3.5 Überleistung (Overpower)

Ein Überleistungsalarm (kurz: OPP) führt zur Abschaltung des DC-Eingangs und kann auftreten, wenn

- das Produkt aus der am DC-Eingang anliegenden Eingangsspannung und dem Eingangsstrom die eingestellte OPP-Schwelle überschreitet

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, falls diese durch zu hohe Belastung beschädigt werden könnte.

3.4 Manuelle Bedienung

3.4.1 Einschalten des Gerätes

Der Schrank ist ein Master-Slave-System mit einer Master-Einheit und bis zu 5 Slave-Einheiten. Damit die Master-Einheit die Slave-Einheiten am schnellsten finden kann, sollten diese immer zuerst eingeschaltet werden. **Empfehlung: die Einheiten im Schrank stets von unten nach oben der Reihe nach einschalten.**

Nach dem Einschalten zeigt es in der Anzeige für einige Sekunden das Herstellerlogo und weitere Geräteinformationen, sowie eine Abfrage der Sprachauswahl (für 3 Sekunden) an und ist danach betriebsbereit. Im Einstellmenü MENU (siehe Abschnitt *„3.4.3. Konfiguration im MENU“*) befindet sich im Untermenü „**Allg. Einstellungen**“ eine Option „**Eingang nach Power ON**“, mit welcher der Anwender bestimmen kann, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes ist. Werkseitig ist diese Option deaktiviert (=“**AUS**“). „**AUS**“ bedeutet, der DC-Eingang wäre nach dem Einschalten des Gerätes immer aus. „**Wiederhstl.**“ bedeutet, daß der letzte Zustand des DC-Eingangs wiederhergestellt wird, so wie er beim letzten Ausschalten war, also entweder ein oder aus. Sämtliche Sollwerte werden außerdem gespeichert und wiederhergestellt.

!	*Es ist zulässig, nicht alle Slave-Einheiten einzuschalten bzw. nur mit der Master-Einheit zu arbeiten, sofern für eine Anwendung weniger Leistung benötigt wird, als der Schrank maximal bringen kann. Jede Einheit kann eine bestimmte Leistung liefern (Formel: Gesamtleistung des Schrankes ÷ Anzahl Einheiten). Die Master-Einheit stellt sich automatisch darauf ein.*

!	*Für die Dauer der Startphase können die Meldesignale (OT, OVP usw.) an der analogen Schnittstelle unbestimmte Zustände anzeigen, die bis zum Ende der Startphase und Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.*

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden.

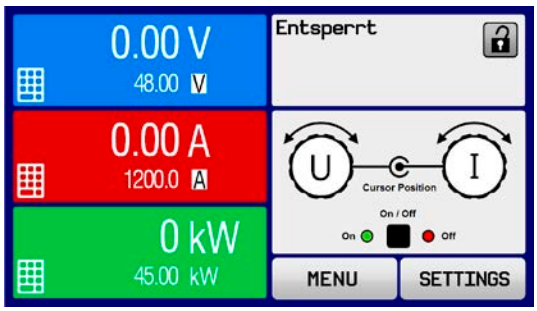
Aufgrund der Master-Slave-Konfiguration des Schrankes wird empfohlen, die Master-Einheit als erstes auszuschalten. **Empfehlung: die Einheiten im Schrank stets der Reihe nach von oben nach unten ausschalten.**

3.4.3 Konfiguration im MENU

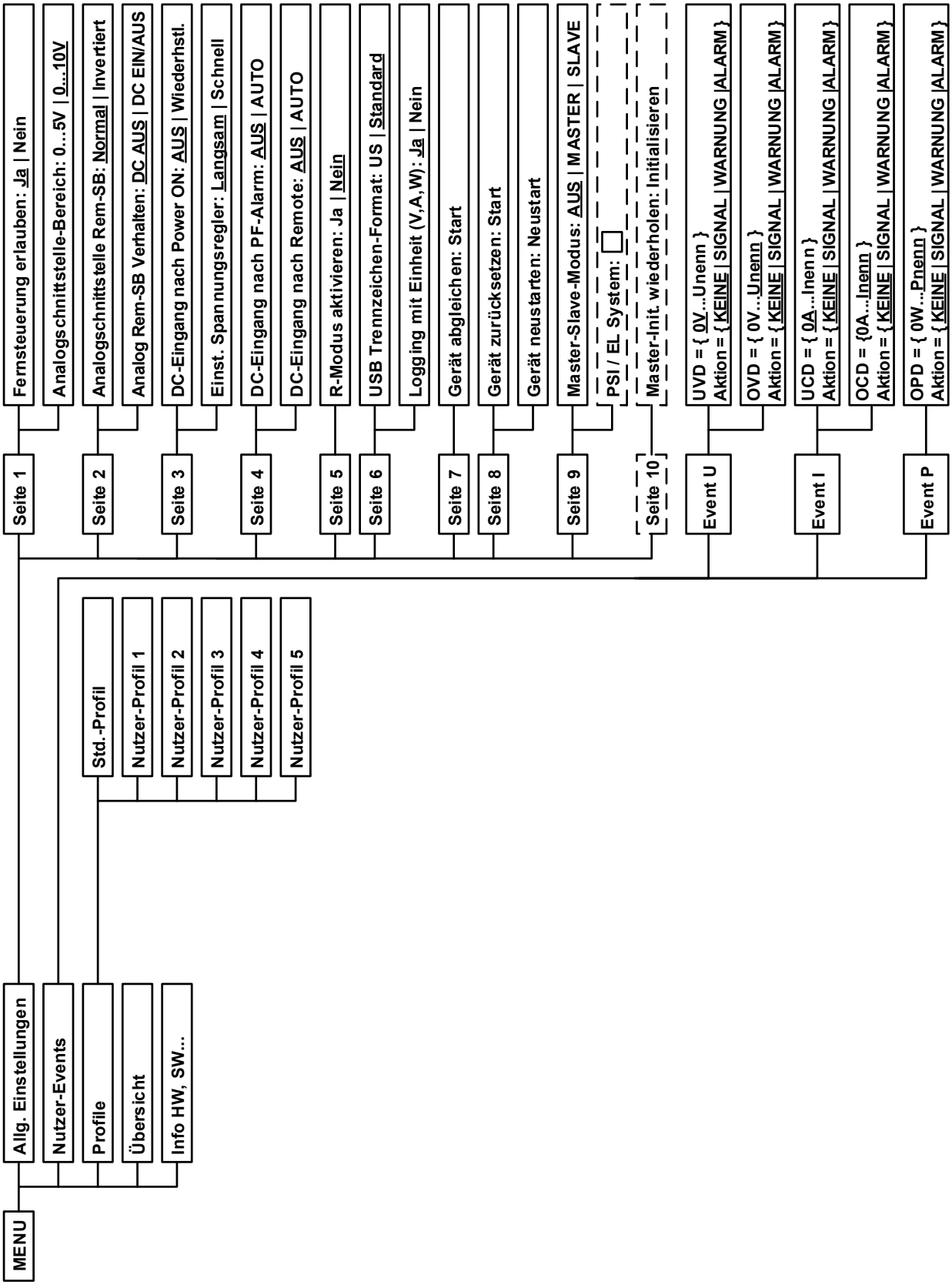
Das MENU dient zur Konfiguration aller Betriebsparameter, die nicht ständig benötigt werden. Es kann per Fingerberührung auf die Taste MENU erreicht werden, aber nur, wenn der DC-Eingang **ausgeschaltet** ist. Siehe Grafiken rechts.

Ist der Ausgang eingeschaltet, werden statt einem Einstellmenü nur Statusinformationen angezeigt.

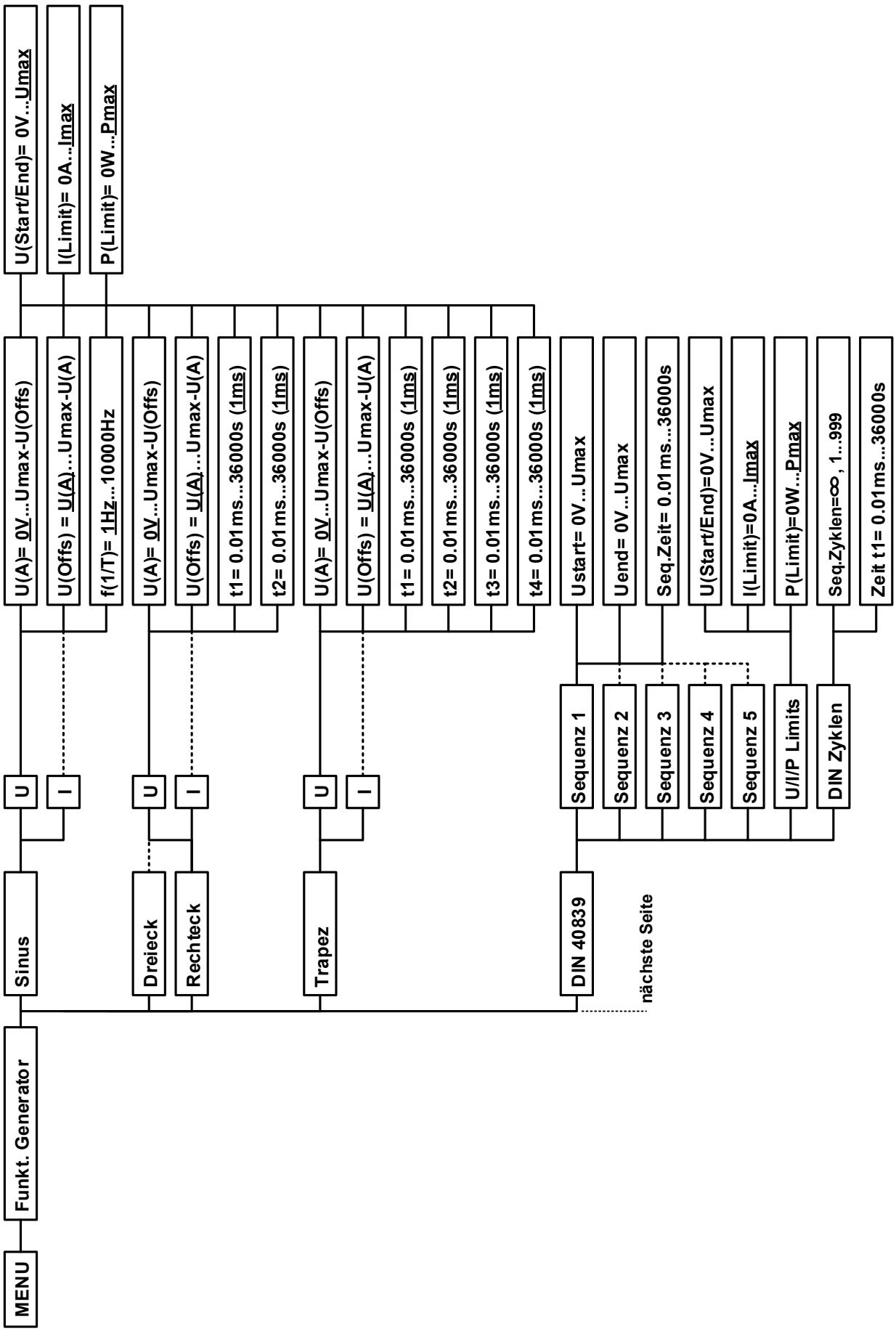
Die Navigation erfolgt in den Untermenüs mittels Fingerberührung, Werte werden mit den Drehknöpfen eingestellt. Die Zuordnung der Drehknöpfe wird zu den einstellbaren Werten wird nicht angezeigt, daher gilt folgende Regel: oberer Wert -> linker Drehknopf, unterer Wert -> rechter Drehknopf.



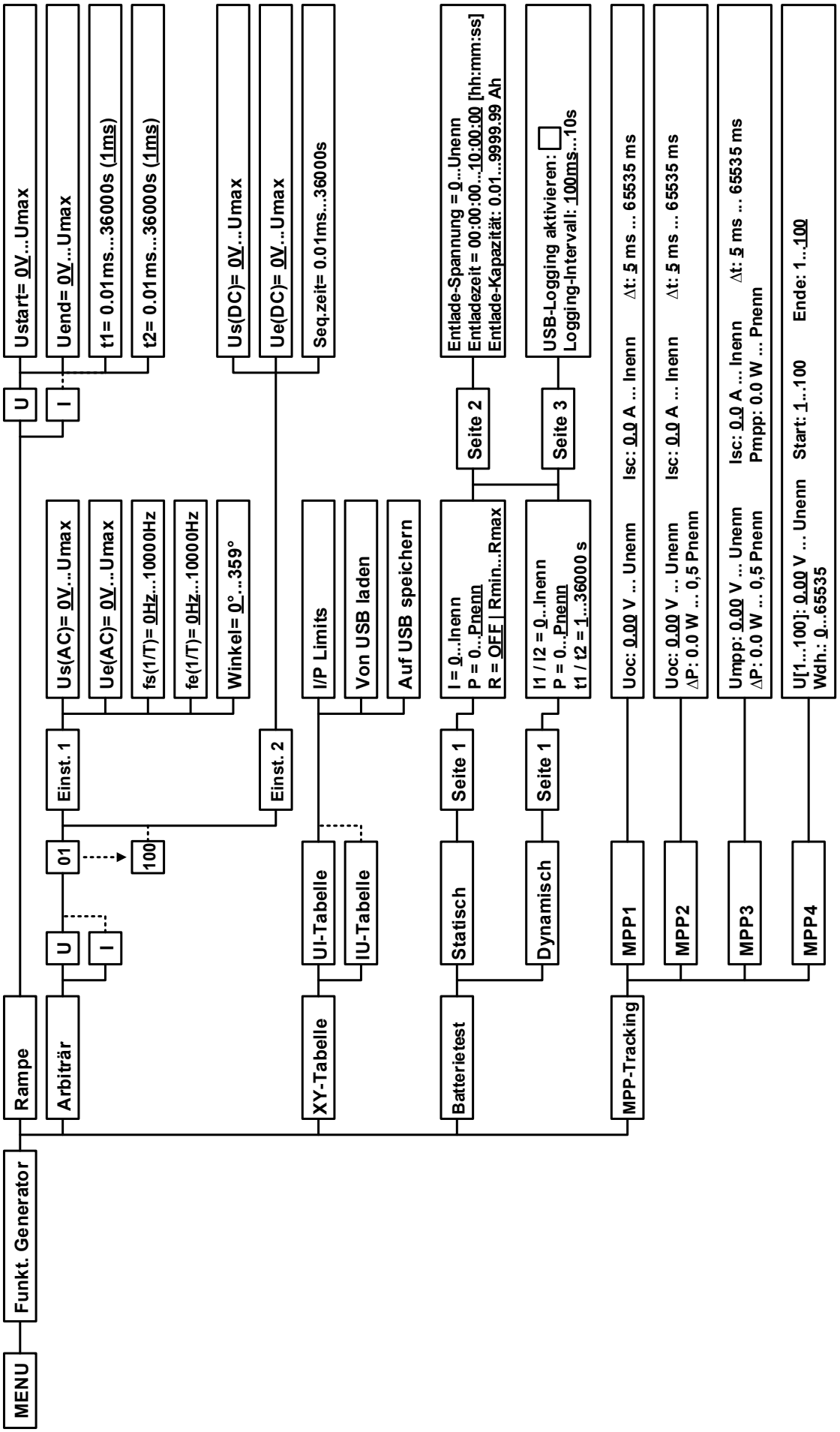
Die Menüstruktur ist auf den folgenden Seiten als Schema dargestellt. Einige Einstellparameter sind selbsterklärend, andere nicht. Diese werden auf den nachfolgenden Seite im Einzelnen erläutert.

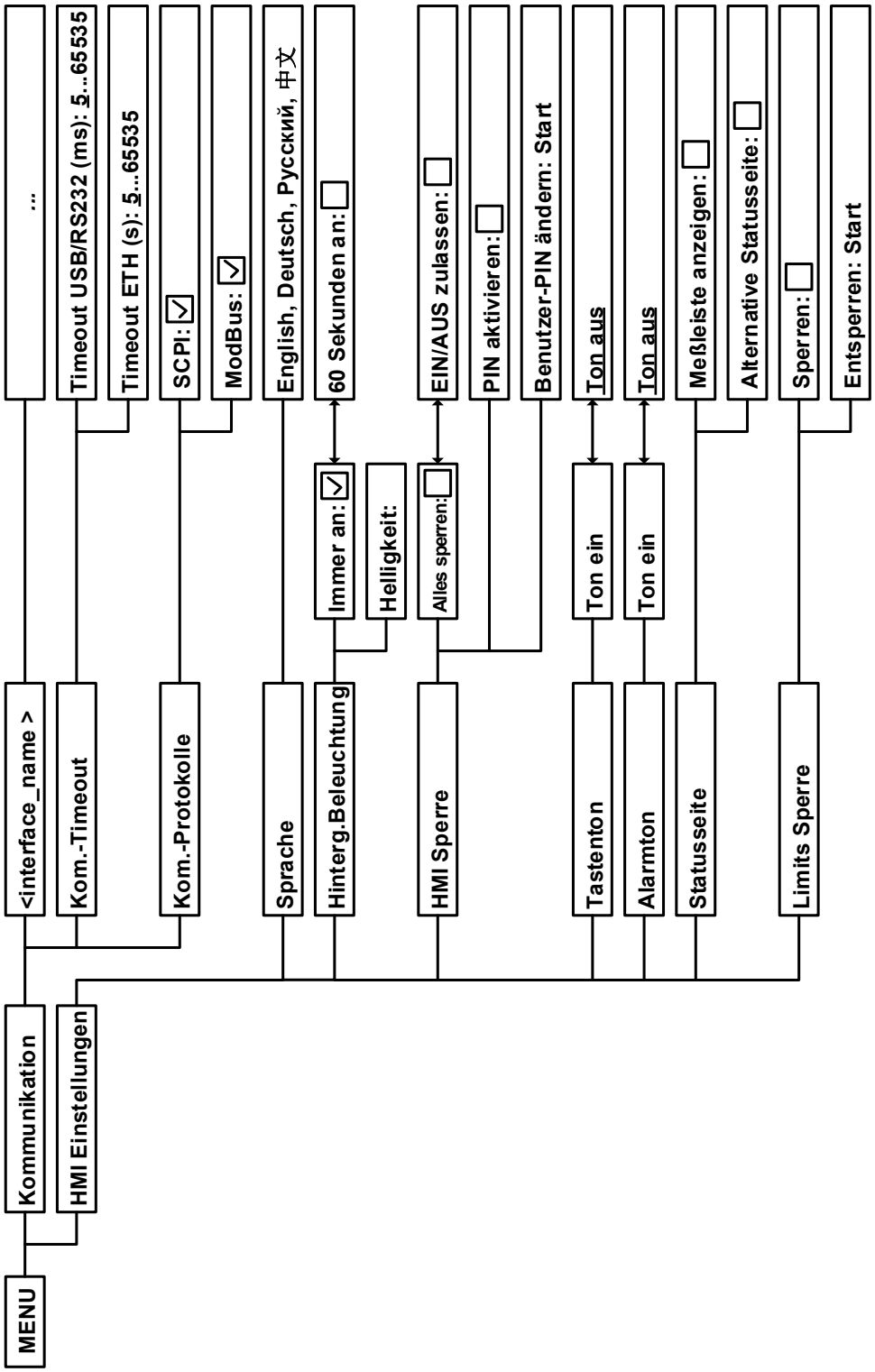


Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen.



Werte in geschweiften Klammern stellen den auswählbaren Bereich dar, unterstrichene Werte den Standardwert nach Auslieferung oder Zurücksetzen. Gepunktete Linien deuten auf sich wiederholende Parameter, wie z. B. bei U, I für Sinus, wo aus U(A) dann I(A) wird usw.


MENU
Funkt. Generator
Rampe
Arbiträr
U
I
01
100
Einst. 1
Einst. 2
Us(AC)= 0V...Umax
Ue(AC)= 0V...Umax
fs(1/T)= 0Hz...10000Hz
fe(1/T)= 0Hz...10000Hz
Winkel= 0°...359°
Ustart= 0V...Umax
Uend= 0V...Umax
t1= 0.01ms...36000s (1ms)
t2= 0.01ms...36000s (1ms)
Us(DC)= 0V...Umax
Ue(DC)= 0V...Umax
Seq.zeit= 0.01ms...36000s
XY-Tabelle
UI-Tabelle
IU-Tabelle
I/P Limits
Von USB laden
Auf USB speichern
Batterietest
Statisch
Dynamisch
Seite 1
Seite 2
Seite 3
I = 0...Inenn
P = 0...Pnenn
R = OFF | Rmin...Rmax
I1 / I2 = 0...Inenn
P = 0...Pnenn
t1 / t2 = 1...36000 s
Entlade-Spannung = 0...Unenn
Entladezeit = 00:00:00...10:00:00 [hh:mm:ss]
Entlade-Kapazität: 0.01...9999.99 Ah
USB-Logging aktivieren:
Logging-Intervall: 100ms...10s
MPP-Tracking
MPP1
MPP2
MPP3
MPP4
Uoc: 0.00 V ... Unenn
Isc: 0.0 A ... Inenn
Δt: 5 ms ... 65535 ms
ΔP: 0.0 W ... 0,5 Pnenn
Umpp: 0.00 V ... Unenn
Pmpp: 0.0 W ... Pnenn
U[1...100]: 0.00 V ... Unenn
Start: 1...100
Ende: 1...100
Wdh.: 0...65535


MENU
Kommunikation
HMI Einstellungen
<interface_name >
Kom.-Timeout
Kom.-Protokolle
Sprache
Hinterg.Beleuchtung
HMI Sperre
Tastenton
Alarmton
Statusseite
Limits Sperre
...
Timeout USB/RS232 (ms): 5...65535
Timeout ETH (s): 5...65535
SCPI:
ModBus:
English, Deutsch, Русский, 中文
60 Sekunden an:
Immer an:
Helligkeit:
EIN/AUS zulassen:
Alles sperren:
PIN aktivieren:
Benutzer-PIN ändern: Start
Ton aus
Ton ein
Ton aus
Ton ein
Meßleiste anzeigen:
Alternative Statusseite:
Sperren:
Entsperren: Start

3.4.3.1 Menü „Allgemeine Einstellungen“

Einstellung	S.	Beschreibung
Fernsteuerung erlauben	1	Bei Wahl „**Nein**“ kann das Gerät weder über eine der digitalen, noch über die analoge Schnittstelle fernbedient werden. Der Status, daß die Fernsteuerung gesperrt ist, wird im Statusfeld der Hauptanzeige mit „**Lokal**“ angezeigt. Siehe auch Abschnitt *1.9.6.1.*
Analogschnittstelle-Bereich	1	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. • **0...5 V** = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 5 V • **0...10 V** = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspg. 10 V Siehe auch Abschnitt *„3.5.4. Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“.*
Analogschnittstelle Rem-SB	2	Legt fest, wie der Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Analogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in *„3.5.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“* angegebenen Pegel. Siehe auch *„3.5.4.7. Anwendungsbeispiele“*. • **normal** = Pegel und Funktion wie in der Tabelle in *3.5.4.4* gelistet • **invertiert** = Pegel und Funktion invertiert
Analog Rem-SB Verhalten	2	Legt fest, wie das Verhalten des Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Analogschnittstelle gegenüber dem DC-Eingang sein soll: • **DC AUS** = DC-Eingang kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • **DC AUTO** = DC-Eingang kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
DC-Eingang nach Power ON	3	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. • **AUS** = DC-Eingang ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • **Wiederhstl.** = Zustand des DC-Eingangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
Einst. Spannungsregler	3	Wählt die Regelungsgeschwindigkeit des internen Spannungsreglers zwischen „**Langsam**“ und „**Schnell**“. Siehe *„3.2.1.1. Geschwindigkeit des Spannungsreglers“*
DC-Eingang nach PF Alarm	4	Legt fest, wie sich der DC-Eingang des Gerätes nach einem Powerfail-Alarm (siehe), wie z. B. durch Unterspannung verursacht, verhalten soll: • **AUS** = DC-Eingang bleibt aus • **AUTO** = DC-Eingang schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
DC-Eingang nach Remote	4	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Eingangs nach manuell oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll. • **AUS** = DC-Eingang ist nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • **AUTO** = Zustand des DC-Eingangs wird beibehalten
R-Modus aktivieren	5	Aktiviert („**Ja**“) bzw. deaktiviert („**Nein**“) die Innenwiderstandsregelung. Bei aktiviertem R-Modus kann ein zu simulierender Innenwiderstandwert in der Normalanzeige als zusätzlicher Sollwert eingestellt werden. Mehr dazu siehe *„3.2.3. Widerstandsregelung/Konstantwiderstand“* und *„3.4.6. Sollwerte manuell einstellen“.*
USB Trennzeichen-Format	6	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch *1.9.6.5* und *3.4.10*) bzw. für das Einlesen von CSV-Dateien fest **US** = Trennzeichen ist Komma (US-Format) **Standard** = Trennzeichen ist Semikolon (deutsches bzw. europ. Format)
Logging mit Einheit (V,A,W)	6	Beim USB-Logging werden standardmäßig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hier mit „**Nein**“ deaktiviert werden.
Gerät abgleichen	7	Bedienfeld „**Start**“ startet eine Kalibrierungsroutine, sofern das Gerät momentan im U/I- oder U/P-Modus ist. Mehr dazu siehe *„5.3. Nachjustierung (Kalibrierung)“*
Gerät zurücksetzen	8	Bedienfeld „**Start**“ setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) auf Standardwerte, sowie alle Sollwerte auf 0 zurück, wie auf den Menüstrukturdiagrammen auf den vorherigen Seiten angegeben.
Gerät neustarten	8	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes

Einstellung	S.	Beschreibung
Master-Slave-Modus	9	Mit der Option „**AUS**“ kann der Master-Slave-Modus (kurz: MS) deaktiviert werden. Da Master-Slave-Betrieb für den Schrank essentiell ist, sollte diese Einstellung nie verändert werden.
PSI / EL System	9	Wird nur angezeigt, wenn das Gerät als **MASTER** definiert wurde. Muß für die Master-Einheit bei Betrieb im Schrank deaktiviert bleiben.
Master-Init. wiederholen	10	Wird nur angezeigt, wenn das Gerät als **MASTER** definiert wurde. Bedienfeld „**Initialisieren**“ initialisiert das Master-Slave-System neu für den Fall, daß die automatische Enumerierung der Slave-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde.

3.4.3.2 Menü „Nutzer-Events“

Siehe *„3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“ auf Seite 60.*

3.4.3.3 Menü „Profile“

Siehe *„3.9 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 62.*

3.4.3.4 Menü „Übersicht“

Diese Menüseiten zeigen eine Übersicht der aktuellen Sollwerte (U, I, P bzw. U, I, P, R) und Gerätealarmeinstellungen, sowie die Event-Einstellungen und Einstellgrenzen an. Diese können hier nur angesehen und nicht verändert werden.

3.4.3.5 Menü „Info HW, SW...“

Diese Menüseite zeigt eine Übersicht gerätebezogener Daten wie Serienummer, Artikelnummer usw., sowie eine Alarmhistorie (Anzahl aufgetretener Gerätealarme seit Einschalten des Gerätes) an.

3.4.3.6 Menü „Funkt. Generator“

Siehe *„3.10 Der Funktionsgenerator“ auf Seite 63.*

3.4.3.7 Menü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zur digitalen Kommunikation über die diversen, optional erhältlichen Schnittstellenmodule (Interfaces, kurz: IF) der IF-AB-Serie getroffen. Mit dem Bedienfeld für das momentan installierte Modul öffnen sich ein oder mehrere Einstellseiten. Weiterhin können zwei „Kommunikations-Timeout“ angepaßt werden, wovon das eine für USB durch höhere Werte ermöglicht, daß fragmentierte, d. h. zerstückelte Nachrichten sicher beim Gerät ankommen und verarbeitet werden können Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“. Mit dem Bedienfeld „Kom-Protokolle“ kann eins der beiden unterstützten Kommunikationsprotokolle deaktiviert werden, damit bei bestimmten Übertragungsarten und Kommunikationsproblemen keine Vermischung der Antworten stattfinden kann.

Bei den Ethernet-Modulen, die zwei Ports haben, bezieht sich „P1“ auf den Port 1 und „P2“ auf den Port 2, so wie am Modul aufgedruckt. Zwei-Port-Module haben nur eine IP und arbeiten als Ethernet-Switch.

IF	Ebene 1	Beschreibung
Profibus DP	**Knoten-Adresse**	Einstellung der Profibus- oder Knotenadresse im Bereich von 1...125 per Direkteingabe des Wertes
	Funktions-Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Funktionsbeschreibung“ (*Function tag*). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standort-Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Standortbeschreibung“ (*Location tag*). Max. Länge: 22 Zeichen
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationdatum“ (*Installation date*). Max. Länge: 40 Zeichen
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
Ethernet / ModBus-TCP, 1 & 2 Port	**IP Einstellungen 1**	**DHCP**		Das IF läßt sich von einem DHCP-Server eine IP und ggf. eine Subnetzmaske, sowie Gateway zuweisen. Falls kein DHCP-Server im Netzwerk ist, werden die Netzwerkparameter gesetzt, die im Punkt „**Manuell**“ definiert worden.
		Manuell	**IP-Adresse**	Diese Option ist standardmäßig aktiviert. Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden.
			Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse festgelegt werden, falls benötigt.
			Subnetzmaske	Hier kann eine Subnetzmaske festgelegt werden, falls die Standardsubnetzmaske nicht paßt
		DNS-Adresse 1 **DNS-Adresse 2**		Hier können die Adressen des 1. und 2. Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt. Ein DNS wird nur benötigt wenn das Gerät mit seiner Domäne und seinem Hostnamen registriert werden soll, um es darüber z. B. in einem Browser einfacher aufrufen zu können
		Port		Einstellbereich: 0...65535. Standardports: **5025** = Modbus RTU (alle Ethernet-Module) Reservierte Ports, die nicht eingestellt werden dürfen: **502** = Modbus TCP (wird nur von Modbus-TCP-Modulen genutzt); andere, systemtypische, reservierte Ports
	IP-Einstell. 2-P1 **IP-Einstell. 2-P2**	**AUTO**		Die Einstellungen des Ethernetports, wie Übertragungsgeschwindigkeit, werden automatisch getroffen
		Manuell	**Half duplex**	Manuelle Wahl der Übertragungsgeschwindigkeit (10MBit/100MBit) und Duplexmodus (Full/Half). Es wird empfohlen, Option „AUTO“ zu belassen und nur falls eine automatische Aushandlung dieser Parameter fehlschlägt, Option „Manuell“ zu wählen.
			Full duplex	
			10MBit	
			100MBit	
	Host-Name			Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne			Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	TCP Keep-Alive	**TCP Keep-alive aktivieren**		

IF	Ebene 1	Beschreibung
RS232	-	Die Baudrate ist einstellbar, weitere serielle Einstellungen sind wie folgt festgelegt: 8 Datenbits, 1 Stopbit, Parität = keine Baudraten-Einstellungen: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
Profinet/IO, 1 & 2 Port	**IP Einstellungen 1**	**DHCP**		Das IF läßt sich von einem DHCP-Server eine IP und ggf. eine Subnetzmaske, sowie Gateway zuweisen. Falls kein DHCP-Server im Netzwerk ist, werden die Netzwerkparameter gesetzt, die im Punkt „**Manuell**“ definiert worden.
		Manuell	**IP-Adresse**	Diese Option ist standardmäßig aktiviert. Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden.
			Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse festgelegt werden, falls benötigt.
			Subnetzmaske	Hier kann eine Subnetzmaske festgelegt werden, falls die Standardsubnetzmaske nicht paßt
		DNS-Adresse 1 **DNS-Adresse 2**		Hier können die Adressen des 1. und 2. Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt. Ein DNS wird nur benötigt wenn das Gerät mit seiner Domäne und seinem Hostnamen registriert werden soll, um es darüber z. B. in einem Browser einfacher aufrufen zu können
	IP-Einstell. 2-P1 **IP-Einstell. 2-P2**	**AUTO**		Die Einstellungen des Ethernetports, wie Übertragungsgeschwindigkeit, werden automatisch getroffen
		Manuell	**Half duplex**	Manuelle Wahl der Übertragungsgeschwindigkeit (10MBit/100MBit) und Duplexmodus (Full/Half). Es wird empfohlen, Option „AUTO“ zu belassen und nur falls eine automatische Aushandlung dieser Parameter fehlschlägt, Option „Manuell“ zu wählen.
			Full duplex	
			10MBit	
			100MBit	

IF	Ebene 1	Beschreibung
Profinet/IO, 1 & 2 Port	**Hostname**	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	Funktionsbeschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbeschreibung“ (*Function tag)*. Max. Länge: 32 Zeichen
	Standortbeschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Standortbeschreibung“ (*Location tag)*. Max. Länge: 22 Zeichen
	Stationsname	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profinet-Stationsnamens. Max. Länge: 54 Zeichen
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationdatum“ (*Installation date)*. Max. Länge: 40 Zeichen

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
CAN	**Basis-ID**			Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: **0h**
	Baudrate			Einstellung der CAN-Busgeschwindigkeit in den typischen Werten zwischen 10 kbps und 1Mbps. Standardwert: **500 kbps**
	Terminierung			Ein- oder Ausschalten des elektronisch geschalteten, im Modul befindlichen Busabschlußwiderstandes. Standardwert: **AUS**
	Broadcast ID			Einstellung der CAN-Broadcast-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: **7ffh**
	ID Format			Wahl des CAN-ID-Formates zwischen **Base** (11 Bit IDs, 0h...7ffh) oder **Extended** (29 Bit IDs, 0h...1fffffffh)
	Zyklische Kommunikation	**Basis-ID Lesen**		Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Lesen von bis zu 5 Objektgruppen (siehe „**Lese-Timing**“). Das Gerät sendet über diese IDs die Inhalte der Objektgruppen automatisch, sofern aktiviert. Siehe Programmieranleitung. Standardwert: **100h**
		Basis-ID Senden		Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Senden von Status und Sollwerten. Das Gerät empfängt über diese IDs die Inhalte zweier bestimmter Objektgruppen im kompakteren Format. Siehe Programmieranleitung. Standardwert: **200h**
		Lese-Timing	**Status**	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen des Status‘ über die eingestellte „**Basis-ID Lesen**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Istwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Istwerte über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 1**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Sollwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 2**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Limits 1	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (U, I) über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 3**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert)
			Limits 2	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (P, R) über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 4**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert)
	Datenlänge			Festlegung der Nachrichtenlänge von allen vom Gerät gesendeten Nachrichten (Antworten). **AUTO** = Länge variiert je nach Objekt zwischen 3 und 8 Bytes **Immer 8 Bytes** = Länge ist immer 8 Bytes, mit Nullen aufgefüllt

IF	Ebene 1	Ebene 2	Beschreibung
CANopen	**Knoten-Adresse**		Einstellung der CANopen-Knotenadresse im Bereich von 1...127 per Direkteingabe des Wertes
	Baud-Rate	**AUTO**	Automatische Erkennung der Busgeschwindigkeit
		LSS	Setzt die Bus-Baudrate und die Knotenadresse automatisch
		Manuell	Manuelle Einstellung der Busgeschwindigkeit für die CANopen-Schnittstelle. Auswahlmöglichkeiten: 10 kbps, 20 kbps, 50 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 250 kbps, 500 kbps, 800 kbps, 1Mbps (1Mbps = 1Mbit/s, 10 kbps = 10 kbit/s)

Element	Beschreibung
Kom.-Timeout	**Timeout USB/RS232** (in Millisekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Stellt die Zeit ein, die max. bei zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“. **Timeout ETH** (in Sekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes. Das Timeout wird unwirksam, solange die Option „TCP keep-alive“ aktiviert ist und vom Netzwerk aktiv unterstützt wird.
Kom.-Protokolle	Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle **SCPI** und **ModBus** (RTU) Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werde, wenn nicht benötigt.
Logging	Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Wenn aktiviert, kann ein Intervall für das Logging (mehrere Schritte, 500 ms ... 5 s) festgelegt werden. Außerdem kann man wählen, wie das Logging gestartet/gestoppt wird. Mehr siehe *„3.4.10. Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)“*.

3.4.3.8 Menü „HMI Einstellungen“

Diese Einstellungen beziehen sich ausschließlich auf die Bedieneinheit (HMI).

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch, Russisch oder Chinesisch
Tastenton	Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste oder eines Bedienfeldes in der Anzeige. Dieser Ton kann als Bestätigung dienen, daß die Betätigung der Taste bzw. des Bedienfeldes angenommen wurde.
Alarmton	Aktiviert bzw. deaktiviert die zusätzliche akustische Signalisierung eines Gerätealarms oder benutzerdefinierten Ereignisses (Event), das auf Aktion = ALARM eingestellt wurde. Siehe auch *„3.6 Alarme und Überwachung“ auf Seite 58.*
HMI Sperre	Siehe *„3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 61*
Hinterg. Beleuchtung	Hiermit kann man wählen, ob die Hintergrundbeleuchtung immer an sein soll oder sich abschaltet, wenn 60 s lange keine Eingabe über Touchscreen oder Drehknopf erfolgte. Sobald dann eine erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung eingestellt werden.
Statusseite	Aktiviert/deaktiviert zwei auf die Hauptanzeige bezogene Optionen bezüglich der Istwertdarstellung. **Messleiste anzeigen**: im Modus U/I/P, d. h. Widerstands-Modus deaktiviert, wird in der Hauptanzeige unter den Istwerten von Spannung, Strom und Leistung eine zusätzliche Meßleiste eingeblendet. Siehe auch *„3.4.8. Die Meßleisten“.* **Alternative Statusseite**: schaltet die normale Hauptanzeige mit den Soll- und Istwerten von Spannung, Strom und Leistung bzw. Widerstand, wenn aktiviert, um auf eine simplere Darstellung mit nur Spannung und Strom, plus Status. Siehe auch *„3.4.7. Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln“.* Standardeinstellung: beide deaktiviert
Limits Sperre	Siehe *„3.8 Einstellgrenzen (Limits) sperren“ auf Seite 61*

3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)

> Die Einstellgrenzen gelten nur für die zugehörigen Sollwerte, gleichermaßen bei manueller Bedienung wie bei Fernsteuerung.

Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) und die zugehörigen Einstellgrenzen von 0...102% einstellbar.

Der volle Bereich kann in einigen Fällen, besonders zum Schutz von Anwendungen gegen Überstrom, hinderlich sein. Daher können jeweils für Spannung (U), Strom (I) separat untere und obere Einstellgrenzen festgelegt werden, die den einstellbaren Bereich des jeweiligen Sollwertes verringern.

Für die Leistung (P) und den Widerstand (R) können nur obere Einstellgrenzen festgelegt werden.

► So konfigurieren Sie die Einstellgrenzen

1. Tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld SETTINGS.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile ▲ ▼, um „**3. Limits**“ auszuwählen.
3. Jeweils ein Paar obere und untere Einstellgrenze U, I bzw. obere Einstellgrenzen P/R sind den Drehknöpfen zugewiesen und können mit diesen eingestellt werden. Wechsel zu einem anderen durch Antippen eines Auswahlfeldes.
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit ENTER.

> *Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite, also z. B. „**3. Limits**“, auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.*

> *Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet, daß die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner bzw. die untere Einstellgrenze (-min) nicht höher eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist.*
> *Beispiel: Wenn man die Einstellgrenze der Leistung (P-max) auf 30.00 kW einstellen möchte und der Leistungssollwert ist noch auf 40.00 kW eingestellt, dann müßte man den Leistungssollwert zuerst auf 30.00 kW oder geringer einstellen, um P-max auf 30.00 kW setzen zu können.*

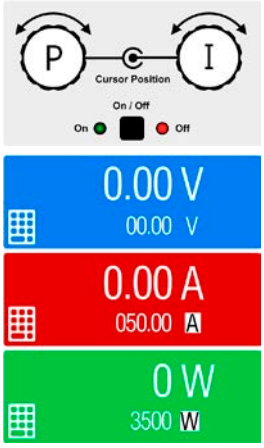
3.4.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung einer EL 9000 B zwischen drei Bedienarten (U/I, P/I und R/I) unterschieden, die an die Sollwerteingabe per Drehknopf oder Zehnertastatur gebunden sind. Diese Zuordnung kann bzw. muß gewechselt werden, wenn einer der vier Sollwerte verstellt werden soll, der momentan nicht zugänglich ist.

► So wechseln Sie die Bedienart

1. Sofern das Gerät nicht in Fernsteuerung oder das Bedienfeld gesperrt ist, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder Sie tippen auf die Abbildung des linken Drehknopfes (siehe Abbildung rechts), dann wechselt dessen Zuordnung zwischen U, P und R.

   Oder:
2. Sie tippen auf die farblich hinterlegten Felder mit den Soll-/Istwerten, wie rechts gezeigt. Wenn die Einheit des gewählten Sollwertes invertiert dargestellt wird, ist der Wert dem Drehknopf zugeordnet. Im Beispiel sind P und I gewählt.



Je nach getroffener Wahl wird dem linken Drehknopf ein anderer Sollwert zum Einstellen zugeordnet, während der rechte Drehknopf immer den Strom stellt.

> *Um den ständigen Wechsel der Zuordnung zu umgehen, können Sie, z. B. bei Zuordnung R/I gewählt, auch die Spannung oder Leistung durch Direkteingabe stellen. Siehe 3.4.6.*

Was das Gerät bei eingeschaltetem Eingang dann tatsächlich als aktuelle Regelungsart einstellt, hängt nur von den Sollwerten ab. Mehr Informationen dazu finden Sie in *„3.2. Regelungsarten“.*

3.4.6 Sollwerte manuell einstellen

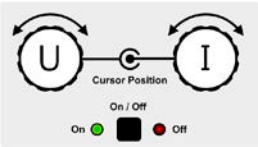
Die Einstellung der Sollwerte von Spannung, Strom, Leistung und Widerstand ist die grundlegende Bedienmöglichkeit der elektronischen Last und daher sind die beiden Drehknöpfe auf der Vorderseite des Gerätes bei manueller Bedienung stets zwei von den vier Sollwerten zugewiesen, standardmäßig jedoch Leistung und Strom.

Die Sollwerte können auf zwei Arten manuell vorgegeben werden: per **Drehknopf** oder **Direkteingabe**.

Die Eingabe von Sollwerten, egal ob per Knopf oder direkt, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der Ausgang ein- oder ausgeschaltet ist.

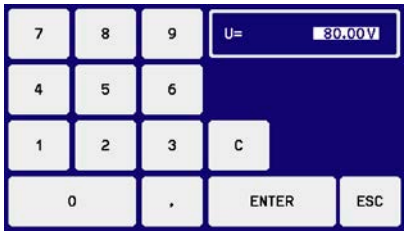
Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)“ auf Seite 48. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige, links neben dem Wert, für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: U-max“ usw. eingeblendet.

► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen



1. Prüfen Sie zunächst, ob der Sollwert (U, I, P, R), den Sie einstellen wollen, bereits einem der Drehknöpfe zugeordnet ist. Die Hauptbildschirm zeigt die Zuordnung wie rechts im Bild dargestellt.
2. Falls, wie rechts im Beispiel gezeigt, für den linken Drehknopf die Spannung (U) und den rechten Drehknopf die Strom (I) zugewiesen ist, Sie möchten aber die Leistung einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf die Abbildung des linken Drehknopfes tippen, bis „P“ (für Leistung) auf dem Knopf angezeigt wird.
3. Nach erfolgter Auswahl kann der gewünschte Sollwert innerhalb der festgelegten Grenzen eingestellt werden. Zum Wechsel der Stelle drücken Sie auf den jeweiligen Drehknopf. Das verschiebt den Cursor (gewählte Stelle wird unterstrichen) von rechts nach links:

► So können Sie manuell Sollwerte per Direkteingabe einstellen



1. In der Hauptanzeige, abhängig von der Zuordnung der Drehknöpfe, können Sie die Sollwerte von Spannung (U), Strom (I), Leistung (P) oder Widerstand (R) per Direkteingabe einstellen, indem Sie in den Sollwert/Istwert-Anzeigefeldern auf das kleine Symbol der Zehnertastatur tippen. Also z. B. auf das oberste Feld, um die Spannung einzustellen usw.
2. Geben Sie den gewünschten Wert per Zehnertastatur ein. Ähnlich wie bei einem Taschenrechner, löscht Bedienfeld [C] die Eingabe.

   Nachkommastellen können durch Antippen des Komma-Bedienfeldes eingegeben werden. Wenn Sie also z. B. 54,3 V eingeben wollten, dann tippen Sie [5] [4] [,] [3] und [ENTER].
3. Die Anzeige springt zurück auf die Hauptseite und der Sollwert wird übernommen und gesetzt.

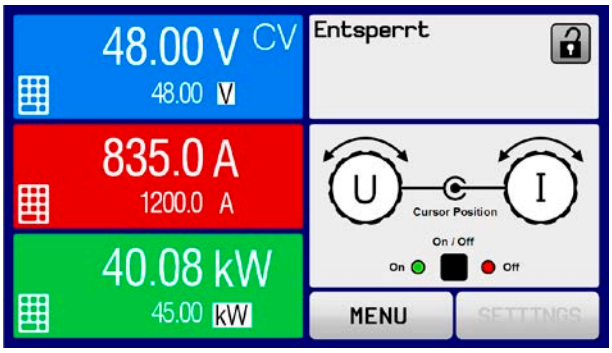
Wird ein Wert eingeben, der höher als die jeweilige Einstellgrenze ist, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird auf 0 zurückgesetzt und nicht übernommen.

3.4.7 Ansichtsmodus der Hauptanzeige wechseln

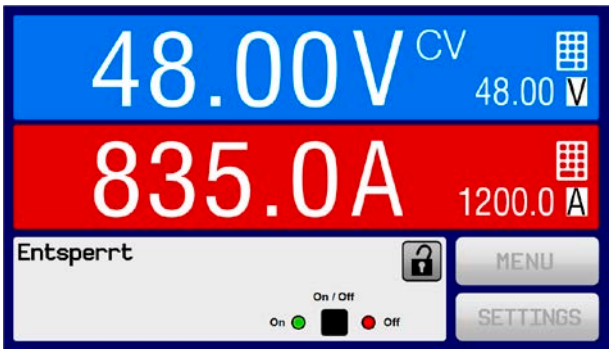
Die Hauptanzeige, auch genannt Statusseite, mit ihren Soll- und Istwerten sowie den Gerätestatus, kann auf eine einfachere Darstellung umgeschaltet werden, die nur Werte von Spannung und Strom, sowie den Status anzeigt.

Der Vorteil der alternativen Statusseite ist, daß die beiden Istwerte mit **deutlich größeren Zahlen** dargestellt werden, wodurch das Ablesen aus größerer Entfernung möglich wird. Informationen, wo die Anzeige im MENU umgeschaltet werden kann, sind in *„3.4.3.8. Menü „HMI Einstellungen““* zu finden. Vergleich der Anzeige-Modi:

Normale Statusseite



Alternative Statusseite



Einschränkungen der alternativen Statusseite:

- Der Sollwert und der Istwert der Leistung werden nicht angezeigt und der Sollwert ist nur indirekt zugänglich
- Der Sollwert des Widerstandes wird nicht angezeigt und ist nur indirekt zugänglich
- Kein Zugriff auf die Schnellübersicht (MENU-Bedienfeld), während der DC-Eingang eingeschaltet ist

> *Im Anzeigemodus "alternative Statusseite" sind die Sollwerte von Leistung und Widerstand nicht einstellbar, solange der DC-Eingang eingeschaltet ist. Sie können nur bei Ausgang = aus und nur in SETTINGS eingestellt werden.*

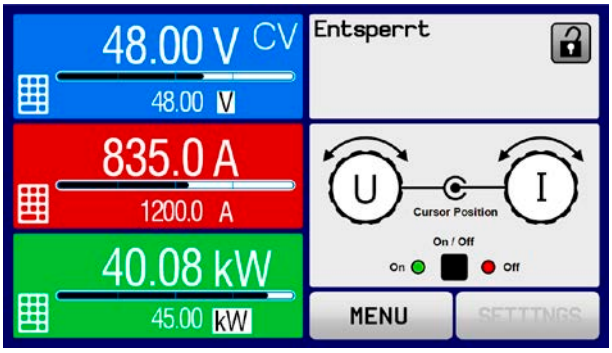
Für die manuelle Bedienung am HMI im Modus „alternative Statusseite“ gilt:

- Die beiden Drehknöpfe sind immer Spannung (links) und Strom (rechts) zugewiesen, außer in Menüs
- Die Einstellung bzw. Eingabe von Sollwerte geschieht wie bei der normalen Statusseite, per Drehknopf oder Direkteingabe
- Die Regelungsarten CP und CR werden alternativ zu CC an derselben Position angezeigt

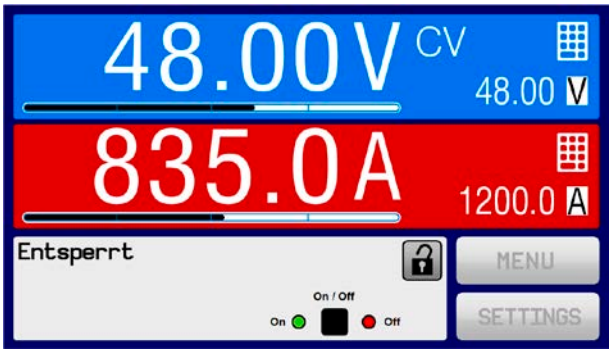
3.4.8 Die Meßleisten

Zusätzlich zu den Istwerten in Darstellung als Zahl kann eine Meßleiste für U, I und P im MENU aktiviert werden. Informationen, wo die Meßleisten im MENU ein- und ausgeschaltet werden können, sind in *„3.4.3.8. Menü „HMI Einstellungen““* zu finden.

Normale Statusseite mit Meßleiste



Alternative Statusseite mit Meßleiste



> *Die Meßleisten werden nicht angezeigt, solange der Widerstands-Modus (U/I/R) aktiviert ist.*

3.4.9 DC-Eingang ein- oder ausschalten

Der DC-Eingang des Gerätes kann manuell oder ferngesteuert aus- oder eingeschaltet werden. Bei manueller Bedienung kann dies jedoch durch die Bedienfeldsperre verhindert sein.

> *Das manuelle oder ferngesteuerte (digital) Einschalten des DC-Eingangs kann durch den Eingangspin REM-SB der eingebauten Analogschnittstelle gesperrt sein. Siehe dazu auch 3.4.3.1 und Beispiel a) in 3.5.4.7.*

► So schalten Sie den DC-Eingang manuell ein oder aus

1. Sofern das Bedienfeld nicht komplett gesperrt ist, betätigen Sie Taste On/Off. Anderenfalls werden Sie zunächst gefragt, die Sperre aufzuheben.
2. Jenachdem, ob der Eingang vor der Betätigung der Taste ein- oder ausgeschaltet war, wird der entgegengesetzte Zustand aktiviert, sofern nicht durch einen Alarm oder den Zustand „Fern“ gesperrt. Der aktuelle Zustand wird in der Anzeige (Statusfeld) bzw. mit den LEDs neben der Taste „On/Off“ gemeldet.

► So schalten Sie den DC-Eingang über die analoge Schnittstelle ferngesteuert ein oder aus

1. Siehe Abschnitt *„3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“ auf Seite 54.*

► So schalten Sie den DC-Eingang über eine digitale Schnittstelle ferngesteuert ein oder aus

1. Siehe externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“, falls Sie eigene Software verwenden, bzw. siehe externe Dokumentation der LabView VIs oder von vom Hersteller zur Verfügung gestellter Software.

3.4.10 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)

Mittels eines handelsüblichen USB-Sticks (2.0 / 3.0 geht bedingt, weil nicht alle Hersteller unterstützt werden) können Daten vom Gerät aufgezeichnet werden. Für nähere Spezifikationen zum Stick und zu den Dateien lesen Sie bitte Abschnitt *„1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“*.

Das durch das Logging erzeugten CSV-Dateien haben das gleiche Format wie jene, die von der App „Logging“ in der Software EA Power Control erstellt werden, wenn stattdessen über den PC geloggt wird. Der Vorteil beim Logging auf Stick ist, daß das Gerät nicht mit dem PC verbunden sein muß. Die Funktion muß lediglich über das MENU aktiviert und konfiguriert werden.

3.4.10.1 Konfiguration

Siehe auch Abschnitt *3.4.3.7*. Nach der Aktivierung der Funktion „USB-Logging“ und Wahl der beiden Parameter „Logging-Intervall“ und des „Start/Stop“-Verhaltens kann das Logging jederzeit noch im MENU oder nach Verlassen gestartet werden.

3.4.10.2 Bedienung (Start/Stopp)

Bei Einstellung „**Start/Stopp mit DC-Eingang EIN/AUS**“ startet das Logging mit Betätigen der Taste „On/Off“ auf der Vorderseite des Gerätes bzw. Steuerung derselben Funktion über digitale oder analoge Schnittstelle. Bei Einstellung „**Manueller Start/Stopp**“ kann das Logging nur im MENU gestartet/gestoppt werden, wo es auch konfiguriert wird. Somit kann bei dieser Einstellung das Logging nicht bei Fernsteuerung gestartet werden.

Nach dem Start der Aufzeichnung erscheint in der Anzeige das Symbol . Sollte es während des Log-Vorgangs zu einem Fehler kommen (Stick voll, Stick abgezogen), erscheint ein entsprechendes Symbol . Mit jedem manuellen Stopp oder Ausschalten des DC-Eingangs wird das Logging beendet und die aufgezeichnete Log-Datei geschlossen.

3.4.10.3 Das Dateiformat beim USB-Logging

Typ: Textdatei im europäischen CSV-Format

Aufbau:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	U set	U actual	I set	I actual	P set	P actual	R set	R actual	R mode	Output/Input	Device mode	Error	Time
2	2,00V	11,92V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:00,942
3	2,00V	11,90V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:01,942
4	2,00V	11,89V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:02,942
5	2,00V	11,87V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:03,942

Legende:

U set / I set / P set / R set: Sollwerte

U actual / I actual / P actual / R actual: Istwerte

Error: Gerätealarme

Time: Zeit ab Start des Logging

Device mode: aktuelle Regelungsart (siehe auch *„3.2. Regelungsarten“*)

Hinweise:

- R set und R actual werden nur aufgezeichnet, wenn der UIR-Modus aktiv ist (siehe dazu Abschnitt *3.4.5*)
- Im Unterschied zum Logging am PC erzeugt jeder neue Log-Vorgang beim USB-Logging eine weitere Datei, die am Ende des Dateinamens eine hochgezählte Nummer erhält; dabei werden bereits existierende Logdateien berücksichtigt

3.4.10.4 Besondere Hinweise und Einschränkungen

- Max. Dateigröße einer Aufzeichnungsdatei, bedingt durch FAT32: 4 GB
- Max. Anzahl von Aufzeichnungs-Dateien im Ordner HMI_FILES: 1024
- Das Logging stoppt bei Einstellungen „**Start/Stopp mit DC-Eingang EIN/AUS**“ auch bei Alarmen oder Events mit Aktion „Alarm“, weil diese den DC-Eingang ausschalten
- Bei Einstellung „**Manueller Start/Stopp**“ zeichnet das Gerät bei Alarmen weiter auf, damit so z. B. die Dauer von temporären Alarmen wie OT und PF ermittelt werden kann

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung betrifft in dem Schrank nur die Master-Einheit, da Slaves nur überwacht werden können, egal welche Schnittstelle man dazu nutzt. Grundsätzlich ist die Fernsteuerung des Masters über dessen eingebaute analoge oder USB-Schnittstelle oder über eine der optional erhältlichen digitalen Schnittstellenmodule (Serie IF-AB) möglich.

Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale im Eingriff sein kann. Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver analoger Fernsteuerung (Pin Remote = LOW) auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde die Umschaltung per Pin Remote einfach ignoriert. In beiden Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status‘ bzw. das Auslesen von Werten, immer möglich.

3.5.2 Bedienorte

Bedienorte sind die Orte, von wo aus ein Gerät bedient wird. Grundsätzlich gibt es da zwei: am Gerät (manuelle Bedienung) und außerhalb (Fernsteuerung). Folgende Bedienorte sind definiert:

Bedienort laut Anzeige	Erläuterung
-	Wird keiner der anderen Bedienorte im Statusfeld angezeigt, ist manuelle Bedienung aktiv und der Zugriff von der analogen bzw. digitalen Schnittstelle ist freigegeben. Dieser Bedienort wird nicht extra angezeigt.
Fern	Fernsteuerung über eine der Schnittstellen ist aktiv
Lokal	Fernsteuerung ist gesperrt, Gerät kann nur manuell bedient werden

Fernsteuerung kann über die Einstellung „**Fernsteuerung erlauben**“ (siehe *„3.4.3.1. Menü „Allgemeine Einstellungen““)* erlaubt oder gesperrt werden. Im gesperrten Zustand ist im Statusfeld in der Anzeige oben rechts der Status „**Lokal**“ zu lesen. Die Aktivierung der Sperre kann dienlich sein, wenn normalerweise eine Software oder eine Elektronik das Gerät ständig fernsteuert, man aber zwecks Einstellung am Gerät oder auch im Notfall am Gerät hantieren muß, was bei Fernsteuerung sonst nicht möglich wäre.

Die Aktivierung der Sperre bzw. des Zustandes „**Lokal**“ bewirkt folgendes:

- Falls Fernsteuerung über digitale Schnittstelle aktiv ist („**Fern**“), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sobald „**Lokal**“ nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden, sofern nötig
- Falls Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiv ist (auch „**Fern**“), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis „**Lokal**“ wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin „Remote“ an der Analogschnittstelle weiterhin das Signal „Fernsteuerung = ein“ vorgibt, es sei denn dies wird während der Phase mit „**Lokal**“ geändert

3.5.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle

3.5.3.1 Schnittstellenwahl

Alle Modelle der Serie EL 9000 B 15U/24U unterstützen folgende optional erhältliche Schnittstellenmodule im serienmäßigen Schnittstellen-Slot an der Master-Einheit:

Kurzbezeichnung	Typ	Ports	Beschreibung*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen Slave mit Generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, seriell
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 Slave
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 Slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP, mit Switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP, mit Switch
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 Slave, mit Switch
IF-AB-CAN	CAN	1	CAN 2.0 A / 2.0 B
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	EtherCAT mit CoE („CANopen over Ethernet“)

* Für technische Details zu den einzelnen Modulen siehe separate Dokumentation „Programmieranleitung Modbus & SCPI“

3.5.3.2 Allgemeines zu den Schnittstellenmodulen

In der Master-Einheit kann jeweils eins der in *3.5.3.1* genannten steck- und nachrüstbaren Module installiert sein. Dieses kann das Gerät alternativ zu der fest eingebauten USB-Schnittstelle (Rückseite, Typ B) oder der fest eingebauten Analogschnittstelle fernsteuern. Zur Installation siehe *„2.3.9. Installation eines Schnittstellenmoduls“* und separate Dokumentation.

Die Schnittstellenmodule benötigen nur wenige oder keine Einstellungen für den Betrieb bzw. können bereits mit den Standardeinstellungen direkt verwendet werden. Die modulspezifischen Einstellungen werden dauerhaft gespeichert und müssen nach Wechsel zwischen verschiedenen Modulen nicht jedesmal neu konfiguriert werden.

3.5.3.3 Programmierung

Details zur Programmierung der Schnittstellen, die Kommunikationsprotokolle usw. sind in der externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ zu finden, die mit dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert wird bzw. als Download auf der Webseite des Geräteherstellers verfügbar ist.

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

Die fest eingebaute, galvanische getrennte, 15polige analoge Schnittstelle (kurz: AS) befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und bietet folgende Möglichkeiten:

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand
- Fernüberwachung Status (CC/CP, CV)
- Fernüberwachung Alarme (OT, PF, OVP)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Einganges

Das Stellen der **drei** Sollwerte über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt. Steuerung des Widerstandes ist außerdem möglich.

Der OVP-Sollwert, sowie weitere Überwachungsgrenzen und Alarmschwellen können über die AS nicht ferngestellt werden und sind daher vor Gebrauch der AS am Gerät auf die gegebene Situation anzupassen. Die analogen Sollwerte können über eine externe Spannung eingespeist oder durch am Pin 3 ausgegebene Referenzspannung erzeugt werden. Sobald die Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiviert wurde, zeigt die Anzeige die Sollwerte an, wie Sie über die analoge Schnittstelle vorgegeben werden.

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V für jeweils 0...100% Nennwert betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet im Geräte-Setup statt, siehe Abschnitt *„3.4.3. Konfiguration im MENU“*. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird dabei angepaßt und ist dann, je nach Wahl, 5 V oder 10 V. Es gilt dann folgendes:

0-5 V: Referenzspannung = 5 V, 0...5 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert, 0...100% Istwert entsprechen 0...5 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

0-10 V: Referenzspannung = 10 V, 0...10 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert, 0...100% Istwert entsprechen 0...10 V and den Istwertausgängen (CMON, VMON).

Vorgabe von zu hohen Sollwerten (z. B. >5 V im gewählten 5 V-Bereich bzw. >10 V im gewählten 10 V-Bereich) wird abgefangen, in dem der jeweilige Sollwert auf 100% bleibt.

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!

Nach dem Einschalten des Gerätes, während der Startphase, zeigt die AS unbestimmte Zustände an (OT, OVP usw.), die bis zum Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

- Fernsteuerung des Gerätes erfordert die vorherige Umschaltung auf Fernsteuerbetrieb mit Pin „REMOTE“ (5). Einzige Ausnahme ist der Pin REM-SB
- Bevor die Steuerung verbunden wird, welche die analoge Schnittstelle bedienen soll, ist zu prüfen, daß die Steuerung keine höheren Spannungen als spezifiziert auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL (falls R-Modus aktiviert) dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte die nicht gestellt werden sollen können auf einen festen Wert oder auf 100% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)

Die Analogschnittstelle ist zum DC-Eingang hin galvanisch getrennt. Daher:
Niemals eine der Massen der Analogschnittstelle mit DC- oder DC+ Eingang verbinden, wenn nicht unbedingt nötig!

3.5.4.2 Auflösung und Abtastrate

Intern wird die analoge Schnittstelle digital verarbeitet. Das bedingt zum Einen eine bestimmte, maximal stellbare Auflösung. Diese ist für alle Sollwerte (VSEL usw.) und Istwerte (VMON/CMON) gleich und beträgt 26214, bei Verwendung des 10 V-Bereiches. Bei gewähltem 5 V-Bereich halbiert sich die Auflösung. Durch Toleranzen am analogen Eingang kann sich die resultierende Auflösung zusätzlich leicht verringern.

Zum Anderen wird eine maximale Abtastrate von 500 Hz bedingt. Das bedeutet, die analoge Schnittstelle kann 500 mal pro Sekunde Sollwerte und deren Änderungen, sowie Zustände an den digitalen Pins verarbeiten.

3.5.4.3 Quittieren von Alarmmeldungen

Alarmmeldungen des Gerätes (siehe *3.6.2*) erscheinen immer in der Anzeige, einige davon auch als Signal auf der analogen Schnittstelle (siehe Tabelle unten).

Tritt während der Fernsteuerung über analoge Schnittstelle ein Gerätealarm auf, schaltet der DC-Eingang genauso aus wie bei manueller Bedienung. Bei den Alarmen Übertemperatur (OT), Power Fail (PF) und Überspannung (OV) kann das über die Signalpins der AS erfaßt werden, bei anderen Alarmen wie z. B. Überstrom (OC) nicht. Diese Alarme können nur durch Auswertung der Istwerte gegenüber den Sollwerten erfaßt werden.

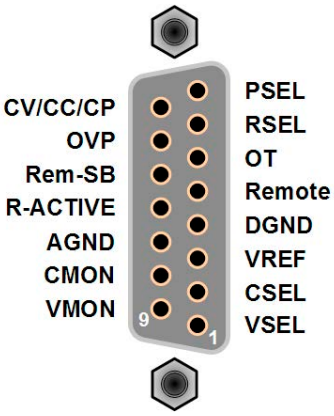
Die Alarme OV, OC und OP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch *„3.6.2. Gerätealarme und Events handhaben“*). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Eingangs per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50ms für LOW), bei gewählter Standardeinstellung für den logischen Pegel des Pins.

3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle

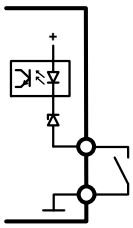
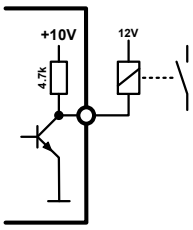
Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-10 V Modus: < 0,2% ***** Genauigkeit 0-5 V Modus: < 0,4% ***** Eingangsimpedanz R_i >40 k...100 k
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% bei I_{max} = +5 mA Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Bezugspotential für alle digitalen Signale		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung interne / externe Steuerung	Extern = LOW, U_{Low} <1 V Intern = HIGH, U_{High} >4 V Intern = Offen	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ nach\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
6	OT / PF	DO	Übertemperaturalarm / Power fail ***	Alarm = HIGH, U_{High} > 4 V kein Alarm = LOW, U_{Low} <1 V	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA I_{Max} = -10 mA bei U_{CE} = 0,3 V U_{Max} = 30 V Kurzschlussfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen R_{Min}...R_{Max}	Genauigkeit 0-10 V Modus: < 0,2% ***** Genauigkeit 0-5 V Modus: < 0,4% ***** Eingangsimpedanz R_i >40 k...100 k
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von P_{Nenn}	
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-10 V Modus: < 0,2% ***** Genauigkeit 0-5 V Modus: < 0,4% ***** Eingangsimpedanz R_i >40 k...100 k
10	CMON	AO	Istwert Strom	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	
11	AGND	POT	Bezugspotential für alle analogen Signale		Für -SEL, -MON, VREF Signale
12	R-ACTIVE	DI	Widerstandsregelung ein / aus	Ein = LOW, U_{Low} <1 V Aus = HIGH, U_{High} >4 V Aus = Offen	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ nach\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
13	REM-SB	DI	DC-Eingang aus (DC-Eingang ein) (Alarm quittieren ****)	Aus = LOW, U_{Low} <1 V Ein = HIGH, U_{High} >4 V Ein = Offen	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = +1 mA bei 5 V Empfohlener Sender: Open-Collector gegen DGND
14	OVP	DO	Überspannungsalarm	OVP = HIGH, U_{High} > 4 V kein OVP = LOW, U_{Low} <1 V	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA I_{max} = -10 mA bei U_{ce} = 0,3 V, U_{max} = 0...30 V Kurzschlussfest gegen DGND
15	CV	DO	Anzeige Spannungsregelung aktiv	CV = LOW, U_{Low} <1 V CC/CP/CR = HIGH, U_{High} >4 V	

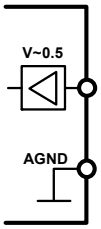
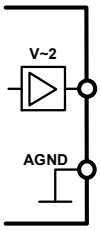
* AI = Analoger Eingang, AO = Analoger Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential
** Interne Vcc ca. 10 V *** Netzausfall, Netzunterspannung oder PFC-Fehler **** Nur während Fernsteuerung
***** Der Fehler eines Sollwerteinganges addiert sich zum allgemeinen Fehler des zugehörigen Wertes am DC-Eingang des Gerätes

3.5.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse



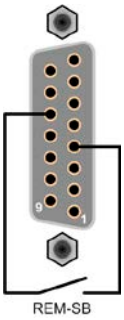
3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

	**Digitaler Eingang (DI)** Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden (Relaiskontakt, Schalter, Schütz o.ä.), um das Signal sauber nach DGND zu schalten. Ein digitaler Ausgang einer Schaltung oder SPS könnte nicht ausreichend sein, wenn nicht vom Typ „open collector“.
	**Digitaler Ausgang (DO)** Ein Quasi-Open-Collector, weil hochohmiger Pullup-Widerstand gegen interne Versorgung. Ist im geschalteten Zustand LOW und kann keine Lasten treiben, sondern nur schalten, wie im Bild links am Beispiel eines Relais‘ gezeigt.

	**Analoger Eingang (AI)** Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 k...100 kΩ) einer OP-Schaltung.
	**Analoger Ausgang (AO)** Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.

3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

a) DC-Eingang ein- oder ausschalten über Pin „REM-SB“



> *Ein digitaler Ausgang, z. B. von einer SPS, kann diesen Eingang unter Umständen nicht sauber ansteuern, da eventuell nicht niederohmig genug. Prüfen Sie die Spezifikation der steuernden Applikation. Siehe auch die Prinzipschaltbilder oben.*

Dieser Eingang wird bei Fernsteuerung zum Ein- und Ausschalten des DC-Eingangs des Gerätes genutzt. Er funktioniert aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung. Dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Eingangs blockieren und zum Anderen ein- oder ausschalten, jedoch nicht allein. Siehe unten bei „Fernsteuerung wurde nicht aktiviert“.

Es wird empfohlen, einen niederohmigen Kontakt wie einen Schalter, ein Relais oder Transistor zum Schalten des Pins gegen Masse (DGND) zu benutzen.

Folgende Situationen können auftreten:

- **Fernsteuerung wurde aktiviert**

Wenn Fernsteuerung über Pin „REMOTE“ aktiviert ist, gibt nur „REM-SB“ den Zustand des DC-Eingangs des Gerätes gemäß Tabelle in *3.5.4.4* vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe *3.4.3.1*.

> *Wird der Pin nicht beschaltet bzw. der angeschlossene Kontakt ist offen, ist der Pin HIGH. Bei Einstellung „Analogschnittstelle REM-SB = normal“ entspricht das der Vorgabe „DC-Eingang einschalten“. Das heißt, sobald mit Pin „REMOTE“ auf Fernsteuerung umgeschaltet wird, schaltet der DC-Eingang ein!*

- **Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**

In diesem Modus stellt der Pin eine Art **Freigabe** der Taste „On/Off“ am Bedienfeld des Gerätes bzw. des Befehls „DC-Eingang ein/aus“ (bei digitaler Fernsteuerung) dar. Daraus ergeben sich folgende mögliche Situationen:

DC-Eingang	+	Pin „REM-SB“	+	Parameter „Rem-SB“	➔	Verhalten
ist aus	+	HIGH	+	normal	➔	DC-Eingang nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	+	invertiert		
	+	HIGH	+	invertiert	➔	DC-Eingang gesperrt. Er kann nicht mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden. Bei Versuch wird eine Anzeige im Display bzw. eine Fehlermeldung erzeugt.
		LOW	+	normal		

Ist der DC-Eingang bereits eingeschaltet, bewirkt der Pin die Abschaltung dessen bzw. später erneutes Einschalten, ähnlich wie bei aktivierter Fernsteuerung:

DC-Eingang	➔	Pin „REM-SB“	+	Parameter „Rem-SB“	➔	Verhalten
ist ein	➔	HIGH	+	normal	➔	Der DC-Eingang bleibt eingeschaltet. Er kann mit der Taste On/Off am Bedienfeld oder per digitalem Befehl ein- oder ausgeschaltet werden
		LOW	+	invertiert		
	➔	HIGH	+	invertiert	➔	Der DC-Eingang wird ausgeschaltet und bleibt gesperrt, solange der Pin den Zustand behält. Erneutes Einschalten durch Wechsel des Zustandes des Pins.
		LOW	+	normal		

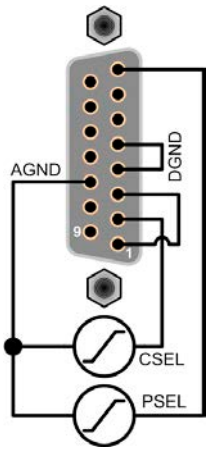
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin „Remote“ = LOW).

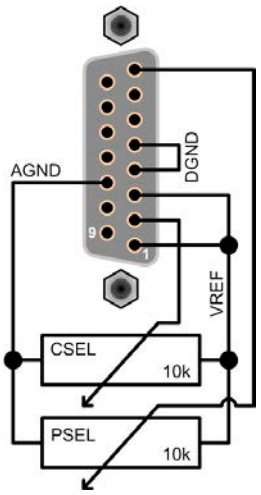
Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL aus beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Das Gerät kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens 10 kΩ benutzt werden.

Der Spannungssollwert wird hier fest auf VREF (≙100%) gelegt und beeinflußt somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht.

Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.



Beispiel mit ext. Spannungsquelle

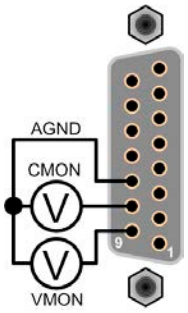


Beispiel mit Potis

!	*Bei Benutzung des Eingangsspannungsbereiches 0...5 V für 0...100% Sollwert halbiert sich die effektive Auflösung bzw. verdoppelt sich die minimale Schrittweite für Sollwerte/Istwerte.*

c) Istwerte erfassen

Über die AS werden die DC-Eingangswerte von Strom und Spannung mittels 0...10 V oder 0...5 V abgebildet. Zur Erfassung dienen handelsübliche Multimeter o. ä. bzw. elektronische Meßschaltungen und -karten.



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Gerätealarmen (siehe *„3.3. Alarmzustände“*), wie Überspannung, und benutzerdefinierten Ereignissen wie z. B. **OCD** (Überstromüberwachung). Während Gerätealarme, bei denen der DC-Eingang zunächst ausgeschaltet wird, in erster Linie zum Schutz der angeschlossenen Quelle dienen, können benutzerdefinierte Ereignisse sowohl den DC-Eingang abschalten (bei Aktion **ALARM**), als auch nur als akustisches bzw. optisches Signal ausgegeben werden, das den Anwender auf etwas aufmerksam macht. Bei benutzerdefinierten Ereignissen kann die Aktion ausgewählt werden:

Aktion	Verhalten	Beispiel
KEINE	Benutzerereignis ist deaktiviert	
SIGNAL	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion **Signal** auslöst, wird nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text ausgegeben.	Event: OPD
WARNUNG	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion **Warnung** auslöst, werden in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung ausgegeben.	Warnung! Event: UVD OK
ALARM	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion **Alarm** oder einen Alarm auslöst, werden nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text und eine zusätzlich eingeblendete Meldung, sowie ein akustisches Signal ausgegeben (falls der Alarmton aktiviert ist). Weiterhin wird der DC-Eingang ausgeschaltet. Bestimmte Gerätealarme werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert und können über digitalen Schnittstellen abgefragt werden.	Alarm! Alarm: OT OK

3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

Wichtig zu wissen:

- Der aus einem Schaltnetzteil oder ähnlichen Quellen entnommene Strom kann selbst bei einer strombegrenzten Quelle durch Kapazitäten am Ausgang viel höher sein als erwartet und an der elektronischen Last die Überstromabschaltung OCP oder das Stromüberwachungs-Event OCD auslösen, wenn diese entsprechend knapp eingestellt sind
- Beim Abschalten des DC-Eingangs der elektronischen Last an einer strombegrenzten Quelle wird deren Ausgangsspannung schlagartig ansteigen und durch Regelverzögerungen kurzzeitig einen Spannungsüberschwinger mit Dauer x haben, welcher an der Last die Überspannungs-abschaltung OVP oder das Spannungs-Event OVD auslösen kann, wenn diese entsprechend knapp eingestellt sind

Bei Auftreten eines Gerätealarms wird üblicherweise zunächst der DC-Eingang ausgeschaltet, eine Meldung in der Mitte der Anzeige der Master-Einheit ausgegeben und, falls aktiviert, ein akustisches Signal generiert, um den Anwender auf den Alarm aufmerksam zu machen. Der Alarm muß zwecks Kenntnisnahme bestätigt werden. Ist die Ursache des Alarms bei der Bestätigung bereits nichts mehr vorhanden, weil z. B. das Gerät bereits abgekühlt ist nach einer Überhitzungsphase, wird der Alarm nicht weiterhin angezeigt. Ist die Ursache noch vorhanden, bleibt die Anzeige bestehen und weist den Anwender auf den Zustand hin. Sie muß dann, nach Verschwinden bzw. Beseitigung der Ursache, erneut bestätigt werden.

► So bestätigen Sie einen Alarm in der Anzeige (während manueller Bedienung)

1. Wenn in der Anzeige ein Alarm angezeigt wird als überlagerte Meldung: mit **OK.**
2. Wenn der Alarm bereits einmal mit OK bestätigt wurde, aber noch angezeigt wird im Statusfeld, dann zuerst auf das Statusfeld tippen, damit die überlagernde Meldung erneut eingeblendet wird und dann mit **OK.**

Zum Bestätigen von Alarmen während analoger Fernsteuerung siehe *„3.5.4.3. Quittieren von Alarmmeldungen“* bzw. bei digitaler Fernsteuerung siehe externe Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“.

Manche Gerätealarme können konfiguriert werden:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	**O**ver**V**oltage **P**rotection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	0 V...1,1*U_{Nenn}	Anzeige, Analogschnittst., Digitale Schnitt-stellen
OCP	**O**ver**C**urrent **P**rotection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	0 A...1,1*I_{Nenn}	Anzeige, Digitale Schnitt-stellen
OPP	**O**ver**P**ower **P**rotection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	0 W...1,1*P_{Nenn}	Anzeige, Digitale Schnitt-stellen

Diese Gerätealarme bzw. Fehler können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Kurz	Lang	Beschreibung	Meldeorte
PF	**P**ower **F**ail	Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifi-kationen des Gerätes arbeiten sollte (Unterspannung) oder wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird, z. B. durch Ausschalten am Netzdrehschalter. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	Anzeige, Ana-logschnittst., digitale Schnitt-stellen
OT	**O**ver**T**empe-rature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	Anzeige, Ana-logschnittst., digitale Schnitt-stellen
MSS	**M**aster-**S**lave **S**icherheits-modus	Wird ausgelöst, wenn die Master- Einheit den Kontakt zu einem oder mehreren Slave-Einheiten verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Eingang aller Geräte ausgeschaltet. Der Fehler kann durch erneute Initialisierung des MS-System gelöscht werden.	Anzeige, digitale Schnittstellen

► So konfigurieren Sie die Gerätealarme

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld SETTINGS.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile, um „**2. Protect.**“ auszuwählen.
3. Stellen Sie hier die Grenzen für die Gerätealarme gemäß Ihrer Anwendung ein, falls die Standardwerte von 103% bzw. 110% nicht passen.

Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden, die über das Zehnertastatur-Symbol unten am Bildschirmrand aufgerufen werden kann.

Der Anwender hat außerdem die Möglichkeit zu wählen, ob er eine zusätzliche akustische Meldung bekommen möchte, wenn ein Alarm oder benutzerdefiniertes Ereignis (Event) auftritt.

► So konfigurieren Sie den „Alarmton“ (siehe auch *„3.4.3 Konfiguration im MENU“ auf Seite 38)*

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld MENU.
2. In der Menüseite das Feld „**HMI Einstellungen**“ berühren.
3. In der nächsten Menüseite das Feld „**Alarmton**“ berühren.
4. In der Einstellungsseite tippen Sie auf das Symbol, um den Alarmton entweder ein- oder auszuschalten und bestätigen dann mit ENTER.

3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)

Die Überwachungsfunktion des Gerätes kann über benutzerdefinierbare Ereignisse, nachfolgend Events genannt, konfiguriert werden. Standardmäßig sind die Events deaktiviert (Aktion: KEINE) und funktionieren im Gegensatz zu Gerätealarmen nur solange der DC-Eingang eingeschaltet ist. Das bedeutet, zum Beispiel, daß keine Unterspannung mehr erfaßt würde, nachdem der Eingang ausgeschaltet wurde und die Spannung noch fällt.

Folgende Events können unabhängig voneinander und jeweils mit Aktion KEINE, SIGNAL, WARNUNG oder ALARM konfiguriert werden:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich
UVD	**U**nder**V**oltage **D**etection	Unterspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht.	0 V...U_{Nenn}
OVD	**O**ver**V**oltage **D**etection	Überspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht.	0 V...U_{Nenn}
UCD	**U**nder**C**urrent **D**etection	Unterstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht.	0 A...I_{Nenn}
OCD	**O**ver**C**urrent **D**etection	Überstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht.	0 A...I_{Nenn}
OPD	**O**ver**P**ower **D**etection	Überleistungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsleistungs am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht.	0 W...P_{Nenn}

Diese Ereignisse sind nicht zu verwechseln mit Alarmen wie OT und OVP, die zum Schutz des Gerätes dienen. Events können, wenn auf Aktion ALARM gestellt, aber auch den DC-Eingang ausschalten und somit die Quelle schützen.

► So konfigurieren Sie die Events

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld SETTINGS.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile ▲ ▼, um „**4.1 Event U**“ oder „**4.2 Event I**“ oder „**4.3 Event P**“ auszuwählen.
3. Stellen Sie hier mit dem linken Drehknopf die Überwachungsgrenze sowie mit dem rechten Drehknopf die von dem Event auszulösende Aktion (siehe *„3.6.1. Begriffsdefinition“*) gemäß der Anwendung ein.
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit ENTER.

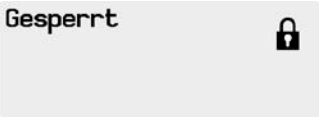
Die Events sind Bestandteil des momentan gewählten Benutzerprofils. Wenn also ein anderes Benutzerprofil oder das Standardprofil geladen wird, sind die Events entweder anders oder gar nicht konfiguriert.

Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite unten auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.

3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren

Um bei manueller Bedienung die versehentliche Verstellung eines Wertes zu verhindern, können die Drehknöpfe sowie der Touchscreen gesperrt werden, so daß keine Verstellung eines Wertes per Drehknopf oder Bedienung per Touchscreen angenommen wird, ohne die Sperre vorher wieder aufzuheben.

► So sperren Sie das HMI



1. Tippen Sie auf der Hauptseite oben rechts auf das Schloßsymbol .
2. Es erscheint die Menüseite „**HMI Sperrung**“, wo Sie festlegen können, ob Sie das HMI komplett („**Alles sperren**“) oder mit Ausnahme der Taste „On/Off“ („**EIN/AUS zulassen**“) sperren möchten bzw. ob die Sperre zusätzlich mit einer PIN belegt werden soll („**PIN aktivieren**“). Diese **PIN** muß später beim Entsperren immer wieder eingegeben werden, solange sie aktiviert ist.
3. Aktivieren Sie die Sperre mit . Der Status „**Gesperrt**“ wird dann, wie oben im Bild, angezeigt.

Sobald bei gesperrtem HMI der Versuch unternommen wird etwas zu verändern, erscheint in der Anzeige eine Abfragemeldung, ob man entsperren möchte.

► So entsperren Sie das HMI

1. Tippen Sie in irgendeinen Bereich des Touchscreens des gesperrten HMI oder betätigen Sie einen der Drehknöpfe oder betätigen Sie den Taster „On/Off“ (nur bei kompletter Sperre).
2. Es erscheint eine Abfrage:

.
3. Entsperren Sie das HMI mittels des Bedienfeldes „**Entsperren**“. Erfolgt innerhalb von 5 Sekunden keine Eingabe, wird die Abfrage wieder ausgeblendet und das HMI bleibt weiterhin gesperrt. Sollte die zusätzliche **PIN**-Sperre (siehe Menü „**HMI Sperre**“) aktiviert worden sein, erscheint eine weitere Abfrage zur Eingabe der **PIN**. Sofern diese richtig eingegeben wurde, wird das HMI entsperrt werden.

3.8 Einstellgrenzen (Limits) sperren

Um zu verhindern, daß die mit dem Gerät arbeitende, jedoch nicht privilegierte Person durch versehentliches oder absichtliches Verstellen falsche Sollwerte setzt, können Einstellgrenzen definiert (siehe auch *„3.4.4. Einstellgrenzen (Limits)“*) und mittels einer PIN gegen Veränderung gesperrt werden. Dadurch werden die Menüpunkte „**3. Limits**“ in SETTINGS und „**Profile**“ in MENU unzugänglich. Die Sperre läßt sich nur durch Eingabe der korrekten PIN oder Zurücksetzen des Gerätes wieder entfernen.

► So sperren Sie die „Limits“

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld MENU.
2. Tippen Sie im Menü auf „**Limits Sperre**“.
3. Im nächsten Fenster setzen Sie den Haken bei „**Sperren**“.

> *Für die Sperre wird die Benutzer-PIN verwendet, die auch für die HMI-Sperre dient. Diese PIN sollte vor der Limits-Sperre gesetzt werden. Siehe dazu „3.7. Bedieneinheit (HMI) sperren“*

4. Aktivieren Sie die Sperre mit .

> Vorsicht! Aktivieren Sie die Sperre nicht, wenn Sie sich nicht sicher sind, welche die aktuell gesetzte PIN ist bzw. ändern Sie diese vorher! Die PIN kann im Menü „HMI Sperre“ gesetzt werden.

► So entsperren Sie die „Limits“

1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld MENU.
2. Tippen Sie im Menü auf „**Limits Sperre**“.
3. Auf der folgenden Seite betätigen Sie das Bedienfeld „**Entsperren**“ und werden dann aufgefordert, die vierstellige PIN einzugeben.
4. Deaktivieren Sie die Sperre nach der Eingabe der korrekten PIN mit ENTER.

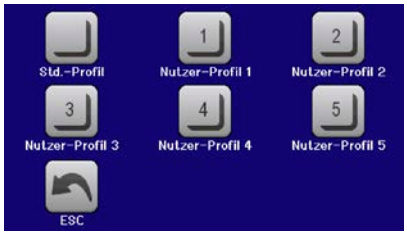
3.9 Nutzerprofile laden und speichern

Das Menü „**Profile**“ dient zur Auswahl eines Profils zum Laden bzw. zum Wechsel zwischen einem Standardprofil und 5 Nutzerprofilen. Ein Profil ist eine Sammlung aller Einstellungen und aller Sollwerte. Bei Auslieferung des Gerätes bzw. nach einem Zurücksetzungsvorgang haben alle sechs Profile dieselben Einstellungen und sämtliche Sollwerte sind auf 0. Werden vom Anwender dann Einstellungen getroffen und Werte verändert, so geschieht das in einem Arbeitsprofil, das auch über das Ausschalten hinweg gespeichert wird. Dieses Arbeitsprofil kann in eins der fünf Nutzerprofile gespeichert bzw. aus diesen fünf Nutzerprofilen oder aus dem Standardprofil heraus geladen werden. Das Standardprofil selbst kann nur geladen werden.

Der Sinn von Profilen ist es, z. B. einen Satz von Sollwerten, Einstellgrenzen und Überwachungsgrenzen schnell zu laden, ohne diese alle jeweils immer neu einstellen zu müssen. Da sämtliche Einstellungen zum HMI mit im Profil gespeichert werden, also auch die Sprache, wäre beim Wechsel von einem Profil zum anderen auch ein Wechsel der Sprache des HMI möglich.

Bei Aufruf der Profilmenüseite und Auswahl eines Profil können dessen wichtigsten Einstellungen, wie Sollwerte, Einstellgrenzen usw. betrachtet, aber nicht verstellt werden.

► So speichern Sie die aktuellen Werte und Einstellungen (Arbeitsprofil) in ein Nutzerprofil



1. Tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld MENU.
2. Tippen Sie dann in der Hauptmenüseite auf

.
3. In der nun erscheinenden Auswahl (siehe rechts) wählen Sie zwischen Nutzerprofil 1-5 aus, in welches Sie speichern wollen. Das gewählte Nutzerprofil wird daraufhin angezeigt. Sie können hier die Einstellungen und Werte noch einmal kontrollieren, jedoch nicht verändern.
4. Speichern Sie mit Bedienfeld

3.10 Der Funktionsgenerator

3.10.1 Einleitung

Der eingebaute **Funktionsgenerator** (kurz: **FG**) ist in der Lage, verschiedenförmige Signalformen zu erzeugen und diese auf einen der Sollwerte Spannung (U) oder Strom (I) anzuwenden.

Bei manueller Bedienung können die Funktionen des Generators komplett bedient werden. Bei Fernsteuerung sind nur der **Arbiträrgenerator** und eine **XY**-Funktion verfügbar. Der Arbiträrgenerator ist in der Lage, alle manuell bedienbaren Funktionen, außer UI und IU nachzubilden. Dafür ist die XY-Funktion gedacht.

Es sind folgende Funktionen manuell aufruf-, konfigurier- und steuerbar:

Funktion	Kurzerläuterung
Sinus	Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis
Trapez	Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit
DIN 40839	Emulierte KFZ-Motorstartkurve nach DIN 40839 / EN ISO 7637, unterteilt in 5 Kurvensegmente (Sequenzen) mit jeweils Startspannung, Endspannung und Zeit
Arbiträr	Generierung eines Ablaufs von bis zu 99 beliebig konfigurierbaren Kurvenpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Gesamtdauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
Batterietest	Batterie-Entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung
MPP-Tracking	Simulation des Lastverhaltens eines Solarwechselrichters an einer typischen Quelle (z. B. Solarpaneel) und dessen sog. Tracking-Funktion beim Finden des Maximum Power Point (MPP)

Bei aktiviertem Widerstandsmodus (CR) ist der Zugang zum Funktionsgenerator gesperrt.

3.10.2 Allgemeines

3.10.2.1 Einschränkungen

Der Funktionsgenerator, egal ob manuelle Bedienung oder Fernsteuerung, ist nicht verfügbar, wenn der Widerstandsmodus (R/I-Einstellung, auch UIR-Modus genannt) aktiviert wurde.

3.10.2.2 Auflösung

Bei den Funktionen, die vom Arbiträrgenerator erzeugt werden, kann das Gerät zwischen 0...100% Sollwert max. 52428 Schritte berechnen und setzen. Bei sehr geringen Amplituden und langen Zeiten werden während eines Werteanstiegs oder -abfalls u. U. nur wenige oder gar keine sich ändernden Werte berechnet und deshalb nacheinander mehrere gleiche Werte gesetzt, was zu einem gewissen Treppeneffekt führen kann. Es sind auch nicht alle möglichen Kombinationen von Zeit und einer veränderlichen Amplitude (Steigung) machbar.

Beim XY-Generator, der im Tabellenmodus arbeitet, sind zwischen 0 und 100% Sollwert 3276 effektive Schritte möglich.

3.10.2.3 Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen

Bei Verwendung eines ansteigenden oder abfallenden Offsets (DC-Anteil) bei Funktionen wie Rampe, Trapez, Dreieck, aber auch Sinus muß eine minimale Steigung eingehalten werden, die sich aus dem jeweiligen Nennwert von U oder I berechnen läßt. Dadurch läßt sich schon vorher bewerten, ob eine gewisse Rampe über eine gewisse Zeit überhaupt machbar ist. Beispiel: es wird eine EL 9080-1530 B 15U verwendet, mit Nennwert U von 80 V und Nennwert I von 1530 A. **Formel: min. Steigung = 0,000725 * Nennwert / s**. Für das Beispielgerät ergibt sich also eine min. ΔU/Δt von 58 mV/s, die min. ΔI/Δt beim Strom dann 1,1 A/s. Die max. erreichbare Zeit bei der min. Steigung errechnet sich dann als $\mathbf{t_{Max}}$ **= Nennwert / min. Steigung**. Das ergibt immer ca. 1379 Sekunden.

3.10.3 Arbeitsweise

Zum Verständnis, wie der Funktionsgenerator arbeitet und wie die eingestellten Werte aufeinander einwirken, muß folgendes beachtet werden:

Das Gerät arbeitet auch im Funktionsgeneratormodus stets mit den drei Sollwerten U, I und P.

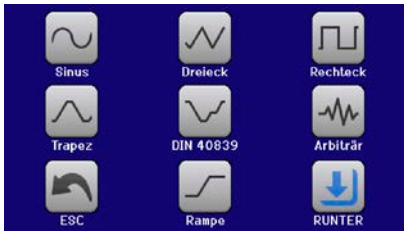
Auf einen der Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen beiden Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend. Das bedeutet, wenn man beispielsweise eine Spannung von 10 V am DC-Eingang anlegt und die Sinus-Funktion auf den Strom anwenden will und als Amplitude 800 A festgelegt hat mit Offset 1000 A, so daß der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf der Stromes zwischen 200 A (min.) und 1800 A (max.) erzeugt, daß das eine Eingangsleistung zwischen 2 kW(min.) und 18 kW(max.) zur Folge hätte. Die Leistung wird aber stets auf den eingestellten Wert begrenzt. Würde sie nun auf 15 kW begrenzt, würde der Strom rechnerisch auf 1500 A begrenzt sein und würde man ihn über eine Stromzange auf einem Oszilloskop darstellen, würde er bei 1500 A gekappt werden und nie die gewollten 1800 A erreichen.

Ein anderer Fall ist, wenn man mit Funktionen arbeitet, die auf die DC-Eingangsspannung angewendet werden. Stellt man hier die allgemeine Spannung U höher als Amplitude plus möglicher Offset zusammen ergeben, ergibt sich beim Starten der Funktion kein Reaktion, weil die Spannungseinstellung nach unten hin begrenzt, nicht nach oben hin wie beim Strom oder bei der Leistung. Die richtige Einstellung der jeweils anderen Sollwerte ist daher sehr wichtig.

3.10.4 Manuelle Bedienung

3.10.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

Über den Touchscreen kann eine der in *3.10.1* genannten Funktionen aufgerufen werden, konfiguriert und gesteuert werden. Auswahl und Konfiguration sind nur bei ausgeschaltetem Ausgang möglich.



► So wählen Sie eine Funktion aus und stellen Parameter ein

1. Tippen Sie bei ausgeschaltetem DC-Eingang auf das Bedienfeld MENU.
2. Im Menü tippen Sie auf Funkt. Generator und danach auf die gewünschte Funktion.
3. Je nach gewählter Funktion kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte: U oder I.
4. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein, z. B. für eine Sinuskurve den Offset und die Amplitude, sowie Frequenz.

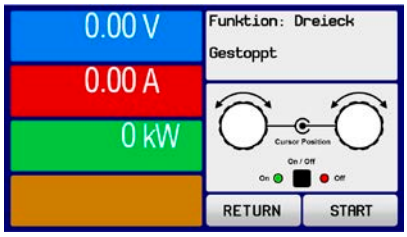
> *Werden Werte für den AC-Teil der Funktion eingestellt und Start- und Endwert sind nicht gleich, wird eine gewisse Mindeständerung (ΔU/Δt) erwartet. Erfüllen die eingestellten Werte die Bedingung nicht, nimmt sie der Funktionsgenerator nicht an und zeigt eine entsprechende Fehlermeldung.*

5. Legen Sie dann noch die Grenzwerte für U, I und P im Bildschirm fest, den Sie mit U/I/P-Limits erreichen.

> *Diese Grenzwerte sind bei Eintritt in den Funktionsgenerator-Modus zunächst auf unproblematische generelle Werte zurückgesetzt, die verhindern können, daß das Gerät Strom aufnimmt, wenn sie nicht entsprechend angepaßt werden.*

Die Einstellungen der einzelnen Funktionen sind weiter unten beschrieben. Nachdem die Einstellungen getroffen wurden, muß die Funktion geladen werden.

► So laden Sie eine Funktion



1. Nachdem Sie die Werte für das zu generierende Signal eingestellt haben, tippen Sie auf LADEN.

Das Gerät lädt daraufhin die Daten in die internen Regelung und wechselt die Anzeige. Kurz danach werden die statischen Werte gesetzt (Leistung bzw. Strom oder Spannung), der DC-Eingang eingeschaltet und das START Bedienfeld freigegeben. Erst danach kann die Funktion gestartet werden.

Die statischen Werte wirken sofort nach dem Laden der Funktion auf die Quelle, weil der DC-Eingang automatisch eingeschaltet wird, um die Ausgangssituation herzustellen. Diese Werte stellen die Startwerte vor dem Ablauf der Funktion und die Endwerte nach dem Ablauf der Funktion dar. Einzige Ausnahme: bei Anwendung einer Funktion auf den Strom I kann kein statischer Stromwert eingestellt werden; die Funktion startet immer bei 0 A.

► So starten und stoppen Sie eine Funktion

1. Sie können die Funktion **starten**, indem Sie entweder auf das Bedienfeld START tippen oder die Taste „On/Off“ betätigen, sofern der DC-Eingang momentan aus ist. Die Funktion startet dann sofort. Sollte der DC-Eingang bei Betätigung von START ausgeschaltet sein, wird er automatisch eingeschaltet.
2. **Stoppen** können Sie den Funktion entweder mit dem Bedienfeld STOP oder der Taste „On/Off“, jedoch gibt es hier einen Unterschied:

   a) Bedienfeld STOP: Funktion stoppt lediglich, der DC-Eingang bleibt an, mit den statischen Werten

   b) Taste „On/Off“: Funktion stoppt und der DC-Eingang wird ausgeschaltet

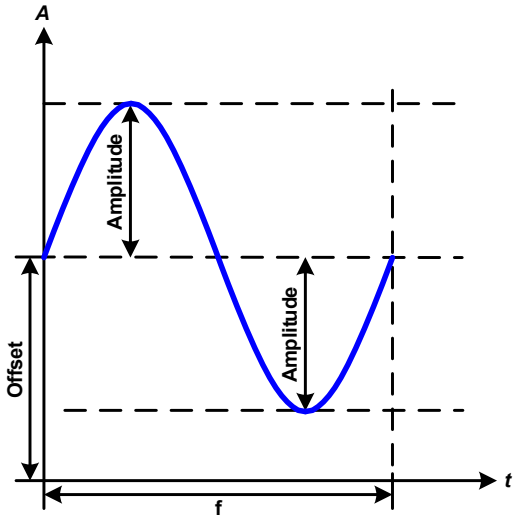
Bei Gerätealarmen (Überspannung, Übertemperatur usw.), Schutzfunktionen (OPP, OCP) oder Events mit Aktion= Alarm stoppt der Funktionsablauf automatisch, der DC-Eingang wird ausgeschaltet und der Alarm gemeldet.

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	(A)...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = Offset, bezogen auf den Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve, kann niemals kleiner sein als die Amplitude
f (1/t)	1...10000 Hz	Statische Frequenz des zu generierenden Sinussignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein normal sinusförmiges Signal erzeugt und auf den gewählten Sollwert, zum Beispiel Strom (I), angewendet. Bei konstanter Eingangsspannung würde der Eingangsstrom der Last dann sinusförmig verlaufen.

Für die Berechnung der sich aus dem Verlauf maximal ergebenden Leistung muß die eingestellte Stromamplitude zunächst mit dem Offset addiert werden.

Beispiel: Sie stellen bei einer Eingangsspannung von 15 V und sin(I) die Amplitude auf 25 A ein, bei einem Offset von 30 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann (30 A + 25 A) * 15 V = 825 W.

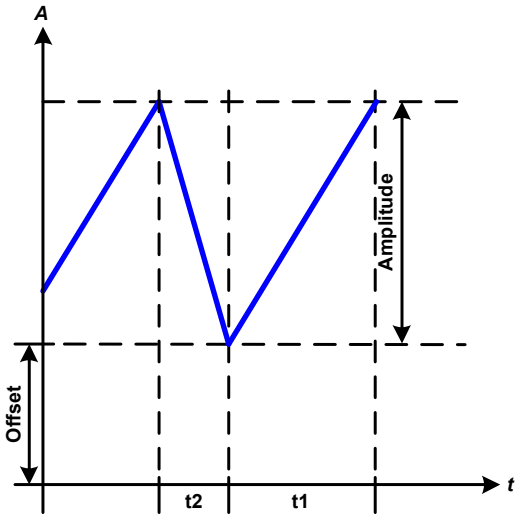
3.10.6 Dreieck-Funktion

Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks
t1	0,01 ms...36000 s	Anstiegszeit Δt der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
t2	0,01 ms...36000 s	Abfallzeit Δt der abfallenden Flanke des Dreiecksignals

Bei sehr kurzen Zeiten für t1 und t2 kann am DC-Eingang nicht jede mögliche Amplitude erreicht werden. Generell gilt: je kleiner die Zeiteinstellung, desto kleiner die tatsächlich erreichbare Amplitude.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein dreieckförmiges Signal für den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung erzeugt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanke sind getrennt einstellbar.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

Die Summe der Zeiten t1 und t2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert eine Frequenz.

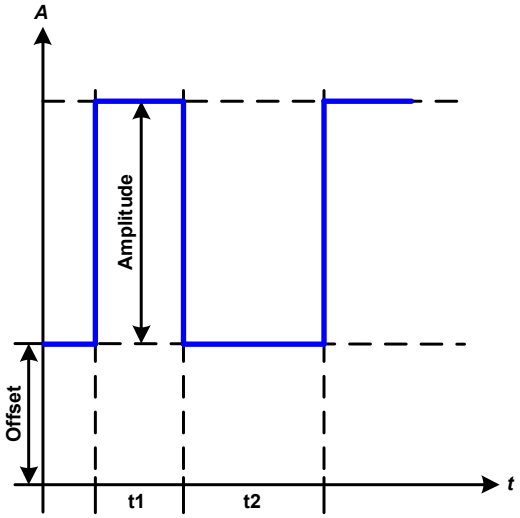
Wollte man beispielsweise eine Frequenz von 10 Hz erreichen, ergäbe sich bei T = 1/f eine Periode von 100 ms. Diese 100 ms kann man nun beliebig auf t1 und t2 aufteilen. Z. B. mit 50 ms:50 ms (gleichschenkliges Dreieck) oder 99,9 ms:0,1 ms (Dreieck mit rechtem Winkel, auch Sägezahn genannt).

3.10.7 Rechteck-Funktion

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Es wird ein rechteckförmiges Signal für den Eingangsstrom oder die Eingangsspannung erzeugt. Die Zeiten t1 und t2 bestimmen dabei, wie lang jeweils der Wert der Amplitude (zugehörig zu t1) und der Pause (Amplitude = 0, nur Offset effektiv, zugehörig zu t2) wirkt.

Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.

Mit den Zeiten t1 und t2 ist das sogenannte Puls-Pausen-Verhältnis oder Tastverhältnis (engl. *duty cycle*) einstellbar. Die Summe der Zeiten t1 und t2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert die Frequenz.

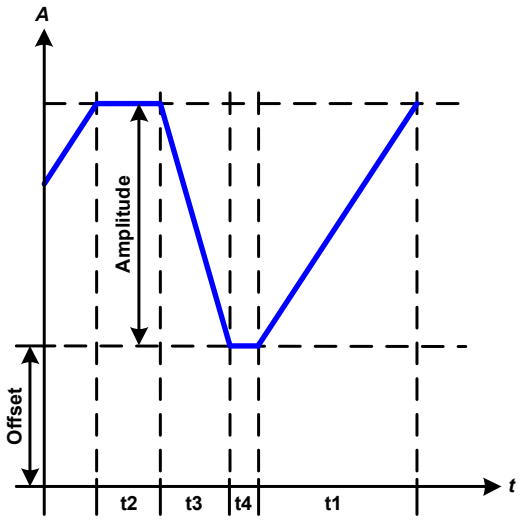
Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müßte die Summe von t1 und t2, also die Periode, mit T = 1/f = 1/25 Hz = 40 ms berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle t1 = 40 ms*0,8 = 32 ms. Die Zeit t2 wäre dann mit 8 ms zu setzen.

3.10.8 Trapez-Funktion

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I(A), U(A)	0...(Nennwert - (Off)) von U, I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
I(Off), U(Off)	0...(Nennwert - (A)) von U, I	Off = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes
t1	0,01 ms...36000 s	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
t2	0,01 ms...36000 s	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
t3	0,01 ms...36000 s	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
t4	0,01 ms...36000 s	Zeit des Low-Wertes (Offset) des Trapezsignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Hiermit kann ein trapezförmiges Signal auf einen der Sollwerte U oder I angewendet werden. Bei dem Trapez können die Winkel unterschiedlich sein durch die getrennt variabel einstellbaren Anstiegs- und Abfallzeiten.

Hier bilden sich die Periodendauer und die Wiederholfrequenz aus vier Zeiten. Bei entsprechenden Einstellungen ergibt sich statt eines Trapezes ein Dreieck oder ein Rechteck. Diese Funktion ist somit recht universal.

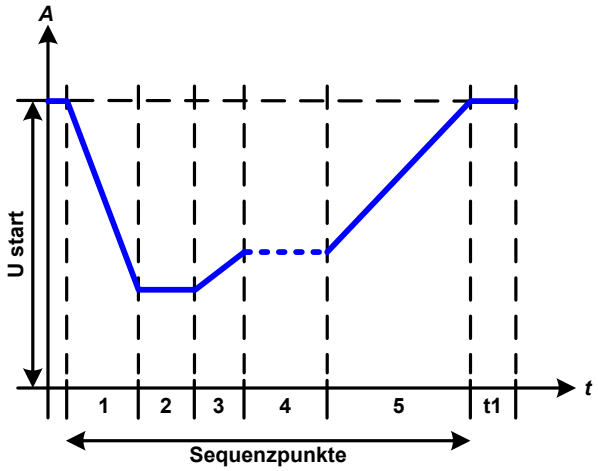
3.10.9 DIN 40839-Funktion

Diese Funktion ist an den durch DIN 40839 / EN ISO 7637 definierten Kurvenverlauf (Prüfimpuls 4) angelehnt und wird nur auf die Spannung angewendet. Sie soll den Verlauf der Autobatteriespannung beim Start eines Automotors nachbilden. Die Kurve ist in 5 Sequenzen eingeteilt (siehe Abbildung unten), die jeweils die gleichen Parameter haben. Die Standardwerte aus der Norm sind für die fünf Sequenzen bereits als Standardwert eingetragen.

Folgende Parameter können für die DIN40839-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Seq.	Erläuterung
Ustart	0...Nennwert von U	1-5	Anfangsspannungswert einer Rampe
Uend	0...Nennwert von U	1-5	Endspannungswert einer Rampe
Seq.Zeit	0,01 ms...36000 s	1-5	Zeit für die abfallende oder ansteigende Rampe
Seq.Zyklen	∞ oder 1...999	-	Anzahl der Abläufe der Kurve
Zeit t1	0,01 ms...36000 s	-	Zeit nach Ablauf der Kurve, bevor wiederholt wird (Zyklen <> 1)

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Die Funktion eignet sich nicht für den alleinigen Betrieb der elektronischen Last, sondern nur für den Verbund mit einem kompatiblen Netzgerät, z. B. aus der PSI 9000 Serie. Dabei sorgt die Last als Senke für den schnellen Abfall der Ausgangsspannung des Netzgeräts, damit dessen Ausgangsspannungsverlauf der DIN-Kurve entspricht.

Die Kurve entspricht dem Prüfimpuls 4 der Norm. Bei entsprechender Einstellung können auch andere Prüfimpulse nachgebildet werden. Soll die Kurve in Sequenzpunkt 4 einen Sinus enthalten, so müßte sie alternativ mit dem Arbiträrgenerator erzeugt werden.

3.10.10 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind je 99 Sequenzpunkte für die Zuordnung zum Strom I und der Spannung U verfügbar, die alle mit den gleichen Parametern versehen sind, aber durch die Werte unterschiedlich konfiguriert werden können, um so komplexe Funktionsabläufe „zusammenzubauen“. Von den 99 verfügbaren Punkten können beliebig viele nacheinander ablaufen. Das ergibt einen Sequenzpunktblock. Der Block kann dann noch 1...999 mal oder unendlich oft wiederholt werden. Von den 99 Punkten kann der abzuarbeitende Block von Punkt Nummer x bis y beliebig festgelegt werden.

Ein Sequenzpunkt oder ein Block wirkt immer entweder auf die Spannung oder den Strom. Eine Vermischung der Zuordnung U oder I ist nicht möglich.

Die Arbiträrkurve überlagert einen linearen Verlauf (DC) mit einer Sinuskurve (AC), deren Amplitude und Frequenz zwischen Anfangswert und Endwert ausgebildet werden. Bei Startfrequenz (fs) = Endfrequenz (fe) = 0 Hz sind die AC-Werte unwirksam und es wirkt nur der DC-Anteil. Für jeden Sequenzpunkt ist eine Sequenzpunktzeit gegeben, innerhalb der die AC/DC-Kurve von Start bis Ende generiert wird.

Folgende Parameter können für jeden Punkt der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden. Die Tabelle listet Parameter für die Stromzuordnung, bei der Spannung ist es dann jeweils Us, Ue usw.:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Is(AC)	0...50% Nennwert von I	Anfangsamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
Ie(AC)	0...50% Nennwert von I	Endamplitude des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
fs(1/T)	0 Hz...10000 Hz	Anfangsfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
fe(1/T)	0 Hz...10000 Hz	Endfrequenz des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
Winkel	0°...359°	Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils der Kurve (AC)
Is(DC)	Is(AC)...(Nennwert - Is(AC)) von I	Startwert des DC-Anteils der Kurve
Ie(DC)	Ie(AC)...(Nennwert - Ie(AC)) von I	Endwert des DC-Anteils der Kurve
Seq.Zeit	0,01 ms...36000 s	Zeit für den gewählten Sequenzpunkt

Die Sequenzpunktzeit (Seq.zeit) und die Startfrequenz/Endfrequenz stehen in Zusammenhang. Es besteht ein minimum Δf/s von 9,3. Also würde z. B. eine Einstellung mit fs = 1 Hz, fe = 11 Hz und Seq.zeit = 5 s nicht akzeptiert, weil das Δf/s dann nur 2 wäre. Bei Seq.Zeit = 1 s paßt es wieder oder man müßte bei Seq.Zeit = 5 s mindestens eine fe = 51 Hz einstellen.

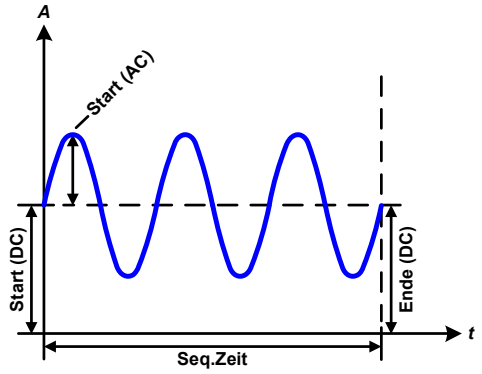
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzpunktzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

Wenn diese Einstellungen für den gerade gewählten Sequenzpunkt mit Bedienfeld SPEICHERN übernommen werden, können noch weitere konfiguriert werden. Betätigt man im Sequenzpunkt-Auswahlfenster das Bedienfeld WEITER, erscheint das zweite Einstellungsmenü, das globale Einstellungen für alle Punkte enthält.

Folgende Parameter können für den Gesamt-Ablauf der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Startseq.	1...Endseq.	Erster Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Endseq.	Startseq...99	Letzter Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Seq. Zyklen	∞ oder 1...999	Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 1

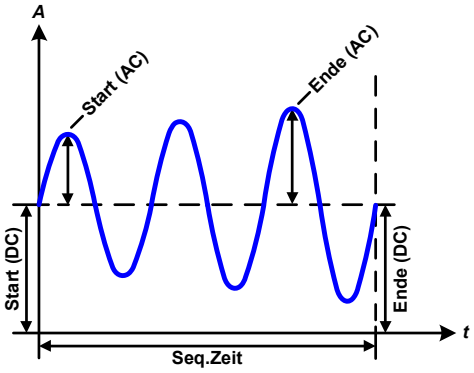
Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenz aus 99:

Die DC-Werte von Start und Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch. Mit einer Frequenz ungleich Null ergibt sich ein sinusförmiger Verlauf des Sollwertes mit einer bestimmten Amplitude, Frequenz und Y-Verschiebung (Offset, DC-Wert von Start/Ende).

Die Anzahl der Sinusperioden pro Sequenzpunkt hängt von der Sequenzpunktzeit und der Frequenz ab. Wäre die Zeit beispielsweise 1 s und die Frequenz 1 Hz, entstünde genau 1 Sinuswelle. Wäre bei gleicher Frequenz die Zeit nur 0,5 s, entstünde nur eine Sinushalbwelle.

Bildliche Darstellungen:

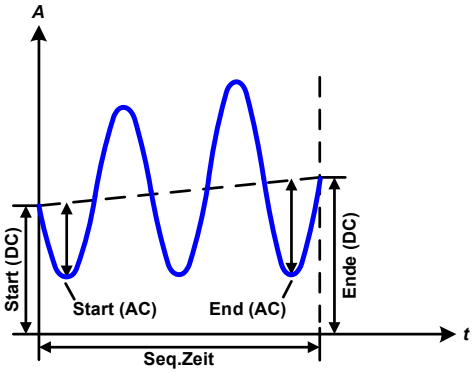
Anwendungen und Resultate:



Beispiel 2

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 99:

Die DC-Werte von Start und Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) jedoch nicht. Der Endwert ist größer als der Startwert, daher wird die Amplitude mit jeder neu angefangenen Sinushalbwelle kontinuierlich zwischen Anfang und Ende der Sequenz größer. Dies wird jedoch nur dann sichtbar, wenn die Sequenzpunktzeit zusammen mit der Frequenz zuläßt, daß während des Ablaufs mehrere Sinuswellen erzeugt werden können. Bei f=1 Hz und Seq.Zeit=3 s ergäbe das z. B. drei ganze Wellen (bei Winkel=0°), umgekehrt genauso bei f=3 Hz und Seq.Zeit=1 s.

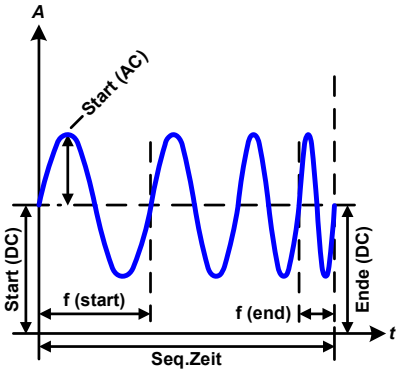


Beispiel 3

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 99:

Die DC-Werte von Start und Ende sind nicht gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch nicht. Der Endwert ist jeweils größer als der Startwert, daher steigt der Offset zwischen Start (DC) und Ende (DC) linear an, ebenso die Amplitude mit jeder neu angefangenen Sinushalbwelle.

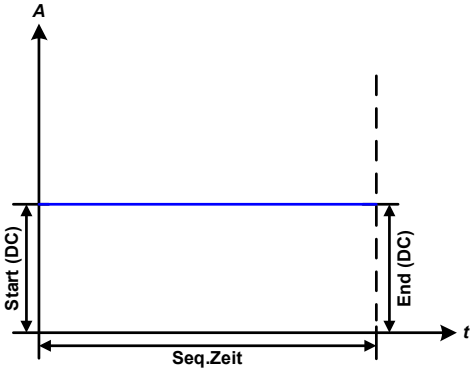
Zusätzlich startet die erste Sinuswelle mit der negativen Halbwelle, weil der Winkel auf 180° gesetzt wurde. Der Startwinkel kann zwischen 0° und 359° beliebig in 1°-Schritten verschoben werden.



Beispiel 4

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 99:

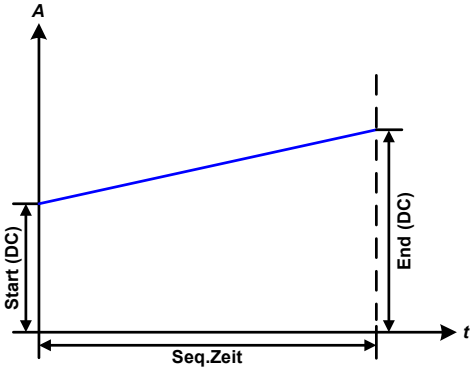
Ähnlich Beispiel 1, hier jedoch mit anderer Endfrequenz. Die ist hier größer als die Startfrequenz. Das wirkt sich auf die Periode einer Sinuswelle aus, die mit jeder neu angefangenen Sinuswelle kleiner wird, über den Zeitraum des Sequenzpunktablaufs mit Sequenzpunktzeit x.



Beispiel 5

Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 99:

Ähnlich Beispiel 1, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz.Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und ist es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Erzeugt wird eine Rampe mit horizontalem Verlauf.



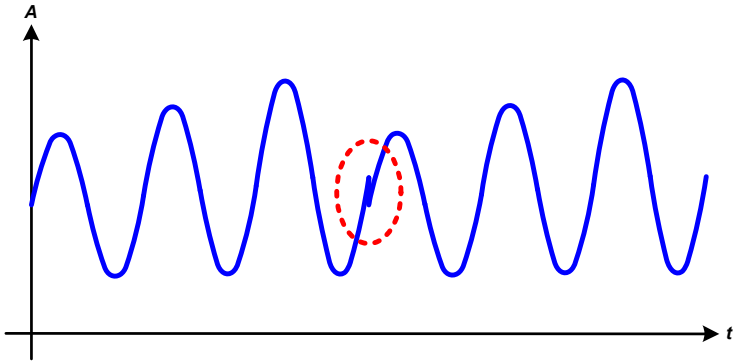
Beispiel 6

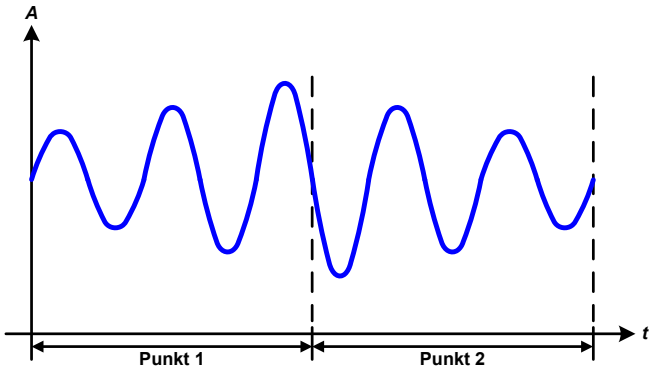
Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes aus 99:

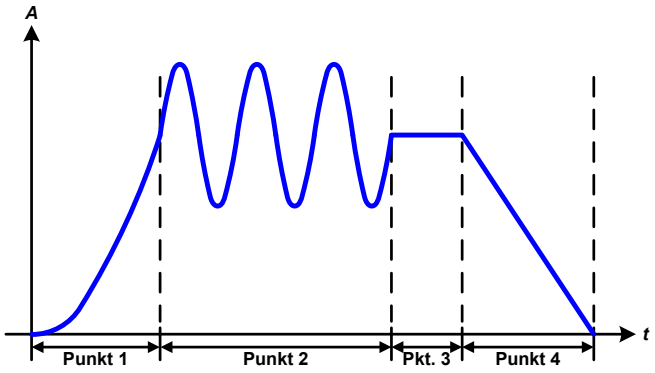
Ähnlich Beispiel 3, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Diese sind hier bei Start und Ende ungleich. Generiert wird eine Rampe mit ansteigendem Verlauf.

Durch Aneinanderreihung mehrerer unterschiedlich konfigurierter Sequenzpunkte können komplexe Abläufe erzeugt werden. Dabei kann der Arbiträrgenerator durch geschickte Konfiguration die anderen Funktionen wie Dreieck, Sinus, Rechteck oder Trapez nachbilden und somit z. B. eine Sequenz aus Rechteck-Funktionen mit unterschiedlichen Amplituden bzw. Duty Cycles pro Sequenz erzeugen.

Bildliche Darstellungen:







Anwendungen und Resultate:

Beispiel 7

Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes aus 99:

Ein Sequenzpunkt, konfiguriert wie in Beispiel 3, läuft ab. Da die Einstellungen vorgeben, daß der End-Offset (DC) größer ist als der Start-Offset, springt der Anfangswert des zweiten Ablaufs der Sequenz auf denselben Anfangswert zurück wie beim ersten Ablauf, ganz gleich wo der erzeugte Wert der Sinuswelle am Ende des ersten Ablaufs war. Das erzeugt eine gewisse Verzerrung im Gesamtablauf (rote Markierung) und kann nur mit dementsprechend sorgsam gewählten Einstellwerten kompensiert werden.

Beispiel 8

Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten aus 99:

Zwei Sequenzpunkte laufen hintereinander ab. Die erste erzeugt einen sinusförmigen Verlauf mit größer werdender Amplitude, die zweite einen mit kleiner werdender Amplitude. Zusammen ergibt sich der links gezeigte Verlauf. Damit die Sinuswelle mit der höchsten Amplitude in der Mitte der Gesamtkurve nur einmal auftaucht, darf die Start-Amplitude (AC) des zweiten Sequenzpunktes nicht gleich der End-Amplitude (AC) des ersten sein oder der erste müßte mit der positiven Halbwelle enden sowie der zweite mit der negativen beginnen, wie links gezeigt.

Beispiel 9

Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten aus 99:

Punkt 1: 1/4 Sinuswelle (Winkel = 270°)

Punkt 2: 3 Sinuswellen (Verhältnis Frequenz zu Sequenzzeit 1:3)

Punkt 3: Horizontale Rampe (f = 0)

Punkt 4: Abfallende Rampe (f = 0)

3.10.10.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

Die manuell am Gerät konfigurierbaren 99 Punkte der Arbiträrfunktion, die auf Spannung U oder Strom I anwendbar ist, können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes auf einen USB-Stick (FAT32-formatiert) gespeichert oder von diesem geladen werden. Dabei gilt, daß beim Speichern immer alle 99 Punkte in eine Textdatei vom Typ CSV gespeichert werden, beim Laden umgekehrt genauso.

Für das Laden einer Sequenzpunkttabelle für den Arbiträr-Generator gelten folgende Anforderungen

- Die Tabelle muß genau 99 Zeilen mit jeweils 8 aufeinanderfolgenden Werten (8 Spalten) enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Das zu verwendende Spaltentrennzeichen (Semikolon, Komma) wird über die Einstellung „USB-Trennzeichenformat“ festgelegt und bestimmt auch das Dezimaltrennzeichen (Komma, Punkt)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß
- Der Dateiname muß immer mit WAVE_U oder WAVE_I beginnen (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Alle Werte in jeder Spalte und Zeile müssen den Vorgaben entsprechen (siehe unten)
- Die Spalten der Tabelle haben eine bestimmte Reihenfolge, die nicht geändert werden darf

Für die Tabelle ist folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenamung wie bei Excel), in Anlehnung der Einstellparameter, die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträrgenerator festgelegt werden können:

Spalte	Parameter	Wertebereich
A	AC Startamplitude	0...50% U o. I
B	AC Endamplitude	0...50% U o. I
C	Startfrequenz	0...10000 Hz
D	Endfrequenz	0...10000 Hz
E	AC Startwinkel	0...359°
F	DC Startoffset	0...(Nennwert von U oder I) - Startamplitude AC
G	DC Endoffset	0...(Nennwert von U oder I) - Endamplitude AC
H	Sequenzpunktzeit in µs	100...36.000.000.000 (36 Mrd. µs)

Für eine genauere Beschreibung der Parameter und der Arbiträrfunktion siehe *„3.10.10. Arbiträr-Funktion“.*

Beispiel-CSV:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	20,00	30,00	5	5	90	50,00	50,00	50000000
2	30,00	20,00	5	5	90	50,00	50,00	30000000
3	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
4	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
5	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
6	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000

In dem Beispiel sind nur die ersten zwei Sequenzpunkte konfiguriert, die anderen stehen alle auf Standardwerten. Diese Tabelle könnte für z. B. ein Modell EL 9080-1530 B über eine WAVE_U für die Spannung oder eine WAVE_I für den Strom geladen werden, weil sie für beide paßt. Die Benamung ist jedoch durch einen Filter eindeutig gemacht, das heißt man kann nicht Arbiträr --> U wählen im Funktionsgeneratormenü und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

► So laden Sie eine Sequenzpunkttabelle von einem USB-Stick:

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Funkt.Generator -> Arbiträr -> U / I, um zur Hauptseite der Sequenzauswahl zu gelangen, wie rechts gezeigt.
3. Tippen Sie auf

, dann

und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei (siehe Pfad und Dateibenamung oben) gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei mit ☑ ausgewählt werden muß.
4. Tippen Sie unten rechts auf

. Die gewählte Datei wird nun überprüft und, sofern in Ordnung, geladen. Bei Formatfehlern wird eine entsprechende Meldung angezeigt. Dann muß die Datei korrigiert und der Vorgang wiederholt werden.

► **So speichern Sie die 99 Sequenzpunkte vom Gerät auf einen USB-Stick:**

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Funkt.Generator -> Arbiträr -> U / I
3. Tippen Sie auf

, dann

. Sie werden aufgefordert, den USB-Stick einzustecken. Das Gerät sucht daraufhin nach dem Ordner HMI_FILES auf dem Speicherstick und nach eventuell schon vorhandenen WAVE_U- bzw. WAVE_I-Dateien und listet gefundene auf. Soll eine vorhandene Datei mit den zu speichernden Daten überschrieben werden, wählen Sie diese mit ✔ aus, ansonsten wählen Sie -NEW FILE-.
4. Speichern dann mit

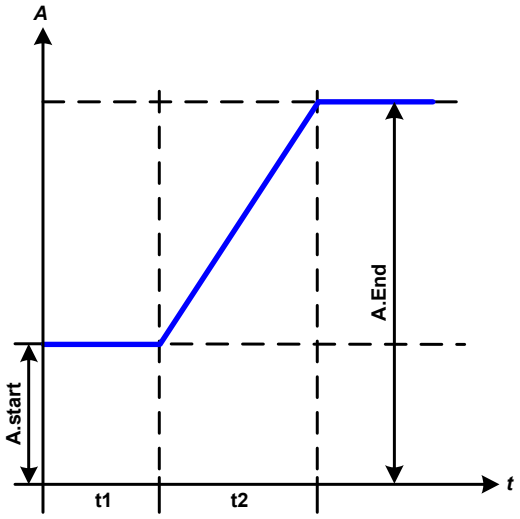
.

3.10.11 Rampen-Funktion

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ustart / Istart	0...Nennwert von U, I	Startwert (U,I)
Uend / Iend	0...Nennwert von U, I	Endwert (U, I)
t1	0,1 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden Flanke des Rampensignals
t2	0,1 ms...36000 s	Anstiegszeit des Rampensignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Diese Funktion generiert eine ansteigende oder abfallende Rampe zwischen Startwert und Endwert über die Zeit t2. Die andere Zeit t1 dient zur Festlegung einer Verzögerung, bevor die Rampe startet.

Die Funktion läuft einmal ab und bleibt dann am Endwert stehen. Um eine sich wiederholende Rampe zu erreichen, müßte die Trapezfunktion benutzt werden (siehe *3.10.8*).

Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Wertes I bzw. U, der den Startwert vor dem Beginn der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem A.start einzustellen, es sei denn, die Quelle soll vor dem Beginn der Rampenzeit t1 noch nicht belastet werden. Hier müßte man dann den statischen Wert auf 0 einstellen.

> ! *10h nach Erreichen des Rampen-Endes stoppt die Funktion automatisch (I = 0 A bzw. U = 0 V), sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.*

3.10.12 UI- und IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)

Die UI-Funktion bzw. die IU-Funktion bietet dem Anwender die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der DC-Eingangsspannung einen bestimmten DC-Strom bzw. in Abhängigkeit vom DC-Eingangsstrom eine bestimmte DC-Eingangsspannung zu setzen. Dazu muß eine Tabelle geladen werden, die genau 4096 Werte enthält, welche sich auf den gemessenen Eingangsstrom oder die gemessene Eingangsspannung im Bereich 0...125% I_{Nenn} bzw. U_{Nenn} aufteilen. Diese Tabelle kann entweder von einem USB-Stick über die frontseitige USB-Buchse des Gerätes oder per Fernsteuerung (ModBus RTU-Protokoll oder SCPI) in das Gerät geladen und dann angewendet werden. Es gilt:

UI- Funktion: U = f(I)

IU-Funktion: I = f(U)

Bei der **UI-Funktion** ermittelt der Meßkreis des Gerätes den Wert des DC-Eingangsstromes. Zu jedem der 4096 möglichen Meßwerte des Eingangsstromes ist in der UI-Tabelle ein Spannungswert hinterlegt, der vom Anwender beliebig zwischen 0 und Nennwert festgelegt werden kann. Die Werte in der vom USB-Stick geladenen Tabelle werden hier immer als Spannungswerte interpretiert, selbst wenn sie vom Anwender als Stromwerte berechnet und dann fälschlicherweise als UI-Tabelle geladen wurden.

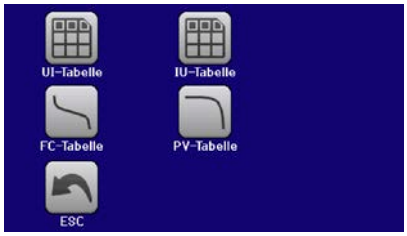
Bei der **IU-Funktion** ist die Zuordnung von Meßwert zum aus der Tabelle entnommenen Wert genau andersherum als bei der UI-Funktion, das Verhalten jedoch das gleiche.

Man könnte somit das Verhalten der Last bzw. die DC-Strom- und -Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von der Eingangsspannung steuern und Lastsprünge erzeugen.

!	*Beim Laden einer Tabelle vom USB-Stick werden nur Textdateien vom Typ CSV akzeptiert. Die Tabelle wird beim Laden auf Plausibilität überprüft (Werte nicht zu groß, Anzahl der Werte korrekt) und eventuelle Fehler gemeldet und dann die Tabelle nicht geladen.*

⚠	Die 4096 Werte innerhalb der Tabelle werden auf korrekte Anzahl und Wertebereich hin untersucht. Würde man alle Werte in einem Diagramm darstellen, ergäbe sich eine bestimmte Kurve, die auch sehr starke Sprünge von Strom oder Spannung vom einem Wert zum nächsten enthalten könnte. Das kann zu Komplikationen bei der Belastung einer Quelle führen, wenn z. B. der interne Spannungsmeßwert der elektronischen Last leicht schwankt und dazu führt, daß die Last ständig zwischen zwei Stromwerten aus der Tabelle hin und her pendelt, wo im ungünstigsten Fall der eine 0 A ist und der andere Maximalstrom.

3.10.12.1 Laden von UI- und IU-Tabellen über USB



Die sogenannten UI- oder IU-Tabellen können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes und einen handelsüblichen USB-Stick (FAT32-formatiert) geladen werden. Um dies tun zu können, muß die zu ladende Datei bestimmten Vorgaben entsprechen:

- Der Dateiname startet immer mit IU oder UI (Groß-/Kleinschreibung egal), jenachdem für welche der beiden Funktionen Sie eine Tabelle laden
- Die Datei muß eine Textdatei vom Typ CSV sein und darf nur eine Spalte mit genau 4096 Werten (ohne Lücken) enthalten
- Keiner der 4096 Werte darf den Nennwert überschreiten, also wenn Sie z. B. ein 80 V-Modell haben und laden eine UI-Tabelle mit Spannungswerten, darf keiner größer als 80 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben, das der Wahl des Einstellparameters “USB Trennzeichenformat“ entspricht („Standard“: Trennzeichen = Semikolon, Dezimaltrennzeichen = Komma)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß

Werden die oben genannten Bedingungen nicht eingehalten, meldet das Gerät das mittels entsprechender Fehlermeldungen und akzeptiert die Datei nicht. Es ist auch nicht möglich, eine UI-Tabelle zu laden, deren Dateiname mit IU oder anders beginnt, weil die Zuordnung nicht paßt. Ein Stick kann natürlich mehrere UI- oder IU-Tabellen als verschiedentlich benamte Dateien enthalten, aus denen eine ausgewählt werden kann.

► So laden Sie eine UI- oder IU-Tabelle von einem USB-Stick:

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Funkt.Generator -> XY-Tabelle
3. Wählen Sie im nächsten Fenster die gewünschte Funktion mit „UI-Tabelle“ oder „IU-Tabelle“ aus.
4. Konfigurieren Sie ggf. noch zusätzliche Grenzen für U, I und P.
5. Betätigen Sie das Bedienfeld

und stecken Sie nach Aufforderung den USB-Stick ein, um eine kompatible Datei aus eventuell mehreren auszuwählen
6. Falls die Datei nicht akzeptiert wird, entspricht sie nicht den Anforderungen. Dann korrigieren und wiederholen.
7. Wird die Datei akzeptiert und erfolgreich geladen, werden Sie nach dem Laden aufgefordert, den Stick zu entfernen.
8. Laden Sie die Funktion mit

, um Sie dann zu starten und zu bedienen wie gewohnt (siehe auch *„3.10.4.1. Auswahl und Steuerung einer Funktion“).*

3.10.13 Batterietest-Funktion

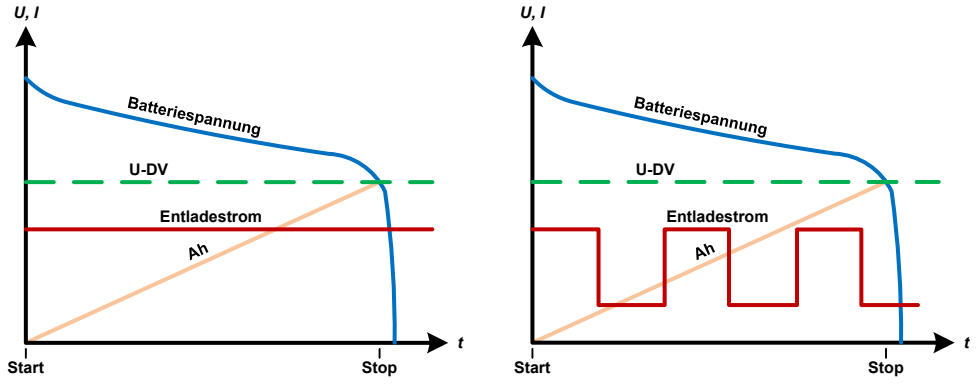
Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Diese Funktion ist so wie unten beschrieben nur über manuelle Bedienung am HMI verfügbar, kann aber wie die anderen Funktionen über den Arbiträrgenerator in Fernsteuerung nachgebildet werden. Es stehen dann jedoch die sonst vom Gerät ermittelten und angezeigten Arbeitswerte wie die Testzeit, entnommene Batteriekapazität in Ah oder Energie (Wh) nicht zur Verfügung. Diese können durch eine steuernde Software und deren eigene Zeitzählung sowie Istwerterfassung ergänzend berechnet werden.

Der Batterietest wird üblicherweise auf den DC-Eingangsstrom angewendet und kann wahlweise „**Statisch**“ (**konstanter Strom**) oder „**Dynamisch**“ (**gepulster Strom**) ablaufen. Beim statischen Betrieb können die Einstellwerte für die Leistung und den Widerstand bei entsprechender Konfiguration den Funktionsablauf auch auf Konstantleistung (CP) oder Konstantwiderstand (CR) bringen. Wie beim normalen Betrieb der Last bestimmen die gesetzten Werte, welche Regelungsart (CC, CP oder CR) sich ergibt. So muß bzw. sollte für CP-Betrieb der Strom auf Maximum gestellt und der Widerstandsmodus ausgeschaltet werden. Ebenso müssen bzw. sollten dann für CR-Betrieb die Werte für Strom (I) und Leistung (P) auf Maximum gestellt werden.

Beim dynamischen Modus gibt es auch einen einstellbaren Leistungswert. Dieser kann aber nicht genutzt werden, um den dynamischen Batterietest mit gepulster Leistung ablaufen zu lassen. Zumindest jedoch könnte das Ergebnis anders aussehen als erwartet. Es wird daher empfohlen, diesen Wert immer hoch genug einzustellen, damit er den Test mit gepulstem Strom, d. h. die dynamische Batterietest-Funktion nicht stört.

Was bei trägen Blei-Batterien kaum ein Problem darstellt, bei empfindlichen Lithium-Ionen-Batterien aber ein wichtiges Kriterium ist: die **Reaktionszeit** zwischen Erreichen der Schwelle U-DV und dem Stopp des Test, d. h. Abschalten des DC-Eingangs. Diese ist nicht einstellbar und fast 0, praktisch aber 5-20 Millisekunden. Bei Batterietests mit hohen Pulsströmen könnte es vorkommen, daß die Batteriespannung durch die pulsartige Belastung kurz unter die Schwelle U-DV gelangt und dann sofort abgeschaltet wird. Daher sollt hier die U-DV entsprechend höher eingestellt werden.

Grafische Verdeutlichung beider Modi:



Statisch Dynamisch

3.10.13.1 Parameter für den statischen Batterietest

Folgende Parameter können für die statische Batterietest-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I	0...Nennwert von I	Maximaler Entladestrom in A
P	0...Nennwert von P	Maximale Entladeleistung in W
R	Min..max. Nennwert von R	Maximaler Entladewiderstand in Ω (kann deaktiviert werden --> „AUS“)

3.10.13.2 Parameter für den dynamischen Batterietest

Folgende Parameter können für die dynamische Batterietest-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I_1	0...Nennwert von I	Unterer bzw. oberer Stromwert für gepulsten Betrieb (der höhere Einstellwert von beiden wir automatisch der obere)
I_2	0...Nennwert von I	
P	0...Nennwert von P	Maximale Entladeleistung in W
t_1	1 s ... 36000 s	t1 = Zeit für den oberen Stromwert (Puls) t2 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)
t_2	1 s ... 36000 s	

3.10.13.3 Andere Parameter

Diese Parameter sind in beiden Modi verfügbar, jedoch mit getrennten Einstellwerten.

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Entlade-Spannung	0...Nennwert von U	Variable Entladeschlußspannung, eine Schwelle, bei deren Unterschreiten der Test automatisch stoppt (ist verknüpft mit der Batteriespannung am DC-Eingang der Last)
Entladezeit	0...10 h	Maximale Testzeit, nach welcher der Test automatisch stoppt
Entlade-Kapazität	0...99999 Ah	Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann
Aktion	KEINE, SIGNAL, Test-Ende	Legt für die Parameter „Entladezeit“ und „Entlade-Kapazität“ fest, was bei Erreichen der Werte der beiden Parameter geschehen soll: **KEINE** = Nichts passiert, Test läuft weiter **SIGNAL** = Der Text „Zeit-Limit“ erscheint in der Anzeige, der Test läuft weiter **Test-Ende** = Der Test stoppt
USB-Logging aktivieren	ein/aus	Aktiviert durch Setzen des Hakens das USB-Logging, das Daten während des Batterietests aufzeichnet, falls ein korrekt formatierter USB-Stick in der frontseitigen USB-Buchse eingesteckt ist. Die Daten haben ein etwas anderes Format als die des „normalen“ USB-Logging.
Logging-Intervall	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	Legt den Schreibzyklus für das USB-Logging fest

3.10.13.4 Anzeigewerte

Während der Test läuft zeigt die Anzeige des Gerätes folgende Werte an:

- Aktuelle Batteriespannung in V
- Aktueller Entladestrom in A
- Ist-Leistung in W
- Entladeschlußspannung U_{DV} in V
- Entnommene Kapazität in Ah
- Entnommene Energie in Wh
- Testzeit in HH:MM:SS,MS
- Reglerstatus (CC, CP, CR)

3.10.13.5 Datenaufzeichnung

Für beide Modi „Statisch“ und „Dynamisch“ kann am Ende der Konfiguration für den Test das „USB-Logging“ aktiviert werden, welches standardmäßig ausgeschaltet ist. Ist es aktiviert und ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe *1.9.6.5*) im USB-Port am Bedienteil gesteckt, zeichnet das Gerät für die Testdauer Meßwerte im festgelegten Intervall auf. Dies wird in der Anzeige durch ein kleines Diskettensymbol markiert. Die aufgezeichneten Daten liegen nach Beendigung des Tests als Textdatei (CSV-Format) vor.

Aufbau der Logdatei:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Static:Uset	Iset	Pset	Rset	DV	DT	DC
2	0,00V	0,00A	1200W	OFF	0,00V	10:00:00	99999,00Ah
3							
4	Uactual	Iactual	Pactual	Ah	Wh	Time	
5	0,34V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:00,800	
6	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:01,800	
7	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:02,800	
8	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:03,800	

Static = Aktueller Modus
Iset = Max. Strom
Pset = Max. Leistung
Rset = Gewünschter Widerstand
DV = Entlade-Spannung
DT = Entladezeit
DC = Entlade-Kapazität
U/I/Pactual = Istwerte
Ah = Entnommene Kapazität
Wh = Entnommene Energie

Unabhängig davon wie das Zeitintervall für die Aufzeichnung eingestellt wurde, das Gerät berechnet die beiden Werte „Ah“ und „Wh“ immer nur einmal pro Sekunde. Bei Intervallzeit < 1 s können somit mehrere gleiche Werte im CSV erscheinen.

3.10.13.6 Abbruchbedingungen

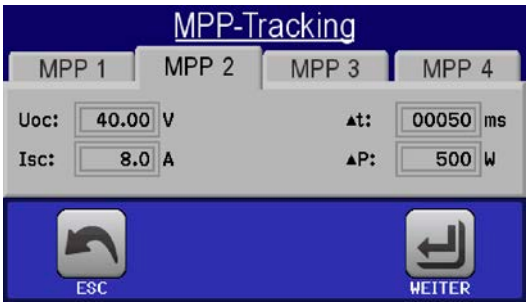
Der Ablauf der Batterietest-Funktion kann gewollt oder ungewollt gestoppt werden durch:

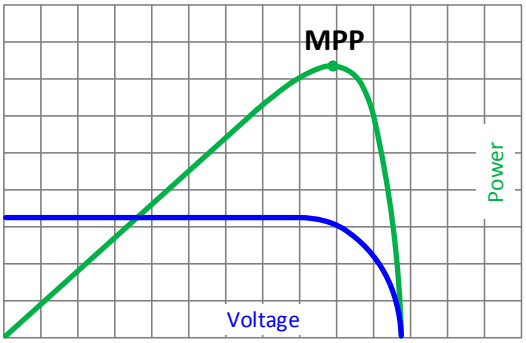
- Manuelle Betätigung des Bedienfeldes STOP in der Anzeige
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- Erreichen der eingestellten max. Testzeit, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Erreichen des eingestellten max. Ah-Wertes, wenn dafür Aktion = Test-Ende eingestellt ist
- Unterschreiten der Entladeschlußspannung U_{DV}, was gleichbedeutend ist mit jeder Art von Spannungsabfall am DC-Eingang, egal wodurch verursacht

Nach einem automatischen Stopp, bedingt durch einer der genannten Gründe, kann der Test nicht sofort erneut gestartet oder fortgeführt werden, sondern nur nach erneutem Durchlauf der Konfiguration, erreichbar über Bedienfeld ZURÜCK.

3.10.14 MPP-Tracking-Funktion

Das MPP im Namen der Funktion steht für „maximum power point“, also für den Punkt an dem die Leistung eines Solarpaneels am höchsten ist. Siehe Prinzipdarstellung rechts. Diesen Punkt versuchen sog. Solarwechselrichter durch einen Suchvorgang (engl. „tracking“) zu finden und zu halten. Die elektronische Last simuliert dieses Verhalten durch eine Funktion und kann somit dem Test von Solarpaneelen dienen, ohne einen Solarwechselrichter betreiben zu müssen, der aufgrund seines Aufbaus am AC-Ausgang wiederum eine Last bräuchte.





Dabei kann die Last in allen für die Funktion verfügbaren Parametern beliebig variiert werden und zwecks Datenerfassung eine Reihe von Meßwerten herausgeben (nur auslesbar über digitale Schnittstelle). Diese Meßwerte stellen 100 Punkte auf der U/I-Kurve dar, auf welcher sich der MPP befindet. Alternativ können auch DC-Eingangswerte wie Strom und Spannung am Gerät auf USB-Stick aufgezeichnet werden. Die Last ist dadurch flexibler einsetzbar als ein Solarwechselrichter, weil dessen DC-Eingangsbereich eingeschränkt ist.

Die MPP-Tracking-Funktion bietet vier Modi zur Auswahl. Die Eingabe von Werten erfolgt hier nur über Direkteingabe per Touchscreen.

3.10.14.1 Modus MPP1

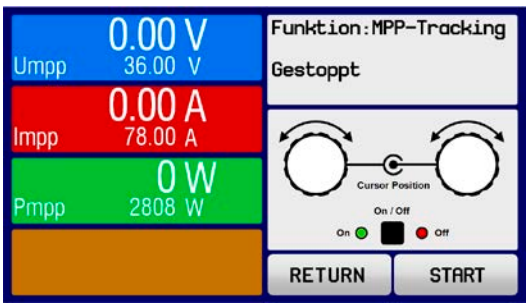
Dieser Modus wird auch „MPP finden“ genannt. Er ist die einfachste Möglichkeit, ein MPP-Tracking durchzuführen. Benötigt werden dazu nur drei Parameter. Der Wert U_{OC} ist erforderlich, damit das Tracking den MPP schneller finden kann als wenn die Last bei 0 V oder Nennspannung starten würde. Trotzdem startet sie leicht oberhalb des eingegebenen U_{OC}-Wertes. I_{SC} wiederum dient als obere Grenze für den Strom, weil eine elektronische Last die Spannung nach unten hinten nur begrenzen kann, indem sie den Innenwiderstand verringert und somit den Strom erhöht.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP1** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP

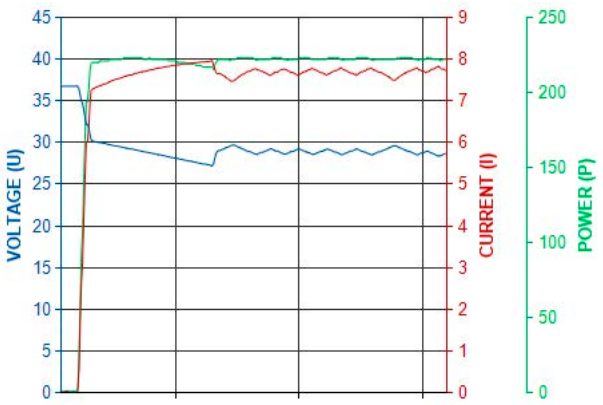
Anwendung und Resultat:

Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben. Die Dauer eines Trackingvorgangs hängt dabei maßgeblich vom Parameter Δt ab. Bei den minimal setzbaren 5 ms ergeben sich aber bereits mehrere Sekunden Suchzeit.



3.10.14.2 Modus MPP2

Dieser Modus simuliert das eigentliche Trackingverhalten eines Solarwechselrichters, indem der Funktionsablauf nach dem Finden des MPP nicht gestoppt, sondern um den MPP herum geregelt wird. Das geschieht, der Natur eines Solarpaneels geschuldet, immer unterhalb des MPP. Nach Erreichen des MPP sinkt die Spannung zunächst und somit auch die Leistung. Der zusätzliche Parameter **ΔP** definiert, wie weit die Leistung absinken darf, bevor die Richtung der Spannungsänderung wieder umgekehrt und der MPP erneut angefahren wird. Spannung und Strom resultieren dadurch in einen zickzackförmigen Verlauf.



Eine typische Darstellung des Verlaufs ist im Bild rechts zu sehen. Durch einen kleinen ΔP-Wert erscheint die Leistungskurve fast linear. Die Last arbeitet dann immer nah am MPP.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP2** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...Nennwert von U	Leerlaufspannung des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W...0,5 P_{Nenn}	Regeltoleranz unter dem MPP

3.10.14.3 Modus MPP3

Auch genannt „Fast track“ (schnelles Finden), ist dieser Modus ähnlich Modus MPP2, aber ohne die anfängliche Suche des MPP, da dieser anhand der Benutzervorgaben (U_{MPP}, P_{MPP}) direkt angefahren wird. Dies kann helfen, falls die MPP-Werte des zu testenden Prüflings bekannt sind, die Zeit der Suche nach dem MPP einzusparen. Das restliche Verhalten ist wie bei Modus MPP2. Während und nach dem Ablauf der Funktion werden die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP auf der Anzeige ausgegeben.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP3** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{MPP}	0...Nennwert von U	Spannung im MPP
I_{SC}	0...Nennwert von I	Kurzschlußstrom des Solarpanels, an dem die Last angeschlossen ist
P_{MPP}	0...Nennwert von P	Leistung im MPP
Δt	5 ms...65535 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W...0,5 P_{Nenn}	Regeltoleranz unterhalb des MPP

3.10.14.4 Modus MPP4

Dieser Modus bietet kein Tracking im Sinne der anderen Modi, dient aber durch eine benutzerdefinierbare Kurve zur gezielten Auswertung. Der Anwender kann bis zu 100 Punkte auf einer beliebigen Spannungskurve vorgeben und alle oder Teile der 100 Punkte abfahren lassen. Die Punkte lassen sich auch von USB-Stick laden bzw. auf einen speichern. Zwischen zwei Punkten vergeht die einstellbare Zeit Δt, der Durchlauf der definierten Punkte kann 0-65535 mal wiederholt werden. Nach Ende der Funktion stoppt sie automatisch mit ausgeschaltetem DC-Eingang und stellt dann pro benutzerdefiniertem Kurvenpunkt einen Meßwertsatz (Istwerte U, I, P) zur Verfügung. Außerdem werden die Werte des Datensatzes mit der höchsten Ist-Leistung auf der Anzeige ausgegeben. Geht man dann auf dem Bildschirm ZURÜCK, können die erfaßten Daten als Datei auf einen USB-Stick gespeichert werden. Alternativ ist nach dem Stopp der Funktion das Auslesen über digitale Schnittstelle möglich.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP4** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_1...U_{100}	0...Nennwert von U	Spannungwert für die bis zu 100 Punkte auf einer benutzerdefinierten Kurve
Start	1-100	Startpunkt für den Ablauf von x aus 100 aufeinanderfolgenden Punkten
Ende	1-100	Endpunkt für den Ablauf von x aus 100 aufeinanderfolgenden Punkten
Δt	5 ms...65535 ms	Zeit bis zum Anfahren des Spannungswertes des nächsten Punktes
Wdh.	0-65535	Anzahl der Wiederholungen des Durchlaufs von **Start** bis **Ende**

3.10.15 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

Der Funktionsgenerator ist fernsteuerbar, allerdings geschehen die Konfiguration und Steuern von Funktionen mittels einzelner Befehle prinzipiell anders als bei manueller Bedienung. Die externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise. Folgendes gilt generell:

- Der Funktionsgenerator ist nicht über die analoge Schnittstelle fernbedienbar
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, wenn der sog. Widerstands-Betrieb (R-Modus) aktiviert wurde
- Einige Funktionen basieren auf dem Arbiträrgenerator, andere auf dem XY-Generator. Daher sind beide getrennt zu bedienen
- Die Funktion „Batterietest“ ist nicht für Fernsteuerung verfügbar

3.11 Weitere Anwendungen

3.11.1 Parallelschaltung

Es ist nicht vorgesehen, mehrere Schränke parallelzuschalten. Es wird von den Geräten auch nicht unterstützt. Im Fall, daß für eine Anwendung die Leistung nicht ausreichen sollte, können bestimmte Modelle um eine Einheit erweitert werden. Siehe dazu *„1.9.5. Optionen“* und *„2.3.16. Hinzufügen von neuen Einheiten“*. Für andere Lösungen kontaktieren Sie bitte unseren Support. Kontaktdetails finden Sie in *„6. Service & Support“*.

3.11.2 Reihenschaltung

Reihenschaltung ist keine zulässige Betriebsart von elektronischen Lasten und darf daher unter keinen Umständen so verbunden und betrieben werden!

4. Weitere Informationen

4.1 Besonderheiten beim Master-Slave-Betrieb

Die Einheiten im Schrank arbeiten im Master-Slave-Betrieb und dadurch können zusätzliche Problemsituationen entstehen, die beim Betrieb außerhalb von Master-Slave nicht auftreten können. Es wurden für solche Fälle folgende Festlegungen getroffen:

- Falls ein oder mehrere Slave-Einheiten DC-seitig ausfallen (Defekt, Überhitzung) schaltet die Master-Einheit den Leistungsausgang des Systems aus. Dann ist Interaktion durch Bedienpersonal erforderlich.
- Falls ein oder mehrere Slave-Einheiten AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr normalerweise automatisch wieder als Slaves eingebunden. Sollte das nicht geschehen, kann bzw. muß die Initialisierung des MS-Systems manuell gestartet werden.
- Falls die Master-Einheit ausfällt oder wegen eines Defekts bzw. Überhitzung den DC-Eingang abschaltet, bringt der gesamte Schrank keine Leistung mehr.
- Falls die Master-Einheit AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MS-System neu und bindet alle erkannten Slaves ein. In diesem Fall kann MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software die Master-Einheit überwacht und steuert.

In Situationen wie OV oder PF gilt Folgendes:

- Jeder Gerätealarm kann von einer Slave-Einheit oder von der Master-Einheit selbst erzeugt werden, wobei die Slave-Einheiten nichts anzeigen können und die Master-Einheit nur allgemein, daß ein Alarm aufgetreten ist, aber nicht, durch welche Einheit im Schrank verursacht. Das kann nur durch softwaremäßige Überwachung aller Slave-Einheiten über deren USB-Schnittstelle eindeutig herausgefunden werden, da jede Einheit einen eigenen Alarmzähler hat.
- Bei mehreren gleichzeitig auftretenden Alarmen zeigt der Master nur den zuletzt aufgetretenen in der Anzeige, während der auslesbare Alarmzähler alle erfaßt.
- Alle Einheiten im Schrank überwachen ihre eigenen Werte hinsichtlich Überstrom (OCP) und anderer Schwellen und Slave-Einheiten melden Alarme an die Master-Einheit. Es kann daher auch vorkommen, hauptsächlich wenn durch irgendeinen Grund der Strom zwischen den Geräten nicht gleichmäßig aufgeteilt ist, daß ein Gerät bereits OCP meldet auch wenn die globale OCP-Schwelle des Schrankes - wie an der Master-Einheit eingestellt - noch gar nicht erreicht wurde. Das Gleiche gilt für OPP.

5. Instandhaltung & Wartung

5.1 Wartung / Reinigung

Die Geräte erfordern keine Wartung. Reinigung kann, jenachdem in welcher Umgebung sie betrieben werden, früher oder später für die internen Lüfter nötig sein. Diese dienen zur Kühlung der internen Komponenten, die durch die zwangsweise entstehende, hohe Verlustleistung erhitzt werden. Stark verdreckte Lüfter können zu unzureichender Luftzufuhr führen und damit zu vorzeitiger Abschaltung des DC-Eingangs wegen Überhitzung bzw. zu vorzeitigen Defekten.

Die Reinigung der internen Lüfter kann mit einem Staubsauger oder ähnlichem Gerät erfolgen. Sie befinden sich vorn in den Einheiten, jeweils hinter der Frontplatte. Für die Reinigung kann das Gerät an der Vorderseite geöffnet werden.

5.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur

Im Fall, daß sich das Gerät plötzlich unerwartet verhält, was auf einen möglichen Defekt hinweist, oder es einen offensichtlichen Defekt hat, kann und darf es nicht durch den Anwender repariert werden. Konsultieren Sie bitte im Verdachtsfall den Lieferanten und klären Sie mit ihm weitere Schritte ab.

Üblicherweise wird es dann nötig werden, das Gerät an den Hersteller zwecks Reparatur (mit Garantie oder ohne) einzuschicken. Im Fall, daß eine Einsendung zur Überprüfung bzw. Reparatur ansteht, stellen Sie sicher, daß...

- Sie vorher Ihren Lieferanten kontaktiert und mit ihm abgeklärt haben, wie und wohin das Gerät geschickt werden soll
- es in zusammengebautem Zustand (kompletter Schrank) oder zerlegtem Zustand (Einheiten entnommen und separat) sicher für den Transport verpackt wird
- mit dem Gerät zusammen betriebene Optionen, wie z. B. ein digitales Schnittstellenmodul, mit dem Gerät eingeschickt werden, wenn sie mit dem Problemfall in Zusammenhang stehen.
- eine möglichst detaillierte Fehlerbeschreibung beiliegt.
- bei Einsendung zum Hersteller in ein anderes Land alle für den Zoll benötigten Papiere beiliegen.

5.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen

Im Fall, daß die Master-Einheit einen Alarm meldet bzw. plötzlich weniger Gesamtleistung zur Verfügung steht als vom Schrank zu erwarten könnte eine, vielleicht auch mehrere Netzsicherungen in einer der Einheiten defekt sein. Dieser Fall ist jedoch die Ausnahme. Meistens hat ein Ausfall einer Einheit den Defekten von anderen Bauteilen zur Ursache. Wenn man die betroffene Einheit lokalisiert hat, sie öffnet, aber keinen offensichtlichen Defekt vorfindet und die AC-Versorgung in Ordnung ist, könnte es reichen, eine Sicherung zu wechseln um das Problem zu beseitigen.

Die Absicherung einzelnen Einheiten erfolgt jeweils über sechs Stück 6,3x32 mm Schmelzsicherungen (T16 A, 500 V, Keramik), die sich im Gerät befinden. Zum Austausch der Sicherungen muß die Einheit zuerst von der AC-Versorgung getrennt, aus dem Schrank entnommen (siehe *„2.3.14. Entnahme von Einheiten“*) und dann geöffnet werden. Innen befinden sich 3 Leistungsmodule in schwarzen Plastikgehäusen, die jeweils zwei der genannten Sicherungen enthalten.

⚠	Das Öffnen des Gerätes und das Austauschen von Sicherungen darf nur durch technisch geschulte Personen erfolgen!

Benötigte Hilfsmittel: 1x Schraubendreher Torx 10, 1x flacher Schraubendreher ca. 5 mm, 1x Multimeter

►Schritt 1: So öffnen Sie die Einheit

1. Einheit am Netzschalter ausschalten und AC-Stecker abziehen. DC-Eingang von DC-Schiene trennen.
2. Einheit aus dem Schrank entnehmen . Siehe *„2.3.14. Entnahme von Einheiten“* für Einzelheiten.
3. Oberteil entfernen (5x Schraube hinten, 5x Schraube vorn, je 7x Schraube seitlich) mit Schraubendreher Torx und durch Hochdrücken (Finger in Anybus-Slot)
4. Obere Plastikabdeckung(en) der Leistungsmodule entfernen

►Schritt 2: So ersetzen Sie eine defekte Sicherung

1. Da normalerweise nicht bekannt ist, welche Sicherungen defekt sind, sollten alle geprüft werden. Die Sicherungen sind im Leistungsmodul an der vorderen Seitenwand (gesehen von der Vorderseite des Gerätes aus) angebracht und durch Weichplastikkappen abgedeckt.
2. Entfernen Sie die Weichplastikkappen der zu prüfenden Sicherung und hebeln Sie die Sicherung vorsichtig mit dem flachen Schraubendreher heraus und entnehmen Sie sie.

3. Prüfen Sie die Sicherung mit dem Multimeter auf Durchgang und falls Sie defekt ist, ersetzen Sie sie durch eine gleichen Typs (Abmessungen, Werte, Trägheit).
4. Wiederholen Sie Schritt 2 für alle weiteren Sicherungen

Nachdem die Sicherungen getauscht wurden und sofern kein weiterer Defekt vorliegt, kann das Gerät wieder verschlossen werden (Schritt 1 in umgekehrter Reihenfolge).

5.2.2 Firmware-Aktualisierungen

Firmware-Updates sollten nur dann durchgeführt werden, wenn damit Fehler in der bisherigen Firmware des Gerätes behoben werden können!

Die Firmwares der Bedieneinheit (HMI) der Master-Einheit, der Kommunikationseinheiten (KE) aller Einheiten im Schrank und der digitalen Regler (DR) ebenso aller Einheiten kann bzw. muß über die rückseitigen USB-Schnittstellen bei jeder Einheit separat aktualisiert werden. Dazu wird die Software „EA Power Control“ benötigt, die mit dem Gerät mitgeliefert wird, welche aber auch als Download von der Herstellerwebseite erhältlich ist, zusammen mit einer Firmware-Datei. Es wird empfohlen, die Firmwares aller Einheiten im Schrank stets auf demselben Stand zu halten.

5.3 Nachjustierung (Kalibrierung)

5.3.1 Einleitung

Diese Serie verfügt über eine Nachjustierungsfunktion, die im Rahmen einer Kalibrierung dazu dient, Abweichungen zwischen den Stellwerten und tatsächlichen Werten bis zu einem gewissen Grad zu kompensieren. Gründe, die eine Nachjustierung der Gerätestellwerte nötig machen, gibt es einige: Bauteilalterung, Bauteilverschleiß, extreme Umgebungsbedingungen, häufige Benutzung.

In einem Schrank befinden sich 3-6 Einheiten, von denen jede eine eigene Abweichung, eine Toleranz in positiver oder negativer Richtung haben kann. Daher ist es unerläßlich, die Einheiten einzeln nachzujustieren. Dies kann bei der Master-Einheit wie unten beschrieben geschehen, bei den Slave-Einheiten jedoch nur über eine Software (auf Anfrage erhältlich). Nachfolgend wird sich auf die Nachjustierung der Master-Einheit bezogen. Dies kann im eingebauten Zustand geschehen, wenn die Master-Einheit einzeln betrieben wird, d. h. alle Slave-Einheiten sind ausgeschaltet.

Um festzustellen, ob die zulässige Toleranz bei Stellwerten überschritten wurde, erfordert es präzise externe Meßgeräte, deren Meßfehler weitaus geringer sein muß, jedoch höchstens die Hälfte der Toleranz des Gerätes betragen darf. Erst dann kann ein Vergleich zwischen Stellwert und tatsächlichem Ausgangswert gezogen werden.

Wenn Sie z. B. den Strom einer Geräteeinheit EL 9080-510 3U (der Modellname der Einheiten ist auf der Vorderseite aufgedruckt) bei den max. 510 A kalibrieren wollten, wobei der Strom in den technischen Daten mit einem max. Fehler von 0,2% angegeben ist, dürfte der zu verwendende Meßshunt max. 0,1% Fehler haben, sollte jedoch möglichst noch besser sein. Auch und gerade bei hohen Strömen darf der Meßvorgang nicht zu lange dauern bzw. der Meßshunt nicht zu 100% belastet werden, weil er dann seinen max. Fehler voraussichtlich überschreiten wird. Bei z. B. 510 A wäre daher ein Shunt zu empfehlen, der für mindestens 25% mehr Strom ausgelegt ist.

Bei Strommessung über Shunts addiert sich außerdem der Fehler des Meßgeräts (Multimeter am Shunt) zu dem des Shunts. Die Summe der Fehler darf bzw. sollte die max. Fehlertoleranz des zu kalibrierenden Gerätes nicht überschreiten.

5.3.2 Vorbereitung

Für eine erfolgreiche Messung und Nachkalibrierung werden bestimmte Meßmittel und Umgebungsbedingungen benötigt:

- Ein Meßmittel (Multimeter) für die Spannungsmessung, das im Meßbereich, in dem die Nennspannung des EL-Gerätes zu messen ist, eine Fehlertoleranz besitzt, die maximal nur halb so groß ist wie die Spannungstoleranz der EL. Dieses Meßmittel kann eventuell auch für die Messung der Shuntspannung benutzt werden
- Falls der Strom zu kalibrieren ist: geeigneter Meßshunt, der für mindestens 125% des Maximalstromes der EL ausgelegt ist und der eine Fehlertoleranz besitzt, die maximal nur halb so groß ist wie die Stromfehlertoleranz der EL
- Normale Umgebungstemperatur von ca. 20-25 °C
- Eine einstellbare Spannungs- und Stromquelle, die mind. 102% Spannung und Strom der Maximalwerte des zu kalibrierenden EL-Gerätes liefern kann oder zwei einzelne Geräte und die abgeglichen ist

Vor Beginn des Kalibriervorgangs sind noch einige Maßnahmen zu treffen:

- Das EL-Gerät mit der Spannungs- / Stromquelle verbinden und mindestens 10 Minuten lang mit 50% Leistung warmlaufen lassen
- Für den Anschluß des Fernfühlungseingangs (SENSE) ein Verbindungskabel zum DC-Eingang vorbereiten, aber nicht stecken
- Jegliche Fernsteuerung beenden, Master-Slave deaktivieren, Gerät auf **U/I**-Modus stellen
- Shunt zwischen Quelle und elektronischer Last installieren und so plazieren, daß er durch Luftbewegung gekühlt wird, z. B. im Luftstrom, der aus der Quelle austritt und welcher nur mäßig warm sein dürfte. Der Shunt kommt so zusätzlich auf Betriebstemperatur.
- Geeignete Meßmittel am DC-Eingang und am Shunt anschließen, jenachdem ob zuerst Spannung oder Strom kalibriert werden soll

5.3.3 Abgleichvorgang

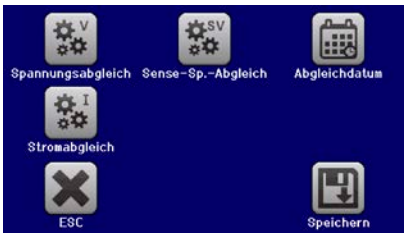
Nach der Vorbereitung kann der Abgleich starten. Wichtig ist jetzt die Reihenfolge. Generell müssen nicht immer alle drei Parameter abgeglichen werden, es wird aber empfohlen. Es gilt dabei:

> *Der Eingangsstrom sollte immer zuerst abgeglichen werden, weil dessen Sollwert im Spannungsabgleich eine Rolle spielt.*
> *Während die Eingangsspannung abgeglichen wird, darf der Fernfühlungseingang nicht verbunden sein.*

Die Erläuterung des Abgleichvorgangs erfolgt anhand der Beispiel-Einheit EL 9080-510 B. Andere Einheitenmodelle in anderen Schrankmodellen sind auf gleiche Weise zu behandeln, mit entsprechenden Werten für Spannung und Strom der Master-Einheit und auch der angeschlossenen Quelle.

5.3.3.1 Sollwerte

► So gleichen Sie die Spannung ab



1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung der EL, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der EL, hier ca. 25 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät nicht verbunden ist.
2. In der Anzeige der EL in das MENU wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann **Seite 7** und auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Spannungs-Abgleich**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER**. Das Gerät schaltet dann den DC-Eingang ein, belastet die Quelle und mißt die Eingangsspannung (**U-mon**).
4. Im nächsten Bildschirm ist eine manuelle Eingabe erforderlich. Geben Sie hier die mit dem externen Meßmittel gemessene Eingangsspannung bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein (vorher auf den Wert tippen) und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

► So gleichen Sie den Strom ab

1. Die Stromquelle auf etwa 102% Nennstrom der EL, in diesem Beispiel dann rechnerisch ca. 520 A einstellen. Die Spannung der Quelle auf etwa 10% der Nennspannung der EL, in diesem Beispiel also 8 V, einstellen und den Ausgang der Quelle einschalten.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“ und dort auf **Seite 7** auf **START**.
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Stromabgleich**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER.** Das Gerät schaltet dann den DC-Eingang ein, belastet die Quelle und mißt den Eingangsstrom (**I-mon**).
4. Im nächsten Bildschirm ist eine Eingabe erforderlich. Geben Sie hier den mit dem externen Meßmittel (Shunt) gemessenen Eingangsstrom bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

5.3.3.2 Fernfühlung abgleichen

Falls Fernfühlung (Sense) generell genutzt wird, sollte die Fernfühlungsspannung auch abgeglichen werden. Die Vorgehensweise ist dabei identisch mit dem Spannungsabgleich, außer daß hierbei der Fernfühlungseingang (Sense) mit dem DC-Eingang der EL polrichtig verbunden sein muß.

► So kalibrieren Sie die Sense-Spannung

1. Die Spannungsquelle auf etwa 102% Nennspannung des EL-Gerätes, in diesem Beispiel dann rechnerisch 81,6 V, einstellen und deren Ausgang einschalten. Die Strombegrenzung der Quelle auf 5% des Nennstromes der Last, hier ca. 25 A, einstellen. Prüfen Sie zu nochmals, daß für den Spannungsabgleich der Fernfühlungseingang (Sense) hinten am Gerät nicht verbunden ist.
2. In der Anzeige in das MENU wechseln, dann „**Allg. Einstellungen**“, dann **Seite 7** und auf **START**
3. In der folgenden Übersicht wählen: **Sense-Sp. abgleichen**, dann **Eingangsabgleich** und **WEITER.**
4. Im nächsten Bildschirm ist eine manuelle Eingabe erforderlich. Geben Sie hier die mit dem externen Meßmittel gemessene Fernfühlungsspannung bei **Messwert=** über die Zehnertastatur ein (vorher auf den Wert tippen) und vergewissern Sie sich, daß der Wert richtig eingegeben wurde. Dann mit **ENTER** bestätigen.
5. Wiederholen Sie Punkt 4. für die nächsten Schritte (insgesamt vier).

5.3.3.3 Anzeigewerte abgleichen

Die Vorgehensweise beim Abgleich der Istwerte für die Eingangsspannung, den Eingangsstrom und die Eingangsspannung bei Fernfühlungsbetrieb ist weitgehend identisch mit der für die Sollwerte. In den Untermenüs wird statt „**Eingangsabgleich**“ dann jeweils „**Anzeigeabgleich**“ gewählt. Der Unterschied zum Sollwerteabgleich ist, daß hier nichts eingegeben werden muß, sondern nur angezeigte Meßwerte bestätigt werden müssen, wie in der Anzeige dazu aufgefordert. Bitte beachten Sie, den angezeigten Meßwert immer erst nach etwa mindestens 2 Sekunden zu bestätigen, weil eine Einpendelung des Meßwertes gewartet wird.

5.3.3.4 Speichern und beenden

Zum Schluß kann noch über das Bedienfeld

das Datum des Abgleichs im Format JJJJ / MM / TT eingegeben und auch abgerufen werden.

Danach sollten die Abgleichwerte unbedingt noch mit dem Bedienfeld

gespeichert werden.

⚠	Verlassen des Abgleichmenüs ohne auf „Speichern und beenden“ zu tippen verwirft alle ermittelten Abgleichdaten und die Abgleichprozedur müßte wiederholt werden!

6. Service & Support

6.1 Reparaturen

Reparaturen, falls nicht anders zwischen Anwender und Lieferant ausgemacht, werden durch den Hersteller durchgeführt. Dazu muß das Gerät im Allgemeinen an den Hersteller eingeschickt werden. Es wird keine RMA-Nummer benötigt. Es genügt, das Gerät ausreichend zu verpacken, eine ausführliche Fehlerbeschreibung und, bei noch bestehender Garantie, die Kopie des Kaufbelegs beizulegen und an die unten genannte Adresse einzuschicken.

6.2 Kontaktmöglichkeiten

Bei Fragen und Problemen mit dem Betrieb des Gerätes, Verwendung von optionalen Komponenten, mit der Dokumentation oder Software kann der technische Support telefonisch oder per E-Mail kontaktiert werden.

Adressen	E-Mailadressen	Telefonnummern
EA Elektro-Automatik GmbH Helmholtzstr. 31-37 41747 Viersen Deutschland	Support: support@elektroautomatik.de Alle anderen Themen: ea1974@elektroautomatik.de	Zentrale: 02162 / 37850 Support: 02162 / 378566

Elektro-Automatik

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

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen

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

Elektro-Automatik

Operating Guide

EL 9000 B 15U/24U

Electronic DC load

Attention! This document is only valid for devices with TFT display and firmware “KE: 2.21”, “HMI: 2.12” and “DR: 1.6.5” or higher. For availability of updates for your device check our website or contact us.

Doc ID: EL9B15EN
Revision: 02
Date: 03/2018

TABLE OF CONTENTS

1 GENERAL

1.1 About this document ... 5
1.1.1 Retention and use ... 5
1.1.2 Copyright ... 5
1.1.3 Validity ... 5
1.1.4 Symbols and warnings ... 5
1.2 Warranty ... 5
1.3 Limitation of liability ... 5
1.4 Disposal of equipment ... 6
1.5 Product key ... 6
1.6 Intended usage ... 6
1.7 Safety ... 7
1.7.1 Safety notices ... 7
1.7.2 Responsibility of the user ... 8
1.7.3 Responsibility of the operator ... 8
1.7.4 User requirements ... 8
1.7.5 Alarm signals ... 9
1.8 Technical Data ... 9
1.8.1 Approved operating conditions ... 9
1.8.2 Control panel ... 9
1.8.3 Technical specifications ... 9
1.8.4 Views ... 13
1.8.5 Control elements ... 17
1.9 Construction and function ... 18
1.9.1 General description ... 18
1.9.2 Block diagram ... 18
1.9.3 Scope of delivery ... 19
1.9.4 Accessories ... 19
1.9.5 Options ... 19
1.9.6 The control panel (HMI) ... 20
1.9.7 USB port type B (rear side) ... 23
1.9.8 Interface module slot ... 23
1.9.9 Analog interface ... 23
1.9.10 Share bus connector ... 24
1.9.11 “Sense” connector (remote sensing) ... 24
1.9.12 Master-Slave bus ... 24

2 INSTALLATION & COMMISSIONING

2.1 Transport and storage ... 25
2.1.1 Transport ... 25
2.1.2 Storage ... 25
2.2 Unpacking and visual check ... 25
2.3 Installation ... 25
2.3.1 Safety procedures before installation and use ... 25
2.3.2 Preparation ... 25
2.3.3 Installing the device ... 26
2.3.4 Connection to AC supply ... 27
2.3.5 Connection to DC sources ... 28
2.3.6 Grounding of the DC input ... 30
2.3.7 Connecting the “Share” bus ... 30
2.3.8 Connection of remote sense ... 30
2.3.9 Installation of an interface module ... 31
2.3.10 Connecting the analog interface ... 31
2.3.11 Connecting the USB port (rear side) ... 31
2.3.12 Initial commission ... 32
2.3.13 Commission after a firmware update or a long period of non-use ... 32
2.3.14 Removing units ... 32
2.3.15 Inserting units ... 32
2.3.16 Adding new units ... 33
2.3.17 Emergency stop ... 33

3 OPERATION AND APPLICATION

3.1 Personal safety ... 34
3.2 Operating modes ... 34
3.2.1 Voltage regulation / Constant voltage ... 34
3.2.2 Current regulation / constant current / current limiting ... 35
3.2.3 Resistance regulation / constant resistance ... 35
3.2.4 Power regulation / constant power / power limitation ... 35
3.2.5 Dynamic characteristics and stability criteria ... 36
3.3 Alarm conditions ... 37
3.3.1 Power Fail ... 37
3.3.2 Overtemperature ... 37
3.3.3 Overvoltage protection ... 37
3.3.4 Overcurrent protection ... 37
3.3.5 Overpower protection ... 37
3.4 Manual operation ... 38
3.4.1 Switching on the device ... 38
3.4.2 Switching off the device ... 38
3.4.3 Configuration via MENU ... 38
3.4.4 Adjustment limits ... 48
3.4.5 Changing the operating mode ... 48
3.4.6 Manual adjustment of set values ... 49
3.4.7 Switching the main screen view ... 49
3.4.8 The meter bars ... 50
3.4.9 Switching the DC input on or off ... 50
3.4.10 Recording to USB stick (logging) ... 51
3.5 Remote control ... 52
3.5.1 General ... 52
3.5.2 Control locations ... 52
3.5.3 Remote control via a digital interface ... 52
3.5.4 Remote control via the analog interface (AI) ... 53
3.6 Alarms and monitoring ... 57
3.6.1 Definition of terms ... 57
3.6.2 Device alarm and event handling ... 57
3.7 Control panel (HMI) lock ... 60
3.8 Limits lock ... 60

3.9 Loading and saving a user profile 61
3.10 The function generator.....62
3.10.1 Introduction 62
3.10.2 General 62
3.10.3 Method of operation 63
3.10.4 Manual operation 63
3.10.5 Sine wave function 64
3.10.6 Triangular function..... 65
3.10.7 Rectangular function 65
3.10.8 Trapezoidal function 66
3.10.9 DIN 40839 function 66
3.10.10 Arbitrary function 67
3.10.11 Ramp function 71
3.10.12 UI and IU table functions (XY table)..... 71
3.10.13 Battery test function 73
3.10.14 MPP tracking function 75
3.10.15 Remote control of the function generator 77
3.11 Other applications.....78
3.11.1 Parallel operation in master-slave (MS).. 78
3.11.2 Series connection..... 78

4 OTHER INFORMATION

4.1 Special characteristics of master-slave operation 78

5 SERVICE AND MAINTENANCE

5.1 Maintenance / cleaning.....79
5.2 Fault finding / diagnosis / repair.....79
5.2.1 Replacing a defect mains fuse 79
5.2.2 Firmware updates 80
5.3 Calibration 81
5.3.1 Preface..... 81
5.3.2 Preparation..... 81
5.3.3 Calibration procedure..... 81

6 CONTACT AND SUPPORT

6.1 Repairs 83

1. General

1.1 About this document

1.1.1 Retention and use

This document is to be kept in the vicinity of the equipment for future reference and explanation of the operation of the device. This document is to be delivered and kept with the equipment in case of change of location and/or user.

1.1.2 Copyright

Reprinting, copying, also partially, usage for other purposes as foreseen of this manual are forbidden and breach may lead to legal process.

1.1.3 Validity

This manual is valid for the following equipment:

Model	Article nr.
EL 9080-1530 B 15U	33240600
EL 9200-630 B 15U	33240601
EL 9360-360 B 15U	33240602
EL 9500-270 B 15U	33240603
EL 9750-180 B 15U	33240604
EL 9080-2040 B 24U	33240605
EL 9200-840 B 24U	33240606
EL 9360-480 B 24U	33240607
EL 9500-360 B 24U	33240608
EL 9750-240 B 24U	33240609

Model	Article nr.
EL 9080-2550 B 24U	33240610
EL 9200-1050 B 24U	33240611
EL 9360-600 B 24U	33240612
EL 9500-450 B 24U	33240613
EL 9750-300 B 24U	33240614
EL 9080-3060 B 24U	33240615
EL 9200-1260 B 24U	33240616
EL 9360-720 B 24U	33240617
EL 9500-540 B 24U	33240618
EL 9750-360 B 24U	33240619

1.1.4 Symbols and warnings

Warning and safety notices as well as general notices in this document are shown in a box with a symbol as follows:

	Symbol for a life threatening danger
	Symbol for general safety notices (instructions and damage protection bans) or important information for operation
	Symbol for general notices

1.2 Warranty

EA Elektro-Automatik guarantees the functional competence of the applied technology and the stated performance parameters. The warranty period begins with the delivery of free from defects equipment.

Terms of guarantee are included in the general terms and conditions (TOS) of EA Elektro-Automatik.

1.3 Limitation of liability

All statements and instructions in this manual are based on current norms and regulations, up-to-date technology and our long term knowledge and experience. The manufacturer accepts no liability for losses due to:

- Usage for purposes other than designed
- Use by untrained personnel
- Rebuilding by the customer
- Technical changes
- Use of not authorized spare parts

1.4 Disposal of equipment

A piece of equipment which is intended for disposal must, according to European laws and regulations (ElektroG, WEEE) be returned to the manufacturer for scrapping, unless the person operating the piece of equipment or another, delegated person is conducting the disposal. Our equipment falls under these regulations and is accordingly marked with the following symbol:

1.5 Product key

Decoding of the product description on the label, using an example:

EL 9 080 - 3060 B 24U

24U	Construction: **15U / 24U** = Cabinet with 15 U or 24 U of effective height
B	**B** = Second generation
3060	Maximum current of the device in Ampere
080	Maximum voltage of the device in Volt
9	Series number: **9** = Series 9000
EL	Type identification: **EL** = Electronic Load, programmable **ELR** = Electronic Load with Recovery

1.6 Intended usage

The equipment is intended to be used, if a power supply or battery charger, only as a variable voltage and current source, or, if an electronic load, only as a variable current sink.

Typical application for a power supply is DC supply to any relevant user, for a battery charger the charging of various battery types and for electronic loads the replacement of an ohmic resistor by an adjustable DC current sink in order to load relevant voltage and current sources of any type.

- Claims of any sort due to damage caused by non-intended usage will not be accepted.
- All damage caused by non-intended usage is solely the responsibility of the operator.

1.7 Safety

1.7.1 Safety notices

Mortal danger - Hazardous voltage

- **Electrical equipment operation means that some parts can be under dangerous voltage. Therefore all parts under voltage must be covered!**
- **All work on DC connections must be carried out under zero voltage, i.e. DC input not connected to a source and may only be performed by qualified and informed persons. Improper actions can cause fatal injury as well as serious material damage.**
- **Never touch AC cables or AC connectors and terminal directly after unplugging from mains supply as the danger of electric shock remains!**
- **Never touch the contacts on the DC input terminal directly after switching off the DC input or disconnecting the source, because there still can be dangerous potential between negative DC input to PE or positive DC input to PE due to charged X capacitors!**
- **Always follow 5 safety rules when working with electric devices:**
  - **Disconnect completely**
  - **Secure against reconnection**
  - **Verify that the system is dead**
  - **Carry out earthing and short-circuiting**
  - **Provide protection from adjacent live parts**

- The equipment must only be used as intended
- The equipment is only approved for use within the connection limits stated on the product label.
- Do not insert any object, particularly metallic, through the ventilator slots
- Avoid any use of liquids near the equipment. Protect the device from wet, damp and condensation.
- For power supplies and battery chargers: do not connect users, particularly low resistance, to devices under power; sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the user.
- For electronic loads: do not connect power sources to equipment under power, sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the source.
- ESD regulations must be applied when plugging interface cards or modules into the relative slot
- Interface modules may only be installed or removed after the device is switched off. It is not necessary to open the device.
- Do not connect external power sources with reversed polarity to DC input or outputs! The equipment will be damaged.
- For power supply devices: avoid where possible connecting external power sources to the DC output, and never those that can generate a higher voltage than the nominal voltage of the device.
- For electronic loads: do not connect a power source to the DC input which can generate a voltage more than 120% of the nominal input voltage of the load. The equipment is not protected against over voltage and may be irreparably damaged.
- Never insert a network cable which is connected to Ethernet or its components into the master-slave socket on the rear side of the device!
- Always configure the various protecting features against overcurrent, overpower etc. for sensitive loads to what the currently used application requires!

1.7.2 Responsibility of the user

The equipment is in industrial operation. Therefore the operators are governed by the legal safety regulations. Alongside the warning and safety notices in this manual the relevant safety, accident prevention and environmental regulations must also be applied. In particular the users of the equipment:

- must be informed of the relevant job safety requirements
- must work to the defined responsibilities for operation, maintenance and cleaning of the equipment
- before starting work must have read and understood the operating manual
- must use the designated and recommended safety equipment.

Furthermore, anyone working with the equipment is responsible for ensuring that the device is at all times technically fit for use.

1.7.3 Responsibility of the operator

Operator is any natural or legal person who uses the equipment or delegates the usage to a third party, and is responsible during its usage for the safety of the user, other personnel or third parties.

The equipment is in industrial operation. Therefore the operators are governed by the legal safety regulations. Alongside the warning and safety notices in this manual the relevant safety, accident prevention and environmental regulations must also be applied. In particular the operator has to

- be acquainted with the relevant job safety requirements
- identify other possible dangers arising from the specific usage conditions at the work station via a risk assessment
- introduce the necessary steps in the operating procedures for the local conditions
- regularly control that the operating procedures are current
- update the operating procedures where necessary to reflect changes in regulation, standards or operating conditions.
- define clearly and unambiguously the responsibilities for operation, maintenance and cleaning of the equipment.
- ensure that all employees who use the equipment have read and understood the manual. Furthermore the users are to be regularly schooled in working with the equipment and the possible dangers.
- provide all personnel who work with the equipment with the designated and recommended safety equipment

Furthermore, the operator is responsible for ensuring that the device is at all times technically fit for use.

1.7.4 User requirements

Any activity with equipment of this type may only be performed by persons who are able to work correctly and reliably and satisfy the requirements of the job.

- Persons whose reaction capability is negatively influenced by e.g. drugs, alcohol or medication may not operate the equipment.
- Age or job related regulations valid at the operating site must always be applied.

Danger for unqualified users

Improper operation can cause person or object damage. Only persons who have the necessary training, knowledge and experience may use the equipment.

Delegated persons are those who have been properly and demonstrably instructed in their tasks and the attendant dangers.

Qualified persons are those who are able through training, knowledge and experience as well as knowledge of the specific details to carry out all the required tasks, identify dangers and avoid personal and other risks.

All work on electrical equipment may only be performed by qualified electricians.

1.7.5 Alarm signals

The equipment offers various possibilities for signalling alarm conditions, however, not for danger situations. The signals may be optical (on the display as text), acoustic (piezo buzzer) or electronic (status output pin of an analog interface). All alarms will cause the device to switch off the DC input.

The meaning of the signals is as follows:

Signal **OT** (OverTemperature)	• Overheating of the device • DC input will be switched off • Non-critical
Signal **OVP** (OverVoltage)	• Overvoltage shutdown of the DC input due to high voltage entering the device or generated by the device itself due to a defect • Critical! The device and/or the source could be damaged
Signal **OCP** (OverCurrent)	• Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive current output
Signal **OPP** (OverPower)	• Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive power output
Signal **PF** (Power Fail)	• DC input shutdown due to AC undervoltage or defect in the AC input • Critical on overvoltage! AC input circuit could be damaged

1.8 Technical Data

1.8.1 Approved operating conditions

- Use only inside dry buildings
- Ambient temperature 0-50°C
- Operational altitude: max. 2000 m above sea level
- Max 80% relative humidity, not condensing

1.8.2 Control panel

Display: Colour TFT touch screen with gorilla glass, 4.3”, 480pt x 272pt, capacitive

Controls: 2 rotary knobs with pushbutton function, 1 pushbutton

The nominal values for the device determine the maximum adjustable ranges.

1.8.3 Technical specifications

Global	
AC input	
Voltage	90...264 V_{AC}. 45 - 65 Hz
Connection	One phase supply (L, N)
Fusing	Circuit breaker,. 1x 16 A per unit (characteristics K)
Power factor	~ 0.99
DC input	
Temperature coefficient (Δ/K)	Set values: 30 ppm
Overvoltage protection range	0...1.03 * U_{Nom}
Overcurrent protection range	0...1.1 * I_{Nom}
Overpower protection range	0...1.1 * P_{Peak}
Maximum allowed input voltage	1.1 * U_{Nom}

Global	
Voltage regulation	
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	< 0.1% U_{Nom}
Load regulation at ΔI	< 0.05% U_{Nom}
Display: Resolution	See section *„1.9.6.4. Resolution of the displayed values“*
Display: Accuracy (4	≤ 0.1% U_{Nom}
Remote sensing compensation	Max. 5% U_{Nom}
Current regulation	
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	< 0.2% I_{Nom}
Load regulation at ΔU	< 0.15% I_{Nom}
Display: Resolution	See section *„1.9.6.4. Resolution of the displayed values“*
Display: Accuracy (4	≤ 0.1% I_{Nom}
Power regulation	
Adjustment range	0…P_{Peak}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	< 0.5% P_{Peak}
Display: Resolution	See section *„1.9.6.4. Resolution of the displayed values“*
Display: Accuracy (4	≤ 0.2% P_{Peak}
Internal resistance regulation	
Accuracy (1	≤ 1% of max. resistance ± 0.3% of maximum current
Display: Resolution	See section *„1.9.6.4. Resolution of the displayed values“*
Display: Accuracy (2	≤ 0.2% R_{Max}
Analog interface (3	
Set value inputs	U. I. P, R
Actual value output	U. I
Control signals	DC on/off. remote control on/off, resistance control on/off
Status signals	CV. OVP. OT, PF
Galvanic isolation to the device	Max. 1500 V DC
Sample rate of inputs & outputs	500 Hz
Insulation	
AC input <-> PE	Max. 2500 V, short-term
DC input <-> PE	DC minus: permanent max. 400 V DC plus: permanent max. 400 V + max. input voltage
Digital interfaces	
Featured	1x USB-B for communication, 1x USB-A for functions
Slot (master unit)	optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT
Galvanic isolation from device	Max. 1500 V DC
Miscellaneous	
Cooling	Temperature controlled fans, front inlet, rear exhaust
Ambient temperature	0..50°C
Storage temperature	-20...70°C
Humidity	< 80%, not condensing
Standards	EN 60950
Terminals	
Rear side	Share Bus, DC input, AC input, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, AnyBus module slot
Front side	USB-A
Dimensions	
Cabinet (WxHxD)	15U version: 60 x 95 x 69 cm (with emergency off option: 60 x 110 x 69 cm) 24U version: 60 x 135 x 69 cm with emergency off option: 60 x 150 x 69 cm)

(1 Related to the nominal values, the accuracy defines the maximum deviation between an adjusted values and the true (actual) value on the DC input
Example: a 1530 A model has min. 0.2% current accuracy, that is 3.06 A. When adjusting the current to 20 A, the actual value would be allowed to differ max. 3.06 A, which means it might be between 16.94 A and 23.06 A.
(2 The display error adds to the error of the related actual value on the DC input
(3 For technical specifications of the analog interface see *„3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 54*

15 U cabinet	Model				
	EL 9080-1530 B 15U	*EL 9200-630 B 15U*	*EL 9360-360 B 15U*	*EL 9500-270 B 15U*	*EL 9750-180 B 15U*
Default assembly	3 units	3 units	3 units	3 units	3 units
AC power consumption	max. 400 W	max. 400 W	max. 400 W	max. 400 W	max. 400 W
Ratings					
Input voltage U_{Nom}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Input current I_{Nom}	1530 A	630 A	360 A	270 A	180 A
Input power P_{Peak}	21.6 kW	18 kW	16.2 kW	10.8 kW	10.8 kW
Input power P_{Steady}	13.5 kW	13.5 kW	13.5 kW	10.8 kW	10.8 kW
Adjustment ranges					
Voltage	0...81.6 V	0...204 V	0...367.2 V	0...510 V	0...765 V
Current	0...1560.6 A	0...642.6 A	0...367.2 A	0...275.4 A	0...183.6 A
Power	0…22.03 kW	0…18.36 kW	0…16.52 kW	0…11.02 kW	0…11.02 kW
Resistance	0.005...1.666 Ω	0.0266...9.333 Ω	0.09...30 Ω	0.167...55.666 Ω	0.4...120 Ω
Overvoltage	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Overcurrent	0...1683 A	0...693 A	0...396 A	0...297 A	0...198 A
Overpower	0…23.76 kW	0…19.8 kW	0…17.82 kW	0…11.88 kW	0…11.88 kW
U_{Min} for I_{Max} (1	ca. 2.2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6.5 V	ca. 5.5 V
Current dynamics					
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Weight	approx. 120 kg	approx. 120 kg	approx. 120 kg	approx. 120 kg	approx. 120 kg
Article number	33240600	33240601	33240602	33240603	33240604

24 U cabinet	Model				
	EL 9080-2040 B 24U	*EL 9200-840 B 24U*	*EL 9360-480 B 24U*	*EL 9500-360 B 24U*	*EL 9750-240 B 24U*
Default assembly	4 units	4 units	4 units	4 units	4 units
AC power consumption	max. 530 W	max. 530 W	max. 530 W	max. 530 W	max. 530 W
Ratings					
Input voltage U_{Nom}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Input current I_{Nom}	2040 A	840 A	480 A	360 A	240 A
Input power P_{Peak}	28.8 kW	24 kW	21.6 kW	14.4 kW	14.4 kW
Input power P_{Steady}	18 kW	18 kW	18 kW	14.4 kW	14.4 kW
Adjustment ranges					
Voltage	0...81.6 V	0...204 V	0...367.2 V	0...510 V	0...765 V
Current	0...2081 A	0...856.8 A	0...489.6 A	0...367.2 A	0...244.8 A
Power	0…29.38 kW	0…24.48 kW	0…22.03 kW	0…14.69 kW	0…14.69 kW
Resistance	0.0038...1.25 Ω	0.02...7 Ω	0.0675...22.5 Ω	0.125...41.75 Ω	0.3...90 Ω
Overvoltage	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Overcurrent	0...2244 A	0...924 A	0...528 A	0...396 A	0...264 A
Overpower	0…31.68 kW	0…26.4 kW	0…23.76 kW	0…15.84 kW	0…15.84 kW
U_{Min} for I_{Max} (1	ca. 2.2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6.5 V	ca. 5.5 V
Current dynamics					
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Weight	approx. 170 kg	approx. 170 kg	approx. 170 kg	approx. 170 kg	approx. 170 kg
Article number	33240605	33240606	33240607	33240608	33240609

(1 Minimum required input voltage for the load to draw the max. current. Also see *3.2.1.2*

24 U cabinet	Model				
	EL 9080-2550 B 24U	*EL 9200-1050 B 24U*	*EL 9360-600 B 24U*	*EL 9500-450 B 24U*	*EL 9750-300 B 24U*
Default assembly	5 units	5 units	5 units	5 units	5 units
AC power consumption	max. 660 W	max. 660 W	max. 660 W	max. 660 W	max. 660 W
Ratings					
Input voltage U_{Nom}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Input current I_{Nom}	2550 A	1050 A	600 A	450 A	300 A
Input power P_{Peak}	36 kW	30 kW	27 kW	18 kW	18 kW
Input power P_{Steady}	22.5 kW	22.5 kW	22.5 kW	18 kW	18 kW
Adjustment ranges					
Voltage	0...81.6 V	0...204 V	0...367.2 V	0...510 V	0...765 V
Current	0...2601 A	0...1071 A	0...612 A	0...459 A	0...306 A
Power	0…36.72 kW	0…30.6 kW	0…27.54 kW	0…18.36 kW	0…18.36 kW
Resistance	0.003...1 Ω	0.016...5.6 Ω	0.054...18 Ω	0.1...33.4 Ω	0.24...72 Ω
Overvoltage	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Overcurrent	0...2805 A	0...1155 A	0...660 A	0...495 A	0...330 A
Overpower	0…39.6 kW	0…33 kW	0…29.7 kW	0…19.8 kW	0…19.8 kW
U_{Min} for I_{Max} (1	ca. 2.2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6.5 V	ca. 5.5 V
Current dynamics					
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Weight	approx. 187 kg	approx. 187 kg	approx. 187 kg	approx. 187 kg	approx. 187 kg
Article number	33240610	33240611	33240612	33240613	33240614

24 U cabinet	Model				
	EL 9080-3060 B 24U	*EL 9200-1260 B 24U*	*EL 9360-720 B 24U*	*EL 9500-540 B 24U*	*EL 9750-360 B 24U*
Default assembly	6 units	6 units	6 units	6 units	6 units
AC power consumption	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W
Ratings					
Input voltage U_{Nom}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Input current I_{Nom}	3060 A	1260 A	720 A	540 A	360 A
Input power P_{Peak}	43.2 kW	36 kW	32.4 kW	21.6 kW	21.6 kW
Input power P_{Steady}	27 kW	27 kW	27 kW	21.6 kW	21.6 kW
Adjustment ranges					
Voltage	0...81.6 V	0...204 V	0...367.2 V	0...510 V	0...765 V
Current	0...3121 A	0...1285.2 A	0...734.4 A	0...550.8 A	0...367.2 A
Power	0…44.06 kW	0…36.72 kW	0…33.04 kW	0…22.03 kW	0…22.03 kW
Resistance	0.0025...0.833 Ω	0.0133...4.666 Ω	0.045...15 Ω	0.0833...27.833 Ω	0.2...60 Ω
Overvoltage	0...88 V	0...220 V	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Overcurrent	0...3366 A	0...1386 A	0...792 A	0...594 A	0...396 A
Overpower	0…47.52 kW	0…39.6 kW	0…35.64 kW	0…23.76 kW	0…23.76 kW
U_{Min} for I_{Max} (1	ca. 2.2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6.5 V	ca. 5.5 V
Current dynamics					
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Weight	approx. 204 kg	approx. 204 kg	approx. 204 kg	approx. 204 kg	approx. 204 kg
Article number	33240615	33240616	33240617	33240618	33240619

(1 Minimum required input voltage for the load to draw the max. current. Also see *3.2.1.2*

1.8.4 Views

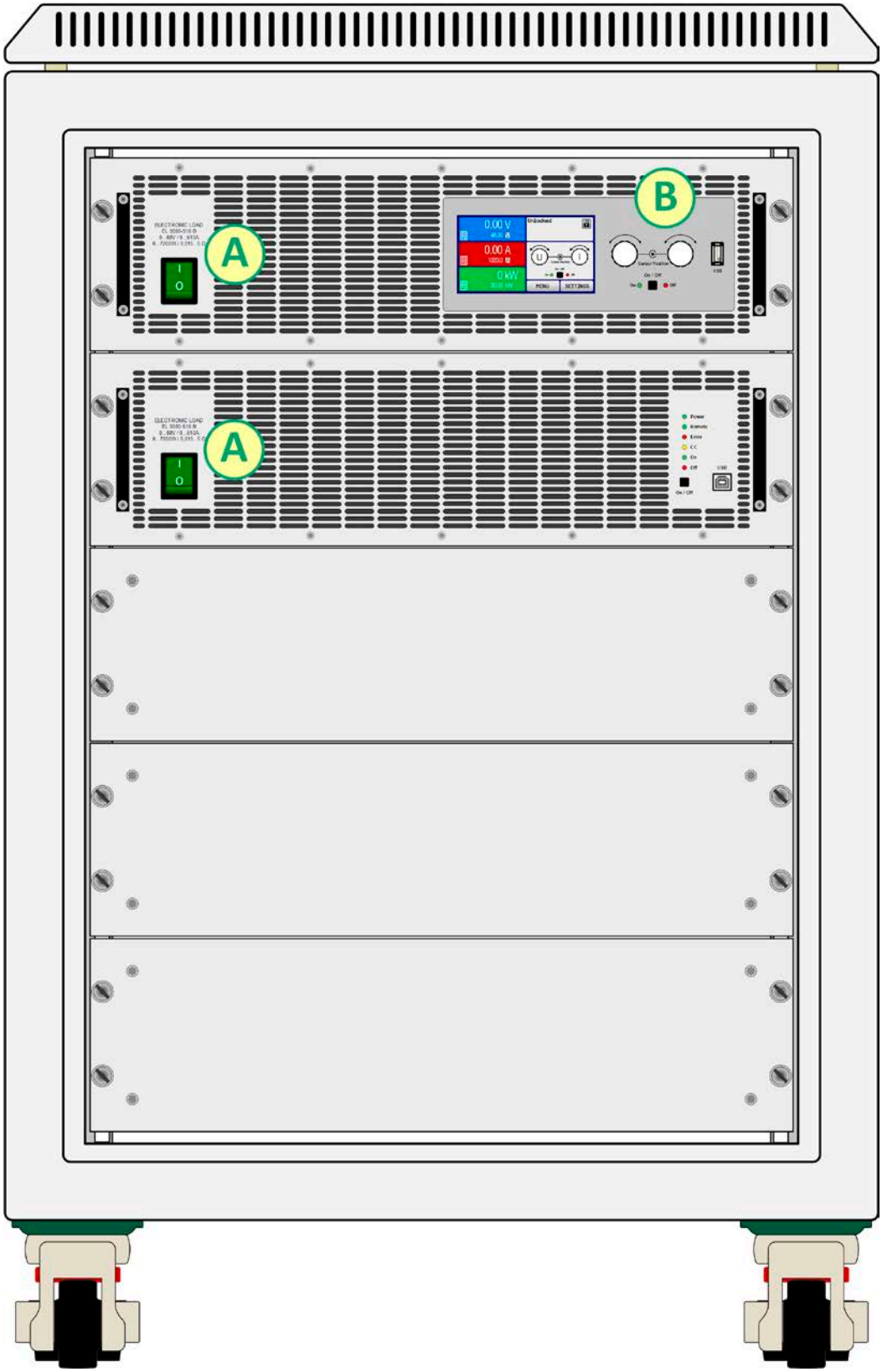


Figure 1 - Front side (example model in 15U)

A - Power switch

B - Control panel

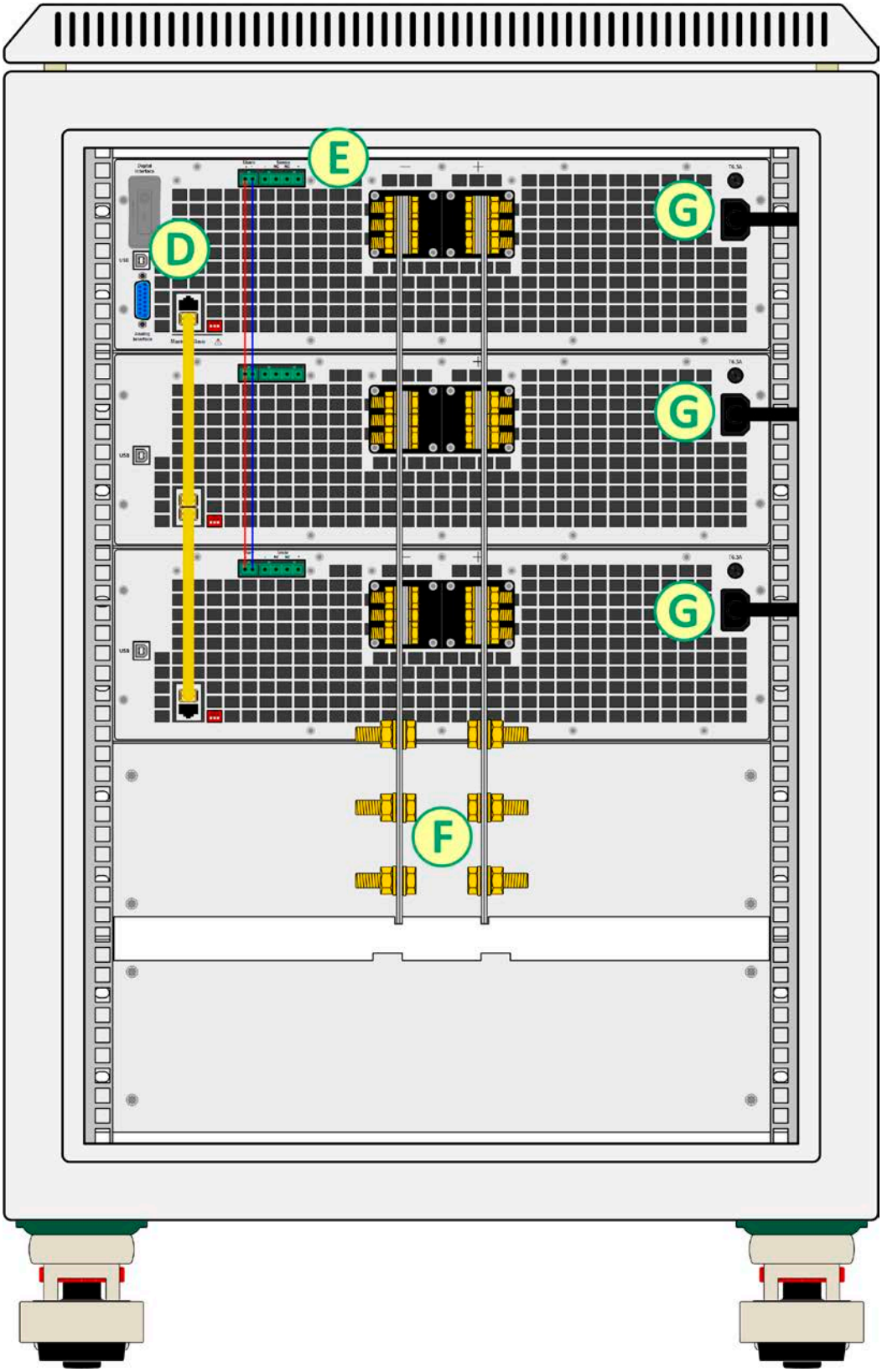


Figure 2 - Rear side (example model in 15U)

D - Digital and analog interfaces
E - Share Bus and remote sensing connection
F - DC input
G - AC input connection of the single units

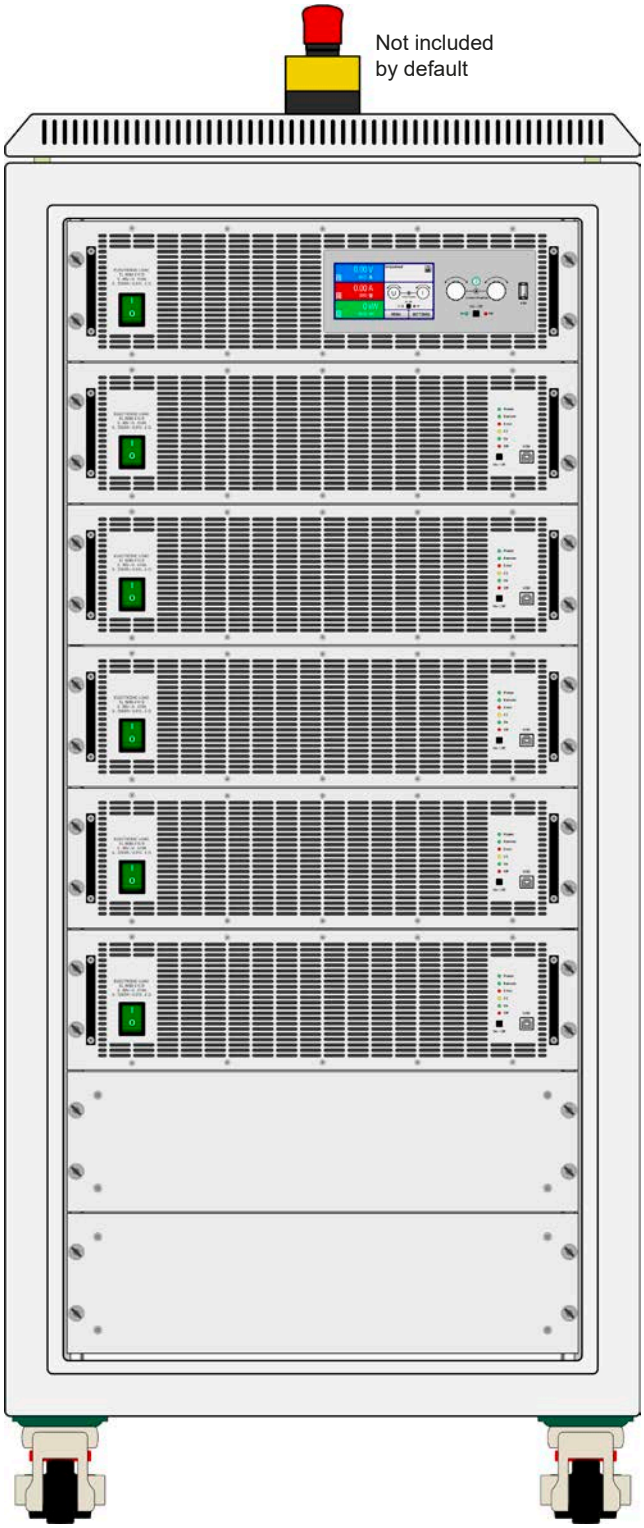


Figure 3 - Front side (example model in 24U with optional emergency off switch)

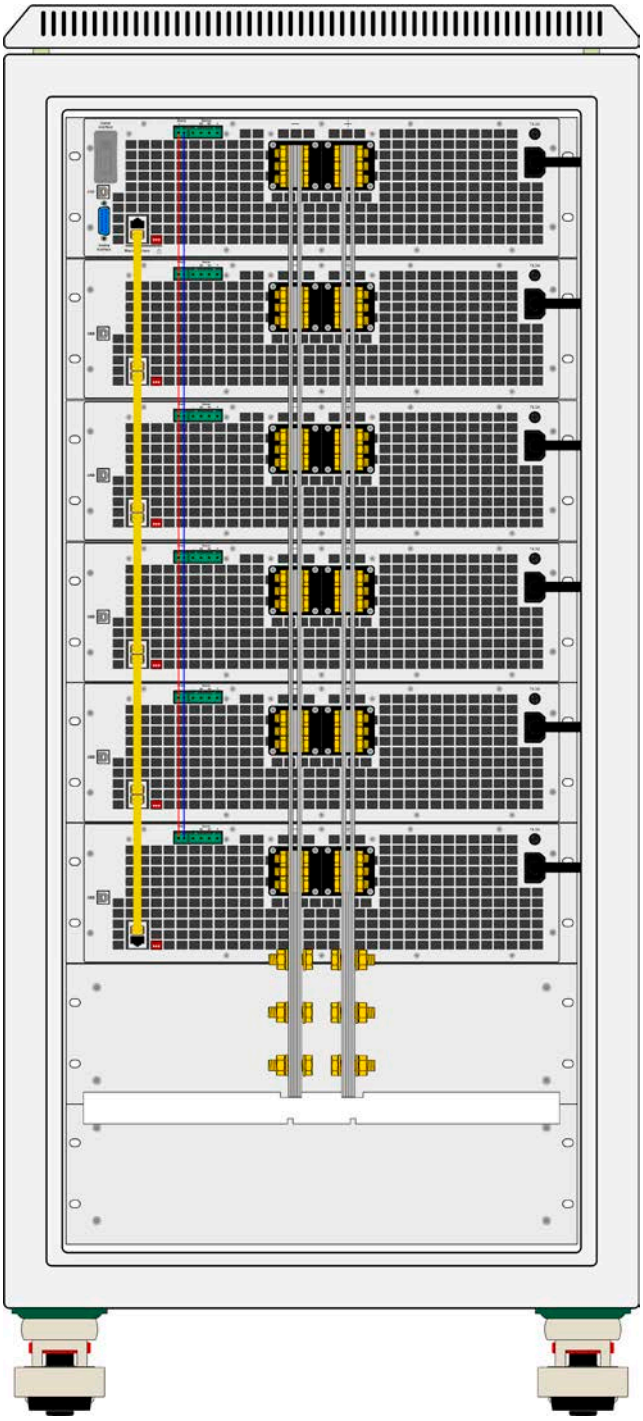


Figure 4 - Rear side (example model in 24 U)

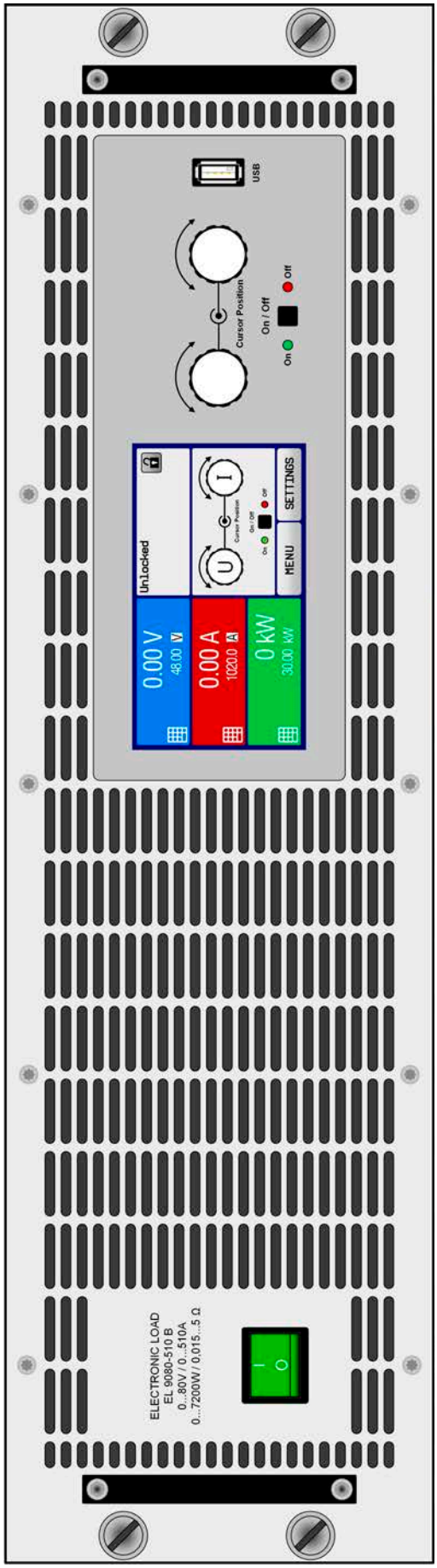


Figure 5 - Front side of master unit, with control panel

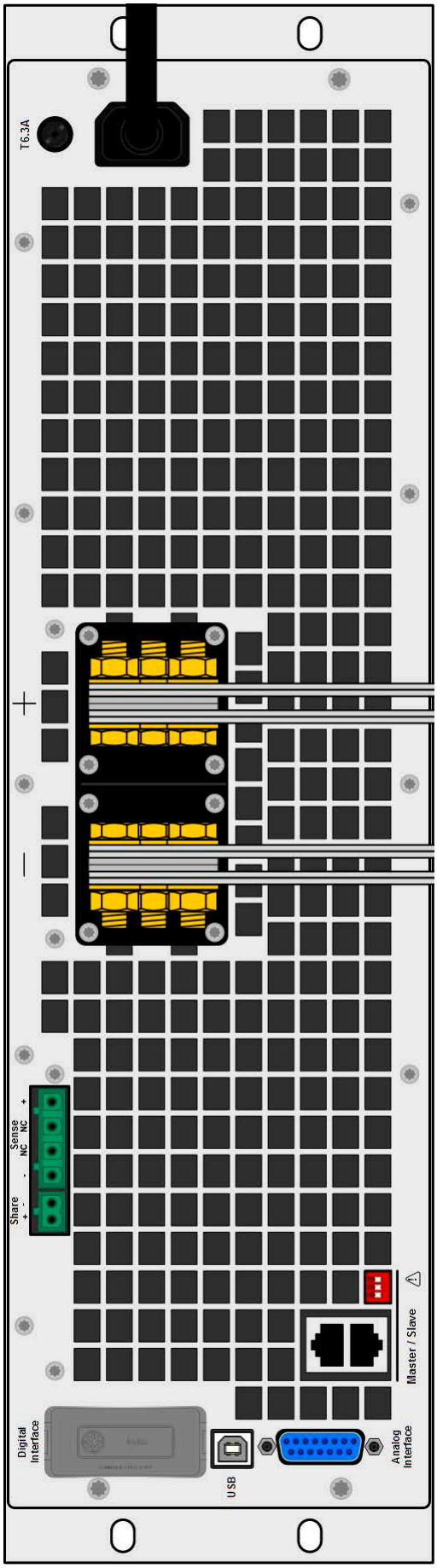


Figure 6 - Rear side of master unit, with all connectors

1.8.5 Control elements

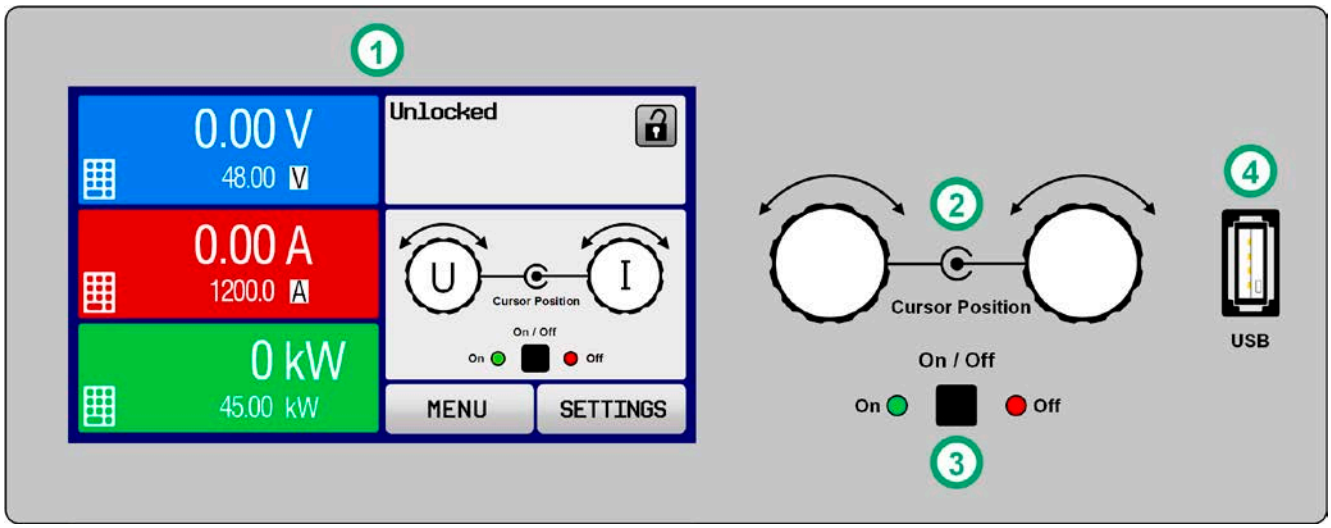


Figure 7- Control Panel

Overview of the elements of the operating panel

For a detailed description see section *„1.9.6. The control panel (HMI)“.*

(1)	**Touchscreen display** Used for selection of set values, menus, conditions and display of actual values and status. The touchscreen can be operated with the fingers or with a stylus.
(2)	**Rotary knob with push button function** Left knob (turn): adjusting the voltage, power or resistance set values, or setting the parameter values in the menu. Left knob (push): selection of the decimal position to be changed (cursor) in the current value selection. Right knob (turn): adjusting the current set value, or setting parameter values in the menu. Right knob (push): selection of the decimal position to be changed (cursor) in the current value selection.
(3)	**On/Off Button for DC input** Used to toggle the DC input between on and off, also used to start a function run. The LEDs “On” and “Off” indicate the state of the DC input, no matter if the device is manually controlled or remotely
(4)	**Port for USB sticks** For the connection of standard USB sticks. See section *„1.9.6.5. USB port (front side)“* for more details.

1.9 Construction and function

1.9.1 General description

The electronic DC loads of the EL 9000 B 15U and EL 9000 B 24U series have been designed for industrial high current and high power demands. Configured as mobile 19” cabinets in either 15 or 24 units of height they allow for operation in many different situations, such as high current battery or motor tests.

Both series are based on the 7.2 kW models of series EL 9000 B and thus offer the same set of functions and control options.

For remote control using a PC or PLC the devices are provided as standard with an USB slot on the rear side of the master unit, as well as a galvanically isolated analog interface.

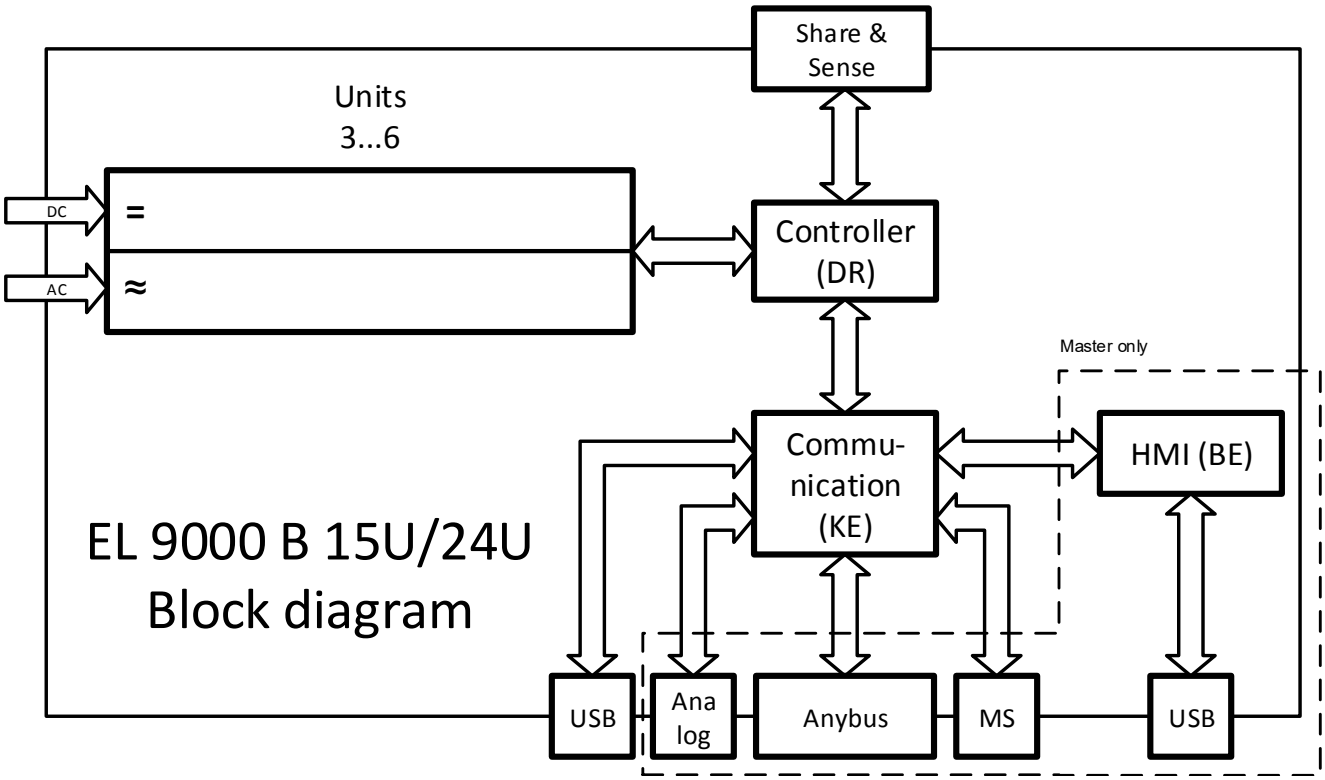
Via optional plug-in modules, another digital interface with RS232, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN or EtherCAT can be added. These enable the devices to be connected to standard industrial buses simply by changing or adding a small module. The configuration, if necessary at all, is quick and easy. Thus the electronic load cabinets may, for example, be controlled in connection with other load devices or even other types of equipment, all via a PC or PLC and using the digital interfaces.

All models are controlled by microprocessors. These enable an exact and fast measurement and display of actual values.

1.9.2 Block diagram

The block diagram illustrates the main components inside the device and their relationships.

There are digital, microprocessor controlled components (KE, DR, BE) inside which can be target of firmware updates. The units are separate power modules, each with their own AC input and DC input. There is a master unit and up to 5 slave units which don’t feature a control panel (HMI).



1.9.3 Scope of delivery

1 x Electronic load cabinet with 2-6 installed PSI 9000 3U units

1 x 1.8 m USB cable

1 x USB stick with documentation and software (for the cabinet, further USB sticks from the power module may be included)

1.9.4 Accessories

For these devices the following accessories are available:

<table>
<tr><td>IF-AB
Digital interface modules</td><td>Pluggable and retrofittable, digital interface modules for RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, EtherCAT or CAN are available. Details about the interface modules and the programming of the device using those interfaces can be found in separate documentation. It is usually available on the USB stick, which is included with the device, or as PDF download on the manufacturers website.</td></tr>
<tr><td>EL 9000 B SLAVE
Additional slave units</td><td>Some models in this series have a spare slot for one additional slave unit which can be retrofitted by the operator of the cabinet (see „2.3.16. Adding new units“). The slave unit can be ordered by its article number and retrofitted on location. A patch cable for master-slave bus connection of the additional slave is included. Retrofitting may also require to install further DC bus bars to match the DC bus to the final current the system will have. Contact us for details and a proper quote. Following slave units are available:
<table>
<tr><th>Model</th><th>Article number</th><th>Can be installed in</th></tr>
<tr><td>EL 9080-510 B 3U Slave</td><td>33290270</td><td>EL 9080-1530 B 15U
EL 9080-2550 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9200-210 B 3U Slave</td><td>33290271</td><td>EL 9200-630 B 15U
EL 9200-1050 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9360-120 B 3U Slave</td><td>33290272</td><td>EL 9360-360 B 15U
EL 9360-600 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9500-90 B 3U Slave</td><td>33290273</td><td>EL 9500-270 B 15U
EL 9500-450 B 24U</td></tr>
<tr><td>EL 9750-60 B 3U Slave</td><td>33290274</td><td>EL 9750-180 B 15U
EL 9750-300 B 24U</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

1.9.5 Options

These options are usually ordered along with the device, as they are permanently built in or preconfigured during the manufacturing process.

EMERGENCY OFF Emergency off system	Optional emergency off system consisting of a manual emergency off switch (mounted on top of the cabinet), a contactor and a connector for additional external contacts (breaker) to extend the circuit. In an emergency off situation the contactor will cut all units in the cabinet from AC supply so they stop supplying DC power.

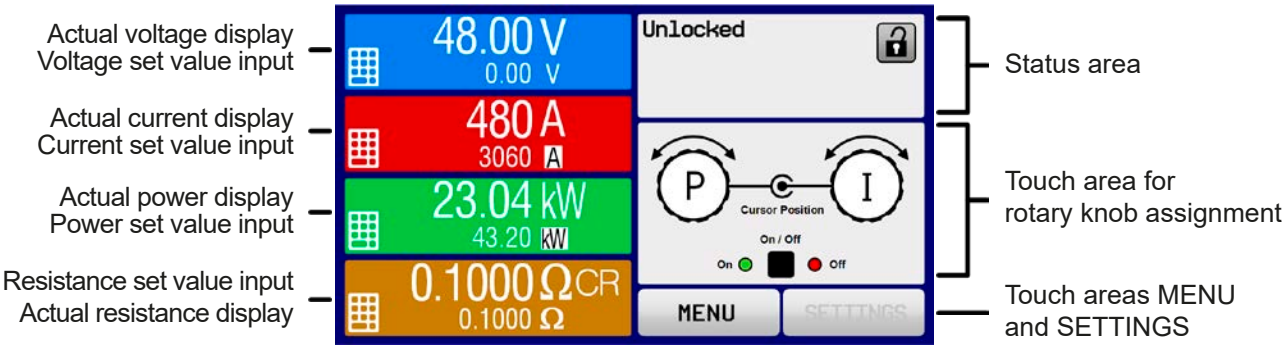
1.9.6 The control panel (HMI)

The HMI (**H**uman **M**achine **I**nterface) consists of a display with touchscreen, two rotary knobs, a pushbutton and an USB port.

1.9.6.1 Touchscreen display

The graphic touchscreen display is divided into a number of areas. The complete display is touch sensitive and can be operated by finger or stylus to control the equipment.

In normal operation the left hand side is used to show actual values and set values and the right hand side is used to display status information:



Touch areas may be enabled or disabled:

MENU Black text or symbol = Enabled SETTINGS Grey text or symbol = Disabled

This applies to all touch areas on the main screen and all menu pages..

- **Actual / set values area (left hand side)**

In normal operation the DC input values (large numbers) and set values (small numbers) for voltage, current and power are displayed. The two resistance related values are only displayed in active resistance mode.

When the DC input is switched on, the actual regulation mode, **CV, CC, CP** or **CR** is displayed next to the corresponding actual values, as shown in the figure above.

The set values can be adjusted with the rotary knobs next to the display screen or can be entered directly via the touchscreen. When adjusting with the knobs, pushing the knob will select the digit to be changed. Logically, the values are increased by clockwise turning and decreased by anti-clockwise turning.

General display and setting ranges:

Display	Unit	Range	Description
Actual voltage	V	0-125% U_{Nom}	Actual value of DC input voltage
Set value of voltage	V	0-102% U_{Nom}	Set value for limiting the DC input voltage
Actual current	A	0.2-125% I_{Nom}	Actual value of DC input current
Set value of current	A	0-102% I_{Nom}	Set value for limiting the DC input current
Actual power	kW	0-125% P_{Peak}	Calculated actual value of input power, $P = U_{IN} * I_{IN}$
Set value of power	kW	0-102% P_{Peak}	Set value for limiting DC input power
Actual resistance	Ω	0...99999 Ω	Calculated actual internal resistance, $R = U_{IN} / I_{IN}$
Set value resistance	Ω	x[1]-100% R_{Max}	Set value for the target internal resistance
Adjustment limits	A, V, kW,Ω	0-102% nom	U-max, I-min etc., related to the physical values
Protection settings 1	A, kW	0-110% nom	OCP and OPP, related to the physical values
Protection settings 2	V	0-103% nom	OVP, related to the input voltage

[1] The minimum resistance set value varies according to model. See technical specifications in section *1.8.3*

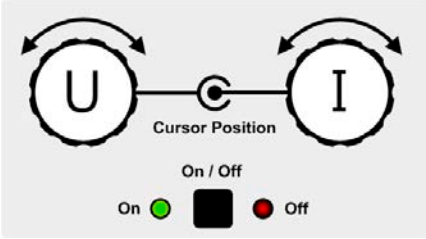
- **Status display (upper right)**

This area displays various status texts and symbols:

Display	Description
Locked	The HMI is locked
Unlocked	The HMI is unlocked
Remote:	The device is under remote control from....
Analog	....the built-in analog interface
USB & others	....the built-in USB port or a plug in interface module
Local	The device has been locked by the user explicitly against remote control
Alarm:	Alarm condition which has not been acknowledged or still exists.
Event:	A user defined event has occurred which is not yet acknowledged.
Master	Master-slave mode activated, device is master unit
Function:	Function generator activated, function loaded
Stopped / Running	Status of the function generator resp. of the function
/	Data logging to USB stick active or failed

- **Area for assigning the rotary knobs**

The two rotary knobs next to the display screen can be assigned to various functions. This area shows the actual assignments. These can be changed by tapping this area, as long as it's not locked:



The physical quantities on the depiction of the knobs show the current assignment. With an electronic load, the right-hand knob is always assigned to the current I, while the left knob can be switched by tapping the depiction.

The area will then show the assignment:

U I	**P I**	**R I**
Left rotary knob: voltage	Left rotary knob: power	Left rotary knob: resistance
Right rotary knob: current	Right rotary knob: current	Right rotary knob: current

The other set values can't be adjusted via the rotary knobs, unless the assignment is changed. However, values can be entered directly with a ten-key pad by tapping on the small icon . Alternatively to the knob depiction, the assignment can also be changed by tapping the coloured set value areas.

1.9.6.2 Rotary knobs

As long as the device is in manual operation, the two rotary knobs are used to adjust set values, as well as setting the parameters in SETTINGS and MENU. For a detailed description of the individual functions see section *„3.4. Manual operation"*.

1.9.6.3 Pushbutton function of the knobs

The rotary knobs also have a pushbutton function which is used in all value adjustment to move the cursor by rotation as shown:

1.9.6.4 Resolution of the displayed values

In the display, set values can be adjusted in fixed increments. The number of decimal places depends on the device model. The values have 4 or 5 digits. Actual and set values always have the same number of digits.

Adjustment resolution and number of digits of set values in the display:

Voltage, OVP, UVD, OVD, U-min, U-max			Current, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Power, OPP, OPD, P-max			Resistance, R-max		
Nominal	Digits	Incre-ment	Nominal	Digits	Min. incre-ment	Nominal	Digits	Incre-ment	Nominal	Digits	Incre-ment
80 V	4	0.01 V	180 A - 270 A	5	0.01 A	all	4	0.01 kW	0.8333 Ω - 9.33 Ω	5	0.0001 Ω
200 V	5	0.01 V	300 A - 840 A	4	0.1 A				15 Ω - 90 Ω	5	0.001 Ω
360 V	4	0.1 V	1050 A - 2550 A	5	0.1 A				120 Ω	5	0.01 Ω
500 V	4	0.1 V	3060 A	4	1 A						
750 V	5	0.1 V									

1.9.6.5 USB port (front side)

The frontal USB port, located to the right of the rotary knobs, is intended for the connection of standard USB sticks and can be used for loading or saving sequences for the arbitrary and the XY generator, as well as for recording measured data during running operation.

USB 2.0 sticks are accepted and must be **FAT32** formatted and have a **maximum capacity of 32 GB**. USB 3.0 sticks also work, but not from all manufacturers. All supported files must be held in a designated folder in the root path of the USB drive in order to be found. This folder must be named **HMI_FILES**, such that a PC would recognise the path G:\HMI_FILES if the drive were to be assigned the letter G.

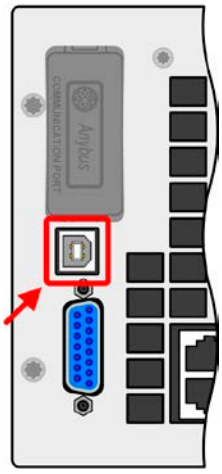
The control panel of the device can read the following file types from a stick:

wave_u<your_text>.csv wave_i<your_text>.csv	Function generator for an arbitrary function on voltage (U) or current (I) The name must begin with *wave_u / wave_i*, the rest is user defined.
iu<your_text>.csv	IU table for the XY function generator. The name must begin with *iu*, the rest can be user defined.
ui<your_text>.csv	UI table for the XY function generator. The name must begin *with ui*, the rest can be user defined.
mpp_curve_<your_text>.csv	User-defined curve data (100 voltage values) for mode MPP4 of the MPPT function

The control panel of the device can save the following file types to an USB stick:

battery_test_log_<nr>.csv	File with log data recorded from the battery test function. For a battery test log, data different and/or additional to log data of normal logging is recorded. The <nr> field in the file name is automatically counted up if equally named files already exist in the folder.
usb_log_<nr>.csv	File with log data recorded during normal operation in all modes. The file layout is identical to the those generated from the Logging feature in EA Power Control. The <nr> field in the file name is automatically counted up if equally named files already exist in the folder.
profile_<nr>.csv	Saved user profile. The number in the file name is a counter and not related to the actual user profile number in the HMI. A max. of 10 files to select from is shown when loading a user profile.
wave_u<nr>.csv wave_i<nr>.csv	Sequence point data (here: sequences) of either voltage U or current I from arbitrary function generator
mpp_result_<nr>.csv	Result data from MPP tracking mode 4 in form of a table with 100 data groups (Umpp, Impp, Pmpp)

1.9.7 USB port type B (rear side)



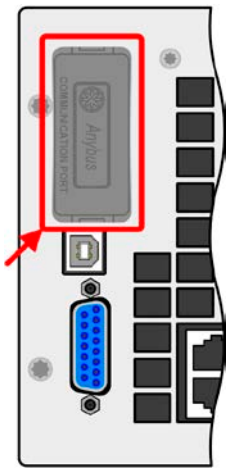
The USB-B port on the rear side of the topmost unit (master) is provided for communication with the device and for firmware updates of the master. For the other units (slaves) in the cabinet, firmware updates are applied via the particular USB port of the units.

The included USB cable can be used to connect the master unit to a PC (USB 2.0 or 3.0). The driver is delivered with the device on USB stick and installs a virtual COM port. Details for remote control can be found on the web site of the manufacturer or also on the included USB stick.

The device can be addressed via this port either using the international standard ModBus RTU protocol or by SCPI language. The device recognises the message protocol used automatically.

If remote control is in operation the USB port has no priority over either the interface module (see below) or the analog interface and can, therefore, only be used alternatively to these. However, monitoring is always available.

1.9.8 Interface module slot



This slot on the rear side of the topmost unit (master) can be used to install a digital interface module of the IF-AB interface series. The following options are available:

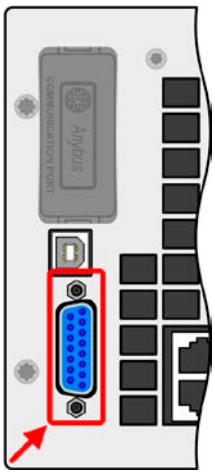
Article number	Name	Description
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x Sub-D 9pole male
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x Sub-D 9pole male (null modem)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x Sub-D 9pole female
35400104	IF-AB-ETH1P	Ethernet, 1x RJ45
35400105	IF-AB-PNET1P	ProfiNET IO, 1x RJ45
35400107	IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP, 1x RJ45
35400108	IF-AB-ETH2P	Ethernet, 2x RJ45
35400109	IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP, 2x RJ45
35400110	IF-AB-PNET2P	ProfiNET IO, 2x RJ45
35400111	IF-AB-CAN	CAN 2.0 A / 2.0 B, 1x Sub-D 9-pole, male
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 2x RJ45

The modules are installed by the user and can be retrofitted anytime. A firmware update of the device may be necessary in order to recognize and support certain modules. In this case it is sufficient to update the master unit.

If remote control is in operation the interface module has no priority over either the USB port or the analog interface and can, therefore, only be used alternately to these. However, monitoring is always available.

Switch off device before adding or removing modules!

1.9.9 Analog interface

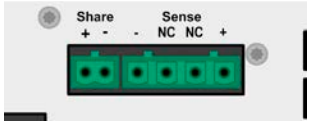


This 15 pole Sub-D socket on the rear side of the topmost unit (master) is provided for remote control of the device via analog or digital signals.

If remote control is in operation this analog interface can only be used alternately to the digital interface. However, monitoring is always available.

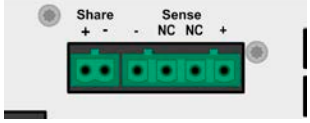
The input voltage range of the set values and the output voltage range of the monitor values, as well as reference voltage level can be switched in the settings menu of the device between 0-5 V and 0-10 V, in each case for 0-100%.

1.9.10 Share bus connector



This 2 pole WAGO connector “Share” on the rear side of the units is used by the master to balance the DC power consumption between all units. It must not be connected externally or used in a different way and must always remain plugged at all units to ensure safe and proper operation of the electronic load cabinet. In case additional power modules are added (where possible) to extend the available total power, the Share bus connection must also be extended to integrate the additional unit(s). The required wires are not included with the new slave, but it is recommended to use the wire type, same colour and same cross section.

1.9.11 “Sense” connector (remote sensing)



In order to compensate for voltage drops along the DC cables from the source to the DC load, the Sense input can be connected to the source. The maximum possible compensation is given in the technical specifications.

⚠	In order to ensure safety and to comply to international directives, insulation of high voltage models, i. e. such with a nominal voltage of 500 V or higher, is ensured by using only the two outer pins of the 4-pole terminal. The inner two pins, marked with NC, must remain unconnected.

1.9.12 Master-Slave bus

A master-slave bus is provided on the rear side of the units, which enables the master units to control the slave via the included standard CAT5 cables. The bus configuration is in permanent use and must not be modified, unless single slave units are temporarily removed from the cabinet for repair or maintenance purposes. In these situations it may be required to activate the bus termination feature, at least when the master unit reports bus problems and missing slave(s).

⚠	The master-slave bus must not be connected to units outside of the cabinet!

2. Installation & commissioning

2.1 Transport and storage

2.1.1 Transport

- The handles on the front side of the units are **not** for carrying, but only for insertion into or removal from the cabinet!
- Because of the weight of the units, transport by hand should be avoided where possible. If unavoidable then only the housing should be held and not on the exterior parts (handles, DC input terminal, rotary knobs).
- Do not move the cabinet when switched on or connected!
- The cabinet must only be operated on horizontal surfaces which are capable of carrying the total weight of the cabinet plus at least a few persons who are operating it
- In case the cabinet is going to be moved to a different location, make sure for the entire way that the carrying capacity of the ground and possible elevators is sufficient as well the cabinet is secured against tipping and rolling off
- Use suitable safety clothing, especially safety shoes, when carrying the equipment, as due to the weight of an unit or the entire cabinet a drop can have serious consequences.

2.1.2 Storage

In case of long term storage of the equipment it is recommended to use the original packaging or similar. Storage must be in dry rooms, if possible in sealed packaging, to avoid corrosion, especially internal through humidity.

2.2 Unpacking and visual check

After every transport, with or without packaging, or before commissioning, the equipment should be visually inspected for damage and completeness using the delivery note and/or parts list (see section *„1.9.3. Scope of delivery“*). An obviously damaged device (e.g. loose parts inside, damage outside) must under no circumstances be put in operation.

2.3 Installation

2.3.1 Safety procedures before installation and use

- The cabinet has a considerable weight. Therefore the proposed location of the equipment, as well as the entire way of transport must be able to support the weight without restriction.
- After putting the cabinet into final position it is recommend to secure it against rolling off by unscrewing the retractable pedestals
- Before connecting to the mains ensure that the supply voltage is as shown on the product label. Overvoltage on the AC supply can cause equipment damage.

2.3.2 Preparation

For the **AC supply** connection of the cabinet there are three screw clamps for L, N and PE accessible from the rear side of the cabinet. Qualified personnel can there either put a custom made cable with suitable length and cross section to be connected to a main distribution or use a standard 16 A (13 A for UK) mains cord with 1.5 mm² or 2.5 mm² of cross section, which is allowed to be plugged into a wall socket or power strip. In both cases it is required to consider the AC power consumption of the cabinet, especially when other devices are also connected to the same power strip, wall socket or main distribution, in order to not exceed the max. allowed current.

For the **DC side** connection to the source suitable cables have to be made which are not included in the delivery.

Dimensioning of the DC wiring to the power source has to reflect the following:

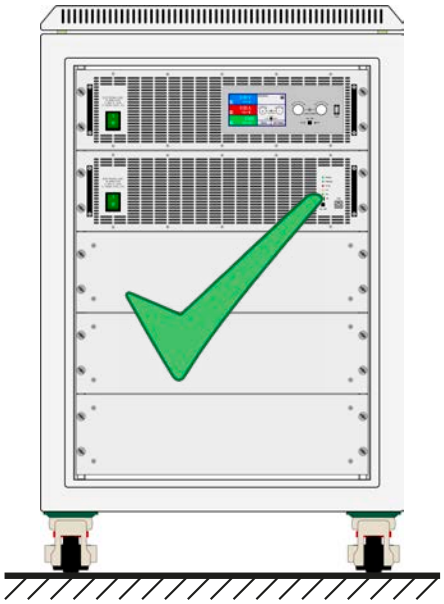
- The cable cross section should always be specified for at least the maximum current of the device.
- Continuous operation at the approved limit generates heat which must be removed, as well as voltage loss which depends on cable length and heating. To compensate for these the cable cross section should be increased and the cable length reduced.

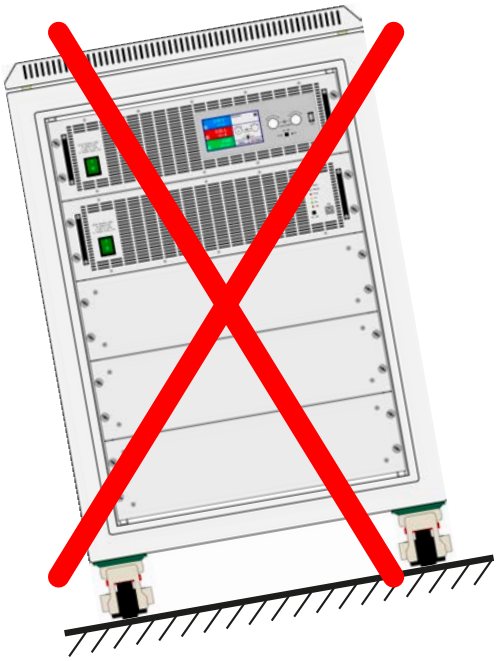
2.3.3 Installing the device

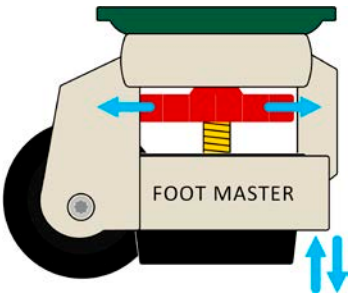
- Select the location for the device so that the connection to the source is as short as possible
- Leave sufficient space behind the equipment for ventilation, at least 50 cm
- Never place the cabinet's rear in front of flammable material (wood, paper, fabric, plastic etc.), because the power dissipation of up to 43 kW, depending on the model, is exhausted in form of hot air
- For models with installed emergency off switch (optional, see *1.9.5*) it is required to leave an additional space of at least 30 cm on top of the cabinet

The cabinet must only be installed and operated on horizontal grounds. Even when secured against rolling off it could start sliding when being installed on a slanting ground.

It is recommended to secure the cabinet against rolling off **after** transport to the target location and **before** starting to connect any wiring. It can be done by unscrewing the pedestals in the wheels.







2.3.4 Connection to AC supply

- Connection to an AC mains supply must only be carried out by qualified personnel!
- Cable cross section must be suitable for the maximum input current of the device (see table below)!
- Before plugging in the input plug ensure that the device is switched off by its mains switch!

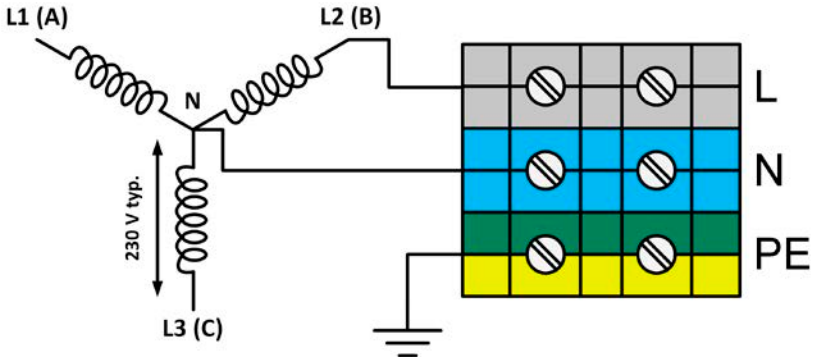
The cabinet is delivered with a 4 pole screw terminal to connect AC supply, which is accessible from the rear side. This terminal is connected with 3-phase mains supply via suitable cables according to the labelling on the terminal. Required for the mains connection are following phases:

Nominal power	Phases	Supply type
all	L, N, PE	Wall socket or similar

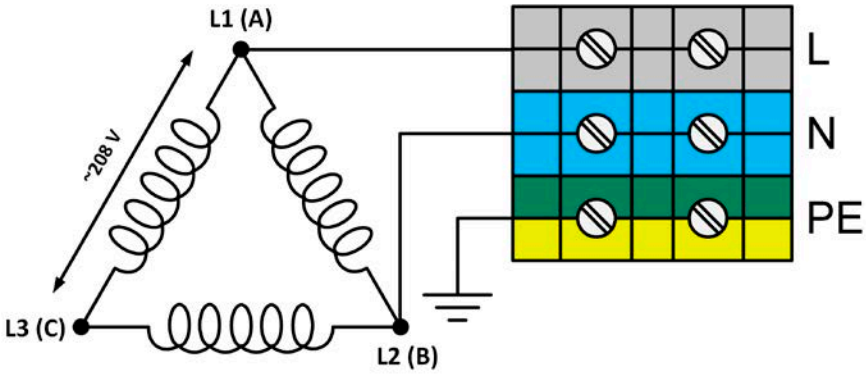
The PE conductor is imperative and must always be wired!

For the sizing of wiring **cross section,** the maximum AC power consumption of the cabinet is decisive. However, with even 6 units equipped in one cabinet it only uses up to 800 W, so a standard 10 A mains cord with 0.75 mm² cross section would suffice for 230 V grids or one for 16 A and 1.5 mm² for 120 V grids. In case there is only a 230 V three-phase supply available, the cabinet is connected to any of the phases and N. If there are multiple cabinets to connect, it is recommended to take care for a balanced AC current distribution by using all available phases.

Connection scheme of one cabinet on a 230 V three-phase supply:



In case only a 120 V three-phase supply (208 V L-L) is available, like it is common in the US, the operation of the cabinet is alternatively allowed using this connection scheme:



2.3.5 Connection to DC sources

The DC input is located on the rear side of the cabinet and is **not** protected by any kind of fuse. The cross section of the connection cables is determined by the DC current consumption, cable length and ambient temperature.

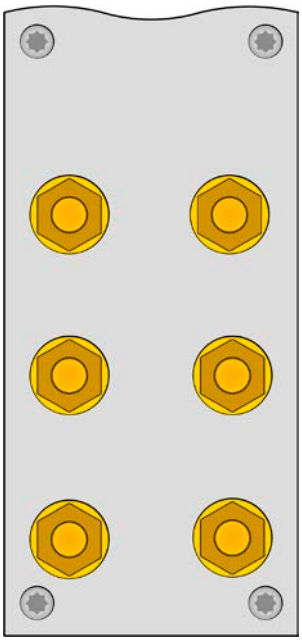
For cables **up to 5 m** of length and an average ambient temperature **up to 30°C** we recommend cross sections **per DC pole** (multi-conductor, insulated, openly suspended, standard cable) as listed in the table below. For longer cables or higher ambient temperatures the cross section must be increased accordingly in order to avoid high voltage loss and overheating.

The cables are usually crimped with ring lugs and are tightened to the connection point at the lower end of the DC bus bars. The mounting hole diameter of the ring lug should match the one of the connection point. This restricts the number of applicable cable cross sections, for example because a M8 ring lug can take a max. of 95 mm² or 150 mm², depending on the manufacturer of the ring lug. The number of cables which are required increases when using a smaller cross section per cable, but the cables also become better manageable.

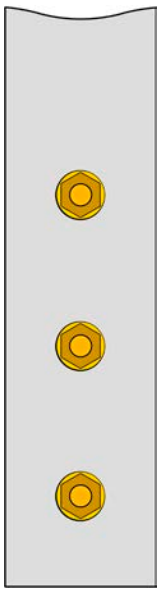
Rated power	I_{Max}	Connection points	Minimum required cross section per DC pole
15U	180 A	3x M8	1x 70 mm² or 2x 25 mm²
	240 A	6x M10	1x 95 mm² or 2x 35 mm²
	270 A	3x M8	2x 50 mm² or 3x 25 mm²
	360 A	6x M10	2x 70 mm² or 3x 35 mm²
	480 A	6x M10	2x 70 mm² or 3x 50 mm²
	630 A	6x M10	2x 150 mm² or 3x 70 mm²
	840 A	6x M10	3x 150 mm² or 4x 70 mm²
	1530 A	6x M10	5x 120 mm² or 6x 95 mm²
	2040 A	6x M10	6x 150 mm² or 8x 95mm²
24U	300 A	3x M8	2x 50 mm² or 3x 25 mm²
	360 A	3x M8	2x 70 mm² or 3x 35 mm²
	450 A	3x M8	2x 95 mm² or 3x 50 mm²
	540 A	3x M8	2x 120 mm² or 3x 70 mm²
	600 A	6x M10	2x 150 mm² or 3x 70 mm²
	720 A	6x M10	3x 95 mm² or 4x 70 mm²
	1050 A	6x M10	4x 120 mm² or 6x 50 mm²
	1260 A	6x M10	4x 150 mm² or 6x 70 mm²
	2550 A	6x M10	8x 150 mm² or 10x 95 mm²
	3060 A	6x M10	10x 150 mm² or copper bar of min. 720 mm²

2.3.5.1 Connection points

Every cabinet has bus bars on the DC input, which have 3 or 6 connection points on their lower end. Each connection point can be used to screw one or two cables. The table in section *2.3.5* lists the number and size of the connection points for every rated input current and power. The connection points as seen from the side:

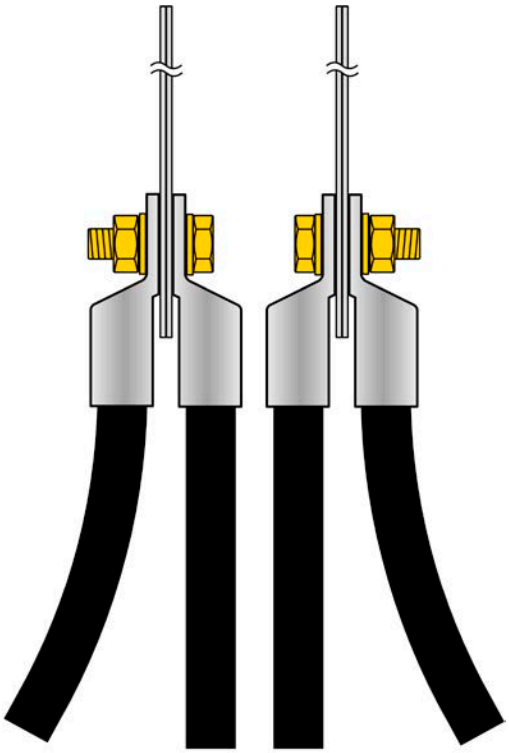


6x M10 for up to 12 cables



3x M8 for up to 6 cables

Connection example for two cables on one connection point with M10 ring lugs for 150 mm² cables:



The included cover for the DC input bars must always be installed when operating the cabinet, no matter if the rear door is closed or not!

2.3.6 Grounding of the DC input

The device's DC input can always be grounded on the minus pole, i.e. can be directly connected to PE. The DC plus pole, however, if it is to be grounded, may only be so for input voltages up to 400 V, because the potential of the minus pole is shifted into negative direction by the value of the input voltage. Also see technical specification sheets in *1.8.3*, item "Insulation".

For this reason, for all models which can support an input voltage higher than 400 V grounding of the DC plus pole is not allowed.

- Do not ground the DC plus pole on any model with >400 V nominal voltage
- If grounding one of the input poles ensure that no output pole of the source (e.g. power supply) is grounded. This could lead to a short-circuit!

2.3.7 Connecting the "Share" bus

The "Share" bus on the rear side is intended to balance the current of the units in the cabinet and must not be removed, unless a unit is going to be removed for repair or maintenance purposes. The cover which is mounted on top of the connectors "Sense" and "Share" with some models must always be thoroughly installed.

In case of adding a unit, where possible, the Share bus must extended.

2.3.8 Connection of remote sense

Though every unit in the cabinet has a "Sense" connector, remote sensing when being used is only wired to the master unit. This unit is responsible for the voltage regulation and remote sensing compensation in constant voltage operation. It forwards the regulation signal to the slave units via the Share bus.

- Both pins „NC" of the Sense connector must not be wired!

- Remote sensing is only effective during constant voltage operation (CV) and for other regulation modes the sense input should be disconnected, if possible, because connecting it generally increases the oscillation tendency.
- The cross section of the sense cables is noncritical. Recommendation for cables up to 5 m: use at least 0.5 mm²
- Sense cables should be twisted and laid close to the DC cables to damp oscillation. If necessary, an additional capacitor should be installed at the load or the source to eliminate oscillation
- The + sense cables must be connected to + on the source and - sense to - at the source, otherwise both, sink and source could be damaged

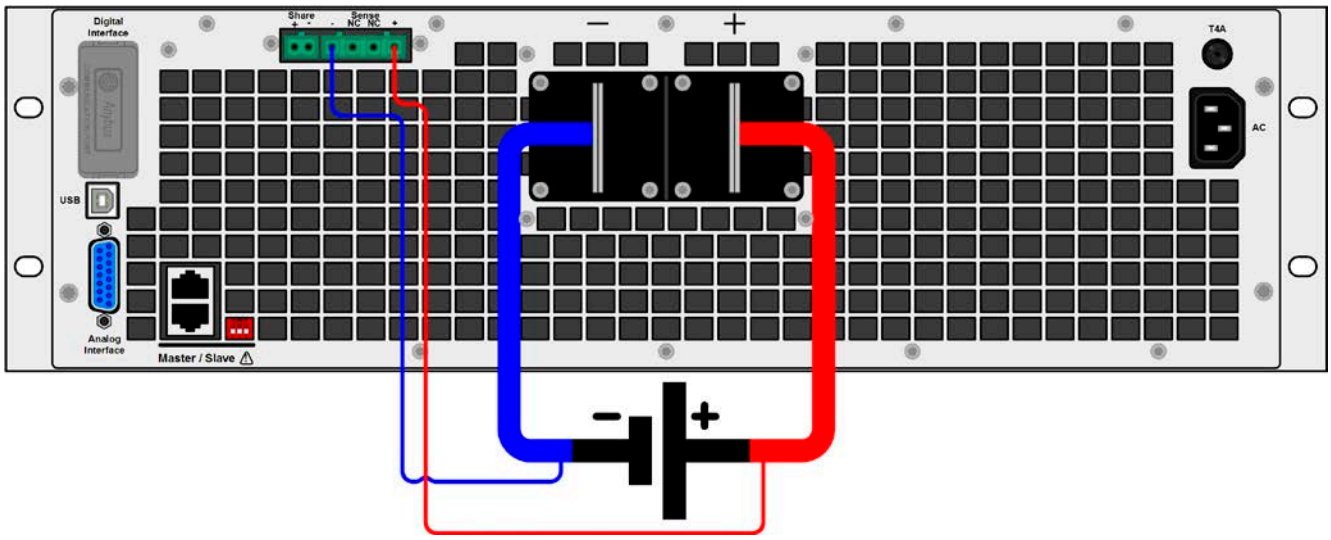


Figure 8 - Principle of remote sensing wiring on the master unit

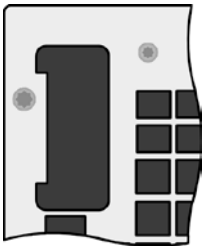
2.3.9 Installation of an interface module

The optionally obtainable interface modules can be retrofitted by the user and are exchangeable with each other. The settings for the currently installed module vary and need to be checked and, if necessary, corrected on initial installation and after module exchange.

- Common ESD protection procedures apply when inserting or exchanging a module.
- The device must be switched off before insertion or removal of a module
- Never insert any other hardware other than an IF-AB series module into the slot
- If no module is in use it is recommended that the slot cover is mounted in order to avoid internal dirtying of the device and changes in the air flow.

Installation steps:

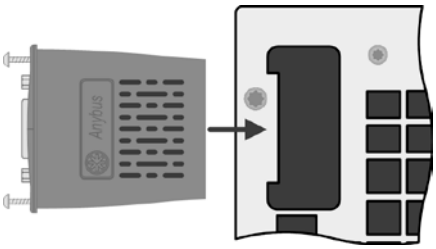
1.



Remove the slot cover. If needed use a screw driver.

Check that the fixing screws of an already installed module are fully retracted. If not, unscrew them (Torx 8) and remove module.

2.

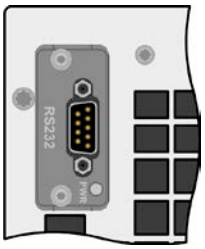


Insert the interface module into the slot. The shape ensures correct alignment.

When inserting take care that it is held as close as possible to a 90° angle to the rear wall of the device. Use the green PCB which you can recognize on the open slot as guide. At the end is a socket for the module.

On the underside of the module are two plastic nibs which must click into the green PCB so that the module is properly aligned on the rear wall of the device.

3.



The screws (Torx 8) are provided for fixing the module and should be fully screwed in. After installation, the module is ready for use and can be connected.

Removal follows the reverse procedure. The screws can be used to assist in pulling out the module.

2.3.10 Connecting the analog interface

The 15 pole connector (type: Sub-D, D-Sub) on the rear side is an analog interface. To connect this to a controlling hardware (PC, electronic circuit) and a standard plug are necessary (not included in the scope of delivery). It is generally advisable to switch the device completely off before connecting or disconnecting this connector, but at least switch off the DC input.

The analog interface is galvanically isolated from the device internally. Therefore do not connect any ground of the analog interface (AGND) to the DC minus input as this will cancel the galvanic isolation.

2.3.11 Connecting the USB port (rear side)

In order to remotely control the device via this port, connect the master unit to a PC using the included USB cable and switch the device on. The USB ports on the slave units are only for service purposes, such as firmware updates.

2.3.11.1 Driver installation (Windows)

On the initial connection with a PC the operating system will identify the device as new hardware and will try to install a driver. The required driver is for a Communications Device Class (CDC) device and is usually integrated in current operating systems such as Windows 7 or 10. But it is strongly recommended to use and install the included driver installer (on USB stick) to gain maximum compatibility of the device to our softwares.

2.3.11.2 Driver installation (Linux, MacOS)

We cannot provide drivers or installation instructions for these operating systems. Whether a suitable driver is available is best carried out by searching the Internet. Newer versions of Linux or MacOS may already include a suitable CDC driver.

2.3.11.3 Alternative drivers

In case the CDC drivers described above are not available on your system or for some reason do not function correctly commercial suppliers can help. Search the Internet for suppliers using the keywords “cdc driver windows“ or “cdc driver linux“ or “cdc driver macos“.

2.3.12 Initial commission

For the first start-up after installation of the cabinet, the following procedures have to be executed:

- Confirm that the connection cables to be used are of a satisfactory cross section!
- Check if the factory settings of set values, safety and monitoring functions and communication are suitable for your intended application of the device and adjust them if required, as described in the manual!
- Before using remote control via PC, read the additional documentation for interfaces and software!
- Before using remote control via the analog interface, read the section in this manual concerning analog interfaces!

During every boot phase, the master unit will show a language selection. The default language English can be changed here or later in the MENU, in the HMI Setup.

Every text below concerning display and touchscreen is related to language setting English.

2.3.13 Commission after a firmware update or a long period of non-use

In case of a firmware update, return of the equipment following repair or a location or configuration change, similar measures should be taken to those of initial start up. Refer to *„2.3.12. Initial commission“.*

Only after successful checking of the device as listed may it be operated as usual.

2.3.14 Removing units

In case of a defect of a slave unit it is possible for the cabinet to continue running with the remaining units. In order to remove an unit for repair or to replace it, a certain procedure is required (see below). After that and when powering the cabinet again, the master unit will automatically detect the altered configuration and present itself accordingly in the display or to remote control software. With the standard configuration being temporarily unavailable, the rated current and power of the cabinet are reduced, as well as the device name will change according to the product key as described in *1.5*.

Following steps are to perform to remove a slave unit:

1. Power off the cabinet with an external main switch or by switching off all units with their rotary mains switch on the front.
2. For the unit going to be removed:
   a. Remove the strain relief (strap) from the AC supply cable.
   b. Loosen the fixture that fixes the AC input connector plug.
   c. Remove the AC connector plug.
   d. Remove the plug from connector “Share”. If master unit: remove plug from connector “Sense”, if being used.
   e. Remove the patch cable or both, if unit is in the middle, from the master-slave bus connectors. Later, for the operation of the cabinet without the removed unit, the bus must be connected again from the upper to the lower unit by using a longer cable.
   f. If master unit: remove any other possibly connected cable from the digital or analog
   g. Loosen the nuts/bolts on the DC input and remove them (2-6 pieces). Before doing so make sure that the DC input doesn’t have dangerous voltage anymore, probably by checking it with a multimeter.
   h. Remove the screws on the front (4x).
   i. Carefully and slowly retract the unit from the cabinet.

2.3.15 Inserting units

The procedure of inserting units again is the same like when removing an unit, only vice versa. See steps described in *„2.3.14. Removing units“*. Before going to insert an unit make sure the cabinet is completely switched off or better, disconnected from AC supply.

2.3.16 Adding new units

Some models have a spare position for another slave unit to install later in order to extend the total power. The new slave unit can be purchased and delivered separately and installed on location. See *„1.9.4. Accessories“* for details. There are a few things to consider before extending the cabinet:

- When installing the additional slave, the previous cabinet configuration will be modified regarding total current, total power and the device name. The ratings as printed on the type label will become invalid. Actually, even the article number is not valid anymore. This doesn’t affect operation, but in cases of seeking support or returning a cabinet for repair, it is an important detail
- Existing cables for the DC connection would probably have to be replaced by bigger ones matching the higher current
- The slave unit to add must be of the same model as the already existing slave units
- Depending on the resulting current after the installation of the additional unit, further bars on the DC bus have to be installed. Contact us so we can assemble the correct set for you.

Adding a unit follows the same procedure as described in *2.3.14* and *.2.3.15.*

2.3.17 Emergency stop

An emergency stop system is optionally available and factory built-in (also see *1.9.5*). It consists of an emergency stop switch (manual operation, mounted on top of the cabinet), two door contacts (rear door) and a contactor. The three contacts are wired in series and will cut the units in the cabinet from AC supply once any of the breaker contacts is acted.

2.3.17.1 External emergency stop contacts

It is possible to extend the stop circuit with external contacts using two screw terminals located inside the cabinet (accessible from the rear). These terminals are bridged by default. The bridge would be replaced by one or several external breaker contacts in series, in order to have the emergency stop system act also when initiated from outside.

The external contacts must be of type “dry contact”, i.e. potential-free, and suitable for 24 V DC.

3. Operation and application

3.1 Personal safety

- In order to guarantee safety when using the device, it is essential that only persons operate the device who are fully acquainted and trained in the required safety measures to be taken when working with dangerous electrical voltages
- For models which can generate a voltage which is dangerous by contact, or is connected to such, the included DC terminal cover or an equivalent must always be used
- Whenever the DC input is being re-configured, the device should be disconnected from the mains, not only switched off on the DC input! Also switch off or even disconnect the source!

3.2 Operating modes

The device is internally controlled by different control or regulation circuits, which shall bring voltage, current and power to the adjusted values and hold them constant, if possible. These circuits follow typical laws of control systems engineering, resulting in different operating modes. Every operating mode has its own characteristics which are explained below in short form.

3.2.1 Voltage regulation / Constant voltage

Constant voltage operation (CV) or voltage regulation is a subordinate operating mode of electronic loads. In normal operation, a voltage source is connected to the electronic load, which represents a certain input voltage. If the set value for the voltage in constant voltage operation is higher than the actual voltage of the source, the value cannot be reached. The load will then take no current from the source. If the voltage set value is lower than the input voltage then the load will attempt to drain enough current from the source to achieve the desired voltage level. If the resulting current exceeds the maximum possible or adjusted current value or the total power according to $P = U_{IN} * I_{IN}$ is reached, the load will automatically switch to constant current or constant power operation, whatever comes first. Then the adjusted input voltage can no longer be achieved.

While the DC input is switched on and constant voltage mode is active, then the condition “CV mode active” will be shown on the graphics display by the abbreviation CV, as well it will be passed as a signal to the analog interface and stored as internal status which can be read via digital interface.

3.2.1.1 Speed of the voltage controller

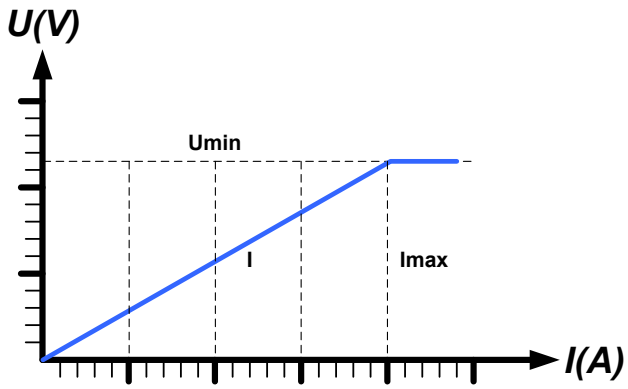
The internal voltage controller can be switched between “Slow” and “Fast” (see *„3.4.3.1. Menu “General Settings”“).* Factory default value is “Slow”. Which setting to select depends on the actual situation in which the device is going to be operated, but primarily it depends of the type of voltage source. An active, regulated source such as a switching mode power supply has its own voltage control circuit which works concurrently to the load’s circuit, but both could work against each other and thus lead to oscillation. If this occurs it is recommended to set the controller speed to “Slow”.

In other situations, e.g. operating the function generator and applying various functions to the load’s input voltage and setting of small time increments, it might be necessary to set the voltage controller to “Fast” in order to achieve the expected results.

3.2.1.2 Minimum voltage for maximum current

Due to technical reasons, all models in this series have a minimum internal resistance that makes the unit to be supplied with a minimum input voltage (U_{MIN}) in order to be able to draw the full current (I_{MAX}). This minimum input voltage varies from model to model and is listed in the technical specifications. If less voltage than U_{MIN} is supplied, the load proportionally draws less current, which can be calculated easily.

See principle view to the right.



3.2.2 Current regulation / constant current / current limiting

Current regulation is also known as current limitation or constant current mode (CC) and is fundamental to the normal operation of an electronic load. The DC input current is held at a predetermined level by varying the internal resistance according to Ohm's law R = U / I such that, based on the input voltage, a constant current flows. Once the current has reached the adjusted value, the device automatically switches to constant current mode. However, if the DC power consumption reaches the adjusted power level, the device will automatically switch to power limitation and adjust the input current according to $I_{MAX} = P_{SET} / U_{IN}$, even if the maximum current set value is higher. The current set value, as determined by the user, is always and only an upper limit.

While the DC input is switched on and constant current mode is active, the condition "CC mode active" will be shown on the graphics display by the abbreviation CC, as well it will be passed as a signal to the analog interface and stored as internal status which can be read via digital interface.

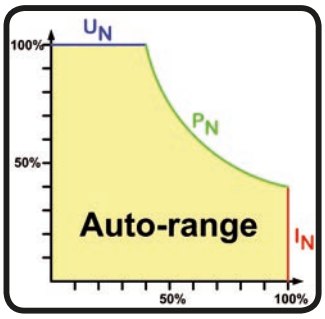
3.2.3 Resistance regulation / constant resistance

Inside electronic loads, whose operating principle is based on a variable internal resistance, constant resistance mode (CR) is almost a natural characteristic. The load attempts to set the internal resistance to the user defined value by determining the input current depending on the input voltage according to Ohm's law $I_{IN} = U_{IN} / R_{SET}$. The internal resistance is naturally limited between almost zero and maximum (resolution of current regulation too inaccurate). As the internal resistance cannot have a value of zero, the lower limit is defined to an achievable minimum. This ensures that the electronic load, at very low input voltages, can consume a high input current from the source, up to the maximum.

While the DC input is switched on and constant resistance mode is active, the condition "CR mode active" will be shown on the graphics display by the abbreviation CR, as well it will be stored as internal status which can be read via digital interface.

3.2.4 Power regulation / constant power / power limitation

Power regulation, also known as power limitation or constant power (CP), keeps the DC input power of the device at the adjusted value, so that the current flowing from the source, together with the input voltage, achieves the desired value. Power limitation then limits the input current according to $I_{IN} = P_{SET} / U_{IN}$ as long as the power source is able to provide this power.



Power limitation operates according to the auto-range principle such that at lower input voltages higher current can flow and vice versa, in order to maintain constant power within the range P_N (see diagram to the right).

While the DC input is switched on and constant power operation is active, the condition "CP mode active" will be shown on the graphic display by the abbreviation CP, as well it will be stored as internal status which can be read via digital interface.

Constant power operation impacts the internal set current value. This means that the maximum set current may not be reachable if the set power value according to I = P / U sets a lower current. The user defined and displayed set current value is always the upper limit only.

3.2.4.1 Temperature dependent derating

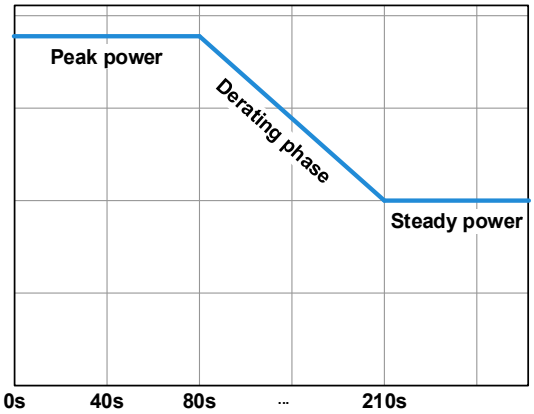
This series consists of conventional electronic loads which convert the consumed electrical energy into heat and dissipate it. In order to avoid overheating, the device will automatically reduce, i.e. derate the actual input power when heating up. It means, at a cold start it can take the peak power (see technical specs) for a certain time before it starts reducing.

This derating is depending on the ambient temperature. It means, that at 10°C the load can take the peak power for a much longer time than at 20°C ambient temperature or higher. Disregarding the ambient temperature, the derating will be constant at a certain power per degree Kelvin (x W/K, see technical specifications), down to the steady power which is rated for the typical ambient temperature of 25°C (77°F) and further down.

The time which elapses during the derating phase, is typically between 150 and 200 seconds. It includes the peak power time.

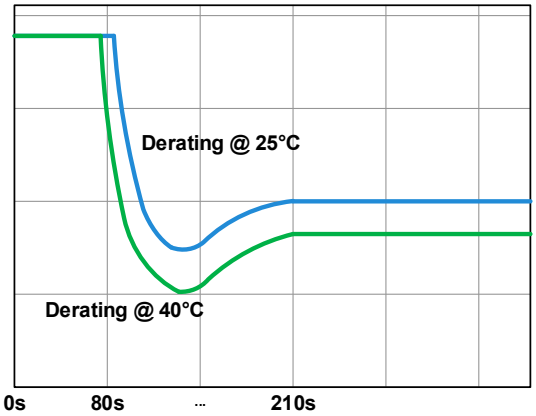
However, if the device is supplied with less power than the corresponding steady power for the ambient temperature of the device's location, the derating won't impact the operation. Though the internal power reduction is always imminent. For example, if you would run a model with 13500 W steady power at 8000 W constant actual power, while the power limit is set to 21600 W, and your source would make a voltage step or the load a current step, the power limit of 21600 W could still not be achieved.

See the diagrams below for clarification.



Principle derating progression, depicted on the example of one load unit. All models of this series have multiple load units equipped which not necessarily start derating at the same time.

The peak power is absorbed by the load device for a time x, until derating starts. After the start of derating, the max. power of the load will settle around the point of steady power. The momentary true value of steady power can only be read from the device's actual power value (display or via interface). In case the ambient temperature rises, the derating will continue.



Derating progression after a cold start of the device at 25°C (blue) and 40°C (green) ambient temperature.

The temporal progression shows that the peak power at 40°C is only available for a short time before derating starts. At this ambient temperature, the steady power will settle at a lower value than with 25°C.

3.2.5 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 fulfils 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. The value to achieve the expected result is not defined and has to be found out. We recommend:

80 V models: 1000 µF....4700 µF
200 V models: 100 µF...470 µF
360 V models: 68 µF...220 µF
500 V models: 47 µF...150 µF
750 V models: 22 µF...100 µF

3.3 Alarm conditions

This section only gives an overview about device alarms. What to do in case your device indicates an alarm condition is described in section „3.6. Alarms and monitoring“.

As a basic principle, all alarm conditions are signalled optically (text + message in the display), acoustically (if activated) and as a readable status and alarm counter via the digital interface. In addition, the alarms OT, PF and OVP are reported as signals on the analogue interface. For later acquisition, an alarm counter can be read from the display or via digital interface.

3.3.1 Power Fail

Power Fail (PF) indicates an alarm condition which may have various causes:

- AC input voltage too low (mains undervoltage, mains failure)

As soon as a power fail occurs, the device will stop to sink power and switch off the DC input. In case the power fail was an undervoltage and is gone later on, the alarm will vanish from display and doesn’t require to be acknowledged.

The condition of the DC input after a gone PF alarm can be determined in the MENU. See *3.4.3.*

Switching off the device with the mains switch can not be distinguished from a mains blackout and thus the device will signalise a PF alarm every time the device is switched off. This can be ignored.

3.3.2 Overtemperature

An overtemperature alarm (OT) can occur due to an excess temperature inside the device and causes it to stop sinking power temporarily. After cooling down, the device will automatically continue to supply power, while the condition of the DC input remains and the alarm doesn’t require to be acknowledged.

3.3.3 Overvoltage protection

An overvoltage alarm (OVP) will switch off the DC input and can occur if:

- the connected voltage source provides a higher voltage to the DC input than set in the overvoltage alarm threshold (OVP, 0...103% U_{NOM})

This function serves to warn the user of the electronic load acoustically or optically that the connected voltage source has generated an excessive voltage and thereby could damage or even destroy the input circuit and other parts of the device.

The device is not fitted with protection from external overvoltage.

3.3.4 Overcurrent protection

An overcurrent alarm (OCP) will switch off the DC input and can occur if:

- The input current in the DC input exceeds the adjusted OCP limit.

This function serves to protect the voltage and current source so that this is not overloaded and possibly damaged, rather than offering protection to the electronic load.

3.3.5 Overpower protection

An overpower alarm (OPP) will switch off the DC input and can occur if:

- the product of the input voltage and input current in the DC input exceeds the adjusted OPP limit.

This function serves to protect the voltage and current source so that this is not overloaded and possibly damaged, rather than offering protection to the electronic load.

3.4 Manual operation

3.4.1 Switching on the device

The cabinets of this series are master-slave systems with one master unit and up to 5 slave units. In order for the master to find and initialise the slaves the fastest way after powering the cabinet, it should be powered last. **Recommendation: power the units in the cabinet from bottom to top, one by one.**

After switching on, the display firsts show the manufacturers logo and device related information, as well as a language selection screen (for 3 s) and will then be ready for use. In the setup (see section *„3.4.3. Configuration via MENU“)* in the second level menu “**General settings**” is an option “**Input after power ON**” in which the user can determine the condition of the DC input after power-up. Factory setting here is “**OFF**”, meaning that the DC input will remain switched off after power-up. “**Restore**” means that the last condition of the DC input will be restored, either on or off. All set values are always saved and restored.

It is allowed to only switch on a lesser number of slave units or just the master unit if the demand for power with the current application is lower than what the cabinet can bring. Every unit can provide a certain power (formula: total power of cabinet ÷ number of units). The master unit will automatically detect the situation.

For the time of the start phase the analog interface can signal undefined statuses on the output pins such as OT or OVP. Those signals must be ignored until the device has finished booting and is ready to work.

3.4.2 Switching off the device

On switch-off the last input condition and the most recent set values are saved. Furthermore, a PF alarm (power failure) will be reported, but can be ignored.

Due to the master-slave configuration of the cabinet it is recommended to switch off the master first.

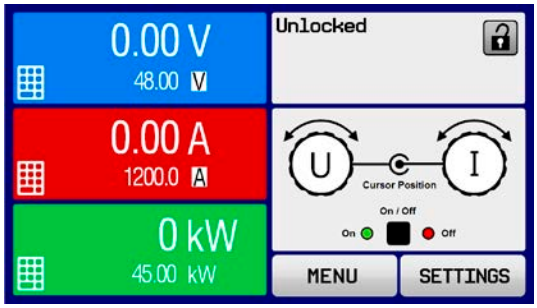
Recommendation: switch off the units in the cabinet from top to bottom, one by one.

3.4.3 Configuration via MENU

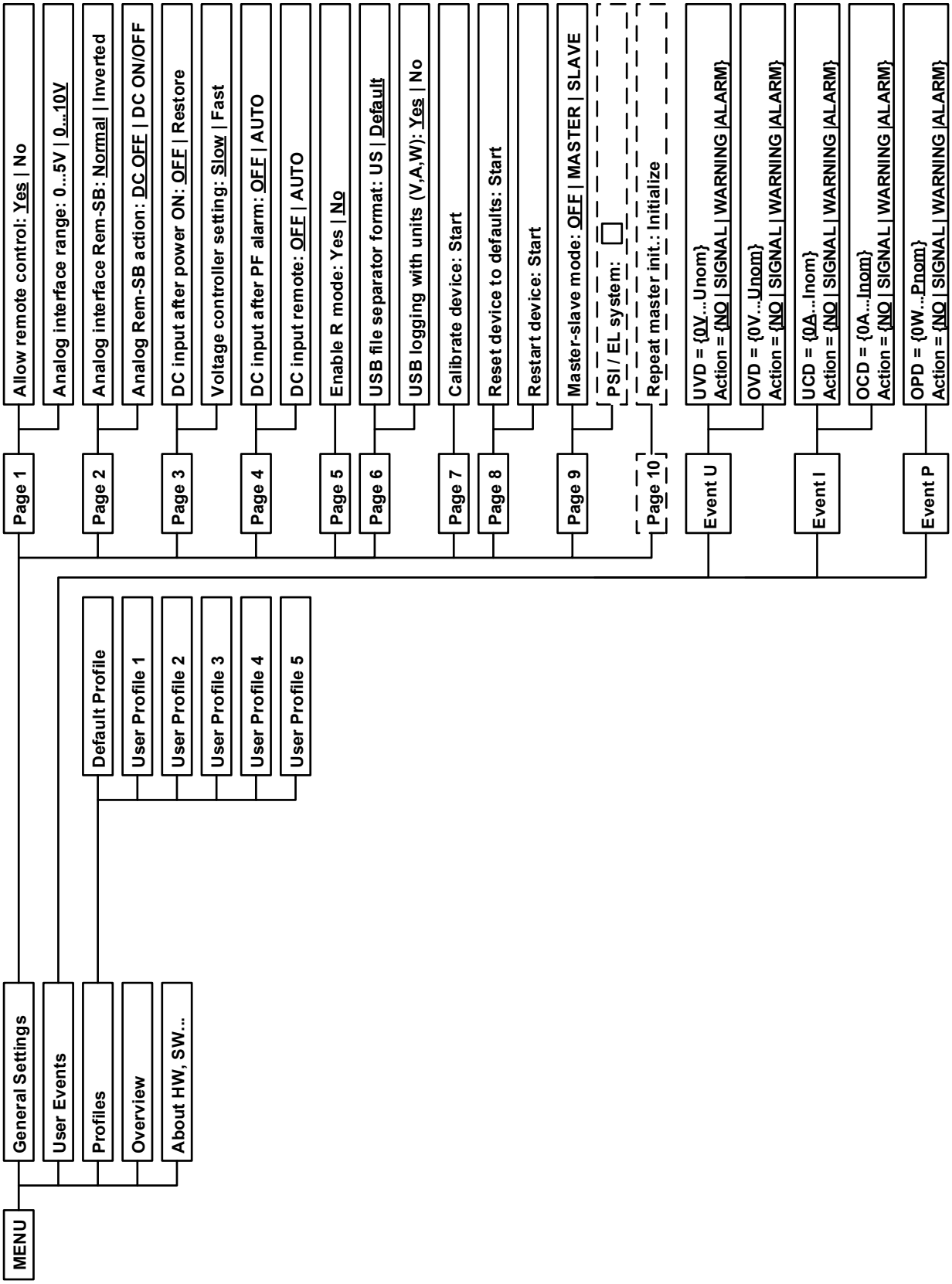
The MENU serves to configure all operating parameters which are not constantly required. These can be set by finger touch on the MENU touch area, but only if the DC input is switched OFF. See figure to the right.

If the DC input is switched on the settings menu will not be shown, only status information.

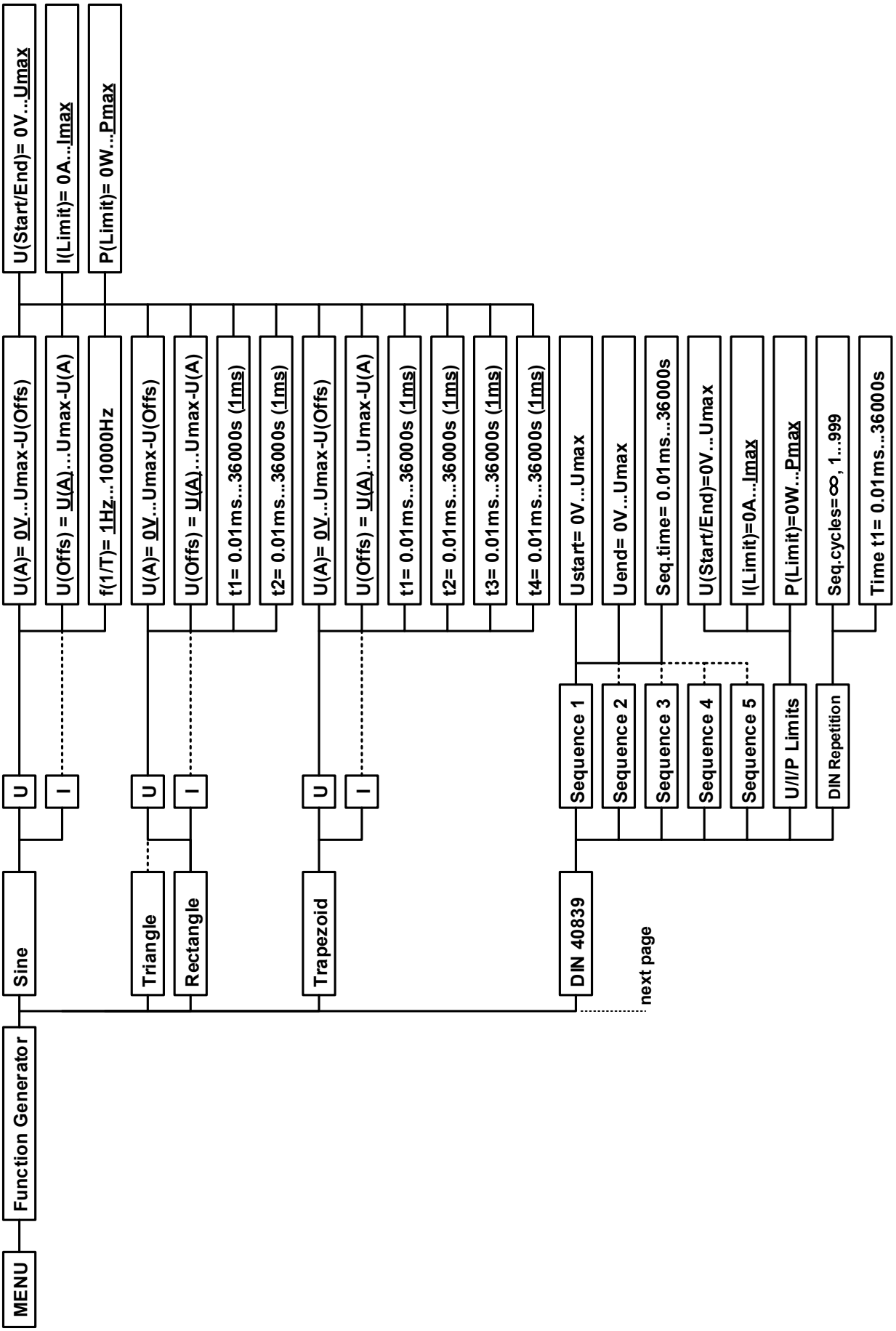
Menu navigation is by finger touch. Values are set using the rotary knobs. The assignment of the knobs to the adjustable values is not indicated in menu pages, but there is an assignment rule: upper value -> left-hand knob, lower values -> right-hand knob.



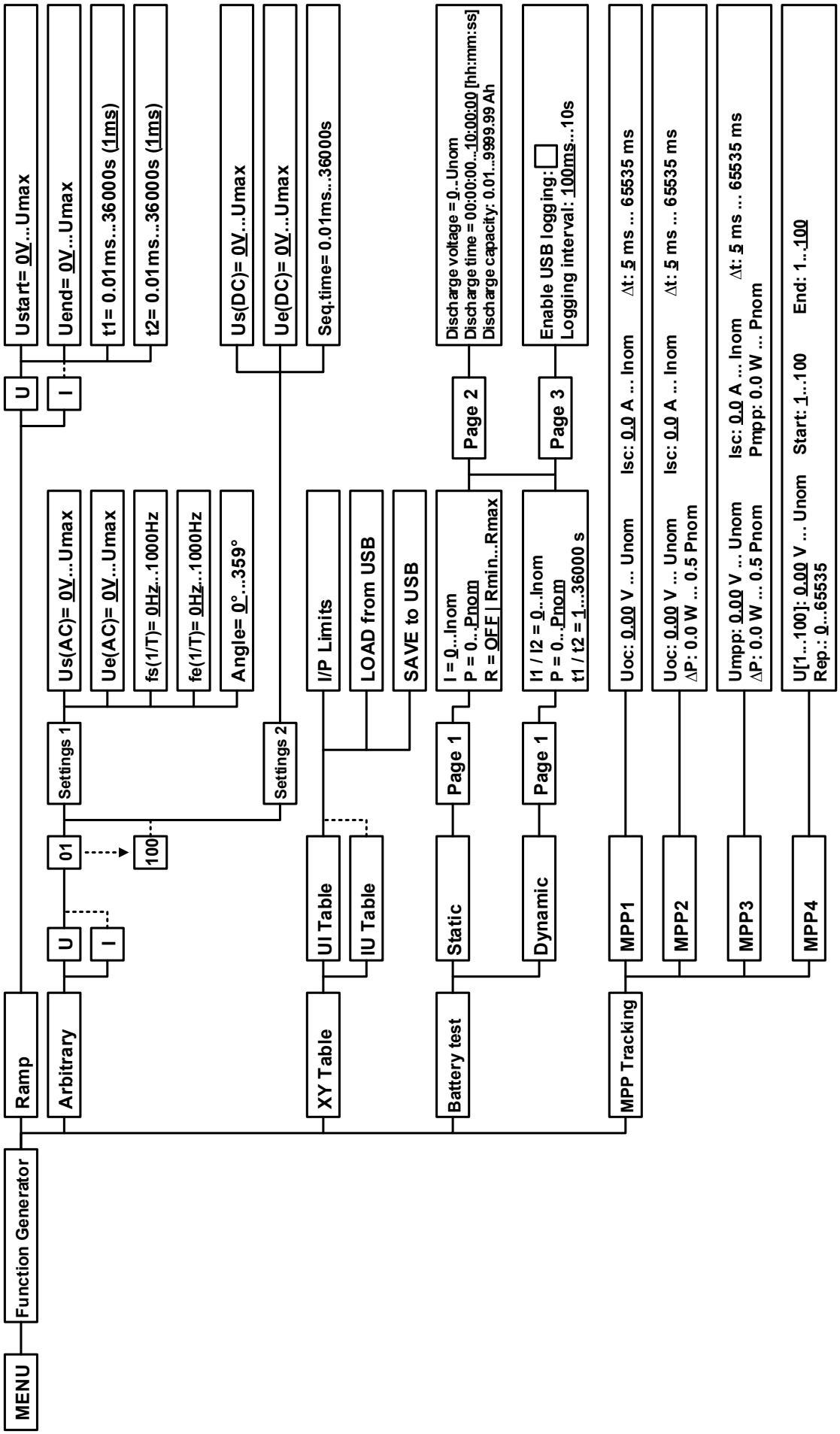
The menu structure is shown schematically on the following pages. Some setting parameters are self-explanatory, others are not. The latter will be explained on the pages following.

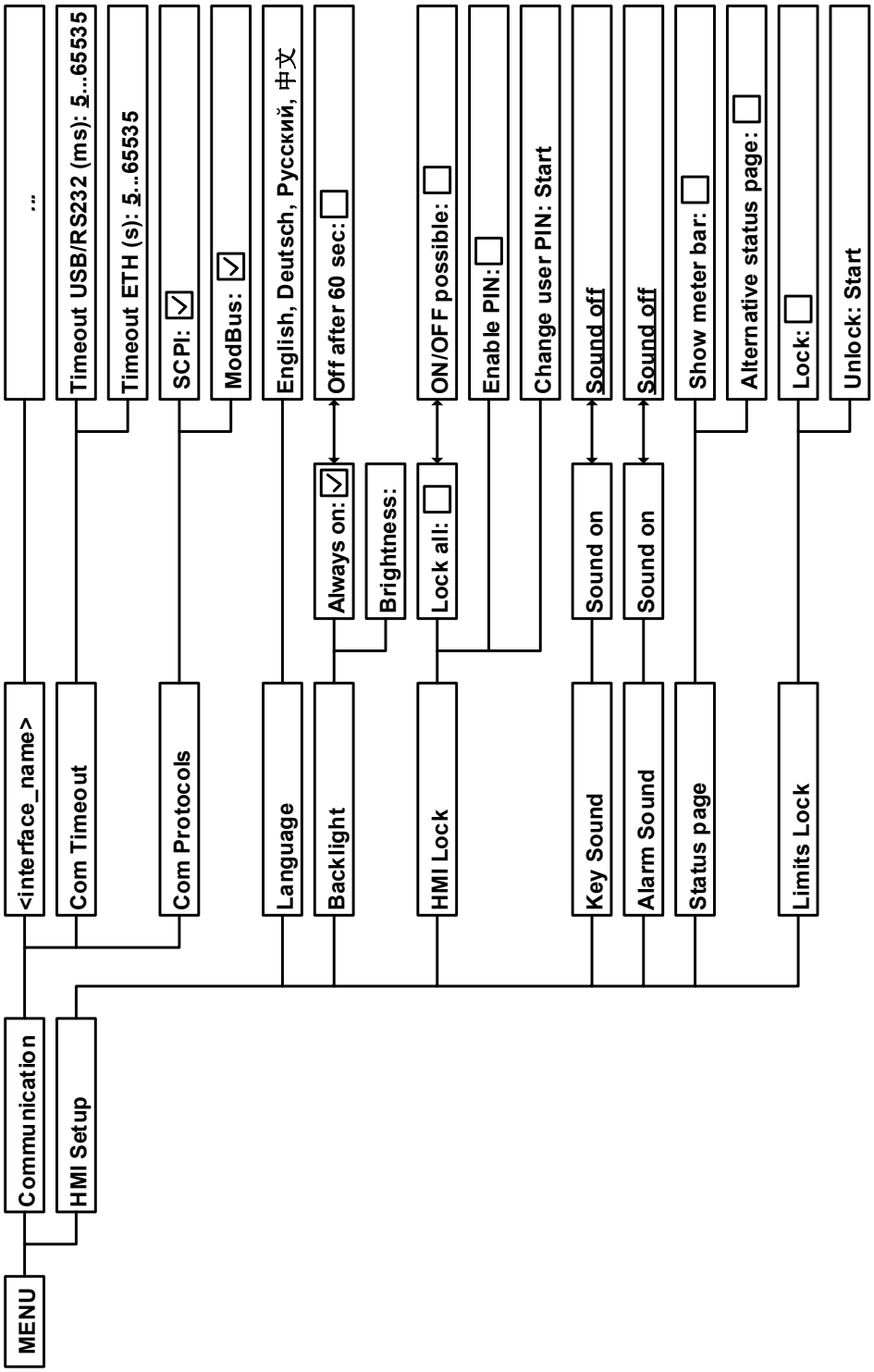


Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset.



Parameters in curly brackets describe the selectable range, underlined parameters show the default value after delivery or reset.
Dotted lines mark multiple identical parameters like with U, I for "Sine", where U(A) changes to I(A) etc.


MENU
Function Generator
Ramp
Arbitrary
U
I
01
100
Settings 1
Us(AC)= 0V...Umax
Ue(AC)= 0V...Umax
fs(1/T)= 0Hz...1000Hz
fe(1/T)= 0Hz...1000Hz
Angle= 0°...359°
Ustart= 0V...Umax
Uend= 0V...Umax
t1= 0.01ms...36000s (1ms)
t2= 0.01ms...36000s (1ms)
Us(DC)= 0V...Umax
Ue(DC)= 0V...Umax
Settings 2
Seq.time= 0.01ms...36000s
XY Table
I/P Limits
UI Table
IU Table
LOAD from USB
SAVE to USB
Battery test
Static
I = 0...Inom
P = 0...Pnom
R = OFF | Rmin...Rmax
Page 1
Page 2
Discharge voltage = 0...Unom
Discharge time = 00:00:00...10:00:00 [hh:mm:ss]
Discharge capacity: 0.01...9999.99 Ah
Dynamic
I1 / I2 = 0...Inom
P = 0...Pnom
t1 / t2 = 1...36000 s
Page 1
Page 3
Enable USB logging:
Logging interval: 100ms...10s
MPP Tracking
MPP1
Uoc: 0.00 V ... Unom
Isc: 0.0 A ... Inom
Δt: 5 ms ... 65535 ms
MPP2
Uoc: 0.00 V ... Unom
ΔP: 0.0 W ... 0.5 Pnom
Isc: 0.0 A ... Inom
Δt: 5 ms ... 65535 ms
MPP3
Umpp: 0.00 V ... Unom
ΔP: 0.0 W ... 0.5 Pnom
Isc: 0.0 A ... Inom
Pmpp: 0.0 W ... Pnom
Δt: 5 ms ... 65535 ms
MPP4
U[1...100]: 0.00 V ... Unom
Rep.: 0...65535
Start: 1...100
End: 1...100


MENU
Communication
HMI Setup
<interface_name>
Com Timeout
Com Protocols
Language
Backlight
HMI Lock
Key Sound
Alarm Sound
Status page
Limits Lock
...
Timeout USB/RS232 (ms): 5...65535
Timeout ETH (s): 5...65535
SCPI:
ModBus:
English, Deutsch, Русский, 中文
Off after 60 sec:
Always on:
Brightness:
ON/OFF possible:
Lock all:
Enable PIN:
Change user PIN: Start
Sound off
Sound on
Sound off
Sound on
Show meter bar:
Alternative status page:
Lock:
Unlock: Start

3.4.3.1 Menu “General Settings”

Setting	P.	Description
Allow remote control	1	Selection “**NO**” means that the device cannot be remotely controlled over either the digital or analog interfaces. If remote control is not allowed, the status will be shown as “**Local**” in the status area on the main display. See also section *1.9.6.1*
Analog interface range	1	Selects the voltage range for the analog set input values, monitoring outputs and reference voltage output. • **0...5 V** = Range is 0...100% set /actual values, reference voltage 5 V • **0...10 V** = Range is 0...100% set /actual values, reference voltage 10 V See also section *„3.5.4. Remote control via the analog interface (AI)“*
Analog interface Rem-SB	2	Selects how the input pin “Rem-SB” of the analog interface shall be working regarding levels (see *„3.5.4.4. Analog interface specification“*) and logic: • **normal** = Levels and function as described in the table in *3.5.4.4* • **inverted** = Levels and function will be inverted Also see *„3.5.4.7. Application examples“*
Analog Rem-SB action	2	Selects the action on the DC input that is initiated when changing the level of analog input “Rem-SB”: • **DC OFF** = the pin can only be used to switch the DC input off • **DC AUTO** = the pin can be used to switch the DC input off and on again, if it has been switched on before at least from a different control location
DC input after power ON	3	Determines the condition of the DC input after power-up. • **OFF** = DC input is always off after switching on the device • **Restore** = DC input condition will be restored to the condition prior to switch off
Voltage controller setting	3	Selects the regulation speed of the internal voltage regulator between “**Slow**” and “**Fast**”. See *„3.2.1.1. Speed of the voltage controller“.*
DC input after PF alarm	4	Determines how the DC input shall react after a power fail (PF) alarm has occurred: • **OFF** = DC input will be switched off and remain until user action • **AUTO** = DC input will switch on again after the PF alarm cause is gone and if it was switched on before the alarm occurred
DC input after remote	4	Determines the condition of the DC input after leaving remote control either manually or by command. • **OFF** = DC input will be always off when switching from remote to manual • **AUTO** = DC input will keep the last condition
Enable R mode	5	Activates (“**Yes**”) or deactivates (“**No**”) the internal resistance control. If activated, the resistance set value of the simulated internal resistor can be adjusted additionally to the other set values. For details refer to *„3.2.3. Resistance regulation / constant resistance“*
USB file separator format	6	Switches the decimal point format of values and also the CSV file separator for USB logging and for other features where CSV file can be loaded **US** = Comma separator (US standard for CSV files) **Default** = Semicolon separator (german/european standard for CSV files)
USB logging with units (V,A,W)	6	CSV files generated from USB logging by default add physical units to values. This can be deactivated by setting this option to “**No**”
Calibrate device	7	Touch area “**Start**” starts a calibration routine (see *„5.3. Calibration“*), but only if the device is in U/I or U/P mode.
Reset device to defaults	8	Touch area “**Start**” will initiate a reset of all settings (HMI, profile etc.) to factory default, as shown in the menu structure diagrams on the previous pages
Restart device	8	Will initiate a warm start of the device
Master-slave mode	9	Selecting “**OFF**” disables the master-slave mode (MS) in which the cabinet is running by default. Since the MS mode is essential for the operation of the cabinet, this setting should never be altered.

Setting	P.	Description
PSI / EL system	9	This item will only be displayed if the device is set as **MASTER** Must remain deactivated for correct operation of the cabinet.
Repeat master init.	10	This item will only be displayed if the device is set as **MASTER** Touch area "**Initialize**" will repeat the initialisation of the master-slave system in case the automatic enumeration of the slave units by the master is once unsuccessful so the system would have less total power than expected or has to be repeated manually in case the master unit couldn't detect a missing slave

3.4.3.2 Menu "User Events"

See *„3.6.2.1 User defined events" on page 59.*

3.4.3.3 Menu "Profiles"

See *„3.9 Loading and saving a user profile" on page 61.*

3.4.3.4 Menu "Overview"

This menu page displays an overview of the set values (U, I, P or U, I, P, R) and alarm settings as well as settings limits. These can only be displayed, not changed.

3.4.3.5 Menu "About HW, SW..."

This menu page displays an overview of device relevant data such as serial number, article number etc., as well as an alarm history which lists the number of device alarms that probably occurred since the device has been powered.

3.4.3.6 Menu "Function Generator"

See *„3.10 The function generator" on page 62.*

3.4.3.7 Menu "Communication"

This submenu offers settings for digital communication via the optional or built-in interface. The button for the installed interface module opens one or more settings pages, depending on the interface type. There are furthermore adjustable communication timeout settings, of which the one for USB can make it possible to successfully transfer fragmented messages using higher values. In the screen for "Com Protocols" it is possible to enable both or disable one of the two supported communication protocols, ModBus RTU and SCPI. This can help to avoid mixing both protocols and to receive unreadable messages, for example when expecting a SCPI response and getting a ModBus RTU response instead.

For all Ethernet interfaces with two ports: „P1" is related to port 1 and „P2" to port 2, like printed on the module face. Two-port interfaces will use one IP only, because they operate as Ethernet switch

IF	Level 1	Description
Profibus DP	**Node Address**	Selection of the Profibus or node address of the device within range 1...125 via direct input
	Function Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave function tag. Max. length: 32 characters
	Location Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave location tag. Max. length: 22 characters
	Installation Date	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave installation date tag. Max. length: 40 characters
	Description	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave. Max. length: 54 characters

IF	Level 1	Level 2	Description
CANopen	**Node Address**		Selection of the CANopen node address in the range 1...127
	Baud Rate	**AUTO**	Automatic detection of the bus baud rate or speed
		LSS	Automatically sets baud rate and node address
		Manual	Manual selection of the baud rate that is used by the CANopen interface. Possible selections: 10 kbps, 20 kbps, 50 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 250 kbps, 500 kbps, 800 kbps, 1Mbps (1Mbps = 1 Mbit/s, 10 kbps = 10 kbit/s)

IF	Level 1	Level 2	Level 3	Description
Ethernet / ModBus-TCP, 1 & 2 Port	**IP Settings 1**	**DHCP**		The IF allows a DHCP server to allocate an IP address, a subnet mask and a gateway. If no DHCP server is in the network then network parameters will be set as defined in item “Manual”
		Manual	**IP address**	This option is activated by default. An IP address can be manually allocated.
			Gateway	Here a gateway address can be allocated if required..
			Subnet mask	Here a subnet mask can be defined if the default subnet mask is not suitable.
		DNS address 1 **DNS address 2**		Here the addresses of the first and second Domain Name Servers (DNS) can be defined, if needed. A DNS is only necessary if the device shall be registered with its domain and host name, in order to access it in a browser more comfortably.
		Port		Range: 0...65535. Default ports: **5025** = Modbus RTU (all Ethernet interfaces) Reserved ports which must not be set with this parameter: **502** = Modbus TCP (Modbus-TCP interface only) other typical reserved ports
	IP Settings 2-P1 **IP Settings 2-P2**	**AUTO**		Settings for the Ethernet port such as transmission speed are set automatically.
		Manual	**Half duplex**	Manual selection for transmission speed (10MBit/100MBit) and duplex mode (full/half). It is recommended to use the “AUTO” option and only revert to “Manual” if these parameters fail.
			Full duplex	
			10MBit	
			100MBit	
	Host name			Free choice of host name (default: Client)
	Domain name			Free choice of Domain (default: Workgroup)
	TCP Keep-Alive	**Enable TCP keep-alive**		

IF	Level 1	Description
RS232	-	The baud rate is selectable, other serial settings can’t be changed and are defined like this: 8 data bits, 1 stop bit, parity = none Baud rates: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

IF	Level 1	Level 2	Level 3	Description
Profinet/IO, 1 & 2 Port	**IP Settings 1**	**DHCP**		The IF allows a DHCP server to allocate an IP address, a subnet mask and a gateway. If no DHCP server is in the network then network parameters will be set as defined in item “Manual”
		Manual	**IP address**	This option is activated by default. An IP address can be manually allocated.
			Gateway	Here a gateway address can be allocated if required..
			Subnet mask	Here a subnet mask can be defined if the default subnet mask is not suitable.
		DNS address 1 **DNS address 2**		Here the addresses of the first and second Domain Name Servers (DNS) can be defined, if needed. A DNS is only necessary if the device shall be registered with its domain and host name, in order to access it in a browser more comfortably.
	IP Settings 2-P1 **IP Settings 2-P2**	**AUTO**		Settings for the Ethernet port such as transmission speed are set automatically.
		Manual	**Half duplex**	Manual selection for transmission speed (10MBit/100MBit) and duplex mode (full/half). It is recommended to use the “AUTO” option and only revert to “Manual” if these parameters fail.
			Full duplex	
			10MBit	
			100MBit	

IF	Level 1	Description
Profinet/IO, 1 & 2 Port	**Host name**	Free choice of host name (default: Client)
	Domain name	Free choice of Domain (default: Workgroup)
	Function Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profinet slave function tag. Max. length: 32 characters
	Location Tag	String input box for a user-definable text which describes the Profinet slave location tag. Max. length: 22 characters
	Station Name	String input box for a user-definable text which describes the Profinet station name. Max. length: 54 characters
	Description	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave. Max. length: 54 characters
	Installation Date	String input box for a user-definable text which describes the Profibus slave installation date tag. Max. length: 40 characters

IF	Ebene 1	Level 2	Level 3	Description
CAN	**Base ID**			Setup of the CAN base ID (11 Bit or 29 Bit, hex format). Default: **0h**
	Baud Rate			Setup of the CAN bus speed or baud rate in typical value between 10 kbps and 1Mbps. Default: **500 kbps**
	Termination			Activates or deactivates CAN bus termination with a built-in resistor. Default: **OFF**
	Broadcast ID			Setup of the CAN broadcast ID (11 Bit or 29 Bit, hex format). Default: **7ffh**
	ID Format			Selection of the CAN ID format between **Base** (11 Bit ID, 0h...7ffh) and **Extended** (29 Bit, 0h...1fffffffh)
	Cyclic Communication	**Base ID Cyclic Read**		Setup of the CAN base ID (11 Bit or 29 Bit, hex format) for cyclic read of up to 5 object groups (see "**Cyclic Read Timing**"). The device will automatically send specific object data to the IDs defined with this setting. For more information refer to the programming guide. Default: **100h**
		Base ID Cyclic Send		Setup of the CAN base ID (11 Bit or 29 Bit, hex format) for cyclic send of the three set values for U, I and P along with status in one single message. For more information refer to the programming guide. Default: **200h**
		Cyclic Read Timing	**Status**	Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of status to the adjusted „**Base ID Cyclic Read + 1**“ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Actual val.	Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of actual values to the adjusted „**Base ID Cyclic Read + 2**“ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Set val.	Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of set values of U & I to the adjusted „**Base ID Cyclic Read + 3**“ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Limits 1	Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of adjustment limits of P & R to the adjusted „**Base ID Cyclic Read + 4**“ Range: 20...5000 ms. Default: 0 (deactivated)
			Limits 2	Activation/deactivation and time setting for the cyclic read of adjustment limits of P & R to the adjusted „**Base ID Cyclic Read + 4**“
	Data Length			Determines the DLC (data length) of all messages sent from the device. **AUTO** = length varies between 3 and 8 bytes, depending on object **Always 8 Bytes** = length is always 8, filled up with zeros

Element	Description
Com Timeout	**Timeout USB/RS232** (in milliseconds) Default value: 5, Range: 5...65535 Defines the max. time between two subsequent bytes or blocks of a transferred message. For more information about the timeout refer to the external programming documentation “Programming ModBus & SCPI”. **Timeout ETH** (in seconds) Default value: 5, Range: 5...65535 Defines a timeout after which the device would close the socket connection if there was no command communication between the controlling unit (PC, PLC etc.) and the device for the adjusted time. The timeout is ineffective as long as option “TCP keep-alive” is enabled and the keep-alive network service is running.
Com Protocols	Enables or disables SCPI or ModBus communication protocols for the device. The change is immediately effective after submitting it with ENTER button. Only one of both can be disabled.
Logging	Enables/disables the “log to USB stick” feature. Once enabled, you can define the log interval (multiple steps, 500 ms ... 5 s) and the control method. For more refer to *„3.4.10. Recording to USB stick (logging)“*.

3.4.3.8 Menu “HMI Setup”

These settings refer exclusively to the control panel (HMI).

Element	Description
Language	Selection of the display language between German, English, Russian or Chinese
Key Sound	Activates or deactivates sounds when touching a touch area in the display. It can usefully signal that the action has been accepted.
Alarm Sound	Activates or deactivates the additional acoustic signal of an alarm or user defined event which has been set to “Action = ALARM”. See also *„3.6 Alarms and monitoring“ on page 57.*
HMI Lock	See *“„3.7 Control panel (HMI) lock“ on page 60*
Backlight	The choice here is whether the backlight remains permanently on or if it should be switched off when no input via screen or rotary knob is made for 60 s. As soon as input is made, the backlight returns automatically. Furthermore, the backlight intensity can be adjusted here.
Status page	Enables/disables two display related options for the main screen with actual and set values: **Show meter bar**: in U/I/P mode, i. e. resistance mode not activated, a meter bar for 0-100% actual values of voltage, current and power is shown. See *„3.4.8. The meter bars“.* **Alternative status page**: switches the main screen of the device with its actual and set values of voltage, current, power and - if activated - resistance to a simpler display with only voltage and current, plus status. See *„3.4.7. Switching the main screen view“.* Default setting: both disabled
Limits Lock	See *„3.8 Limits lock“ on page 60*

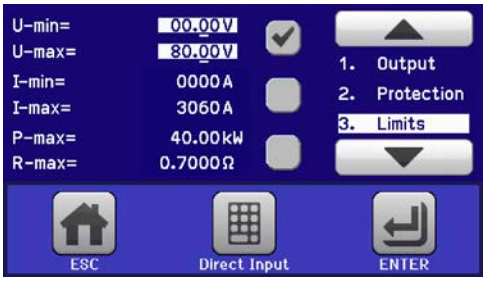
3.4.4 Adjustment limits

> Adjustment limits are only effective on the related set values, no matter if using manual adjustment or remote control!

Defaults are that all set values (U, I, P, R) and the corresponding adjustment limits are adjustable from 0 to 102%.

The full range may be obstructive in some cases, especially for protection of applications against overcurrent. Therefore upper and lower limits for current (I) and voltage (U) can be set separately, which then limit the range of the adjustable set values.

For power (P) and resistance (R) only upper value limits can be set.



► How to configure the adjustment limits

1. On the main screen, tap SETTINGS to access the SETTINGS menu.
2. Tap the arrows ▲ ▼ to select "**3. Limits**".
3. In each case a pair of upper and lower limits for U/I or the upper limit for P/R are assigned to the rotary knobs and can be adjusted. Tap the selection area for another choice .
4. Accept the settings with ENTER.

> *The set values can be entered directly using the ten-key pad. This appears when the touch area "Direct Input" is tapped (bottom centre)*

> *The adjustment limits are coupled to the set values. It means, that the upper limit may not be set lower than the corresponding set value. Example: If you wish to set the adjustment limit for power (P-max) to 30.00 kW while the currently adjusted power set value is 40.00 kW, then the set value first would have to be reduced to 30.00 kW or less, in order to set P-max down to 30.00 kW.*

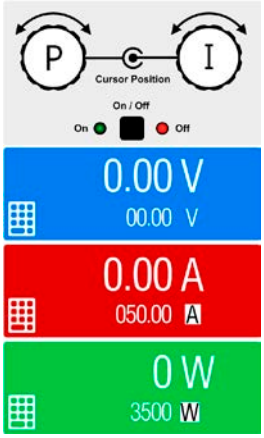
3.4.5 Changing the operating mode

In general, the manual operation of an EL 9000 B distinguishes between three operating modes (U/I, P/I and RI/) which are tied to set value input using the rotary knobs or ten-key pad. This assignment must be changed if one of the four set values is to be adjusted which is currently not available.

► How to change the operating mode

1. Unless the device is device in remote control or the panel is locked, you switch the operation anytime. There are two options: either tap the depiction of the left-hand knob (see figure to the right) to change its assignment between U, P and R, or

2. You directly tap on the coloured areas with the set values, like shown in the figure to the right. The unit next to the set values, when inverted, indicates the assignment of the knobs. In the example to the right they have P and I assigned, which means P/I mode.



Depending on the selection the left rotary knob will be assigned different setting values, the right knob is always assigned to the current.

> *In order to avoid constant changing of the assignments it is possible, e.g with selection R/I, to change the other values U and P by direct input. Also see section 3.4.6.*

The actual operating mode of the load, which is only effective and indicated while the DC input is switched on, solely depends on the set values. For more information see section *„3.2. Operating modes“.*

3.4.6 Manual adjustment of set values

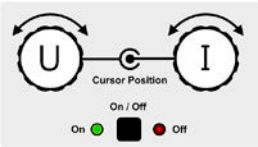
The set values for voltage, current, power and resistance are the fundamental operating possibilities of an electronic load and hence the two rotary knobs on the front of the device are always assigned to two of the four values in manual operation. Default assignment is power and current.

Set values can be entered manually in two ways: via **rotary knob** or **direct input**.

> *Entering a value changes it immediately, no matter if the DC input is switched on or off.*

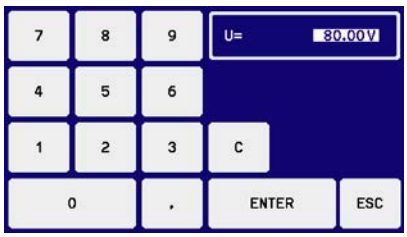
> *When adjusting set values, upper or lower limits may come into effect. See section „3.4.4. Adjustment limits“. Once a limit is reached, the display will show a note like “Limit: U-max” etc. for 1.5 seconds next to the adjusted value.*

► How to adjust values with the rotary knobs



1. First check if the value you want to change is already assigned to one of the rotary knobs. The main screen displays the assignment as depicted in the figure to the right.
2. If, as shown in the example, the assignment is voltage (U, left) and current (I, right), and it is required to set the power, then the assignments can be changed by tapping this touch area. A set of selection fields then appears.
3. After successful selection, the desired value can be set within the defined limits. Selecting a digit is done by pushing the rotary knob which shifts the cursor from right to left (selected digit will be underlined):

► How to adjust values via direct input



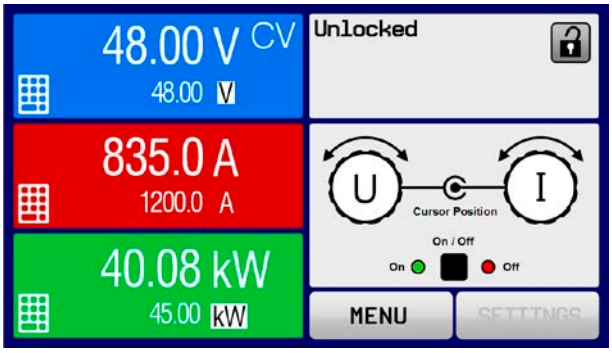
1. In the main screen, depending on the rotary knob assignment, values can be set for voltage (U), current (I), power (P) or resistance (R) via direct input by tapping on the small keypad symbol in the set/actual value display areas, e.g in the uppermost area of voltage.
2. Enter the required value using the ten-key pad. Similar to a pocket calculator the key [C] clears the input.

   Decimal values are set by tapping the point key. For example, 54.3 V is set with [5] [4] [.] [3] and [ENTER].
3. The display reverts to the main page and the set values take effect.

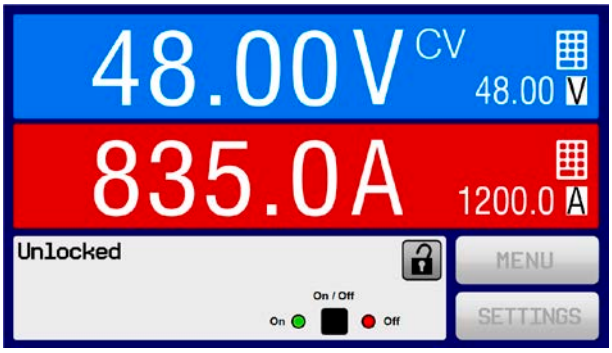
3.4.7 Switching the main screen view

The main screen, also called status page, with its set values, actual values and device status can be switched from the standard view mode with three or four values to a simpler mode with only voltage and current display. The advantage of the alternative view mode is that actual values are displayed with **much bigger characters**, so they read be read from a larger distance. Refer to *„3.4.3.8. Menu “HMI Setup”“* to see where to switch the view mode in the MENU. Comparison:

Standard status page



Alternative status page



Limitations of the alternative status page:

- Set and actual values of power are not displayed and the set value of power is only indirectly accessible
- Set value of resistance is not displayed and only indirectly accessible
- No access to the settings overview (MENU button) while the DC input is on

> *In alternative status page mode, the set values of power and resistance are not adjustable while the DC input is switched on. They can only be accessed and adjusted in SETTINGS while the DC input is off.*

Rules for manual handling of the HMI in alternative status page mode:

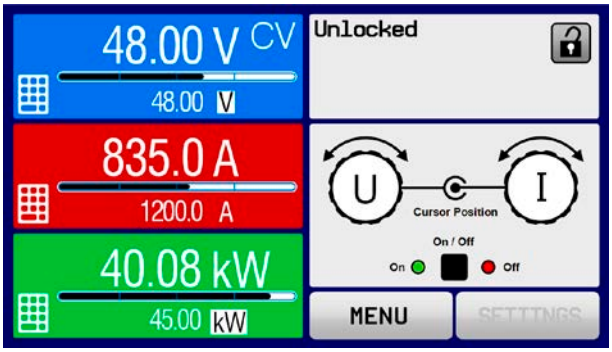
- The two rotary knobs are assigned to voltage (left knob) and current (right knob) all the time, except for menus
- Set values input is the same as in standard status page mode, with knobs or by direct input
- Regulation modes CP and CR are displayed alternatively to CC in the same position

3.4.8 The meter bars

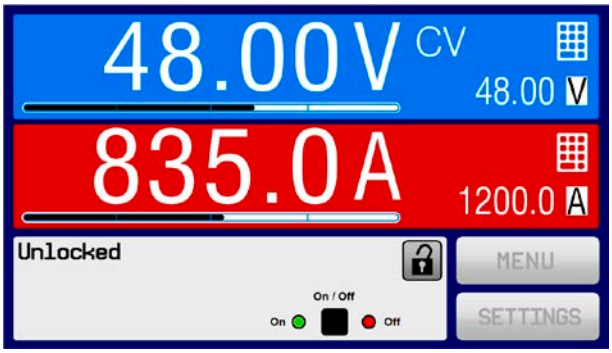
Additionally to the actual values being displayed as numbers, meter bars for U, I and P can be enabled in the MENU. Refer to *„3.4.3.8. Menu "HMI Setup""* to see where to enable the meter bars in the MENU.

Depiction:

Standard status page with meter bar



Alternative status page with meter bar



> *The meter bars remain hidden as long as resistance mode, i. e. U/I/R is activated.*

3.4.9 Switching the DC input on or off

The DC input of the device can be manually or remotely switched on and off. This can be restricted in manual operation by the control panel being locked.

> *Switching the DC input on during manual operation or digital remote control can be disabled by pin REM-SB of the built-in analog interface. For more information refer to 3.4.3.1 and example a) in 3.5.4.7.*

► How to manually switch the DC input on or off

1. As long as the control panel is not fully locked press the button ON/OFF. Otherwise you are asked to disable the HMI lock first.
2. This button toggles between on and off, so long as a change is not restricted by an alarm or the device is locked in "remote". The current condition is displayed on the screen, as well as with the LEDs next to the "On/Off" button.

► How to remotely switch the DC input on or off via the analog interface

1. *See section „3.5.4 Remote control via the analog interface (AI)" on page 53.*

► How to remotely switch the DC input on or off via the digital interface

1. See the external documentation "Programming Guide ModBus & SCPI" if you are using custom software, or refer to the external documentation from LabView VIs or other software provided by the manufacturer.

3.4.10 Recording to USB stick (logging)

Device data can be recorded to USB stick (2.0 / 3.0 may work, but not all vendors are supported) anytime. For specifications of the USB stick and the generated log files refer to section *„1.9.6.5. USB port (front side)“*.

The logging stores files of CSV format on the stick. The layout of the log data is the same as when logging via PC with software EA Power Control. The advantage of USB logging over PC logging is the mobility and that no PC is required. The logging feature just has to be activated and configured in the MENU.

3.4.10.1 Configuration

Also see section *3.4.3.7*. After USB logging has been enabled and the parameters “Logging interval” and “Start/Stop” have been set, logging can be started anytime from within the MENU or after leaving it, depends on the selected start/stop mode.

3.4.10.2 Handling (start/stop)

With setting “**Start/stop with DC input ON/OFF**” logging will start each time the DC input of the device is switched on, no matter if manually with the front button “On/Off” or remotely via analog or digital interface. With setting “**Manual start/stop**” it is different. Logging is then started and stopped only in the MENU, in the logging configuration page.

Soon after logging has been started, the symbol indicates the ongoing logging action. In case there is an error while logging, such as USB stick full or removed, it will be indicated by another symbol (). After every manual stop or switching the DC input off the logging is stopped and the log file closed.

3.4.10.3 Log file format

Type: text file in european CSV format

Layout:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	U set	U actual	I set	I actual	P set	P actual	R set	R actual	R mode	Output/Input	Device mode	Error	Time
2	2,00V	11,92V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:00,942
3	2,00V	11,90V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:01,942
4	2,00V	11,89V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:02,942
5	2,00V	11,87V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:03,942

Legend:

U set / I set / P set / R set: Set values

U actual / I actual / P actual / R actual: Actual values

Error: device alarms

Time: elapsed time since logging start

Device mode: actual regulation mode (also see *„3.2. Operating modes“*)

Important to know:

- R set and R actual are only recorded if UIR mode is active (refer to section *3.4.5*)
- Unlike the logging on PC, every log start here creates a new log file with a counter in the file name, starting generally with 1, but minding existing files

3.4.10.4 Special notes and limitations

- Max. log file size (due to FAT32 formatting): 4 GB
- Max. number of log files in folder HMI_FILES: 1024
- With setting “**Start/stop with DC input ON/OFF**”, the logging will also stop on alarms or events with action “Alarm”, because they switch off the DC input
- With setting “**Manual start/stop**” the device will continue to log even on occurring alarms, so this mode can be used to determine the period of temporary alarms like OT or PF

3.5 Remote control

3.5.1 General

In this cabinet device, remote control is only considered for the master unit. Slave unit can only be monitored, by any available interface. Remotely controlling the master is possible via its built-in analog or USB port or via one of the optional interface modules (IF-AB series).

Important here is that only the analog or one digital interface can be in control. It means that if, for example, an attempt were to be made to switch to remote control via the digital interface whilst analog remote control is active (pin Remote = LOW) the device would report an error via the digital interface. In the opposite direction, a switch-over via pin Remote would be ignored. In both cases, however, status monitoring and reading of values are always possible.

3.5.2 Control locations

Control locations are those from where the device can be controlled. Essentially there are two: at the device (manual operation) and external (remote control). The following locations are defined:

Displayed location	Description
-	If neither of the other locations is displayed then manual control is active and access from the analog and digital interfaces is allowed. This control location is not explicitly displayed
Remote	Remote control via any interface is active
Local	Remote control is locked, only manual operation is allowed

Remote control may be allowed or inhibited using the setting **"Allow remote control"** (see *„3.4.3.1. Menu "General Settings""*). In inhibited condition the status **"Local"** will be displayed top right. Activating the inhibit can be useful if the device is remotely controlled by software or some electronic device, but it is required to make adjustments at the device or deal with emergency, which would not be possible remotely.

Activating condition **"Local"** causes the following:

- If remote control via the digital interface is active ("**Remote**"), then it is immediately terminated and in order to continue remote control once "**Local**" is no longer active, it has to be reactivated at the PC
- If remote control via the analog interface is active ("**Remote**"), then it is temporarily interrupted until remote control is allowed again by deactivating "**Local**", because pin "Remote" continues to signal "remote control = on", unless this has been changed during the "**Local**" period.

3.5.3 Remote control via a digital interface

3.5.3.1 Selecting an interface

All models of series EL 9000 B 15U/24U support the following optionally available interface modules in the interface slot on the master unit:

Short ID	Type	Ports	Description*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen slave with generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, serial
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 slave
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP, with switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP, with switch
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 slave, with switch
IF-AB-CAN	CAN	1	CAN 2.0 A / 2.0 B
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	EtherCAT with CANopen over Ethernet

* For technical details of the various modules see the extra documentation "Programming Guide Modbus & SCPI"

3.5.3.2 General information about the interface modules

The master unit in the cabinet can have one of the plug-in and retrofittable modules listed in *3.5.3.1* installed. It can take over remote control of the device alternatively to the built-in USB type B on the rear side or analog interface. For installation see section *„2.3.9. Installation of an interface module“* and separate documentation.

The modules require little or no settings for operation and can be directly used with their default configuration. All specific settings will be permanently stored such that, after changeover between the various models, no reconfiguration will be necessary.

3.5.3.3 Programming

Programming details for the interfaces, the communication protocols etc. are to be found in the documentation “Programming Guide ModBus & SCPI“ which is supplied on the included USB stick or which is available as download from the manufacturer’s website.

3.5.4 Remote control via the analog interface (AI)

3.5.4.1 General

The built-in, galvanically isolated, 15-pole analog interface (short: AI) is on the rear side of the device offers the following possibilities:

- Remote control of current, voltage, power and resistance
- Remote status monitoring (CC/CP, CV)
- Remote alarm monitoring (OT, PF, OVP)
- Remote monitoring of actual values
- Remote on/off switching of the DC input

Setting the **three** set values of voltage, current and power via the analog interface must always be done concurrently. It means, that for example the voltage can’t be given via the AI and current and power set by the rotary knobs, or vice versa. The resistance set value can additionally be adjusted.

The OVP set value and other supervision (events) and alarm thresholds cannot be set via the AI and therefore must be adapted to the given situation before the AI will be in control. Analog set values can be supplied by an external voltage or generated from the reference voltage on pin 3. As soon as remote control via the analog interface is activated, the displayed set values will be those provided by the interface.

The AI can be operated in the common voltage ranges 0...5 V and 0...10 V, both representing 0...100% of the nominal value. The selection of the voltage range can be done in the device setup. See section *„3.4.3. Configuration via MENU“* for details. The reference voltage sent out from pin 3 (VREF) will be adapted accordingly:

0-5 V: Reference voltage = 5 V, 0...5 V set value signal for VSEL, CSEL, PSEL and RSEL correspond to 0...100% nominal value, 0...100% actual values correspond to 0...5 V at the actual value outputs CMON and VMON.

0-10 V: Reference voltage = 10 V, 0...10 V set value signal for VSEL, CSEL, PSEL and RSEL correspond to 0...100% nominal values, 0...100% actual values correspond to 0...10 V at the actual value outputs CMON and VMON.

Input of excess signals (e.g. >5 V in selected 5 V range or >10 V in the 10 V range) are clipped by the device by setting the corresponding set value to 100%.

Before you begin, please read these important notes about the use of the interface:

After powering the device and during the start phase the AI signals undefined statuses on the output pins such as OT or OVP. Those must be ignored until is ready to work.

- Analog remote control of the device must be activated by switching pin “REMOTE” (5) first. Only exception is pin REM-SB, which can be used independently
- Before the hardware is connected that will control the analog interface, it shall be checked that it can’t provide voltage to the pins higher than specified
- Set value inputs, such as VSEL, CSEL, PSEL and RSEL (if R mode is activated), must not be left unconnected (i.e. floating) during analog remote control. In case any of the set values is not used for adjustment, it can be tied to a defined level or connected to pin VREF (solder bridge or different), so it gives 100%

The analog interface is galvanically isolated from the DC input. Therefore do not connect any ground of the analog interface to the DC- or DC+ input, if not absolutely necessary!

3.5.4.2 Resolution and sample rate

The analog interface is internally sampled and processed by a digital microcontroller. This causes a limited resolution of analog steps. The resolution is the same for set values (VSEL etc.) and actual values (VMON/CMON) and is 26214 when working with the 10 V range. In the 5 V range this resolution halves. Due to tolerances, the truly achievable resolution can be slightly lower.

There is furthermore a max. sample rate of 500 Hz. It means, the device can acquire analog set values and states on digital pins 500 times per second.

3.5.4.3 Acknowledging device alarms

Device alarms (see *3.6.2*) are always indicated in the front display and some of them are also reported as signal on the analog interface socket (see *3.5.4.4*), for example the overvoltage alarm (OV), which is considered as critical.

In case of a device alarm occurring during remote control via analog interface, the DC input will be switched off the same way as in manual control. While alarms like OT (overtemperature), PF (power fail) and OV (overvoltage) can be monitored via the corresponding pins of the interface, other alarms like overcurrent (OC) can't. Those could only be detected via the actual values of voltage and current being all zero contrary to the set values.

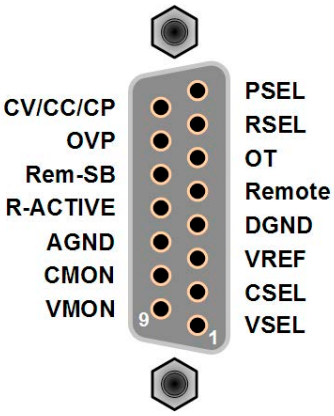
Some device alarms (OV, OC and OP) have to be acknowledged (see *„3.6.2. Device alarm and event handling“).* Acknowledgement during analog remote control is done with pin REM-SB switching the DC input off and on again, means a HIGH-LOW-HIGH edge (min. 50ms for LOW), when using the default level setting for this pin.

3.5.4.4 Analog interface specification

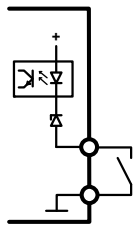
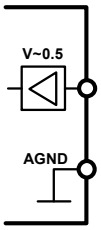
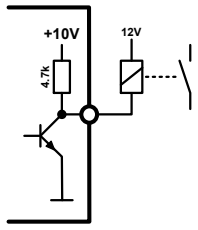
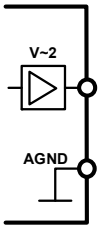
Pin	Name	Type*	Description	Default levels	Electrical specifications
1	VSEL	AI	Set voltage value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0...100% of U_{Nom}	Accuracy 0-10 V mode: < 0.2% ***** Accuracy 0-5 V mode: < 0.4% ***** Input impedance R_i >40 k...100 k
2	CSEL	AI	Set current value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0...100% of I_{Nom}	
3	VREF	AO	Reference voltage	10 V or 5 V	Tolerance < 0.2% at I_{max} = +5 mA Short-circuit-proof against AGND
4	DGND	POT	Ground for all digital signals		For control and status signals.
5	REMOTE	DI	Switching internal / remote control	Remote = LOW, U_{Low} <1 V Internal = HIGH, U_{High} >4 V Internal = Open	Voltage range = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ to\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Rec'd sender: Open collector against DGND
6	OT / PF	DO	Overheating or power fail*** alarm	Alarm OT= HIGH, U_{High} > 4 V No Alarm OT= LOW, U_{Low} <1 V	Quasi open collector with pull-up against Vcc ** With 5 V on the pin max. flow +1 mA I_{Max} = -10 mA at U_{CE} = 0,3 V U_{Max} = 30 V Short-circuit-proof against DGND
7	RSEL	AI	Set internal resistance value	0…10 V or. 0...5 V correspond to R_{Min}...R_{Max}	Accuracy 0-10 V mode: < 0.2% ***** Accuracy 0-5 V mode: < 0.4% ***** Input impedance R_i >40 k...100 k
8	PSEL	AI	Set power value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0...100% of P_{Nom}	
9	VMON	AO	Actual voltage	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0...100% of U_{Nom}	Accuracy < 0.2% at I_{Max} = +2 mA Short-circuit-proof against AGND
10	CMON	AO	Actual current	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0...100% of I_{Nom}	
11	AGND	POT	Ground for all analog signals		For -SEL, -MON, VREF Signals
12	R-ACTIVE	DI	R mode on / off	On = LOW, U_{Low} <1 V Off = HIGH, U_{High} >4 V Off = Open	Voltage range = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ to\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Rec'd sender: Open collector against DGND
13	REM-SB	DI	DC input OFF (DC input ON) (ACK alarms ****)	Off = LOW, U_{Low} <1 V On= HIGH, U_{High} >4 V On = Open	Voltage range = 0…30 V I_{Max} = +1 mA at 5 V Rec'd sender: Open collector against DGND
14	OVP	DO	Overvoltage alarm	Alarm OV = HIGH, U_{High} > 4 V No alarm OV = LOW, U_{Low} <1 V	Quasi open collector with pull-up against Vcc ** With 5 V on the pin max. flow +1 mA I_{Max} = -10 mA at U_{CE} = 0,3 V, $U_{Max.}$ = 30 V Short-circuit-proof against DGND
15	CV	DO	Constant voltage regulation active	CV = LOW, U_{Low} <1 V CC/CP/CR = HIGH, U_{High} >4 V	

* AI = Analog Input, AO = Analog Output, DI = Digital Input, DO = Digital Output, POT = Potential
** Internal Vcc approx. 10 V
*** Mains blackout, mains undervoltage or PFC error
**** Only during remote control
***** The error of a set value input adds to the general error of the related value on the DC input of the device

3.5.4.5 Overview of the Sub-D Socket

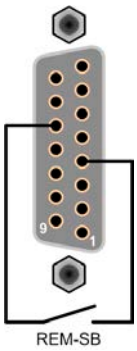


3.5.4.6 Simplified diagram of the pins

	**Digital Input (DI)** It requires to use a switch with low resistance (relay, switch, circuit breaker etc.) in order to send a clean signal to the DGND.		**Analog Input (AI)** High resistance input (impedance >40 k....100 kΩ) for an OA circuit.
	**Digital Output (DO)** A quasi open collector, realised as high resistance pull-up against the internal supply. In condition LOW it can carry no load, merely switch, as shown in the diagram with a relay as example.		**Analog Output (AO)** Output from an OA circuit, low impedance. See specifications table above.

3.5.4.7 Application examples

a) Switching the DC input with pin “REM-SB”



!	*A digital output, e.g. from a PLC, may be unable to cleanly pull down the pin as it may not be of low enough resistance. Check the specification of the controlling application. Also see pin diagrams above.*

In remote control, pin REM-SB is be used to switch the DC input of the device on and off. This function is also available without remote control being active and can on the one hand block the DC input from being switched on in manual or digital remote control and on the other hand the pin can switch the DC input on or off, but not standalone. See below at “Remote control has not been activated”.

It is recommended that a low resistance contact such as a switch, relay or transistor is used to switch the pin to ground (DGND).

Following situations can occur:

- **Remote control has been activated**

During remote control via analog interface, only pin “REM-SB” determines the states of the DC input, according to the level definitions in *3.5.4.4*. The logical function and the default levels can be inverted by a parameter in the setup menu of the device. See *3.4.3.1*.

!	*If the pin is unconnected or the connected contact is open, the pin will be HIGH. With parameter “Analog interface REM-SB” being set to “normal”, it requests “DC input on”. It means, when activating remote control, the DC input will instantly switch on.*

- **Remote control has not been activated**

In this mode of operation pin “REM-SB” can serve as lock, preventing the DC input from being switched on by any means. There are following possible situations:

DC input	+	Pin „REM-SB“	+	Parameter „Rem-SB“	➔	Behaviour
is off	+	HIGH	+	normal	➔	DC input not locked. It can be switched on by pushbutton “On/Off” (front panel) or via command from digital interface.
		LOW	+	inverted		
	+	HIGH	+	inverted	➔	DC input locked. It can’t be switched on by pushbutton “On/Off” (front panel) or via command from digital interface. When trying to switch on, a popup in the display resp. an error message will be generated.
		LOW	+	normal		

In case the DC input is already switched on, toggling the pin will switch the DC input off, similar to what it does in analog remote control:

DC input	➔	Pin „REM-SB“	+	Parameter „Rem-SB“	➔	Behaviour
is on	➔	HIGH	+	normal	➔	DC input remains on, nothing is locked. It can be switched on or off by pushbutton or digital command.
		LOW	+	inverted		
	➔	HIGH	+	inverted	➔	DC input will be switched off and locked. Later it can be switched on again by toggling the pin. During lock, pushbutton or digital command can delete the request to switch on by pin.
		LOW	+	normal		

b) Remote control of current and power

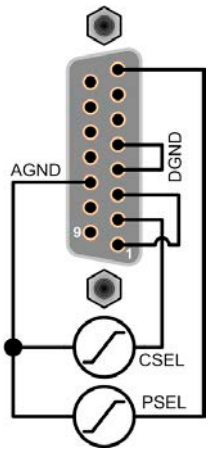
Requires remote control to be activated (Pin “Remote” = LOW)

The set values PSEL and CSEL are generated from, for example, the reference voltage VREF, using potentiometers for each. Hence the device can selectively work in current limiting or power limiting mode. According to the specification of max. 5 mA for the VREF output, potentiometers of at least 10 kΩ must be used.

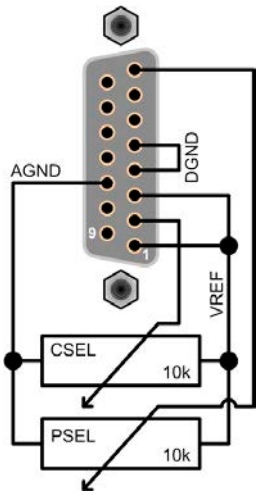
The voltage set value VSEL is directly connected to VREF and will thus be permanently 100%.

If the control voltage is fed in from an external source it is necessary to consider the input voltage ranges for set values (0...5 V oder 0...10 V).

Use of the input voltage range 0...5 V for 0...100% set value halves the effective resolution.



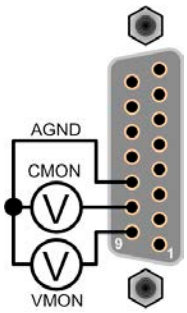
Example with external voltage source



Example with potentiometers

c) Reading actual values

The AI provides the DC input values as current and voltage monitor. These can be read using a standard multimeter or similar, as well as electronic data acquisition hardware.



3.6 Alarms and monitoring

3.6.1 Definition of terms

There is a clear distinction between device alarms (see *„3.3. Alarm conditions“*), such as overvoltage protection, and user defined events such as **OCD** (overcurrent detection). Whilst device alarms primarily serve to protect the connected DC source by switching the DC input off, user defined events can do the same (action = ALARM), but can also simply give an acoustic signal to make the user aware. The actions driven by user defined events can be selected:

Action	Impact	Example
NONE	User defined event is disabled.	
SIGNAL	On reaching the condition which triggers the event, the action **SIGNAL** will show a text message in the status area of the display.	Event: OPD
WARNING	On reaching the condition which triggers the event, the action **WARNING** will show a text message in the status area of the display and pop up an additional warning message.	
ALARM	On reaching the condition which triggers the event, the action **ALARM** will show a text message in the status area of the display with an additional alarm pop-up, and additionally emit an acoustic signal (if activated). Furthermore the DC input is switched off. Certain device alarms are also signalled to the analog interface or can be queried via the digital interface.	

3.6.2 Device alarm and event handling

Important to know:

- The current drained from a switching power supply or similar sources can be much higher than expected due to capacities on the source’s output, even if the source is current limited, and might thus trigger the overcurrent shutdown OCP or the overcurrent event OCD of the electronic load, in case these supervision thresholds are adjusted to too sensitive levels
- When switching off the DC input of the electronic load while a current limited source still supplies energy, the output voltage of the source will rise immediately and due to response and settling times in effect, the output voltage can have an overshoot of unknown level which might trigger the overvoltage shutdown OVP or overvoltage supervision event OVD, in case these thresholds are adjusted to too sensitive levels

A device alarm incident will usually lead to DC input switch-off, the appearance of a pop-up in the middle of the display of the master unit and, if activated, an acoustic signal to make the user aware. The alarm must always be acknowledged. If the alarm condition no longer exists, e.g. the device has cooled down following overheating, the alarm indication will disappear. If the condition persists, the display remains and, following elimination of the cause, must be acknowledged again.

► How to acknowledge an alarm in the display (during manual control)

1. If the alarm is indicated as a pop-up, tap **OK.**
2. If the alarm has already been acknowledged, but is still displayed in the status area, then first tap the status area to display the pop-up, and then acknowledge with **OK.**

In order to acknowledge an alarm during analog remote control, see *„3.5.4.3. Acknowledging device alarms“*. To acknowledge in digital remote, refer to the external documentation “Programming ModBus & SCPI”.

Some device alarms are configurable:

Short	Long	Description	Range	Indication
OVP	**O**ver**V**oltage **P**rotection	Triggers an alarm if the DC input voltage reaches the defined threshold. The DC input will be switched off.	0 V...1.1*U_{Nom}	Display, analog & digital interface
OCP	**O**ver**C**urrent **P**rotection	Triggers an alarm if the DC input current reaches the defined threshold. The DC input will be switched off.	0 A...1.1*I_{Nom}	Display, digital interface
OPP	**O**ver**P**ower **P**rotection	Triggers an alarm if the DC input power reaches the defined threshold. The DC input will be switched off.	0 W...1.1*P_{Nom}	Display, digital interface

These device alarms can't be configured and are based on hardware:

Short	Long	Description	Indication
PF	**P**ower **F**ail	AC supply over- or undervoltage. Triggers an alarm if the AC supply is out of specification or when the device is cut from supply, for example when switching it off with the power switch. The DC input will be switched off.	Display, analog & digital interface
OT	**O**ver**T**emperature	Triggers an alarm if the internal temperature reaches a certain limit. The DC input will be switched off.	Display, analog & digital interface
MSP	**M**aster-**S**lave **P**rotection	Triggers an alarm if the master unit loses contact to any slave unit. The DC input will be switched off. The alarm can be cleared by re-initialising the MS system.	Display, digital IF

► How to configure the device alarms

1. While the DC input is switched off tap the touch area SETTINGS on the main screen.
2. On the right side tap the arrow to select "**2. Protect**".
3. Set the limits for the equipment alarm relevant to your application if the default value of 103% resp. 110% is unsuitable.

The set values can also be entered using a numeric pad, which appears when tapping the numpad symbol on this screen.

The user also has the possibility of selecting whether an additional acoustic signal will be sounded if an alarm or user defined event occurs.

► How to configure the alarm sound (also see "*„3.4.3. Configuration via MENU"***)**

1. While the DC input is switched off tap the touch area MENU on the main screen.
2. In the menu page, tap "**HMI Settings"**.
3. In the following menu page, tap "**Alarm Sound"**.
4. In the settings page tap the button to select between alarm sound on or off and confirm with

.

3.6.2.1 User defined events

The monitoring functions of the device can be configured for user defined events. By default, events are deactivated (action = NONE). Contrary to device alarms, the events only work while the DC input is switched on. It means, for instance, that you cannot detect undervoltage (UVD) anymore after switching the DC input off and the voltage is still sinking.

The following events can be configured independently and can, in each case, trigger the actions NONE, SIGNAL, WARNING or ALARM.

Event	Meaning	Description	Range
UVD	**U**nder**V**oltage **D**etection	Triggers an event if the input voltage falls below the defined threshold.	0 V...U_{Nom}
OVD	**O**ver**V**oltage **D**etection	Triggers an event if the input voltage reaches the defined threshold.	0 V...U_{Nom}
UCD	**U**nder**C**urrent **D**etection	Triggers an event if the input current falls below the defined threshold.	0 A...I_{Nom}
OCD	**O**ver**C**urrent **D**etection	Triggers an event if the input current reaches the defined threshold.	0 A...I_{Nom}
OPD	**O**ver**P**ower **D**etection	Triggers an event if the input power reaches the defined threshold.	0 W...P_{Nom}

These events should not be confused with alarms such as OT and OVP which are for device protection. User defined events can, however, if set to action ALARM, switch off the DC input and thus protect the source application, such as sensitive electronic hardware.

► How to configure user defined events

1. While the DC input is switched off tap the touch area SETTINGS on the main screen.
2. On the right side tap the arrows ▲ ▼ to select "**4.1 Event U**" or "**4.2 Event I**" or "**4.3 Event P**".
3. Set the monitoring limits with the left hand rotary knob and the triggered action with the right hand knob relevant to the application (also see *„3.6.1. Definition of terms"*).
4. Accept the settings with ENTER.

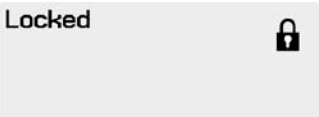
User events are an integral part of the actual user profile. Thus, if another user profile, or the default profile, is selected and used, the events will be either differently or not configured.

The set values can be entered using the ten-key tab. This will appear after tapping the touch area "Direct input" on the particular page.

3.7 Control panel (HMI) lock

In order to avoid the accidental alteration of a value during manual operation the rotary knobs or the touchscreen can be locked so that no alteration of values will be accepted without prior unlocking.

► How to lock the HMI



1. In the main page, tap the lock symbol (upper right corner).
2. In the settings page "**HMI Lock Setup**" you are then asked to chose between a complete HMI lock ("**Lock all**") or one where the On/Off button is still usable ("**ON/OFF possible**"), resp. chose to activate the additional PIN ("**Enable PIN**"). When enabling the **PIN**, the device would later request to enter it every time you are going to unlock the HMI, until the **PIN** is disabled again.
3. Eventually activate the lock by tapping . The status "**Locked**" will then be shown in the display, like in the figure above.

If an attempt is made to alter something whilst the HMI is locked, a requester appears in the display asking if the lock should be disabled.

► How to unlock the HMI

1. Tap any part of the touchscreen of the locked HMI, or turn one of the rotary knobs or press the button "On/Off" (only in "Lock all" situation).
2. This request pop-up will appear:

.
3. Unlock the HMI by tapping on "**Tap to unlock**" within 5 seconds, otherwise the pop-up will disappear and the HMI remains locked. In case the additional **PIN** lock has been activated in the menu "**HMI Lock**", another requester will pop up, asking you to enter the **PIN** before it finally unlocks the HMI.

3.8 Limits lock

In order to avoid the alteration of the adjustment limits (also see *„3.4.4. Adjustment limits"*) by an unprivileged user, the screen with the adjustment limit settings ("Limits") can be locked by a PIN code. The menu pages "**3.Limits**" in SETTINGS and "**Profiles**" in MENU will then become inaccessible until the lock is removed by entering the correct PIN or in case it has been forgotten, by resetting the device as last resort.

► How to lock the "Limits"

1. While the DC input is switched off, tap the touch area MENU on the main screen.
2. In the menu tap "**Limits Lock**".
3. In the next page set the check mark for "**Lock**".

> *The same PIN as with the HMI lock is used here. It should be set before activating the Limits lock. See „3.7. Control panel (HMI) lock"*

4. Activate the lock by leaving the settings page with .

> Be careful to enable the lock if you are unsure what PIN is currently set. In doubt use ESC to exit the menu page. In menu page "HMI Lock" you can define a different PIN, but not without entering the old one.

► How to unlock the limits settings

1. While the DC input is switched off, tap the touch area MENU on the main screen.
2. In the menu tap "**Limits Lock**".
3. In the next page tap on touch area "**Unlock**" and then you will be asked to enter the 4-digit PIN.
4. Deactivate the lock by entering the correct PIN and submitting with ENTER.

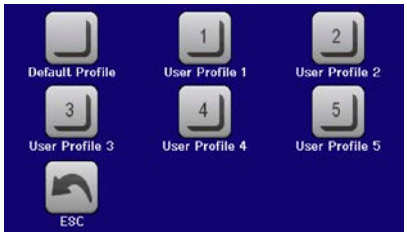
3.9 Loading and saving a user profile

The menu “**Profiles**” serves to select between a default profile and up to 5 user profiles. A profile is a collection of all settings and set values. Upon delivery, or after a reset, all 6 profiles have the same settings and all set values are 0. If the user changes settings or sets target values then these create a working profile which can be saved to one of the 5 user profiles. These profiles or the default one can then be switched. The default profile is read-only.

The purpose of a profile is to load a set of set values, settings limits and monitoring thresholds quickly without having to readjust these. As all HMI settings are saved in the profile, including language, a profile change can also be accompanied by a change in HMI language.

On calling up the menu page and selecting a profile the most important settings can be seen, but not changed.

► How to save the current values and settings as a user profile:



1. Tap the touch area MENU on the main screen
2. In the menu page, tap .
3. In the selection screen (right) choose between user profile 1-5 in which the settings are to be saved. The profile will then be displayed and the values can be checked, but not changed.
4. Save using the touch area .

3.10 The function generator

3.10.1 Introduction

The built-in **function generator** (short: **FG**) is able to create various signal forms and apply these to the set value of voltage or current.

In manual operation, all generator functions are available for access on the front panel. In remote control, only the customisable **arbitrary** generator and a **XY** function are available. The arbitrary generator can replicate all manually serviceable functions, except UI and IU. For those, the XY function is assigned.

The following functions are retrievable, configurable and controllable:

Function	Short description
Sine wave	Sine wave generation with adjustable amplitude, offset and frequency
Triangle	Triangular wave signal generation with adjustable amplitude, offset, rise and fall times
Rectangular	Rectangular wave signal generation with adjustable amplitude, offset and duty cycle
Trapezoid	Trapezoidal wave signal generation with adjustable amplitude, offset, rise time, pulse time, fall time, idle time
DIN 40839	Simulated automobile engine start curve according to DIN 40839 / EN ISO 7637, split into 5 curve sequences, each with a start voltage, final voltage and time
Arbitrary	Generation of a process with up to 99 freely configurable curve points, each with a start and end value (AC/DC), start and end frequency, phase angle and total duration
Ramp	Generation of a linear rise or fall ramp with start and end values and time before and after the ramp
Battery test	Battery discharge test with constant or pulsed current, along with Ah, Wh and time counters
MPP Tracking	Simulation of the characteristic tracking behaviour of solar inverters when seeking to find the maximum power point (MPP) when being connected to typical sources such as solar panels

Whilst R mode is activated, access to the function generator is not available.

3.10.2 General

3.10.2.1 Limitations

The function generator is not accessible, neither for manual access, nor for remote control, if resistance mode, also called UIR mode, is active.

3.10.2.2 Resolution

Amplitudes generated by the arbitrary generator have an effective resolution of approx. 52428 steps. If the amplitude is very low and the time long, the device would generate less steps and set multiple identical values after another, generating a staircase effect. It is furthermore not possible to generate every possible combination of time and a varying amplitude (slope).

The XY generator, which works in table mode, has an effective resolution of 3276 steps for the set value range of 0-100% rated value.

3.10.2.3 Minimum slope / maximum ramp time

When using a rising or falling offset (i.e. DC part) at functions like ramp, trapezoid, triangle and even sine wave, a minimum slope, calculated from the rated values of voltage or current, is required or else the adjusted settings would be neglected by the device. Calculating the minimum slope can help to determine if a certain ramp over time can be achieved by the device or not. Example: model EL 9080-1530 B 15U is going to be used, with 80 V and 1530 A rating. **Formula: minimum slope = 0.000725 * rated value / s**. For the example model it results in ΔU/Δt of 58 mV/s and ΔI/Δt of 1,1 A/s. The maximum time which can be achieved with the minimum slope then calculates as approximately 1379 seconds according to formula $\mathbf{t_{Max}}$ **= rated value / min. slope.**

3.10.3 Method of operation

In order to understand how the function generator works and how the value settings interact, the following should be noted:

The device always operates with the three set values U,I and P, also in function generator mode.

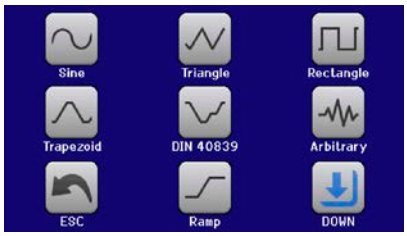
The selected function can be used on one of the values U or I, the other two are then constants and have a limiting effect. That means, if, e.g. a voltage of 10 V is applied to the DC input and a sine wave function should operate on the current with an amplitude of 800 A and offset 1000 A, then the function generator will create a sine wave progression of current between 200 A (min) and 1800 A (max), which will result in an input power between 2 kW (min) and 18 kW (max).The input power, however, is limited to its set value. If this were 15 kW then the current would be limited to 1500 A and, if clamped to an oscilloscope, it would be seen to be capped at 1500 A and never achieve the target of 1800 A.

Another case is when working with a function which is applied to the DC input voltage. If here the static voltage is set higher than the amplitude plus offset then at function start there will be no reaction, as the voltage regulation limits down to 0 with an electronic load, other than current or power. The correct settings for each of the other set values is therefore essential.

3.10.4 Manual operation

3.10.4.1 Function selection and control

Via the touchscreen one of the functions described in *3.10.1* can be called up, configured and controlled. Selection and configuration are only possible when the DC input is switched off.



► How to select a function and adjust parameters

1. While the DC input is switched off tap touch area MENU on the main screen.
2. In the menu overview tap on the touch area and then on the desired function.
3. Depending on the choice of function there follows a request to which value the function generator is going to be applied: U or I.
4. Adjust the parameters as you desire, like offset, amplitude and frequency for a sine wave, for example.

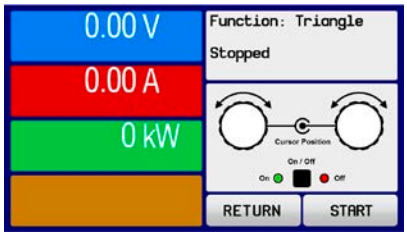
> *For the AC part of a function and if the difference between start and end value of amplitude or frequency is too low (min. ΔY/Δt), depending on the time that is defined for one function run, the function generator will not accept the settings and pop up an error.*

5. Also adjust the overall limits of voltage, current and power, which you can access with touch area .

> *When entering function generator mode, those global limits are reset to safe values, which might prevent the function from working at all. For example, if you apply the selected function to the input current, then the overall current limit should not interfere and should at least be as high as offset + amplitude.*

Setting the various functions is described below. After setting it up, the function can be loaded.

► How to load a function



1. After setting the values for the required signal generation, tap on the touch area .

The device will then load the data into the internal controller and changes the display. Shortly afterwards the static values are set (power and voltage or current), the DC input is switched on and the touch area START enabled. Only then can the function be started.

Because the DC input is automatically switched on in order to settle the start situation, the static values are effective to the source immediately after loading the function. These static values represent the situation before start and after the end of the function, so it doesn't need to start from 0. Only exception: when applying any function to the current (I), there is no adjustable static current value, so the function would always start from 0 A.

► How to start and stop a function

1. The function can be **started** either by tapping START or pushing the "On/Off" button, if the DC input is currently switched off. The function then starts immediately. In case START is used while the DC input is still switched off, it will be switched on automatically.
2. The function can be **stopped** either by tapping STOP or pushing the "On/Off" button. There is different behaviour:

   a) The STOP button stops only the function, the DC input remains ON with the static values in effect.

   b) The "On/Off" button stops the function and switches the DC input off.

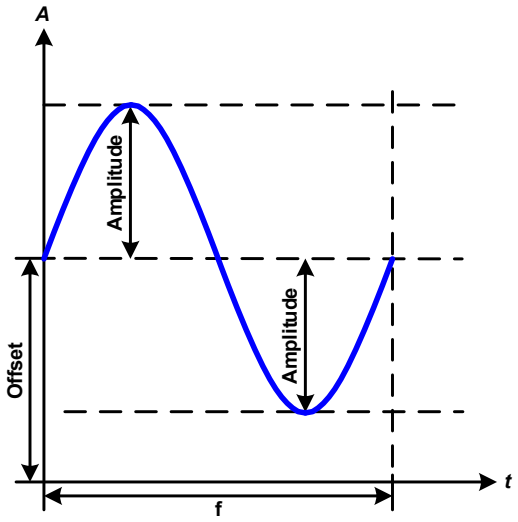
Any device alarm (overvoltage, overtemperature etc.), protection (OPP, OCP) or event with action = Alarm stops the function progress automatically, switches off the DC input and reports the alarm.

3.10.5 Sine wave function

The following parameters can be configured for a sine wave function:

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Off)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Off), U(Off)	(A)...(Nominal value - (A)) of U, I	Off = Offset, based on the zero point of the mathematical sine curve, may not be smaller than the amplitude.
f (1/t)	1...10000 Hz	Static frequency of the signal to be generated

Schematic diagram:



Application and result:

A normal sine wave signal is generated and applied to the selected set value, e.g. current (I). At a constant input voltage the input current of the load will follow a sine wave.

For calculating the maximum power input the amplitude and offset values for the current must be added.

Example: with an input voltage of 15 V and sin(I) selected, set the amplitude to 250 A and the offset to 300 A. The resulting maximum input power is then achieved at the highest point of the sine wave and is (300 A + 250 A) * 15 V = 8.25 kW.

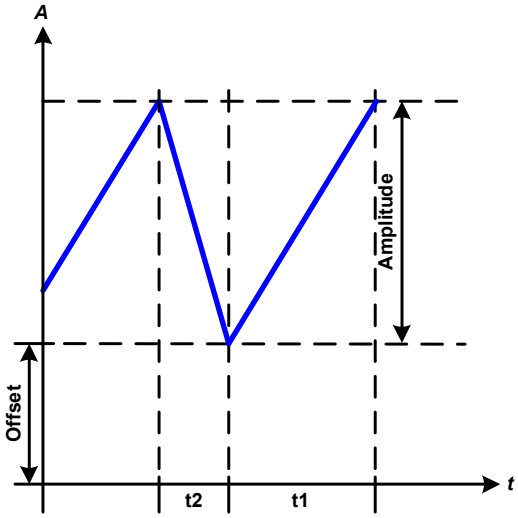
3.10.6 Triangular function

The following parameters can be configured for a triangular wave function:

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Off)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Off), U(Off)	0...(Nominal value - (A)) of U, I	Off = Offset, based on the foot of the triangular wave
t1	0.01 ms...36000 s	Rising edge time Δt of the triangular wave signal
t2	0.01 ms...36000 s	Falling edge time Δt of the triangular wave signal

When adjusting very short time value for t1 and t2 not every adjustable amplitude can be gained on the DC input. Rule of thumb: the smaller the time value, the lower the true amplitude.

Schematic diagram:



Application and result:
A triangular wave signal for input current (only effective in current limiting) or input voltage is generated. The positive and negative slope times can be set independently.

The offset shifts the signal on the Y-axis.

The sum of the intervals t1 and t2 gives the cycle time and its reciprocal is the frequency.

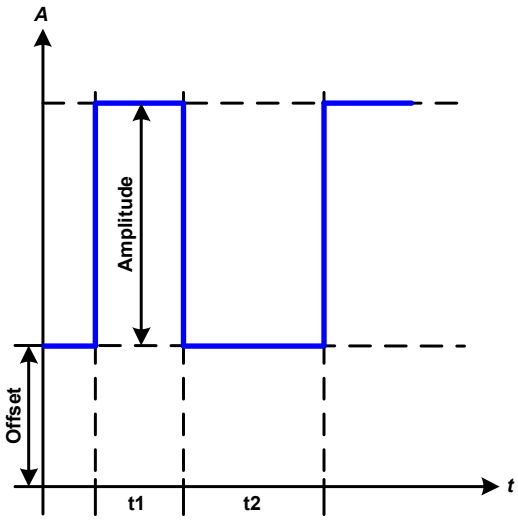
Example: a frequency of 10 Hz is required and would lead to periodic duration of 100 ms. This 100 ms can be freely allocated to t1 and t2, e.g. 50 ms:50 ms (isosceles triangle) or 99.9 ms:0.1 ms (right-angled triangle or sawtooth).

3.10.7 Rectangular function

The following parameters can be configured for a rectangular wave function:

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Off)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Off), U(Off)	0...(Nominal value - (A)) of U, I	Off = Offset, based on the foot of the rectangular wave
t1	0.01 ms...36000 s	Time (pulse width) of the upper level (amplitude)
t2	0.01 ms...36000 s	Time (pause width) of the lower level (offset)

Schematic diagram:



Application and result:
A rectangular or square wave signal for input current (direct) or input voltage (indirect) is generated. The intervals t1 and t2 define how long the value of the amplitude (pulse) and how long the value of the offset (pause) are effective.

The offset shifts the signal on the Y axis.

Intervals t1 and t2 can be used to define a duty cycle. The sum of t1 and t2 gives the period and its reciprocal is the frequency.

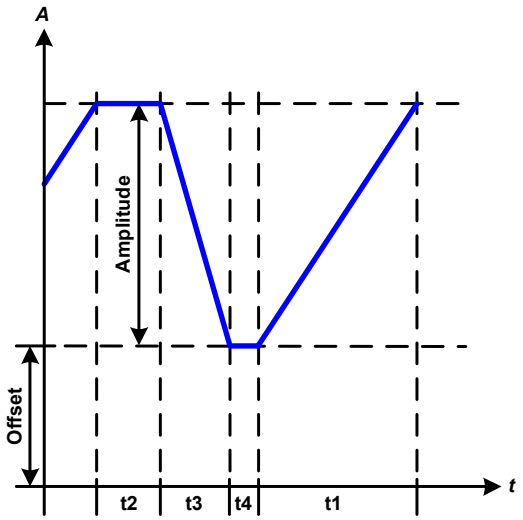
Example: a rectangular wave signal of 25 Hz and a duty cycle of 80% are required. The sum of t1 and t2, the period, is 1/25 Hz = 40 ms. For a duty cycle of 80% the pulse time (t1) is 40 ms*0.8 = 32 ms and the pause time (t2) is 8 ms.

3.10.8 Trapezoidal function

The following parameters can be configured for a trapezoidal curve function:

Value	Range	Description
I(A), U(A)	0...(Nominal value - (Off)) of U, I	A = Amplitude of the signal to be generated
I(Off), U(Off)	0...(Nominal value - (A)) of U, I	Off = Offset, based on the foot of the trapezium
t1	0.01 ms...36000 s	Time for the positive slope of the trapezoidal wave signal.
t2	0.01 ms...36000 s	Time for the top value of the trapezoidal wave signal.
t3	0.01 ms...36000 s	Time for the negative slope of the trapezoidal wave signal.
t4	0.01 ms...36000 s	Time for the base value (offset) of the trapezoidal wave signal

Schematic diagram:



Application and result:

Here a trapezoidal signal can be applied to a set value of U or I. The ramps of the trapezium can be different by setting different times for rise and fall.

The periodic duration and repetition frequency are the result of four time elements. With suitable settings the trapezium can be deformed to a triangular or rectangular wave. It has, therefore, universal use.

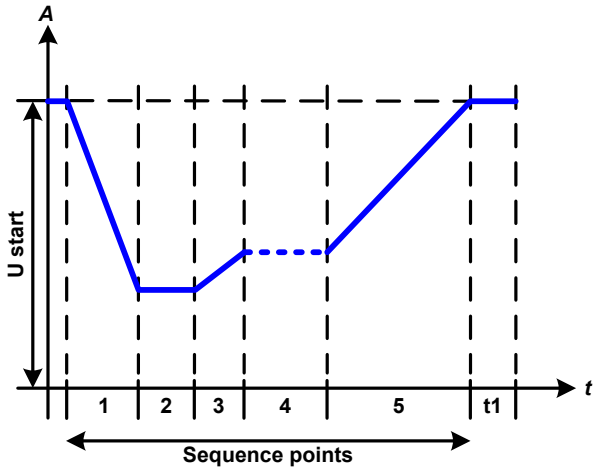
3.10.9 DIN 40839 function

This function is based on the curve defined in DIN 40839 / EN ISO 7637 (test impulse 4), and is only applicable to voltage. It shall replicate the progress of automobile battery voltage during engine starting. The curve is divided into 5 sequences (see diagram below) which each have the same parameters. The standard values from the DIN are set already as default values for the five sequences.

The following parameters can be configured for the DIN40839 function:

Value	Range	Seq	Description
Ustart	0...Nominal value of U	1-5	Start voltage of the ramp
Uend	0...Nominal value of U	1-5	End voltage of the ramp
Seq.time	0.01 ms...36000 s	1-5	Time of the ramp
Seq.cycles	∞ or 1...999	-	Number of repetitions of the entire curve
Time t1	0.01 ms...36000 s	-	Time after cycle before repetition (cycle <> 1)

Schematic diagram:



Application and result:

The function is not suitable for standalone operation of an electronic load, but optimal in conjunction with a power supply, for example one from PSI 9000 series. The load acts as a sink to achieve a rapid fall of the output voltage of the power supply enabling it to progress as defined by the DIN curve.

The curve conforms to test impulse 4 of the DIN. With suitable settings, other test impulses can be simulated. If the curve in sequence point 4 should be a sine wave, then these 5 points have to be transferred to the arbitrary generator.

3.10.10 Arbitrary function

The arbitrary (freely definable) function offers the user further scope. There are 99 sequence points available for use on either current (I) or voltage (U), all of which have the same set of parameters but which can be differently configured, so that a complex function process can be built up. The 99 points can run one after another in a block, and this block can then be repeated many times or endlessly. A point or a block controls either current or voltage, thus a mix of assignment to current (I) or voltage (U) is not possible.

The arbitrary curve overlays a linear progression (DC) with a sine curve (AC), whose amplitude and frequency are shaped between start and end values. If the start frequency (fs) = end frequency (fe) = 0 Hz, the AC values have no impact and only the DC part is effective. Each sequence point is allocated a sequence point time in which the AC/DC curve from start to finish will be generated.

The following parameters can be configured for each sequence point in the arbitrary function. The table lists parameters for current, for voltage it would be Us, Ue etc.:

Value	Range	Description
Is(AC)	0...50% Nominal value of I	Start amplitude of the sine wave part of the curve (AC)
Ie(AC)	0...50% Nominal value of I	End amplitude of the sine wave part of the curve (AC)
fs(1/T)	0 Hz...10000 Hz	Start frequency of the sine wave part of the curve (AC)
fe(1/T)	0 Hz...10000 Hz	End frequency of the sine wave part of the curve (AC)
Angle	0°...359°	Start angle of the sine wave part of the curve (AC)
Is(DC)	Is(AC)...(Nominal value - Is(AC)) of I	Start value of the DC part of the curve
Ie(DC)	Ie(AC)...(Nominal value - Ie(AC)) of I	End value of the DC part of the curve
Seq.time	0.01 ms...36000 s	Time for the selected sequence point

The sequence point time (seq. time) and the start and end frequency are related. The minimum value for Δf/s is 9.3. Thus, for example, a setting of fs = 1 Hz, fe = 11 Hz and Seq.time = 5 s would not be accepted as Δf/s is only 2. A seq. time of 1 s would be accepted, or, if the time remains at 5 s, then fe = 51 Hz must be set.

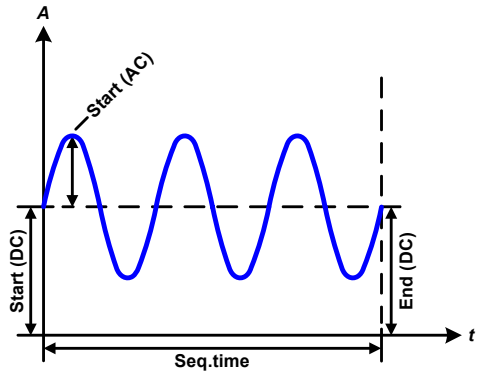
The amplitude change between start and end is related to the sequence point time. A minimal change over an extended time is not possible and in such a case the device will report an inapplicable setting.

After the settings for the selected sequence points are accepted with SAVE, further ones can be configured. If the button NEXT is touched a second settings screen appears in which global settings for all points are displayed.

The following parameters can be set for the total run of an arbitrary function:

Value	Range	Description
Start seq.	1...End seq.	First sequence point in the sequence point block
End seq.	Start seq...99	Last sequence point in the sequence point block
Seq. Cycles	∞ or 1...999	Number of cycles of the sequence point block.

Schematic diagram:



Applications and results:

Example 1

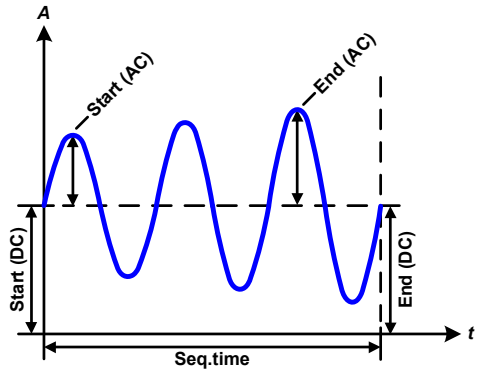
Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 99:

DC values for start and end are the same, also the AC amplitude. With a frequency >0 a sine wave progression of the set value is generated with a defined amplitude, frequency and Y shift (offset, DC value at start and end)

The number of sine waves per cycle depend on the sequence point time and the frequency. If the time were 1 s and the frequency 1 Hz, there would be exactly 1 sine wave. If the time were 0.5 s at the same frequency, there would only be a half sine wave.

Schematic diagram:

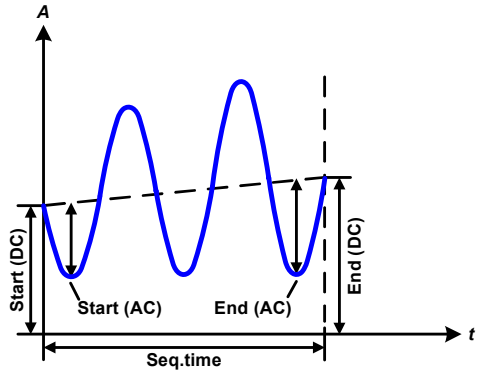
Applications and results:



Example 2

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 99:

The DC values at start and end are the same but the AC (amplitude) not. The end value is higher than the start so that the amplitude increases with each new half sine wave continuously through the sequence. This, of course, only if the sequence point time and frequency allow for multiple waves to be created. e.g. for f=1 Hz and Seq. time = 3 s, three complete waves would be generated (for angle = 0°) and reciprocally the same for f=3 s and Seq. time=1 s.

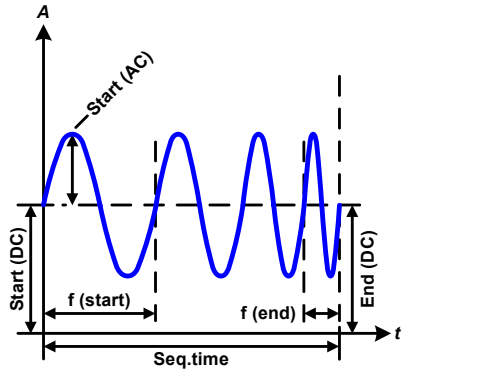


Example 3

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 99:

The DC values at start and end are unequal, as are also the AC values. In both cases the end value is higher than the start so that the offset increases from start to end (DC) and the amplitude also with each new half sine wave.

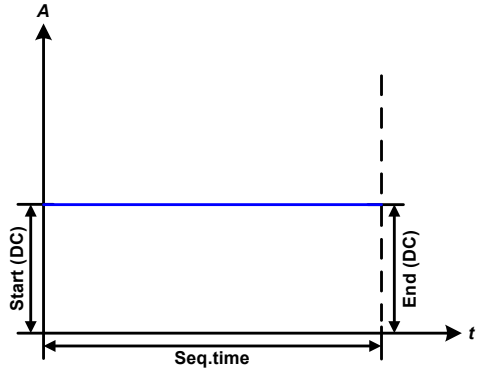
Additionally the first sine wave starts with a negative half wave because the angle is set at 180°. The start angle can be shifted at will in 1° steps between 0° and 359°.



Example 4

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 99:

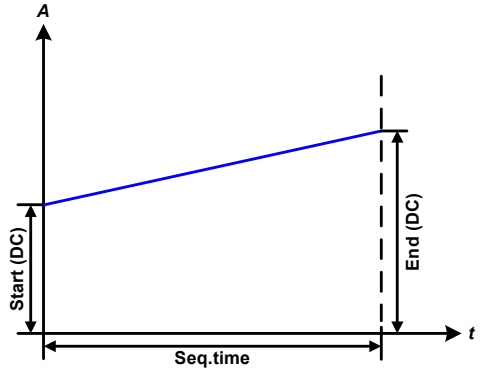
Similar to example 1 but with another end frequency. Here this is shown as higher than the start frequency. This impacts the period of the sine waves such that each new wave will be shorter over the total span of the sequence point time.



Example 5

Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 99:

Similar to example 1 but with a start and end frequency of 0 Hz. Without a frequency no sine wave part (AC) will be created and only the DC settings will be effective. A ramp with a horizontal progression is generated.



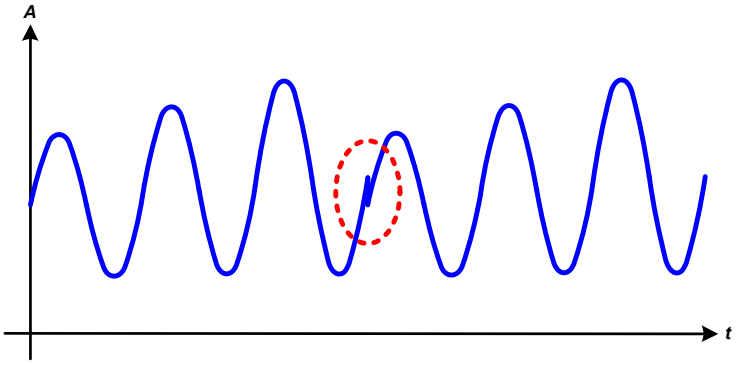
Example 6

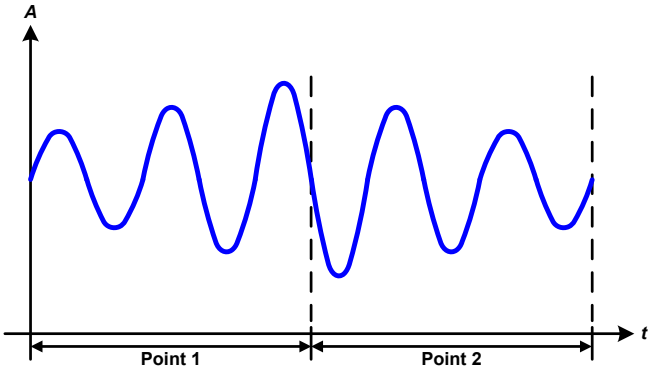
Focussing 1 cycle of 1 sequence point from 99:

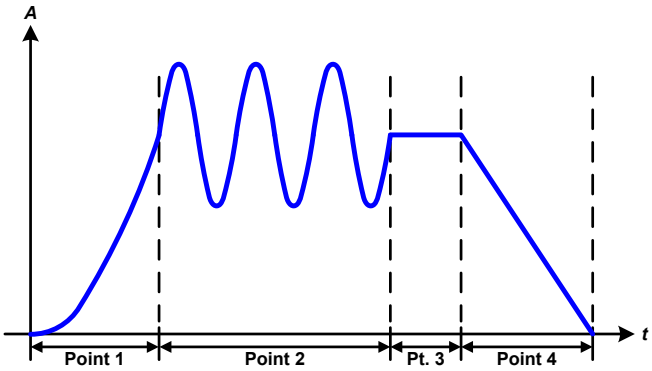
Similar to example 1 but with a start and end frequency of 0 Hz. Without a frequency no sine wave part (AC) will be created and only the DC settings will be effective. Here start and end values are unequal and a steadily increasing ramp is generated.

By linking together a number of differently configured sequence points, complex progressions can be created. Smart configuration of the arbitrary generator can be used to match triangular, sine, rectangular or trapezoidal wave functions and thus, e.g. a sequence of rectangular waves with differing amplitudes or duty cycles could be produced.

Schematic diagram:







Applications and results:

Example 7

Focussing 2 cycles of 1 sequence point from 99:

One sequence point is run, configured like in example 3. As the settings demand that the end offset (DC) is higher than the start, the second sequence run will revert to the same start level as the first, regardless of the values achieved at the end of the first run. This can produce a discontinuity in the total progression (marked in red) which may only be compensated with careful choice of settings.

Example 8

Focussing 1 cycle of 2 sequence points from 99:

Two sequences run consecutively. The first generates a sine wave with increasing amplitude, the second with a decreasing amplitude. Together they produce a progression as shown left. In order to ensure that the maximum wave in the middle occurs only once, the first sequence must end with a positive half wave and the second start with a negative half wave as shown in the diagram..

Example 9

Focussing 1 cycle of 4 sequence points from 99:

Point 1: 1/4th sine wave (angle = 270°)

Point 2: 3 Sine waves (ratio frequency to sequence time: 1:3)

Point 3: Horizontal ramp (f = 0)

Point 4: Falling ramp (f = 0)

3.10.10.1 Loading and saving the arbitrary function

The 99 points of the arbitrary function, which can be manually configured with the control panel of the device and which are applicable either to voltage (U) or current (I), can be saved to or loaded from a common USB stick via the front side USB port. Generally, all 99 points are saved or loaded using a text file of type CSV (semicolon separator), which represents a table of values.

In order to load a sequence point table for the arbitrary generator, following requirements have to be met:

- The table must contain exactly 99 rows with 8 subsequent values (8 columns, separated by semicolons) and must not have gaps
- The column separator (semicolon, comma) must be as selected by parameter “USB file separator format”; it also defines the decimal separator (dot, comma)
- The files must be stored inside a folder called HMI_FILES which has to be in the root of the USB drive
- The file name must always start with WAVE_U or WAVE_I (not case-sensitive)
- All values in every row and column have to be within the specified range (see below)
- The columns in the table have to be in a defined order which must not be changed

Following value ranges are given for use in the table, related to the manual configuration of the arbitrary generator (column headers like in Excel):

Column	Parameter	Range
A	0...50% Nominal value of I	Start amplitude of the sine wave part of the curve
B	0...50% Nominal value of I	End amplitude of the sine wave part of the curve
C	0 Hz...10000 Hz	Start frequency of the sine wave part of the curve (AC)
D	0 Hz...10000 Hz	End frequency of the sine wave part of the curve (AC)
E	0°...359°	Start angle of the sine wave part of the curve (AC)
F	Is(AC)...(Nominal value - Is(AC)) of I	Start value of the DC part of the curve
G	Ie(AC)...(Nominal value - Ie(AC)) of I	End value of the DC part of the curve
H	0.1 ms...36000 s	Time for the selected sequence point

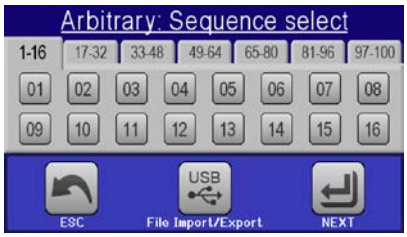
For details about the parameter and the arbitrary function refer to *„3.10.10. Arbitrary function“.*

Example CSV:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	20,00	30,00	5	5	90	50,00	50,00	50000000
2	30,00	20,00	5	5	90	50,00	50,00	30000000
3	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
4	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
5	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000
6	0,00	0,00	0	0	0	0,00	0,00	1000

The example shows that only the first two sequence points are configured, while all others are set to default values. The table could be loaded as WAVE_U or WAVE_I when using, for example, the model EL 9080-1530 B, because the values would fit both, voltage and current. The file naming, however, is unique. A filter prevents you from loading a WAVE_I file after you have selected “Arbitrary --> U” in the function generator menu. The file would not be listed at all.

► How to load a sequence point table from an USB stick:



1. Do not plug the USB drive yet or remove it.
2. Access the function selection menu of the function generator with MENU -> Function Generator -> Arbitrary -> U/I, to see the main screen of sequence selector, as depicted to the right.
3. Tap touch area

, then

and follow the instructions on screen. If at least one valid files has been recognized (for file and path naming see above), the device will show a list of files to select

► **How to save a sequence point table to an USB stick:**

1. Do not plug the USB stick yet or remove it.
2. Access the function selection menu of the function generator via MENU -> Function Generator -> Arbitrary
3. Tap on

, then

. The device will request you to plug the USB stick now.
4. After plugging it, the device will try to access the stick and find the folder HMI_FILES and read the content. If there are already WAVE_U or WAVE_I files present, they will be listed and you can either select one for overwriting with , otherwise select

for a new file.
5. Finally save the sequence table with

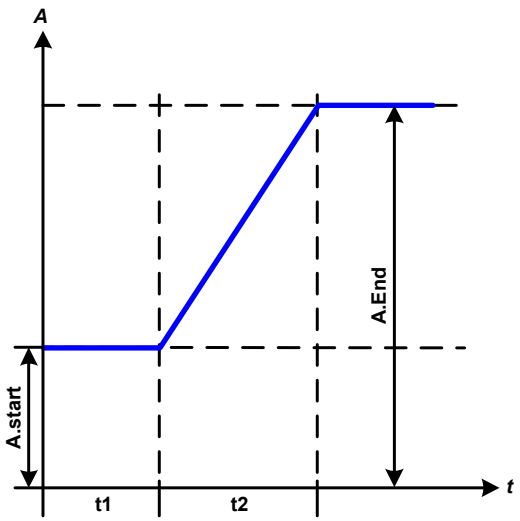
.

3.10.11 Ramp function

The following parameters can be configured for a ramp function.

Value	Range	Description
Ustart / Istart	0...Nominal value of U, I	Start value (U,I)
Uend / Iend	0...Nominal value of U, I	End value (U, I)
t1	0,1 ms...36000 s	Time before ramp-up or ramp-down of the signal.
t2	0.1 ms...36000 s	Ramp-up or ramp-down time

Schematic diagram:



Application and result:

This function generates a rising or falling ramp between start and end values over the time t2. Time t1 creates a delay before the ramp starts.

The function runs once and stops at the end value. To have a repeating ramp, function Trapezoid would have to be used instead (see *3.10.8*).

Important to consider are the static values of U and I which define the start levels at the beginning of the ramp. It is recommended that these values are set equal to those in A.start, unless the source at the DC input should not be loaded before the start of the ramp. In that case the static values should be set to zero.

> *10h after reaching the ramp end, the function will stop automatically (i.e. I = 0 A resp. U = 0 V), unless it has been stopped manually before.*

3.10.12 UI and IU table functions (XY table)

The UI and IU functions offer the user the possibility to set a DC input current dependant on the DC input voltage, or a DC input voltage dependant on the DC input current. The function is table driven with exactly 4096 values, which are distributed over the whole measured range of actual input voltage or input current in the range of 0...125% Unom or Inom. The table can either be uploaded from an USB stick through the front side USB port of the device or via remote control (ModBus RTU protocol or SCPI). The functions are:

UI function: U = f(I)

IU function: I = f(U)

In the **UI function**, the equipment measuring circuit determines the level from 0 to maximum of the input current. For each of the 4096 possible values for input current a voltage value is maintained by the user in the UI table which can be any value between 0 and nominal value. The values uploaded from an USB stick will always be interpreted as voltage values even if the user calculated them as current values and incorrectly loaded them as an UI table.

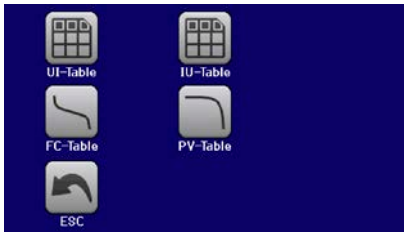
In the **IU function** the assignment of the values is the other way round, the behaviour, however, the same.

Thus the behaviour of the load or the DC current and power consumption can be controlled with dependance on input voltage and step changes can be created.

!	*Uploading of a table from an USB stick must use text files in CSV format (.csv). Plausibility is checked on loading (values not too high, number of values correct),and possible errors reported in which case the table will not be loaded.*

⚠	The 4096 values in the table are only checked for size and count. If all the values were to be graphically plotted a curve would be created which could include significant step changes in current or voltage. That could lead to complications in the loading of the source if, e.g., the internal voltage measurement in the electronic load fluctuates slightly so that the load jumps backwards and forward between two values in the table which, in the worst case, could one be 0 A and the other maximum current.

3.10.12.1 Loading UI and IU tables from USB drive



The so-called UI or IU value tables can be loaded from a file via a standard USB stick that is formatted as FAT32. In order to load the file, it has to meet following specifications:

- The file name always begins with IU or UI (not case-sensitive), depending on which of the two function you load the table for
- The file must be a text file of type Excel CSV (semicolon as separator) and must only contain one column with exactly 4096 values without gaps
- Values with decimal places must use a decimal separator as depending on the selection with parameter “USB file separator format” (“US”: separator = comma, decimal separator = dot)
- No value may exceed the nominal value of the device. For example, if you have an 80 V model and you are going to load a table with values for voltage, none of the 4096 values may be higher than 80 V (the adjustment limits from the device’s front panel do not apply here)
- The file(s) has/have to be put inside a folder named HMI_FILES in the root of the stick

If these specifications are not met, the device won’t accept the file and put out an error message in the display. Files with names beginning different to UI or IU are not recognized for this purpose. The USB drive may contain multiple UI/IU files with different names and list them for the selection of one.

► How to load an UI or IU table from an USB drive:

1. Do not plug the USB drive yet or pull it out if already plugged.
2. Open the function selection menu of the function manager with MENU -> Function Generator -> XY Table
3. In the next scree select the desired function with either „UI Table“ or „IU Table“.
4. Configure the global parameters for U, I and P, if necessary.
5. Tap touch area

and plug the USB drive when requested, in order to select one out of X compatible files from the drive. In case the file is not accepted, the device will report an error in the display and also tell what’s wrong with the file.
6. Once the file is accepted, you will be requested to remove the USB drive.
7. Submit and load the function with

to start and control it as with other function (also see *„3.10.4.1. Function selection and control“).*

3.10.13 Battery test function

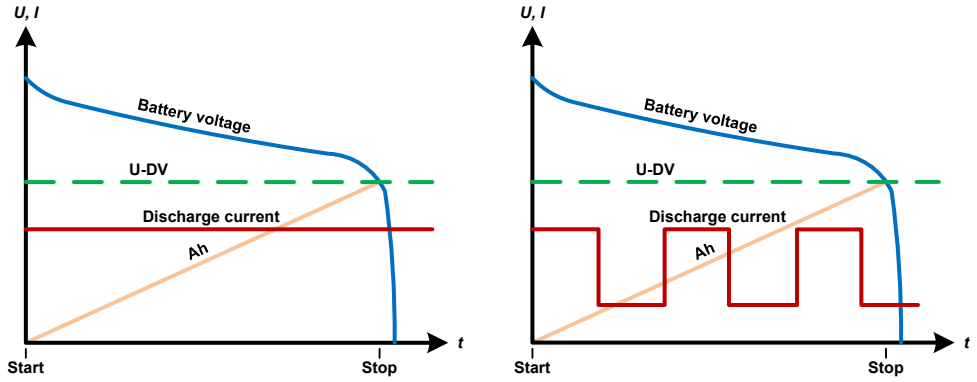
The purpose of the battery test function is to discharge various battery types in industrial product tests or laboratory applications. It is only available via access on the HMI, at least as setup and use are described below, but can also be achieved in remote control using the arbitrary function generator. The only disadvantage in remote control are the missing counters of battery capacity (Ah), energy (Wh) and time. But those can be calculated by custom remote control software when programming a time counter and regularly querying actual values from the device.

The function is usually applied on the DC input current and can either be selected and run in “**Static**” (**constant current**) or “**Dynamic**” (**pulsed current**) mode. In static mode, the settings for power or resistance can also let the device run the function in constant power (CP) or constant resistance (CR). Like in the normal operation of the load the set values determine what regulation mode (CC, CP, CR) is resulting on the DC input. If, for example, CP operation is projected, the set values of current should be set to maximum and resistance mode should be turned off, so that both don’t interfere. For a projected CR operation it is similar. There current and power should be set to maximum.

For dynamic mode there is also a power setting, but it cannot be used to run the dynamic battery test function in pulsed power mode or at least the result would not be as expected. It is recommended to adjust the power values always according to the test parameters, so it doesn’t interfere with the pulsed current, i. e. dynamic mode.

When discharging with high currents, compared to the nominal battery capacity and in dynamic mode, it may happen that the battery voltage shortly drops below the U-DV threshold and the test will unintentionally stop. Here it is recommended to adjust U-DV accordingly.

Graphical depiction of both battery test modes:



Static Dynamic

3.10.13.1 Parameters for static mode

The following parameters can be configured for the static battery test function.

Value	Range	Description
I	0...Nominal value of I	Maximum discharge current in Ampere
P	0...Nominal value of P	Maximum discharge power in Watt
R	Min....max. nominal value of R	Maximum discharge resistance in Ω (can be deactivated --> “OFF”

3.10.13.2 Parameters for dynamic mode

The following parameters can be configured for the dynamic battery test function.

Value	Range	Description
I_1	0...Nominal value of I	Upper resp. lower current setting for pulsed operation (the higher value of both is automatically used as upper level)
I_2	0...Nominal value of I	
P	0...Nominal value of P	Maximum discharge power in Watt
t_1	1 s ... 36000 s	t1 = Time for the upper level of the pulsed current (pulse)
t_2	1 s ... 36000 s	t2 = Time for the lower level of the pulsed current (pause)

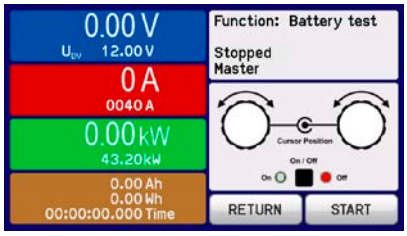
3.10.13.3 Other parameters

These parameters are available in both battery test modes, but the values are separately adjustable in each.

Parameter	Range	Description
Discharge voltage	0...Nominal value of U	Variable voltage threshold to make the test stop when reached (is connected to the battery voltage on the DC input of the load)
Discharge time	0...10 h	Maximum test time after which the test can stop automatically
Discharge capacity	0...99999 Ah	Maximum capacity to consume from the battery after which the test can stop automatically
Action	NONE, SIGNAL, End of test	Separately defines an action for parameters „Discharge time“ and „Discharge capacity“. It determines what shall happen with the test run once the adjusted values for those parameters are reached: **NONE** = No action, test will continue **SIGNAL** = Text “Time limit” will be displayed, test will continue **End of test** = The test will stop
Enable USB log-ging	on/off	By setting the check mark, USB logging is enabled and will record data on a properly formatted USB stick, if plugged in to the front USB port. The recorded data differs from the USB log data recorded dur-ing “normal” USB logging in all other operation modes of the device.
Logging interval	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	Writing interval for USB logging

3.10.13.4 Displayed values

During the test run, the display will show a set of values and status:



- Actual battery voltage on the DC input in V
- Actual discharge current in A
- Actual power in W
- Discharge voltage U_{DV} in V
- Consumed battery capacity in Ah
- Consumed energy in Wh
- Elapsed time in HH:MM:SS,MS
- Regulation mode (CC, CP, CR)

3.10.13.5 Data recording (USB logging)

At the end of the configuration of both, static and dynamic mode, there is the option to enable the USB logging feature. With an USB stick plugged and formatted as required (see *1.9.6.5*), the device can record data during the test run directly to the stick and in the defined interval. Active USB logging is indicated in the display with a small disk symbol. After the test has stopped, the recorded data will be available as text file in CSV format.

Log file format:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Static:Uset	Iset	Pset	Rset	DV	DT	DC
2	0,00V	0,00A	1200W	OFF	0,00V	10:00:00	99999,00Ah
3							
4	Uactual	Iactual	Pactual	Ah	Wh	Time	
5	0,34V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:00,800	
6	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:01,800	
7	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:02,800	
8	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:03,800	

Static = Selected mode
Iset = Max. current
Pset = Max. power
Rset = Desired resistance
DV = Discharge voltage
DT = Discharge time
DC = Discharge capacity
U/I/Pactual = Actual values
Ah = Consumed battery capacity
Wh = Consumed energy

Regardless the setting for the recording interval, the values “Ah” and “Wh” are only calculated by the device once per second. When using an interval setting of < 1 s, several identical values of Ah and Wh are written into the CSV.

3.10.13.6 Possible reasons for battery test stop

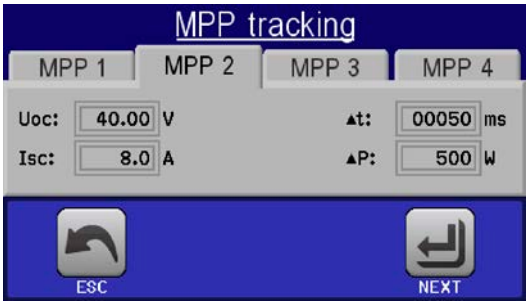
The battery test function run can be stopped by different reasons:

- Manual stop on the HMI with touch area STOP
- After the max. test time has been reached and action “End of test” was set for it
- After the max. battery capacity to consume has been reached and action “End of test” was set for it
- Any device alarm which would also switch off the DC input, like OT
- Passing the threshold U_{DV} (discharge voltage), which is equivalent to any voltage drop on the DC input caused by whatever reason

> *After an automatic stop, caused by any of the listed reasons, the test cannot be continued or run again immediately. The full battery configuration has to be run through, accessible via touch area BACK.*

3.10.14 MPP tracking function

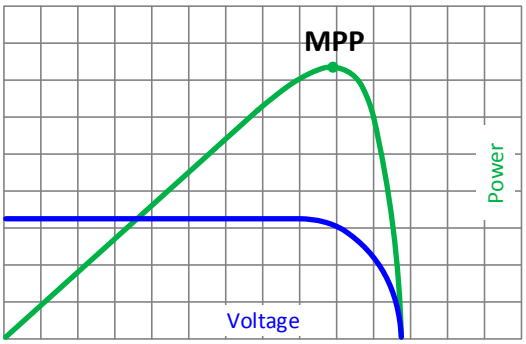
MPP stands for the maximum power point (see principle view to the right) on the power curve of solar panels. Solar inverters, when connected to such panels, constantly track this MPP once it has been found.



The electronic load simulates this behaviour by a function. It can be used to test even huge solar panels without having to connect a usually big solar inverter device which also requires to have a load connected to its AC output. Furthermore, all MPP tracking related parameters of the load can be adjusted and it so is much more flexible than an inverter with its limited DC input range.

For evaluation and analysis purposes, the load can also record measured data, i. e. DC input values such as actual voltage, current or power, to USB stick or provide them for reading via digital interface.

The MPP tracking function offers four modes. Unlike with other functions or general use of the device, values for the MPP tracking are only entered by direct input via the touch screen.



3.10.14.1 Mode MPP1

This mode is also called “find MPP”. It is the simplest option to have the electronic load find the MPP of a connected solar panel. It requires to set only three parameters. Value U_{OC} is necessary, because it helps to find the MPP quicker as if the load would start at 0 V or maximum voltage. Actually, it would start at a voltage level slightly above U_{OC}.

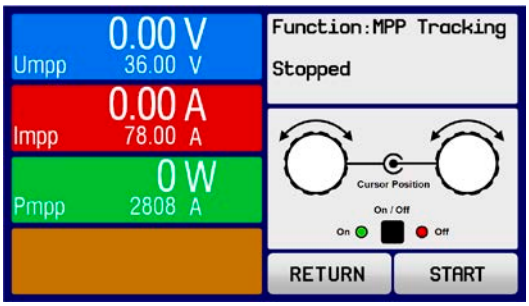
I_{SC} is used as an upper limit for the current, so the load would not try to draw more current than the panel is specified for.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP1**:

Value	Range	Description
U_{OC}	0...Nominal value of U	Voltage of the solar panel when unloaded, taken from the panel specs
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP

Application and result:

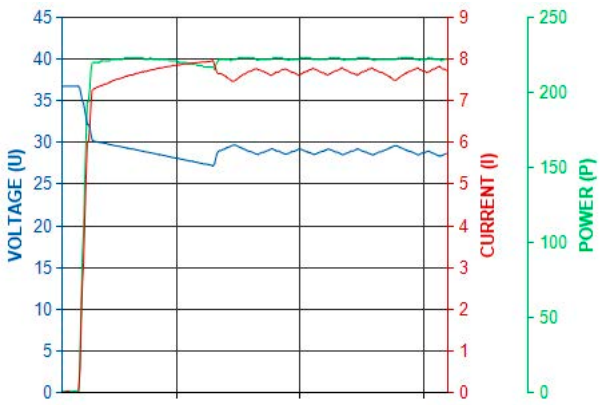
After the three parameters have been set, the function can be started. As soon as the MPP has been found, the function will stop and switch off the DC input. The acquired MPP values of voltage (U_{MPP}), current (I_{MPP}) and power (P_{MPP}) are then shown in the display.



The time of a function run depends on the parameter Δt. Even with the minimum setting of 5 ms one run take already a few seconds.

3.10.14.2 Mode MPP2

This mode tracks the MPP, so it is closest to the operation of a solar inverter. Once the MPP is found, the function won't stop, but try to track the MPP permanently. Due to the nature of solar panels this can only be done below the level of the MPP. As soon as this point is reached, the voltage starts to sink further and so does the actual power. The additional parameter **ΔP** defines how much the power may sink before the direction is reversed and the voltage starts to rise again until the load reaches the MPP. The result are zigzag shaped curves of both, voltage and current.



A typical curve display is shown in the picture to the right. For the example, the **ΔP** was set to a quite small value, so the power curve looks almost linear. With a small **ΔP** the load would always track close to the MPP.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP2**:

Value	Range	Description
U_{OC}	0...Nominal value of U	Voltage of the solar panel when unloaded, taken from the panel specs
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP
ΔP	0 W...0.5 P_{Nom}	Tracking/regulation tolerance below the MPP

3.10.14.3 Mode MPP3

Also called "fast track", this mode is very similar to mode MPP2, but without the initial step which is used to find the actual MPP, because mode MPP3 would directly jump to the power point defined by user input (U_{MPP}, P_{MPP}). In case the MPP values of the equipment under test are known, this can save a lot of time in repetitive tests. The rest of the function run is the same as with MPP2 mode. During and after the function, the least acquired MPP values of voltage (U_{MPP}), current (I_{MPP}) and power (P_{MPP}) are shown in the display.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP3**:

Value	Range	Description
U_{MPP}	0...Nominal value of U	Voltage in the MPP
I_{SC}	0...Nominal value of I	Short-circuit current, max. specified current of the solar panel
P_{MPP}	0...Nominal value of P	Power in the MPP
Δt	5 ms...65535 ms	Interval for measuring U and I during the process of finding the MPP
ΔP	0 W...0.5 P_{Nom}	Tracking/regulation tolerance below the MPP

3.10.14.4 Mode MPP4

This mode is different, because it does not track automatically. It rather offers the choice to define a user curve by setting up to 100 points of voltage values, then track this curve, measure current and power and return the results in up to 100 sets of acquired data. The curve points can be entered manually or loaded from USB stick. Start and end point can be adjusted arbitrarily, Δt defines the time between two points and the function run can be repeated up to 65535 times. Once the function stops at the end or by manual interrupt, the DC input is switched off and the measured data is made available. After the function, the acquired set of data with the highest actual power will be shown in the display as voltage (U_{MPP}), current (I_{MPP}) and power (P_{MPP}) of the MPP. Going back on the screen with RETURN then allows for data export to USB stick.

Following parameters can be configured for tracking mode **MPP4**:

Value	Range	Description
U_1...U_{100}	0...Nominal value of U	Voltage for the up to 100 user definable curve points
Start	1-100	Start point for the run of x out of 100 subsequent points
End	1-100	End point for the run of x out of 100 subsequent points
Δt	5 ms...65535 ms	Time before the next point
Rep.	0-65535	Number of repetitions for the run from Start to End

3.10.15 Remote control of the function generator

The function generator can be remotely controlled but configuration and control of the functions with individual commands is different from manual operation. The external documentation “Programming Guide ModBus & SCPI” explains the approach. In general the following apply:

- The function generator is not controllable via the analog interface
- The function generator is unavailable if R mode (resistance) is activated
- Some functions are based on the arbitrary generator, some on the XY generator. Therefore, both generators have to be controlled and configured separately
- Function “Battery test” is not available for remote control

3.11 Other applications

3.11.1 Parallel operation in master-slave (MS)

Parallel operation of multiple cabinets is not intended and not supported. In case the total power of one cabinet is insufficient for the planned application, certain models can be extended by another unit. See *„1.9.5. Options“* and *„2.3.16. Adding new units“*.

For other solutions, please contact our support. See *„6. Contact and support“*.

3.11.2 Series connection

Series connection is not a permissible operating method for electronic loads and must not be installed or operated under any circumstances!

4. Other information

4.1 Special characteristics of master-slave operation

The units in the cabinet run in master-slave operation. This can cause additional problem situations which do not occur when operating units outside of master-slave. For such occurrences the following regulations have been defined:

- If the DC part of one or more slave units is switched off due to a defect or overheating etc., the entire cabinet shuts down the power input and human interaction is required
- If one or more slave units are cut from AC supply (power switch, blackout, supply undervoltage) and come back later, they’re usually automatically initialised and included again in the MS system. In situations where the automatic initialisation fails, it can be repeated manually in the MENU of the master unit.
- If the DC input of the master unit is switched off due to a defect or overheating, then the cabinet cannot sink power anymore
- If the master unit is cut from AC supply (power switch, blackout) and comes back later, it will automatically initialise the MS system again, finding and integrating all active slaves and making it possible to continue running the cabinet if being supervised by a control software which can handle such events

In situations of device alarms like OV or PF etc. following applies:

- Alarms can be generated by any slave unit in the cabinet, whereas the slave unit cannot indicate anything and the master unit only displays the alarm itself, but not which unit actually caused it. This can only be monitored by software and when reading the alarm status of all units in the cabinet separately, because every unit has its own alarm counter
- If multiple alarms happen simultaneously, the master only indicates the most recent alarm in the display, but the alarm counter collects them all
- All units in the MS system supervise their own values regarding overvoltage, overcurrent and overpower and in case of alarm slave units report to the master unit. In situations where the current is probably not balanced between the units, it can occur that one unit generates an OCP alarm though the global OCP limit of the cabinet was not reached. The same can occur with the OPP alarm.

5. Service and maintenance

5.1 Maintenance / cleaning

The device needs no maintenance. Cleaning may be needed for the internal fans, the frequency of cleanse is depending on the ambient conditions. The fans serve to cool the components which are heated by the inherent dissipation of power. Heavily dirt filled fans can lead to insufficient airflow and therefore the DC input would switch off too early due to overheating or possibly lead to defects.

Cleaning the internal fans can be performed with a vacuum cleaner or similar. They are located behind the front panels of the units. For this the device can be opened on the front.

5.2 Fault finding / diagnosis / repair

If the equipment suddenly performs in an unexpected way, which indicates a fault, or it has an obvious defect, this can't and must not be repaired by the user. Contact the supplier in case of suspicion and elicit the steps to be taken.

It will then usually be necessary to return the device to the supplier (with or without guarantee). If a return for checking or repair is to be carried out, ensure that:

- the supplier has been contacted and it is clarified how and where the equipment should be sent.
- the device is in fully assembled state (complete cabinet) or in disassembled state (units removed and separate) and in suitable transport packaging.
- optional extras such as a digital interface module are included if this is in any way connected to the problem.
- a fault description in as much detail as possible is attached.
- if shipping destination is abroad, the necessary customs papers are attached.

5.2.1 Replacing a defect mains fuse

In situations when the master unit suddenly reports an alarm or there is suddenly less power available than expected from the cabinet, one or probably several fuses could have blown. This situation is very rare, because the blackout of a unit usually has a more severe cause, like other broken components. However, after finding out which unit is concerned and having removed and opened it and the first visual inspection shows no obvious damage, it could suffice to replace a blown fuse to make the cabinet work again.

All units in the cabinet are protected by six 6.3 x 32 mm fuses (T16 A, 500 V, ceramic), located inside. To replace a fuse the unit must first be disconnected from AC supply, removed from the cabinet (see *„2.3.14. Removing units“*) and then opened. Inside are 3 power modules in black plastic housings, each holding two of the fuses.

⚠	Opening the device and replacing the fuses must only be carried out by technically trained personnel!

Tools required: Torx 10 screwdriver, flat screwdriver (approx. 5 mm), multimeter

► Step 1: Opening the unit

1. Switch off at the mains switch and remove AC plug. Disconnect the DC input brackets from the DC bus bar.
2. Remove unit from cabinet. See *„2.3.14. Removing units“* for details.
3. Remove the top cover of the device by (5 screws at the back, 5 on the front, 7 on each side, all Torx 10)
4. Remove the plastic cover(s) of the power modules.

► Step 2: Replacing a defect fuse.

1. As it is usually unknown which fuse is defect, they should all be checked. The fuses are on the front side wall (looking from the front of the device) of the power modules and are covered with a soft plastic cap.
2. Remove the soft plastic cap from the fuse to be tested and carefully prise out the fuse with a flat screwdriver.
3. Check whether the fuse is intact with a multimeter, and if defective, replace with a similar type (size, values, lag)
4. Repeat step 2 for all fuses.

Once all fuses have been checked and replaced, and if no other defect is apparent, the device can be reassembled (step 1 in reverse order).

5.2.2 Firmware updates

⚠	Firmware updates should only be installed when they can eliminate existing bugs in the firmware in the device or contain new features.

The firmware of the control panel (HMI) of the master unit, of the communication units (KE) of all units and the digital controllers (DR), also of all units, can be updated via the rear side USB ports, if necessary. For this the software “EA Power Control” is needed which is included with the cabinet on USB stick or is available as download from our website together with the firmware update.

It is recommended to keep the firmwares of all units in the cabinet at the same versions.

5.3 Calibration

5.3.1 Preface

The devices of this series feature a function to re-adjust the most important DC input related values, which can help in case these values are out of tolerance. The procedure is limited to compensate small differences of up to 1% or 2% of the ratings. There are several reasons which could make it necessary to readjust a unit: component aging, component deterioration, extreme ambient conditions, high frequent use.

In a cabinet there can be 3-6 units which each could have a tolerance, either in positive or negative direction. Hence it is required to calibrate the units separately. While the calibration of the master unit can be done on the control panel, the slave units can only be calibrated vian USB and a software (available upon request). The calibration procedure, as described below, refers to the master unit. The actual calibration can be done while the master unit remains in the cabinet and all slave units are powered off.

In order to determine if a value is out of tolerance, the parameter must be verified first with measurement tools of high accuracy and with at least half the error of the EL device. Only then a comparison between values displayed on the EL device and true DC input values is possible.

For example, if you want to verify and possibly readjust the input current of unit model EL 9080-510 B (the model name is printed on the front) which has 510 A maximum current, stated with a max. error of 0.2%, you can only do that by using a high current shunt with max. 0.1% error or less. Also, when measuring such high currents, it is recommended to keep the process short, in order to avoid the shunt heating up too much. It is furthermore recommended to use a shunt with at least 25% reserve.

When measuring the current with a shunt, the measurement error of the multimeter on the shunt adds to the error of the shunt and the sum of both must not exceed the max. error of the device under calibration.

5.3.2 Preparation

For a successful calibration and re-adjustment, a few tools and certain ambient conditions are required:

- A measurement device (multimeter) for voltage, with a max. error of half the EL's voltage tolerance. That measurement device can also be used to measure the shunt voltage when re-adjusting the current
- If the current is also going to be calibrated: a suitable DC current shunt, ideally specified for at least 1.25 times the max. input current of the EL and with a max. error that is half or less than the max. current error of the EL device
- Normal ambient temperature of approx. 20-25 °C
- An adjustable voltage & current source which is capable of providing at least 102% of the max. voltage and current of the EL device, or separate voltage source and current source units

Before starting the calibration procedure, a few measures have to be taken:

- Let the EL device warm up for at least 10 minutes under 50% power, in connection with the voltage / current source
- In case the remote sensing input is going to be calibrated, prepare a cable for the remote sensing connector to DC input, but leave it yet unconnected
- Abort any form of remote control and set device to **U/I** mode
- Install the shunt between source and EL device and make sure the shunt is cooled somehow. For example , you might want to place it in the warm air stream coming out of the rear of the EL device. This helps the shunt to warm up as well to operation temperature
- Connect suitable measurement devices to the DC input and to the shunt, depending on whether the voltage is going to be calibrated first or the current

5.3.3 Calibration procedure

After the preparation, the device is ready to be calibrated. From now on, a certain sequence of parameter calibration is important. Generally, you don't need to calibrate all three parameters, but it is recommended to do so.

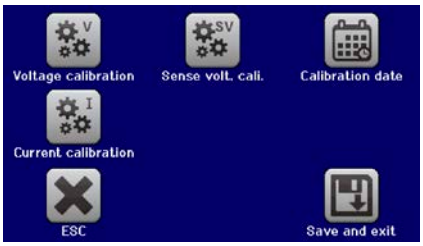
Important:

!	*The input current calibration should be done before any voltage calibration, because the calibrated input current is used for voltage calibration.* *When calibrating the input voltage, the remote input sense on the rear of the device has to be disconnected.*

The calibration procedure, as explained below, is an example for a master unit model EL 9080-510 B (the unit model is printed on the front of every unit). Other master unit models from other cabinet models are treated the same way, with values according to the particular master unit model and the required power source.

5.3.3.1 Set values

► How to calibrate the voltage



1. Adjust the connected voltage source to approx. 102% of the maximum voltage specified for the EL device. For the example with an 80 V EL this would be 81.6 V for the source. Set the current limitation of the voltage source to 5% of the nominal current specified for EL device, for this example it is approx. 25 A. Check again, that for voltage calibration, the sensing connector on the rear of the device is not connected.
2. In the display, tap MENU, then „**General Settings**“, then go to **Page 7** and then tap **START**.
3. In the next screen select: **Voltage calibration**, then **Calibrate input value** and **NEXT**. The load will switch the DC input on and start to measure the input voltage (**U-mon**).
4. The next screen requests you to enter the measured input voltage at **Measured value=** from the multimeter. Enter it using the keypad, that appears when tapping the value. Assure yourself the value is correct and submit with **ENTER**.
5. Repeat point 4. for the next three steps (total of four steps).

► How to calibrate the current

1. Adjust the current source to approx. 102% nominal current of the EL device, for the 510 A model this would be approx. 520 A. Make sure the source can provide more current than the EL can draw, else the source's voltage will collapse. Set the output voltage of the current source to 10% of the nominal voltage specified for EL, in the example 8 V, and switch the DC input of the source on.
2. In the display, tap MENU, then „**General Settings**“, then go to **Page 7** and then tap **START**.
3. In the next screen select: **Current calibration**, then **Calibrate input value** and **NEXT**. The load will switch on the DC input and start to measure (**I-mon**).
4. The next screen requests you to enter the input current **Measured value=** measured with the shunt. Enter it using the keypad, assure yourself the value is correct and submit with **ENTER**.
5. Repeat point 4. for the next three steps (total of four steps).

5.3.3.2 Calibrate the remote sensing

In case you are generally using the remote sensing feature (Sense), it is recommended to readjust this parameter too, for best results. The procedure is identical to the calibration of voltage, except for it requires to have the sensing connector on the rear to be plugged and connected with correct polarity to the DC input of the EL.

► How to calibrate the remote sensing voltage

1. Adjust the connected voltage source to approx. 102% of the maximum voltage specified for the EL device. For example with an 80 V EL this would be 81.6 V for the source. Set the current limitation of the voltage source to 5% of the nominal current specified for EL device, for this example it is approx. 25 A. Check again, that for voltage calibration, the sensing connector on the rear of the device is not connected.
2. In the display, tap MENU, then „**General Settings**“, then go to **Page 7** and then tap **START**.
3. In the next screen select: **Sense volt. calibration**, then **Calibrate input value** and **NEXT**.
4. The next screen requests you to enter the measured sensing voltage **Measured value=** from the multimeter. Enter it using the keypad, that appears when tapping the value. Assure yourself the value is correct and submit with **ENTER**.
5. Repeat point 4. for the next three steps (total of four steps).

5.3.3.3 Calibrating the actual values

The display values of the actual input voltage (with and without remote sensing) and input current are calibrated almost the same way as the set values, but here you don't need to enter anything, just confirm the displayed values. Please proceed the above steps and instead of “**Calibrate input val.**” select “**Calibrate actual val.**” in the submenus. After the device shows the measured values on display, wait at least 2 seconds for the measured value to settle and then tap NEXT until you are through all steps.

5.3.3.4 Save and exit

After calibration you may furthermore enter the current date as “calibration date” by tapping

in the selection screen and enter the date in format YYYY / MM / DD.

Last but not least save the calibration data permanently by tapping

.

> Leaving the calibration selection menu without tapping “Save and exit” will discard calibration data and the procedure would have to be repeated!

6. Contact and support

6.1 Repairs

Repairs, if not otherwise arranged between supplier and customer, will be carried out by the manufacturer. For this the device must generally be returned to the manufacturer. No RMA number is needed. It is sufficient to package the equipment adequately and send it, together with a detailed description of the fault and, if still under guarantee, a copy of the invoice, to the following address.

6.2 Contact options

Questions or problems with operation of the device, use of optional components, with the documentation or software, can be addressed to technical support either by telephone or e-Mail.

Address	e-Mail	Telephone
EA Elektro-Automatik GmbH Helmholtzstr. 31-37 41747 Viersen Germany	Support: support@elektroautomatik.de All other issues: ea1974@elektroautomatik.de	Switchboard: +49 2162 / 37850 Support: +49 2162 / 378566

Elektro-Automatik

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG
Development - Production - Sales

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen
Germany

Fon: +49 2162 / 37 85-0
Fax: +49 2162 / 16 230
ea1974@elektroautomatik.de
www.elektroautomatik.de