

Bedienungsanleitung PWM-Strom Schalt- und Regelgerät

SRG 3 A X2 a1/a2*1 ab SW-Vers. 2.11 und pms-11.5



PWM-Frequenz 25 Hz ... 10 kHz

PWM-Strom max. 6 Ampere

Dither-Mode 10Hz*2- 300 Hz / max. 1000 mA)

Programmierbare Prüfspannung 5 ... 55 Volt

SPS - und RS-232 - Interface

16 Programme 13 Stromkurven

19" 3 HE 84 TE Tisch-Gehäuse oder BGT

*1: Version a1: Analogeingänge 0-4V, Version a2: Analogeingänge 0-10V

*2: neu ab SW-Vers. 2.5 : die minimale Dither-Frequenz wurde von 50 Hz auf 10 Hz reduziert

Ab SW-Version V2.11/pms-11.5 findet in der Einschaltphase des Gerätes eine automatische Überprüfung des Gleichtaktabgleiches für die PWM-Strommessung statt. Dadurch **dauert die Einschaltphase mit ca. 25 Sekunden deutlich länger als bisher.**

Während der Einschaltphase werden Prüfspannungen zwischen **5V und 55V erzeugt**, die dann auch **kurzzeitig an den Ausgangsbuchsen und Ausgangsklemmen** des Gerätes anliegen.

Elektronische
Mess- und Prüftechnik

IBT - Electronic



2 Konformitätserklärung

Hiermit erklären wir, dass das Gerät

SRG 3 A X2 (PWM-Stromregelgerät)

übereinstimmt mit den Bestimmungen folgender EU-Richtlinien

2011/65/EU Beschränkung der Verwendung von Gefahrstoffen in Elektro- und Elektronik-Geräten (RoHS):

2014/30/EU EMV-Richtlinie

Bezüglich der EMV-Konformität entspricht das Gerät folgenden Fach-Normen:

EN 61326-1:2013 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen

Angewandte Grundnormen:

EN61000 -4-2:2009 Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität, Kontaktentladung 4kV, Luftentladung 8kV
EN61000 -4-3:2006 Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder + A1:2008 + A2:2010
EN61000 -4-4:2012 Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen / BURST
EN61000 -4-5:2014 Störfestigkeit gegen Stoßspannungen/SURGE
EN61000 -4-6:2013-10 Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch HF- Felder
EN61000 -4-8:2010 Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen
EN61000 -4-11:2004 Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen
EN55011:2011-04 Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte, Funkstörungen, Grenzwerte und Messverfahren

Dieses Gerät ist ausschließlich für den Gebrauch in einer industriellen Umgebung ausgelegt.

IBT-Electronic GmbH & Co. KG
Rosenweg 22
87767 Niederrieden

Niederrieden, den 26.06.2019

Jürgen Turzer
Geschäftsführer

ACHTUNG: Dieses Gerät wird elektrisch betrieben. Ein einwandfreier und sicherer Betrieb setzt eine **sachgerechte Handhabung** und Bedienung sowie einen **bestimmungsgemäßen Gebrauch** voraus. Das Personal für die Installation, Wartung und Bedienung dieses Gerätes muss entsprechend ausgebildet und mit dem Inhalt dieses Handbuchs vertraut sein.

Beachten Sie besonders die Abschnitte „Warn- und Gefahrenhinweise“ und „Wichtige Betriebshinweise“.

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	1
2	Konformitätserklärung.....	2
3	Warn - und Gefahrenhinweise.....	5
3.1	Elektrische Sicherheit.....	5
4	RoHS / REACH Hinweis.....	5
5	Anschluss- und Einbauvorschriften.....	6
6	Wichtige Betriebshinweise.....	7
6.1	Umgebungsbedingungen.....	7
6.2	Verschmutzung / Reinigung.....	7
6.3	Belüftung / Umgebungstemperatur.....	7
6.4	Schirmung.....	7
6.5	Erdung.....	7
6.6	Anschluss an die Stromversorgung.....	7
6.7	Zustand des Geräts.....	7
6.8	Reparatur.....	7
7	SRG 3 A X2 Funktionsprinzip.....	8
8	Display-Anzeigen und Menüs.....	8
9	Strom-Regel-Betriebsarten.....	12
9.1	Direkt Regeln: = Aus.....	12
9.2	Direkt Regeln: = Ein.....	12
9.3	Tastverhältnis-Steuerung des Stromes.....	12
9.4	Dither.....	12
9.4.1	Beispiele.....	12
9.5	Erhöhte Freilaufspannung.....	13
10	Kompatibilität mit älteren Geräten.....	14
11	Frontansicht.....	15
12	Rückansicht.....	15
13	Inbetriebnahme.....	16
13.1	Prüfling anschliessen.....	16
13.2	PWM-Stromregelung (ohne Dither) prüfen.....	17
13.3	Dither-Strom überprüfen.....	17
14	Tastatur.....	18
14.1	Programmier-Dreh-Tast-Knopf.....	18
14.2	Tastatur.....	18
14.3	LEDs.....	19
14.3.1	Tastatur.....	19
14.3.2	pms K 11 (PWM Stromregler).....	19
15	Hauptmenü-Funktionen.....	20
16	Parameter kontrollieren / einstellen.....	21
17	Wertebereiche der Bestromungs-Parameter.....	22
18	Funktionsprinzip der PWM-Stromregelung.....	24
19	Gesteuerte Regelung – direkte Regelung.....	25

19.1	Gesteuerte Stromregelung (SRG 3 Modus).....	25
19.1.1	Einstellmöglichkeiten.....	26
19.2	Direkte Stromregelung	27
19.2.1	Einstellmöglichkeiten.....	27
19.3	Regelgeschwindigkeit.....	28
19.3.1	Grenzwerte	28
19.4	Physikalische Regelparameter.....	29
20	Stromkurven-Definitionen.....	30
20.1	Stromkurve # 1 Tastverhältnissteuerung mit externer, analoger Sollwertvorgabe.....	30
20.2	Stromkurve # 2 Konstante Ausgangsspannung	30
20.3	Stromkurven # 3, # 4 Rechteckförmige Bestromung	30
20.4	Stromkurven # 5, # 6, # 10 Dreieck-Strom.....	30
20.5	Stromkurve # 7 Zwei Ströme, Strom 2 per SPS-Steuereingang anwählbar	30
20.6	Stromkurve # 8 Dauerstrom	31
20.7	Stromkurve # 9 zwei Dauer-Ströme manuell eingestellt und geregelt	31
20.8	Stromkurve # 10 geregelte Dreieckströme	31
21	Relevante Kurvenparameter	32
21.1	Für die Betriebsart „Direkt Regeln := aus“	32
21.2	Für die Betriebsart „Direkt Regeln := ein“	33
22	Alarm-/Fail-LEDs.....	35
22.1	Alarm LED leuchtet:	35
22.2	Alarm LED blinkt:.....	35
23	Remote Funktion	35
23.1.1	Funktionen der digitalen Eingänge (SPS-Fernbedienung)	36
24	RS 232 Funktionen.....	37
24.1	Seriellles Schnittstellen-Setup	37
24.2	Übertragungskabel.....	37
24.3	Befehlsformat (von PC zu SRG 3)	38
24.4	Antworten von SRG 3	41
24.4.1	Befehl fehlerhaft.....	41
24.4.2	Befehl nicht möglich	41
24.4.3	Befehl verstanden	41
24.5	Lesen eines Wertes	41
24.6	Bedeutung von Status Bits.....	42
24.7	Userparameter.....	42
24.8	Beispiele	43
25	Strom-Plotter-Funktion.....	45
25.1	Hauptanzeige	45
25.2	Einstellungen (Setup)	46
26	FFT-Funktion	47
26.1	Funktionsbeschreibung.....	47
26.2	Beispielbilder.....	48
26.3	Zusatzfunktionen	49
27	Steckerbelegung	50
27.1.1	Signaltypen:.....	50
27.2	16-poliger Schraubanschluss (1 .. 16)	50
27.3	8-poliger Schraubanschluss (21 ... 28)	51
27.4	12-poliger Schraubanschluss (31 .. 42)	51
28	Technische Spezifikationen.....	52
28.1	19“ 3 HE 84 TE Baugruppenträger	53
28.2	19“ 3 HE 84 TE Tischgehäuse	54

3 Warn - und Gefahrenhinweise

ACHTUNG Eine Nichtbeachtung folgender Hinweise kann **lebensgefährliche Auswirkungen oder hohe Sachschäden** zur Folge haben.

3.1 Elektrische Sicherheit

Die elektrische Funktionssicherheit (BGV A3, VDE 0701, VDE 0702) muss regelmäßig überprüft werden:

- Vor der Inbetriebnahme
- bei stationärem Betrieb: mindestens alle 12 Monate
- bei mobilem Betrieb: mindestens alle 12 Wochen

In diesem Zusammenhang sind folgende Kontrollen durchzuführen:

1. Sichtkontrolle und Prüfung auf lose Teile im Gerät
2. Überprüfen Erdungswiderstandes (weniger als 0,3 Ohm, typisch 0,1 Ohm)
3. Der Isolationswiderstand zwischen den Netzanschluß und dem Erdleiter (PE) (größer als 1MOhm, typischerweise größer als 20 MOhm) bei einer Prüfspannung gleich oder größer als 500V
4. Prüfung des Ableitstromes bei 230 Vac (Schutzleiter) (kleiner 3,5 mA, typisch 1,4 mA)

Allgemeine Information

- Vor jeder Inbetriebnahme ist der ordnungsgemäße Zustand des Gerätes zu überprüfen, da dieses besonders im mobilen Betrieb stark beansprucht wird.
- Bei oder nach Eindringen von Feuchtigkeit / Flüssigkeit darf das Gerät auf keinen Fall betrieben werden.
- Im Gerät treten Spannungen von bis zu 250V AC auf. Reparaturen dürfen nur von ausdrücklich autorisierten Fachbetrieben durchgeführt werden. Der Abgleich darf nur von Elektrofachkräften mit isolierten Abgleich-Werkzeug durchgeführt werden.
- Bezüglich der EMV-Konformität sind die auf der nächsten Seite beschriebenen Anschluss- und Einbau-Vorschriften einzuhalten.
- Die Sicherheit des Systems, in welches das SRG3AX2 integriert werden soll, liegt in der Verantwortung des Errichters.

4 RoHS / REACH Hinweis

Das Gerät entspricht der aktuellen RoHS- und REACH-Konformität (inklusive der zugelassenen Ausnahmen).

Zugelassene Ausnahmen:

Im Juni 2018 wurde Blei neu in die SVHC-Kandidatenliste aufgenommen. Damit werden nun alle Ausnahmen bezüglich Blei (Pb) informationspflichtig.

Blei als Legierungselement ist in geringen Konzentrationen (max. 0,4%) überwiegend in Metalllegierungen der Steckverbinder¹ und in einzelnen passiven Bauteilen² vorhanden. Dies wird aber bei bestimmungsgemäßem Gebrauch nicht freigesetzt.

Obwohl diese Konzentrationen nach RoHS-Richtlinien erlaubt sind, fallen alle Produkte aus unserem Produktsortiment unter diese Informationspflicht.

¹ Ausnahme 6c (Metall-Legierungen)

² Ausnahme 7c (keramische Materialien)

5 Anschluss- und Einbauvorschriften

Folgende Vorgaben **müssen** beim Betrieb des SRG3AX2 eingehalten werden, sodass die einwandfreie Funktion gewährleistet ist und eine Beeinträchtigung anderer Geräte in der Umgebung ausgeschlossen werden kann:

Das SRG3AX2 ist ausschließlich für die Verwendung in einer industriellen Umgebung bestimmt und darf auch nur in einer solchen verwendet werden.

Anforderungen an die Verkabelung:

- Prüflingsanschluss: Der Prüfling muss mit einem geschirmten 2-adrigen Kabel rückseitig an Klemme 27/28 angeschlossen werden. Der Schirm muss auf Klemme 24 kontaktiert werden.
Das Kabel darf die maximale Länge von 30 m nicht überschreiten.
Alternativ kann ein nicht geschirmtes Kabel mit einer maximalen Länge von 3m verwendet werden.
- Analogsignale: Die Analogsignale (Klemme 10-14) müssen mit einem geschirmten Kabel angeschlossen werden. Der Schirm des Kabels muss an Klemme 15 aufgelegt werden.
Das Kabel darf die maximale Länge von 30 m nicht überschreiten.
Alternativ kann ein nicht geschirmtes Kabel mit einer maximalen Länge von 3m verwendet werden.
- SPS-Interface: Die Anschlusslänge der Leitungen für die SPS-Signale darf 30m nicht überschreiten.
Die SPS-Steuerung darf nicht an ein Gleichspannungsversorgungsnetz angeschlossen werden.
- RS-232-Interface: Das RS-232-Interface muss über ein geschirmtes Kabel angeschlossen werden. Das Kabel darf die maximale Länge von 30m nicht überschreiten.
- Bananenbuchsen: Die frontseitigen Bananenbuchsen sind nur für Service-Zwecke vorgesehen. Während des regulären Betriebs muss zwischen der gelben und roten Buchse die mitgelieferte Brücke gesteckt sein.
- BNC-Buchse: Die frontseitige BNC-Buchse (inv. PWM-Signal) ist nur für Service-Zwecke zu verwenden.
- Netzkabel: Als Netzkabel muss das mitgelieferte Netzkabel mit Ferrit verwendet werden. Die wird an eine Schutzkontaktsteckdose angeschlossen.
- Programmier-Zenerdiode: Die Brücke bzw. Zenerdiode an Klemme 25/26 sollte direkt am Stecker des Geräts angeschlossen sein. Die maximale Kabellänge darf 3m nicht überschreiten.
- Prüfspannungsausgang: Die an den Klemmen 21/22 anliegende Prüfspannung darf nur mit einem Kabel kürzer 3m weitergeführt werden. Die Klemmen 21/22 dienen nur zur Kontrolle der Prüfspannung.

6 Wichtige Betriebshinweise

6.1 Einschaltphase (Netzschalter)

ab SW-Version V2.11 und PWM-Karte pms-11.5 findet in der Einschaltphase des Gerätes eine automatische Überprüfung des Gleichtaktabgleiches für die PWM-Strommessung statt. Dadurch **dauert die Einschaltphase mit ca. 25 Sekunden** deutlich länger als bisher.

Während der Einschaltphase werden Prüfspannungen zwischen **5V und 55V** erzeugt, die dann auch **kurzzeitig an den Ausgangsbuchsen und Ausgangsklemmen** des Gerätes anliegen.

6.2 Umgebungsbedingungen

Das Gerät ist für die Verwendung in Innenräumen konzipiert. Es darf nicht in Höhenlagen über 2000m verwendet werden. Die Umgebungstemperatur während des Betriebs muss im Bereich +10 ... +45 °C liegen. Die relative Luftfeuchtigkeit darf im Bereich bis 31°C 80% nicht überschreiten. Im Bereich von 31° bis 45° reduziert sich die zulässige maximale Luftfeuchtigkeit linear von 80% auf 35% .

Das Gerät ist für die Anschluss an Stromversorgungsnetze der Überspannungskategorie II (IEC 60364 / IEC 60664-1) vorgesehen.

6.3 Verschmutzung / Reinigung

Das Gerät ist für Verschmutzungen des Grades 2 (nicht Leitfähige Verschmutzung, die gelegentlich durch Betauung vorübergehend leitfähig werden kann) konzipiert. Das Gerät darf nur äußerlich mit einem feuchten Lappen und ggf. Isopropanol gereinigt werden. Eine Reinigung des Geräteinneren darf nur von IBT-Electronic durchgeführt werden.

6.4 Belüftung / Umgebungstemperatur

Das Gerät ist für eine maximale Umgebungstemperatur von 45 °C ausgelegt. Werden mehrere Geräte übereinander verbaut, so ist eine zentrale Lüftungseinheit (quer über die volle Breite von 84 TE) vorzusehen.

6.5 Schirmung

Innerhalb von Prüfsystemen ist eine geschirmte Verlegung der Signalleitungen empfehlenswert. Der Schirm kann beidseitig auf Schutzleiter-Potential gelegt werden.

6.6 Erdung

Alle Strom- und Messkreise sind erdfrei.

Für Geräte im 19“-Baugruppenträger gilt:

Es ist empfehlenswert, aber nicht notwendig, den Baugruppenträger selbst (Metallchassis) möglichst kurz (max. 40 cm) mit mindestens 2,5qmm Litze (z. Bsp. 35x0,3mm-Litze) am Metallchassis des Schrankes (Einbauort) zu erden. Dazu ist in der Regel am rechten Seitenteil des Baugruppenträgers ein Anschlussbolzen (M4) mit PE-Kennzeichnung bzw. ab 2014 ein EMV-Funktionserdungsanschlussbolzen M4 an der Geräte-Rückseite vorbereitet.

6.7 Anschluss an die Stromversorgung

Das Gerät SRG3AX2 wird über die rückseitig verbaute Kaltgerätebuchse mit dem Stromversorgungsnetz verbunden. Dazu ist das mitgelieferte Netzkabel zu verwenden. Der Netzschalter des Geräts muss zugänglich sein, da dieser als Trennvorrichtung im Sinne der Norm DIN EN 61010-1 verwendet wird.

6.8 Zustand des Geräts

Das Gerät SRG3AX2 darf nur betrieben werden, wenn der Zustand des Geräts einwandfrei ist. Es dürfen keine Abdeckungen entfernt sein. Ebenfalls dürfen keine offensichtlichen Beschädigungen vorliegen, welche die Sicherheit beeinträchtigen könnten.

6.9 Reparatur

Grundsätzlich dürfen Reparaturen am Gerät nur von IBT durchgeführt und keine Ersatzteile von Dritten bezogen werden. Andernfalls kann der sichere Betrieb des Geräts nicht gewährleistet werden.

7 SRG 3 A X2 Funktionsprinzip

Dieses Gerät regelt den Strom durch eine induktive Last (Prüfling) mit Hilfe eines pwm¹-förmigen Spannungssignales. Der Strom bleibt konstant, auch wenn sich der Widerstand des Prüflings ändert. Für unterschiedliche Anwendungen stehen verschiedene Stromkurven zur Verfügung.




SRG 3 A X2 ist kompatibel mit dem SRG 3 A und SRG 3 A X1.

- ⇒ Verfügt aber über zusätzliche Funktionen:
 - Dither-Funktionen
 - Regel-Geschwindigkeits-Einstellungen (Parameter)
 - galvanisch getrennte Analogein-/ausgänge
 - das Monitor-Signal (PWM-Strom) wird durch einen genau definierten Bessel-Filter gefiltert
 - Anschlüsse (Stecker) sind kompatibel zum SRG 3 A und SRG 3 A X1
- ⇒ **Das Gerät ist allerdings ca. 50 mm tiefer.**
- ⇒ **Dazu auch das Kapitel „Kompatibilität zu älteren Geräten“ beachten**





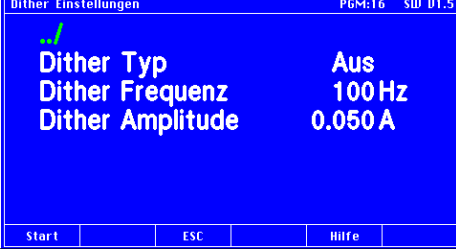


Beachte:

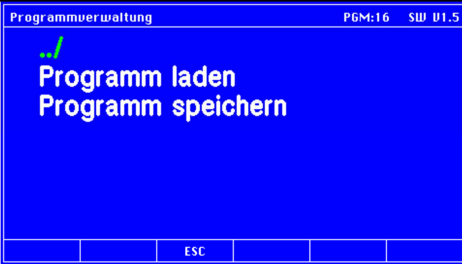





Trotz Skalierung der analogen Ein-/Ausgänge (0-4V: = 0-8A), beträgt der max. PWM-Strom nur 6A.




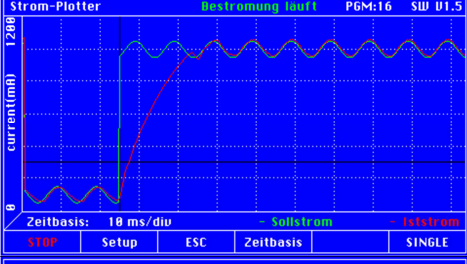


8 Display-Anzeigen und Menüs

Haupt Menü Teil 1		Gewünschte Funktion mit dem Programmier-Dreh-/Tastknopf anwählen und durch Drücken des Knopfes die Funktion auslösen
Haupt Menü Teil 2		
Kalibrieren während der Kalibrierung werden die Momentan-Werte angezeigt		Die Kalibrierung ist nur dann erforderlich , wenn die Stromkurven mit der Einstellung „Direktregelung = Aus“ verwendet werden

¹ PWM: Pulsweiten-Modulation

Parameter - Einstellungen Teil 1		<u>Parameter-Einstellungen siehe auch</u> Die Bestromungs-Parameter können über die Tastatur , RS-232-Befehle oder per PC-Software geändert/eingestellt werden.	
Parameter - Einstellungen Teil 2			
Parameter Einstellungen Teil 3			
Parameter Einstellungen Teil 4			
Dither Einstellungen		Der Grundform des PWM-Stromes wird ein zusätzliches Sinus- oder Rechteck-Signal überlagert.	
Allgemeine Einstellungen		Parameter der RS232 Schnittstelle und aktuelle Sprache sowie der Kompatibilitätsmodus zum Vorgängergerät SRG3 A X1. Einstellung des Formats der verwendeten Regelparameter.	
Haupt-Menü: „Messwerte“		<ul style="list-style-type: none"> - Gerätetemperatur - Ist-Spannung ist die eingestellte Prüfspannung - Die Kalibrierfaktoren sind geräteintern ermittelte Faktoren 	

Haupt-Menü: „Programm- Verwaltung“		Programme speichern und wieder aufgerufen	
Haupt-Menü: Info Teil 1		Geräte-Informationen <ul style="list-style-type: none"> - Fehleranzeige (Fehlercodes) - Gerätename - Softwareversion - Software Datum 	
Haupt-Menü: Info Teil 2		Weitere Geräte-Informationen <ul style="list-style-type: none"> - Hardware-Stand - Bootloader Version - Skalierung der Analogschnittstellen (Einstellungsabhängig) - Maximal zulässiger Strom (Begrenzung wegen thermischer Belastung) 	
Haupt-Menü: Info Teil 3		Weitere Geräte-Informationen <ul style="list-style-type: none"> - Firmenanschrift 	
Menü während Bestromung		<ul style="list-style-type: none"> - Start/Stop der Bestromung (geregelter Strom ein/aus schalten) - Parameter einstellen/überprüfen (auch über Hauptmenü anwählbar) - Info des Gerätes (auch über Hauptmenü anwählbar) - Aktuelle Messwerte zur Bestromung (siehe Bestromung Messwerte) 	
Bestromung : Messwerte Teil 1		Programmierte/Messwerte zur aktiven Bestromung Dither Amplitude Ist & Dither THD →Siehe FFT / Zusatzfunktionen	

<p>Bestromung Messwerte Teil 2</p>		<p>Parameter zur aktiven Bestromung</p>	
<p>Bestromung Messwerte Teil 3</p>		<p>Programmierte/Messwerte zur aktiven Bestromung</p>	
<p>FFT des Iststromsignals</p>		<p>In den Frequenzbereich transformiertes Iststromsignal → Dient zur Beurteilung der Reglerstabilität → Gibt Informationen über den tatsächlichen Ditherstrom</p>	
<p>Strom-Plotter (Oszilloskopfunktion)</p>		<p>Anzeige (mit Zeitachse) Nur Ist-Strom und bei DirektRegeln := aus und den Sollstrom bei DirektRegeln := ein</p>	
<p>Strom-Plotter-Einstellungen Teil 1</p>		<p>Einstellungen für die Funktion - Strom-Plotter</p>	
<p>Strom-Plotter-Einstellungen Teil 2</p>		<p>Einstellungen für die Funktion - Strom-Plotter</p>	

9 Strom-Regel-Betriebsarten

Mit dem Parameter „Direkt Regeln“ (Ein / Aus) werden zwei verschiedene Regel-Verfahren eingestellt.

9.1 Direkt Regeln: = Aus

Die Stromregelung erfolgt über einen Software-Regler. Diese Art von Regulierung ist zwar langsam, aber z. Bsp. für Hysteresse-Messungen mit einer Sägezahn-Kurve gut geeignet.

Mit dieser Regelungsart

- Werden die Ditherparameter nicht beachtet (kein Dithersignal)
- Kann der Kurvengenerator (Stromkurve 12) nicht sinnvoll verwendet werden

Bei dieser Betriebsart werden die kalibrierten Stellgrößen für die Stromregelung benutzt.

9.2 Direkt Regeln: = Ein

Die Stromregelung erfolgt durch einen Hardware-Regler. Diese Art der Regulierung ist schnell und gut geeignet für beliebige Wellenformen oder den Dither-Modus.

9.3 Tastverhältnis-Steuerung des Stromes

Der (ungeregelte) Strom ergibt sich aus dem aktuellen Tastverhältnis, der anliegenden Prüfspannung und dem Widerstand des Prüflings. Diese Art der Steuerung (Strom-Kurve # 1) wird für sehr schnelle Stromänderungen verwendet (siehe Strom-Kurve # 1).

9.4 Dither

Einige Anwendungen erfordern PWM-Ditherstrom. Hierbei wird dem Haupt-PWM-Strom ein zusätzliches PWM-Sinus-, Rechteck- oder Dreieck-Signal überlagert. Wird während der negativen Ditheramplituden der Strom nicht schnell genug reduziert um die gewünschte Dither-Signalförmung zu erhalten, muss die Freilaufspannung erhöht werden (siehe nächstes Kapitel).

Folgende Dither-Parameter sind möglich:

Dither: Aus (kein Dither) bzw. Sinus bzw. Rechteck bzw. Dreieck
 Dither-Frequenz: 10 ... 300 Hz
 Dither-Amplitude: 0 ... 1000 mA

Beachte: Wenn eine Soll-Ditheramplitude eingestellt werden soll, die größer als der aktuelle mittlere PWM-Sollstrom ist, wird die Amplitude des Dithersignals automatisch auf den Wert des aktuellen PWM-Sollstroms begrenzt. Der Soll-Parameter „Dither-Amplitude“ wird aber nicht verändert.

9.4.1 Beispiele

In allen Beispielen ist die Grundform des PWM-Signales ein Dreieckssignal. Die Soll-Ditheramplitude beträgt 200 mA

Aktueller Soll--Dreieck-Strom	Soll- Dither-Amplitude	
0,5A	0,2 A	Die vorgegebene Ditheramplitude von 0,2A kann eingestellt werden, da der mittlere Soll-Strom momentan größer als 0,2 A ist
0,05 A	0,2 A	Die tatsächliche Ditheramplitude wird auf 0,05 A eingestellt. Dadurch ergibt sich ein momentaner mittlerer Strom von 0,05 A

9.5 Erhöhte Freilaufspannung

Beim SRG 3 A X2 kann zur Erhöhung der Freilaufspannung eine zusätzliche Zener-Diode¹ angeschlossen werden (Klemme 25: Anode, Klemme 26 Kathode). Falls keine Zenerdiode angeschlossen ist (offene Klemmen), wird eine maximale Freilaufspannung von ca. 20V eingestellt. Bei einem Kurzschluss (Klemme 25 - Klemme 26) wird eine Freilaufspannung von ca. 1V eingestellt.

Wenn eine einfache Freilaufdiode nicht ausreicht, um speziell bei schnell fallendem Strom-Sollwert die in der Induktivität gespeicherte Energie schnell genug abzubauen, ist es möglich, die Freilaufspannung zu erhöhen.


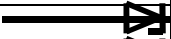
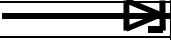
Durch eine Erhöhung der Freilaufspannung wird bewirkt, dass der durch die Freilaufdiode nach dem Abschalten des Magnets weiter fließende Strom eine größere Potentialdifferenz überwinden muss. Dadurch erhöht sich die in der Freilaufdiode umgesetzte Leistung ($P = U \cdot I$) und die in der Induktivität gespeicherte Energie wird schneller abgebaut.

Eine zusätzliche Freilaufdiode bewirkt allerdings einen größeren Leistungsverbrauch bei gleichem Prüflings-Strom. Die Höhe der Freilaufspannung wirkt sich auch auf das Regelverhalten aus.

Zu beachten:

Bei erhöhten Freilaufspannungen wird die Genauigkeit der Stromregelung verschlechtert, insbesondere bei PWM-Strömen über 2,5 Ampere.

Verwenden Sie deshalb Programmierdioden mit möglichst geringem Wert.

Klemme 25	Klemme 26	Freilaufspannung	Kommentar
		ca. 1 V	Kurzschluss
		> 9 V	Zener-diode := P6KE6,8
		> 14 V	Zener-diode := P6KE12
		ca. 20V	offen



Beispiel:
Freilauf-Programmierdiode² P6KE12A
an Klemme 25 (Anode) / Klemme 26 (Kathode)

¹ Dient als Sollwert für die interne Leistungs-Zenerdiodenschaltung

² Der Wert dieser Diode wird intern leistungs-verstärkt. Der effektive Wert der internen Freilauf-Leistungsdioden beträgt dann 12V + 2V

10 Kompatibilität mit älteren Geräten

Das SRG3 A X2 ist so ausgelegt, dass es Geräte vom Typ SRG3 A und SRG3 A X1 ersetzen kann. Dazu findet sich in den „allgemeinen Einstellungen“ des SRG3 AX 2 der Menüpunkt „SRG3 A X1 – Kompatibilitätsmodus“. Wenn dieser aktiviert ist und der Dither in den Parametern deaktiviert ist, verhält sich das Gerät entsprechend seinen Vorgängern. Allerdings sollte der Kompatibilitätsmodus nur wenn unbedingt nötig aktiviert sein, da er den Funktionsumfang des SRG3 A X2 einschränkt.

Wenn der Kompatibilitätsmodus nicht aktiviert ist, ergeben sich folgende Abweichungen gegenüber den Vorgängergeräten:

- Es werden keine obsoleten RS232-Befehle mehr unterstützt (z. B. Kettenprogramm)
- Die Regelgeschwindigkeit kann nicht mehr verwendet werden (siehe „Regelgeschwindigkeit“)
- Die Skalierung des externen Sollwerteingangs STK11 ändert sich auf $0...4V := 0...6/(8A)$
- In Stromkurven mit Dreiecksfunktion werden die Parameter Zeit 3, Zeit 4 freigeschaltet
- Der Kurvengenerator unterstützt Ströme $0...6A$ statt $0...4A$

Die Gerätestecker an der Rückwand des Geräts entsprechen in Dimensionierung und Belegung den Vorgängergeräten, sodass diese beim Tausch eines Geräts **nahezu** 1:1 umgesteckt werden können.

Da das SRG3 A X2 um die Möglichkeit einer erhöhten Freilaufspannung erweitert wurde, muss allerdings unbedingt die Rangierung (Progammierdioden bzw. Kurzschlußbrücke) für die erhöhte/normale Freilaufspannung an den Rückwandsteckern (Klemme 25 und 26) vorgenommen werden.

Beachte:

Um das Verhalten bezüglich der Freilaufspannung entsprechend der Vorgängergeräte SRG 3 A und SRG 3 A X1 zu erhalten, muss zwischen Klemme 25 und 26 eine Kurzschlussbrücke eingefügt werden!

11 Frontansicht



12 Rückansicht



13 Inbetriebnahme

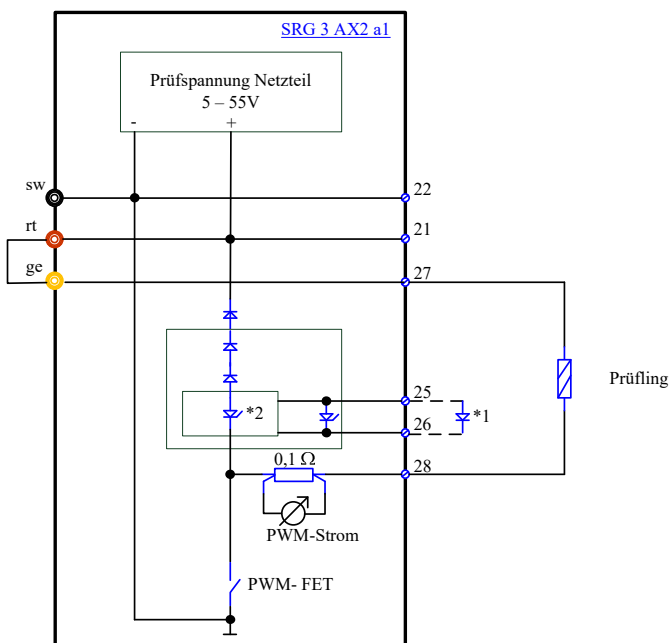
1. "Netzschalter " einschalten
Nach dem Einschalten für eine kurze Zeit werden Gerätetyp und Software-Version angezeigt (z.B. "SRG 3 A X2 V1.3").
2. Das gewünschte Programm auswählen / laden (Startmenü: Eintrag "Programmverwaltung") bzw. zuletzt benutzte Einstellungen¹ verwenden .
3. Parameter ändern/prüfen (Taste „P“).
4. Verbinden Sie den Prüfling an der Vorderseite oder an den hinteren Anschlüssen (siehe unten). Nicht verwendete Prüflings - Anschlüsse müssen kurz geschlossen werden.
5. Freilaufspannung durch Verbinden einer Programmierdiode festlegen.
6. Wenn der Modus " Direkt Regeln" ausgeschaltet ist, starten Sie die Kalibrierung (Hauptmenü) und speichern sie die Parameter mit der gewünschten Programmnummer.
7. Wenn der Modus " Direkt Regeln" eingeschaltet ist, sind keine weiteren Aktionen erforderlich.
8. Starten Sie mit der Taste „START-STOP“.

13.1 Prüfling anschliessen

Anschluss-Möglichkeiten :

- entweder : Rückseite, Klemme 27 (+) und Klemme 28 (-)
- oder : Frontseiten-Steckdosen rot (+) und gelb (-)

Achtung : Nicht verwendete Prüflings - Anschlüsse müssen kurz geschlossen werden (entweder Buchsen rot / gelb oder das Klemmenpaar 27/28)



*1 Kurzschluß (Freilaufsperrung 2V) bzw Programmier-Freilauf-Diode)

*2 Leistungs Zenerdiode (0,4 ... 18V)

¹ bleiben auch beim Ausschalten des Gerätes gespeichert.

13.2 PWM-Stromregelung (ohne Dither) prüfen

Alle SRG 3 A -Stromregler regeln grundsätzlich den arithmetischen Mittelwert des Stromes.

Der PWM-Strom des Prüflings wird durch Einfügen eines DC-Amperemeter überprüft

- entweder direkt in der Zuleitung zum Prüfling.
- oder Buchsen rot / gelb, wenn der Prüfling an den rückseitigen Klemmen 27/28 angeschlossen ist.

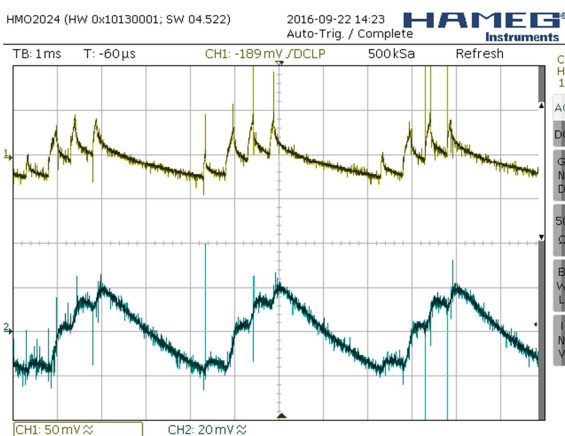
13.3 Dither-Strom überprüfen

Der Dither-Strom wird nicht auf den arithmetischen Mittelwert sondern auf die Amplitude (Stromspitzen) geregelt. Der mittlere PWM-Strom entspricht aber dem vorgegebenen Soll-Wert.

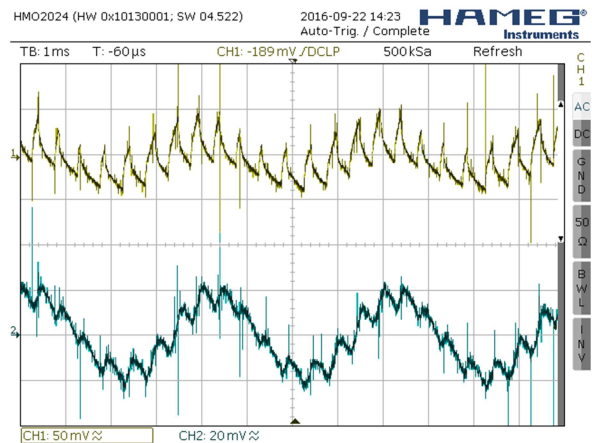
Zur Überprüfung des Dither-Stromes ist folgender Messaufbau erforderlich:

- Vierleiter-Strom-Shunt-Widerstand (z. B. 0,1 Ω)
- isolierter Messverstärker
- Messfilter (Bessel-Kennlinie¹, Elliptisches Filter²) bzw. modernes Scope

Das Strom-Dither-Signal sollte symmetrisch sein. Wenn fallende Ströme zu hoch sind, muss eine erhöhte Abschalt-Überspannung eingestellt werden (zusätzliche Programmier-Freilaufdiode an Klemmen 25/26 anschließen).



Freilauf-Diode ist zu klein (hier ca. 1V)
(Gelbe Linie: ungefiltertes Shunt-Signal, grüne Leitung: gefiltertes Shunt-Signal (Eck-Frequenz: 500 Hz))

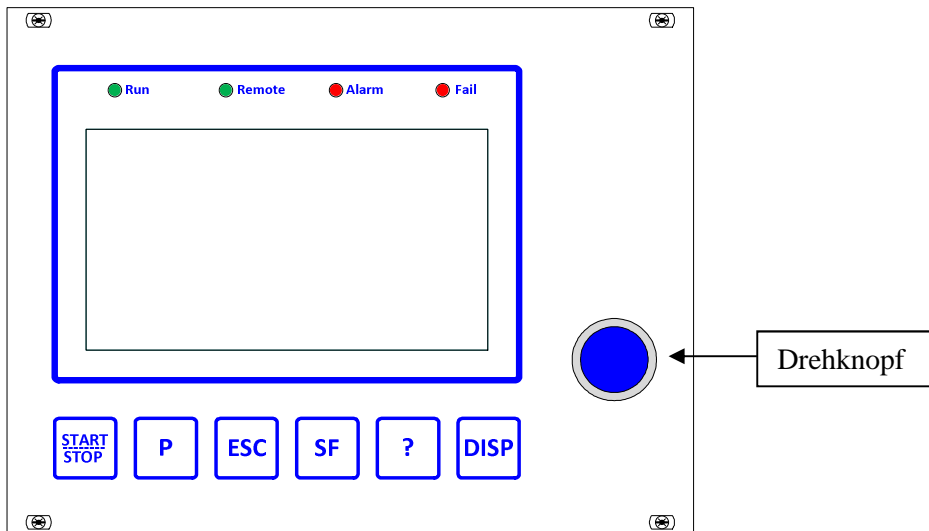


Freilauf-Diode ist fast ok (hier ca. 8 V)

¹ Die Filter-Eck-Frequenz sollte 5 ... 7 mal höher als die Dither-Frequenz sein

² Die Filter-Eck-Frequenz sollte ca. 2 mal höher als die Dither-Frequenz sein

14 Tastatur



14.1 Programmier-Dreh-Tast-Knopf¹

Alle Programmierungen und Einstellungen erfolgen mit dem *Dreh-Knopf*. Durch Drehen des *Dreh-Knopfes* wird zunächst die gewünschte Funktion/Parameter markiert/angewählt. Nach Drücken des *Dreh-Knopf* es können Sie die gewählte Funktion/Parameter ändern/einstellen. Mit der *ESC*-Taste verlassen Sie das Untermenü oder beenden das gerade aktive Unterprogramm.

14.2 Tastatur

Taste	Funktion	Kommentar
<i>Start / Stop</i>	Bestromung starten/beenden	RUN -LED leuchtet während Bestromung
<i>P</i>	Parameter kontrollieren / ändern	
<i>ESC</i>	Aktuelle Funktion bzw. Unterprogramm beenden	Rücksprung zum übergeordneten Menü
<i>?</i>	Hilfe-Funktion	Infos, Fehlermeldungen
<i>SF</i>	Sonderfunktion	Sonderfunktion gemäß Displaytext
<i>DISP</i>	LCD an/aus	In der Strom-Plotter-Funktion verwendet

¹ Im Folgenden nur noch als Drehknopf bezeichnet

14.3 LEDs

14.3.1 Tastatur

LED	leuchtet, falls	blinkt, falls	Kommentar
RUN	Die Bestromung ist aktiv	Die Bestromung ist beendet / Es ist ein Fehler aufgetreten	
RMT	„Remote“-Betrieb	-	Im „Remote“-Betrieb sind manuelle Einstellungen nicht möglich
ALARM	Unkritischer Treiberfehler ist aufgetreten Taste ? → Fehleranzeige	Unkritischer Prozessfehler ist aufgetreten → Fehlermeldung	
Fail	Kritischer Treiberfehler/Gerätefehler aufgetreten, Bestromung wurde abgebrochen Taste ? → Fehleranzeige	Kritischer Prozessfehler ist aufgetreten → Fehlermeldung	

14.3.2 pms K 11 (PWM Stromregler)

LED	leuchtet, falls	blinkt, falls	Kommentar
ok	Karte arbeitet Wesentliche Funktionen sind ok	Fehler	
Ip	Die Bestromung ist aktiv	-	Die Helligkeit ist ein Maß für das PWM-Tastverhältnis (100% := maximale Helligkeit)

15 Hauptmenü-Funktionen

Hauptmenü PGM:16 SW U1.5					Hauptmenü PGM:16 SW U1.5				
Start Bestromung Kalibrieren Parameter Einstellungen Allgemeine Einstellungen Messwerte v Programmverwaltung					^ Kalibrieren Parameter Einstellungen Allgemeine Einstellungen Messwerte Programmverwaltung INFO				
Start	Parameter			Hilfe	Start	Parameter			Hilfe

Mögliche Tastenfunktionen im Hauptmenü:

Start/Stop:	Start / Stop der Bestromung
Parameter:	Parameter einstellen / überprüfen
Hilfe:	Hilfe

Funktion	Beschreibung		
Start Bestromung	Bestromung des Prüflings starten		
Kalibrierung	Nur erforderlich, wenn „Direktregelung = Aus“ eingestellt ist		
Parameter Einstellungen	Bestromungs-Parameter überprüfen/einstellen		
Allgemeine Einstellungen	Allgemeine Geräte-Einstellung		
Messwerte	Aktuelle Istwerte		
Programmverwaltung	Programme laden und speichern		
Info	Allgemeine Infos über das Gerät <ul style="list-style-type: none"> - Fehleranzeige - SW-Version 		

16 Parameter kontrollieren / einstellen

Parameter	PGM:16	SW U1.5	Parameter	PGM:16	SW U1.5
✓ Programmnummer	16		^ Zeit 2	5000 ms	
Stromkurve	4		Zeit 3	200 ms	
Strom 1	0.100 A		Zeit 4	200 ms	
Strom 2	1.000 A		PWM-Frequenz	1000 Hz	
∨ Zeit 1	5000 ms		Prüfspannung	12.0 V	
			∨ Prüfzyklen	0	
Start		ESC	Hilfe		
Parameter	PGM:16	SW U1.5	Parameter	PGM:16	SW U1.5
^ Prüfzyklen	0		^ Regler KP	53 %	
Regler KP	53 %		Regler KI	32 %	
Regler KI	32 %		Regler Verstärkung	45 %	
Regler Verstärkung	45 %		Regelgeschwindigkeit	--- %	
Regelgeschwindigkeit	--- %		Direkt Regeln	Aus	
∨ Direkt Regeln	Aus		Dither Einstellungen		
Start		ESC	Hilfe		
Dither Einstellungen	PGM:16	SW U1.5			
✓ Dither Typ	Aus				
Dither Frequenz	100 Hz				
Dither Amplitude	0.050 A				
Start		ESC	Hilfe		

Bild: Parametermenü

Die Bestromungs-Parameter können per Tastatur, RS-232-Befehle oder durch das PC-Programm „SRG 3 A X2-Steuerung“ kontrolliert bzw. geändert werden.

Zur Anzeige der aktuellen Parameter am Gerät → mit dem Dreh-Knopf im Hauptmenü die Funktion "Parameter-Einstellungen" anwählen. Alternativ die Taste **P** drücken

Parameter mit dem Dreh-Knopf ändern:

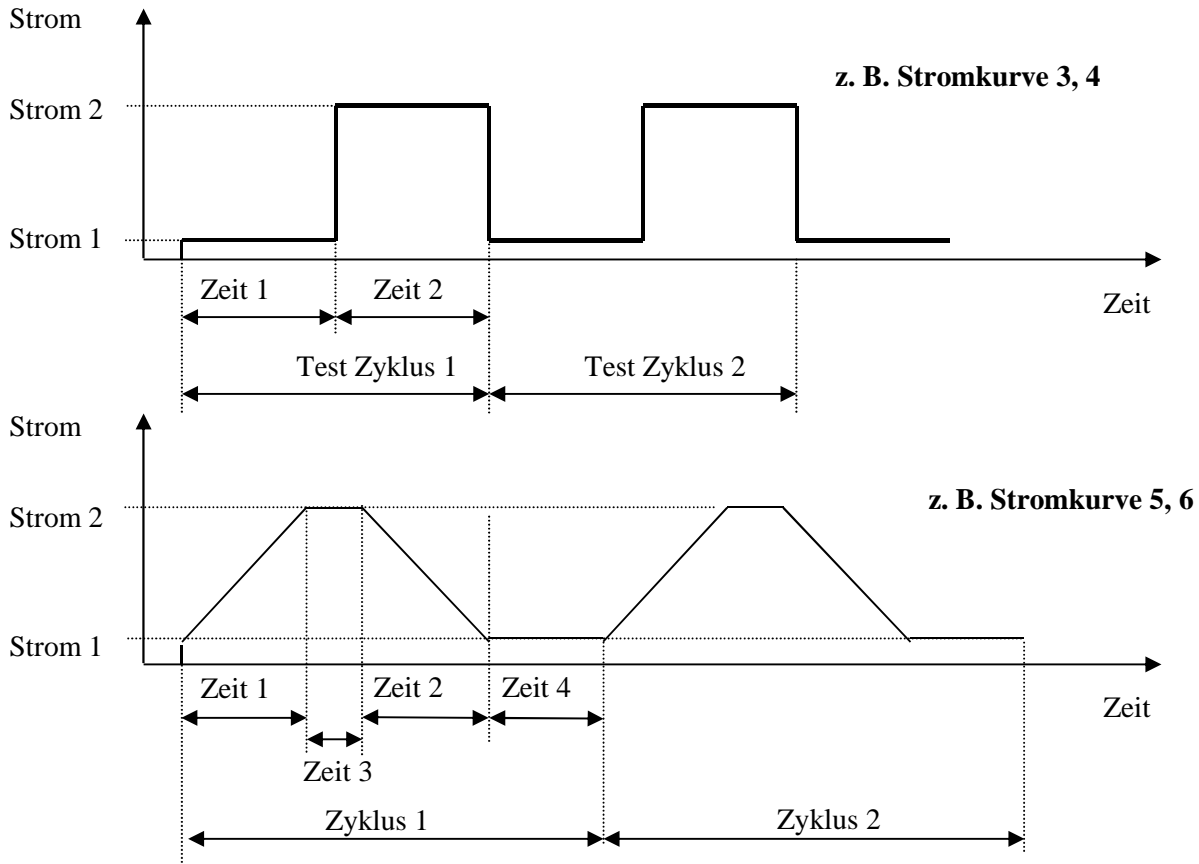
- Zunächst durch Drehen den gewünschten Parameter markieren und durch kurzes Drücken des Drehknopfes den Parameter auswählen.
- Dann durch Drehen den gewünschten Wert einstellen und durch Tasten den eingestellten Wert übernehmen
- Die Programmierung kann jederzeit mit der **ESC**-Taste abgebrochen werden. Änderungen werden **nicht** rückgängig gemacht

17 Wertebereiche der Bestromungs-Parameter

Parameter	min.	max.	Auflösung	Einheit	
Strom 1	1	6.000	0.001	[A]	
Strom 2	1	6.000	0.001	[A]	
Zeit 1 [msec]	1	65535	1	[msec]	
Zeit 2 [msec]	1	65535	1	[msec]	
Zeit 3 [msec]	1	65535	1	[msec]	
Zeit 4 [msec]	1	65535	1	[msec]	
PWM-Frequenz	25	10000	1	[Hz]	
Test-Spannung	5.0	55.0	0.1	[Volt]	
Test-Zyklen	0	65535	1		0 := unbegrenzt
Regelgeschwindigkeit falls Parameter "direkt regeln" := ein := aus	10 10	100 500	1	[%]	
Regler KP (phys. Regelpar.:=aus) falls Parameter "direkt regeln" := ein := aus	0 0	100 500	1	[%]	
Regler KI (phys. Regelpar.:=aus) falls Parameter "direkt regeln" := ein := aus	5 0	100 500	1	[%]	
Regler Verstärkung	10	100	1	[%]	
Dither type	Aus, Sinus, Rechteck, Dreieck		----		
Dither Frequenz	10	300	0.1	[Hz]	
Dither Amplitude	0	1000	1	[mA]	

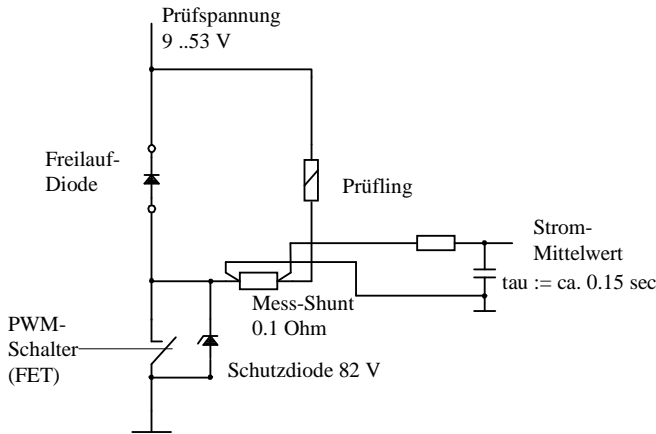
Bei Stromkurve 11 wird der Sollwert für Strom 1 über Analogeingang Nr. 2 (Klemme 13 (+), Klemme 14 (-)) vorgegeben (0-4V := 0-6A ; SRG3AX1-Kompatibilitätsmodus 0-4V := 0-4A)

Funktion der Parameter Strom 1 / Strom 2 und Zeiten 1,2,3,4

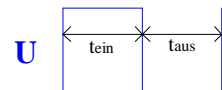


18 Funktionsprinzip der PWM-Stromregelung

Die eingestellte Prüfspannung wird nicht als konstante Spannung sondern im Takte der eingestellten PWM-Frequenz auf den Prüfling geschaltet. Dadurch sind die effektive Spannung am Prüfling und somit auch der Strom neben der Prüfspannung auch vom momentanen Tastverhältnis abhängig. Über das Tastverhältnis wird der gewünschte Strom eingestellt.

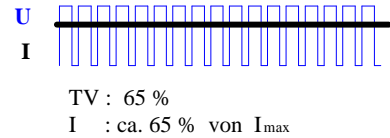
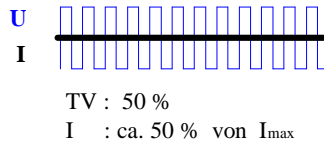
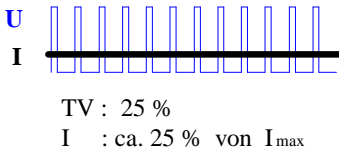


Tastverhältnis (TV)



$$TV = T_{ein} / (T_{ein} + T_{aus})$$

(0 .. 100 %)



Je höher das Tastverhältnis ist, desto größer wird auch der Strom. Wegen der Welligkeit des Stromsignals, muss dieses zur Mittelwertbildung über einen Tiefpassfilter geglättet werden. Durch die für niedrige PWM-Frequenzen (25 Hz) erforderlichen, großen Zeitkonstanten und den langsamen Stromanstieg bei Stromsprüngen ist bei der gesteuerten Regelung eine Stromregelung für Zeiten unterhalb einer Sekunde nicht möglich.

19 Gesteuerte Regelung – direkte Regelung

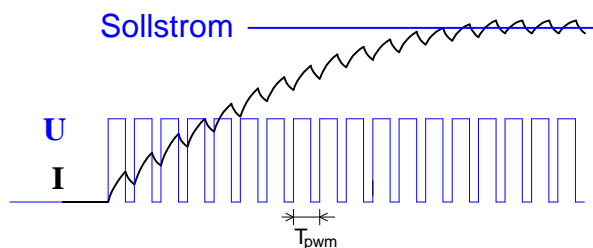
Im Gegensatz zum SRG 3 A kann beim SRG 3 A X1/X2

- sowohl die gesteuerte Regelung („Direkt Regeln := aus“, SRG 3 A Verhalten, Software-Regler)
- als auch die direkte Stromregelung („Direkt Regeln := ein“ per Hardware-Regler) eingestellt werden.

19.1 Gesteuerte Stromregelung (SRG 3 Modus)

Diese Stromregelungsart wurde bisher bei den Geräten SRG 3,4,5,6 A verwendet.

Bei diesem Verfahren werden durch die Kalibrierfunktion die momentan benötigten Stellgrößen für die beiden Ströme (Strom_1 und Strom_2) sowie ein Verstärkungswert (Stellgrößenänderung pro mA) ermittelt. Diese Werte werden dann beim Start der Bestromung benutzt. Je nach ausgewählter Stromkurve wird dann der tatsächliche Strom gemessen und bei Bedarf über eine Stellgrößen-Änderung nachgeregelt. (Langsamer Softwareregler). Im Gegensatz zur direkten (Hardware-) Stromregelung erfolgt hier ein langsamer Anstieg auf den gewünschten Strom, dafür tritt aber auch kein Überschwingen auf. Die Einregelzeit (vollständiges Einschwingen auf den Sollstrom) beträgt ca. 150 .. 200 msec.



Verhalten bei Einschalten
(Sprung auf konstanten Strom)
SRG 3 : gesteuerter Stromanstieg
konstantes PWM-Verhältnis

Der Vorteil der gesteuerten Regelung ergibt in erste Linie bei den Dreieck-Funktionen (Hysterese-Messungen), da der Stromanstieg in exakt konstanten Schritten, und damit streng linear, erfolgt.

Bei der Stromkurve 6 findet beim Durchlaufen der Werte zwischen den Strom-Eckwerten keinerlei Regelung statt (die Rampen werden ganz gleichmäßig (gesteuert) durchfahren. Nur nach Erreichen der Eckwerte (I1 bzw. I2) wird jeweils für ca. 0,5sec der erreichte Strom gemessen und der Stellgrößenwert für die Strom-Eckwerte - für den nächsten Zyklus - nachgeregelt¹.

¹ Wirkt sich aber erst beim nächsten Erreichen des Eckwertes aus

19.1.1 Einstellmöglichkeiten

Die Einheit und der Wertebereich sind dabei abhängig davon, ob die bisherigen %-Parameter oder physikalische Regelparameter verwendet werden.

Regelparameter	Wertebereich	
	Phys. Regelparam:=aus	Phys. Regelparam:=ein
Regler Kp	0...500%	0...187,5 %/A
Regler Ki	0...500%	0...7,5 %/(msA)

Bei dem verwendeten Reglertyp handelt es sich um einen in Software implementierten PI-Regler. Die Einstellung „Regler Kp“ verändert den Wert des Proportionalanteils. Die Einstellung „Regler Ki“ verändert die Gewichtung des Integrierglieds und somit effektiv die Zeitkonstante.

Schematische Reglergleichung: $y = Kp * \Delta x + Ki * \Delta x * dt$

19.2 Direkte Stromregelung

Die Direkte Regelung verwendet einen Hardware-Regler. Diese Regelung ist wesentlich schneller als die gesteuerte Regelung, kann aber zu Überschwingern führen und ist in der Regel unruhiger als die software-gesteuerte Regelung.

Sie ist speziell für schnelle Stromänderungen geeignet, oder wo eine Software-Kalibrierung nicht möglich ist (unbekannte Sollwerte (STK #11) oder unbekannte Stromsollwerte (Kurvengenerator)).

19.2.1 Einstellmöglichkeiten

Bei der direkten Regelung können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

Die Einheit und der Wertebereich sind dabei abhängig davon, ob die bisherigen %-Parameter oder physikalische Regelparameter verwendet werden.

Regelparameter	Wertebereich ¹	
	Phys. Regelparam:=aus	Phys. Regelparam:=ein
Regler Kp	0...100%	0...1250 %/A
Regler Ki	5...100%	0,5...120,89 %/(ms*A)
Regler Verstärkung	10...100%	10...100%

Diese Einstellungen wirken sich auf den in Hardware aufgebauten Regler aus, indem die Werte von elektronisch verstellbaren Potentiometern im Regler verändert werden.

Bei dem verwendeten Reglertyp handelt es sich um einen klassischen PI-Regler.

Die Einstellung „Regler Kp“ verändert den Wert des Proportionalanteils.

Die Einstellung „Regler Ki“ verändert die Zeitkonstante des Integrierglieds.

Die Einstellung „Regler Verstärkung“ wird verwendet, um die vom eigentlichen Regler berechnete Stellgröße zu verstärken und so den Einstellbereich des Reglers zu erweitern.

Schematische Reglergleichung (phys. Regalparam. := aus): $y = V * (Kp * \Delta x + \frac{\Delta x * dt}{(1 - Ki) * \tau})$

Schematische Reglergleichung (phys. Regalparam. := ein): $y = Kp * \Delta x + Ki * \Delta x * dt$

¹ Der Wertebereich der Parameter Kp und Ki hängt bei den physikalischen Regelparametern vom eingestellten Wert der Verstärkung ab.

19.3 Regelgeschwindigkeit

Die Regelgeschwindigkeit wird bei den Geräten SRG3 und SRG3 A X1 verwendet, um das Regelverhalten einzustellen. Das SRG3 A X2 verwendet diesen Parameter nicht mehr, sondern die in Kapitel „Gesteuerte Regelung – direkte Regelung“ beschriebenen Einstellungen.

Um die Kompatibilität mit älteren Geräten zu gewährleisten, wird der Parameter aber weiterhin unterstützt. Dies ist wie folgt umgesetzt:

Um diese und weitere Kompatibilitätsfunktionen zu nutzen, muss in „Allgemeine Einstellungen“ der „SRG3-AX1 Kompatibilitätsmodus“ aktiviert sein.

Wenn ein neuer Wert für die Regelgeschwindigkeit eingestellt wird, berechnet und setzt das Gerät intern die Regelparameter gemäß dem neuen Format, um das Verhalten der Vorgängergeräte bestmöglich nachzubilden. Der Wert für die Regelgeschwindigkeit wird ebenfalls als Parameter übernommen und angezeigt.

Wenn nun die Regelgeschwindigkeit gelesen werden soll, gibt das Gerät den so gespeicherten Wert aus.

Wenn Änderungen an den Regelparametern gemäß dem neuen Format vorgenommen werden, wirken sich diese nicht auf den Parameter Regelgeschwindigkeit aus. Ab V1.5 wird die Regelgeschwindigkeit in diesem Fall ausgeblendet und somit als nicht mehr gültig markiert.

19.3.1 Grenzwerte

Falls Parameter "Direkt Regeln": = Aus

1. **Regel-Geschwindigkeit:** = 1 .. 500

Der Sollwert für den Strom wird im Verhältnis zum 100%-Wert geregelt. Dies führt zu einer stabileren und genaueren aber auch langsameren Regelung bei kleinen Strömen.

Falls Parameter "Direkt Regeln": = Ein

2. **Regel-Geschwindigkeit:** = 1 ... 100 (Prozent).

19.4 Physikalische Regelparameter

Da die Formulierung von Regelparametern in %-Werten keine physikalische Grundlage hat, sind diese gerätespezifisch und daher mit den Einstellungen anderer Regler nicht vergleichbar. Deshalb unterstützt das SRG3 A X2 ab Software-Version 2.0 auch sogenannte physikalische Regelparameter. Physikalische Regelparameter bedeutet, dass die Einstellung des Stromreglers nicht mehr wie bisher als %-Werte erfolgt, sondern mit physikalisch basierten Einheiten. Dadurch kann das Regelverhalten weitgehend unabhängig von der Umsetzung der Regelung beschrieben werden. Dies ermöglicht die Verwendung eines Bestromungsgeräts anderen Typs, ohne dass die der Regelparameter experimentell angepasst werden müssen.

Die neuern, physikalischen Einheiten sind wie folgt definiert:

- Regler P-Anteil: Der P-Anteil wird in % PWM-Puls-Pausenverhältnis-Änderung pro Ampere Stromabweichung definiert.
→ Bsp.: 1 %/A bedeutet: Wenn der Iststrom um 1A vom Sollstrom abweicht, reagiert der P-Regler darauf mit einer Änderung des PWM-Puls-Pausen-Verhältnis von 1%.
- Regler I-Anteil: Der I-Anteil wird in % PWM-Puls-Pausenverhältnis-Änderung pro Ampere Stromabweichung pro Millisekunde definiert.
→ Bsp.: 1 %/(ms*A) bedeutet: Wenn der Iststrom um 1A vom Sollstrom abweicht, reagiert der I-Regler darauf mit einer Änderung des PWM-Puls-Pausen-Verhältnis von 1% pro Millisekunde.

Anwahl/Einstellung im Bedien-Menü:

Die grundsätzliche Verwendung der physikalischen Regelparameter kann in den allgemeinen Einstellungen aktiviert werden.

Die bisherigen Menüpunkte Regler K_p und Regler K_i werden dann nicht mehr in %, sondern mit physikalisch definierten Parametern eingestellt.

Die Regler Verstärkung existiert weiterhin, fließt jetzt aber direkt in die Berechnung der physikalischen Regelparameter ein. Über die Verstärkung kann der einstellbare Wertebereich der Regler-Parameter K_p und K_i verändert werden.

Anwahl/Einstellung via RS-232:

Die Verwendung der physikalischen Regelparameter via RS232 ist jederzeit möglich.

Die bestehenden Kommandos zum Einstellen der Regelparameter in % funktionieren weiterhin uneingeschränkt.

Zusätzlich sind RS-232-Kommandos zum Lesen und Schreiben der physikalischen Regelparameter vorhanden. Darüber eingestellte Werte werden intern in die alten %-Parameter umgerechnet. Die Regler-Verstärkung wird dabei automatisch passend gewählt.

20 Stromkurven-Definitionen

Mit u.a. Stromkurven-Definitionen werden bereits die wichtigsten Bestromungsformen abgedeckt. Manche Stromkurven sind historisch bedingt und werden deshalb nicht mehr benötigt. Mit Einführung der „direkten Stromregelung“ ergeben sich in manchen Stromkurven teilweise parallele Funktionen.

20.1 Stromkurve # 1 Tastverhältnissteuerung mit externer, analoger Sollwertvorgabe

Die externe Steuerspannung (0 .. 4,095V) von Analogeingang 1 wird direkt in ein Tastverhältnis 1...100% umgesetzt.. Der Strom ist deshalb nicht geregelt, sondern der Strom ergibt sich aus dem Tastverhältnis, der momentanen Prüfspannung und dem momentanen Widerstand (temperaturabhängig) des Prüflings.

20.2 Stromkurve # 2 Konstante Ausgangsspannung

Die eingestellte Prüfspannung wird direkt auf den Prüfling geschaltet. Es fließt reiner Gleichstrom.

20.3 Stromkurven # 3, # 4 Rechteckförmige Bestromung

Mit Start der Bestromung springt der Strom für die Dauer von Zeit_1 auf dem Wert von Strom_1 und springt dann für die Dauer von Strom_2 auf den Wert vom Strom_2. Damit ist dann ein Zyklus abgeschlossen.

Bei der aktuellen Stromkurve #3 (ungeregelte Bestromung) bleiben die bei der Kalibrierung des Prüflings ermittelten Stellgrößen (Tastverhältnis) für Strom 1 und Strom 2 immer konstant, so dass sich die Ströme bei einer Erwärmung des Prüflings (höherer Widerstand) entsprechend verringern.

Bei Stromkurve 4 (geregelter Strom) werden beide Ströme geregelt.

20.4 Stromkurven # 5, # 6, # 10 Dreieck-Strom

Mit Start der Bestromung ändert sich innerhalb der Zeit_1 der Strom linear vom Wert Strom_1, bis der Strom_2 erreicht ist. Anschließend reduziert sich innerhalb der Zeit_2 der Strom linear, bis wieder der Strom_1 erreicht ist. Damit ist ein Bestromungszyklus abgeschlossen.

Bei der Stromkurve 5 (ungeregelte Dreiecksfunktion) bleiben die bei der Kalibrierung des Prüflings ermittelten Stellgrößen (Tastverhältnis) für Strom 1 und Strom 2 immer konstant, so dass bei einer Erwärmung des Prüflings (höherer Widerstand) die Ströme automatisch zurückgehen.

Bei der aktuellen Kurve 6 (geregelter Dreiecksfunktion) werden die gewählten Werte für Strom 1 und Strom 2 am Wendepunkt (P-Regler) neu berechnet, so dass für den nächsten Zyklus ein neuer Soll-Strom wirksam wird. Infolgedessen bleiben die Ströme am Wendepunkt mit der erhöhten Erwärmung einer induktiven Last konstant.

20.5 Stromkurve # 7 Zwei Ströme, Strom 2 per SPS-Steuereingang anwählbar

Bei inaktivem Digitaleingang DI/P#4(Klemme 6) wird auf den Wert von Strom_1 geregelt.. Sobald der Digitaleingang DI / P # 4 (Klemme 6) aktiv ist, wird der Strom_2 als Sollwert eingestellt. Zeit- und Zyklusparameter haben hier keine Wirkung.

20.6 Stromkurve # 8 Dauerstrom

Hier wird dauernd nur auf den Sollwert von Strom_1 geregelt. Der Strom_2 wird hier nicht berücksichtigt (wirkt sich nicht auf das Verhalten dieser Stromkurve aus). Nach Sollwert-Änderungen wird jeweils eine Regelpause (ca. 0,5sec) abgewartet.

20.7 Stromkurve # 9 zwei Dauer-Ströme manuell eingestellt und geregelt

Es wird entweder auf Strom 1 oder Strom 2 geregelt. Die Umschaltung erfolgt dabei mit der Taste „Disp“ oder über die PC-Oberfläche. Die Ströme können während der Bestromung verändert werden.

20.8 Stromkurve # 10 geregelte Dreieckströme

Die Funktion der Stromkurve #10 kann beim SRG 3 A X2 inzwischen auch mit den Stromkurven #5 oder #6 erledigt werden, da beim SRG 3 A X2 eine inzwischen stufenlose Änderung der PWM-Frequenz mit dem Dreh-Knopf der Tastatur möglich ist.

Stromkurve #11 Strom per externem Analogsollwert regeln

Hier wird als Sollwert der externe Analogwert #2 für die Softwareregulierung (0 ..4V) von Klemme 13 verwendet. Der Sollwert „Strom_2“ wird nicht berücksichtigt. Der extern eingespeiste Sollwert für Strom_1 wird im Parametermenü automatisch als „Strom_1“ angezeigt

Skalierung: 0 - 4V: = 0-4A, wenn SRG 3 A X1 Kompatibilitäts-Modus: = Ein

Skalierung: 0 - 3V: = 0-6A, wenn SRG 3 A X1 Kompatibilitäts-Modus: = Aus

Eine Überlagerung der externen Sollwertvorgabe mit einem Dither durch das SRG3AX2 ist im Modus „Direkt Regeln := ein“ ist möglich.

Strom-Kurve # 12 Kurvengenerator

- ⇒ Unabhängig vom Parameter "direkt regeln" wird für diese Stromkurve immer die Betriebsart „direkt regeln“ verwendet

Der PWM-Strom wird entsprechend den im SRG 3 A X2 abgelegten Stromwerten/Zeiten (beliebige Kurvenform) abgearbeitet.

Die beliebige Kurvenform wird über das separate PC-Programm "SRG3-AX-Kurven-Generator" gezeichnet und in das SRG 3 A X2 übertragen.

Dazu muss mindestens die Version 1.1 des Kurvengenerators verwendet werden.

Ab dieser ist es möglich, im Kurvengenerator mit dem Button „An SRG3X anpassen“ die Oberfläche korrekt an den maximal zulässigen Strom des SRG 3 A X2 anzupassen.

Skalierung: 0-4A, wenn SRG 3 A X1 Kompatibilitäts-Modus: = Ein

Skalierung: 0-6A, wenn SRG 3 A X1 Kompatibilitäts-Modus: = Aus

Stromkurve # 13 Strom 1 ohne Regelverzögerung

Wie Stromkurve #8, nur dass bei Sollwert-Änderungen keine Regelpause (ca. 0,5sec) abgewartet wird.

21 Relevante Kurvenparameter

21.1 Für die Betriebsart „Direkt Regeln := aus“

In dieser Betriebsart wird der PWM-Strom über einen Softwareregler geregelt. Dadurch ist die Stromregelung zwar langsam, aber auch ruhiger (als bei der Hardware-Strom-Regelung). Bei Stromkurven mit Stromsteuerung werden die kalibrierten Stellgrößen für die Stromsteuerung benutzt.

Stromkurve	Beschreibung	Parameter											
		I1	I2	T1	T2	T3	T4	Frq	Up	Zyk	Kp	Ki	
0	Ungültige Kurve, wird bei Funktionsfehlern automatisch eingestellt												
1	Eine externe Analogspannung steuert das Tastverhältnis.	e1	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	
2	Keine PWM-Funktion, die programmierte Prüfspannung wird direkt durchgeschaltet	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	
3	Umschaltung Strom 1 ↔ Strom 2 Ströme werden gesteuert, aber nicht geregelt	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	
4	Umschaltung Strom 1 ↔ Strom 2 Die Ströme sind software-geregelt	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	
5	Dreieckstrom, die Ströme werden gesteuert, nicht aber geregelt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	
6	Dreieckstrom, Ströme sind software-geregelt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	
7	Umschaltung Strom 1 ↔ Strom 2 per SPS-Eingang. Ströme sind software-geregelt	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x	x	
8	Dauer-Software-Stromregelung mit dem Wert von Strom 1	x	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	
9	Manuelle Umschaltung Strom 1 ↔ Strom 2	m	m	-	-	-	-	x	x	-	-	-	
10	Wie Stromkurve 6	x	x	x	x	-	-	m	x	x	-	-	
11	Der Strom wird über Analogeingang #2 vorgegeben (Software-Regelung)	e2	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	
12	Kurven-Generator-Funktion für den Sollstrom, nicht sinnvoll	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	
13	Strom 1 wird als Stellwert ausgegeben (Tastverhältnis)	x	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	

I1 : Strom 1, I2 : Strom 2, T1 : Zeit 1, T2 : Zeit 2, Frq : PWM Frequenz, Up : Prüf-Spannung
Zyk : Anzahl der Test-Zyklen, Kp : Regler Kp, Ki : Regler Ki, V : Regler Verstärkung

x	Programmwert, Wert ist erforderlich
-	für diese aktuelle Kurve ist der Wert irrelevant
m	Wert wird manuell über den Drehknopf eingestellt
e1	Sollwert extern über Analogeingang 1, (Klemme # 12, 0 .. 4V)
e2	Sollwert extern über Analogeingang 2, (Klemme # 13, 0 .. 4V)

21.2 Für die Betriebsart „Direkt Regeln := ein“

In dieser Betriebsart wird der PWM-Strom über einen Hardwareregler geregelt. Dadurch ist die Stromregelung zwar schnell, aber auch unruhiger (als bei der Software-Strom-Regelung).

Stromkurve	Beschreibung	Parameter												
		I1	I2	T1	T2	T3	T4	Frq	Up	Zyk	Kp	Ki	V	Di
0	Ungültige Kurve, wird automatisch bei Funktionsfehlern eingestellt													
1	Eine externe Analogspannung steuert das Tastverhältnis.	e1	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-
2	Keine PWM-Funktion, die programmierte Prüfspannung wird direkt durchgeschaltet	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
3	Umschaltung Strom 1 ↔ 2 Ströme werden direkt geregelt,	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x
4	Umschaltung Strom 1 ↔ 2 Ströme werden direkt geregelt	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x
5	Dreieckstrom 1 → 2 → 1 Ströme werden direkt geregelt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Dreieckstrom 1 → 2 → 1 Ströme werden direkt geregelt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Umschaltung Strom 1 ↔ 2 per SPS-Eingang. Ströme sind direkt geregelt	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x	x	x	x
8	Strom 1 direkt geregelt	x	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	x	x
9	Manuelle Umschaltung Strom 1 ↔ 2, direkt geregelt	m	m	-	-	-	-	x	x	-	x	x	x	x
10	Wie Stromkurve 6	x	x	x	x	-	-	m	x	x	x	x	x	x
11	Der Strom wird über Analogeingang #2 direkt geregelt	e2	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x	x	x
12	Kurven-Generator-Funktion	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x
13	Strom 1 wird direkt geregelt	x	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x

I1 : Strom 1, I2 : Strom 2, T1 : Zeit 1, T2 : Zeit 2, Frq : PWM Frequenz, Up : Prüf-Spannung
 Zyk : Anzahl der Test-Zyklen, Kp : Regler Kp, Ki : Regler Ki, V : Regler Verstärkung, Di:
 Dithereinstellungen

x	Programmwert, Wert ist erforderlich
-	für diese aktuelle Kurve ist der Wert irrelevant
m	Wert wird manuell über den Drehknopf eingestellt
e1	Sollwert extern über Analogeingang 1, (Klemme # 12, 0 .. 4V)
e2	Sollwert extern über Analogeingang 2, (Klemme # 13, 0 .. 4V)

Kalibrierung (direkt regeln:= aus)

Diese spezielle Kalibrierung-Funktion ist nur für die Betriebsart „*direkt regeln aus*“ erforderlich.

Wenn trotz einer Software Stromregelung ("Direkt Regeln: = Aus") eine schnelle Stromeinstellung auf die Ströme Strom_1 und Strom_2 benötigt wird, muss der Prüfling kalibriert werden.

Während der Kalibrierung wird die benötigte Stellgröße für den programmierten, ausgewählten Strom (I1, I2) ermittelt und gespeichert. Auf diese Weise können die Ströme 1, 2 sehr schnell eingestellt werden.

Die Werte für die benötigten Stellgrößen für beide Ströme (Strom 1, Strom 2) werden hier automatisch mit einer Genauigkeit von ca. 0,4% (aber mind. +/-4mA) vom Sollwert ermittelt.

Möglichkeiten, die Kalibrierung durchführen

1. Per SPS /RS-232: Wird die Kalibrierung per SPS oder die serielle Schnittstelle ausgelöst, startet die Kalibrierung sofort.
2. Manuell per Tastatur: Im Hauptmenü (Bestromung ist nicht aktiv) mit dem Drehknopf Option 2 (Kalibrierung) anwählen und anschließend mit **ENTER** betätigen. MIT **ESC** wird Kalibrierung abgebrochen, die Momentanwerte werden nicht gespeichert.

Eine Kalibrierung sollte immer ordnungsgemäß abgeschlossen werden. Damit die Kalibrierdaten dauerhaft im gerade aktiven Programm gespeichert werden, muss das aktuelle Programm unter seiner Programm-Nummer gespeichert werden (siehe unter Programmverwaltung).

Wenn eine Kalibrierung nicht abgeschlossen wird (Strom wird nicht erreicht, bzw. ist zu instabil), können die erforderlichen Stromwerte zu hoch sein oder die Prüfspannung zu niedrig bzw. zu hoch sein. Evtl. kann eine Kalibrierung mit einer etwas höheren PWM-Frequenz notwendig sein.

22 Alarm-/Fail-LEDs

22.1 Alarm LED leuchtet:

1. Programminformationen mit der Taste **?** abrufen (Anzeige aller Fehlermeldungen)
2. Fehlermeldungen löschen
Dies löscht zunächst alle Fehlermeldungen (alt + aktuell), alle weiterhin vorhandenen Fehler werden jedoch angezeigt.

Wenn ein Fehler mehrfach auftritt, bitte die Fehlernummer notieren und IBT-Electronic kontaktieren.

22.2 Alarm LED blinkt:

- Kalibrierung ungültig
- Innentemperatur geringfügig zu hoch

FAIL LED blinkt:

- Innentemperatur zu hoch
- Daten, Parameter zerstört (Sollwert, kalibrierter Wert, Parameter)
- ungültige / unzulässige Kombination von aktuellen Kurvenparametern
- Abweichung zwischen ausgewählten / Ist-Werten mit programmierter Prüfspannung

FAIL LED leuchtet:

- Ein schwerwiegender Fehler im Gerät ist aufgetreten → Gerät neu starten
Wenn der Fehler wiederholt auftritt, die Fehlernummern in der Fehleranzeige notieren und **IBT-Electronic** kontaktieren

23 Remote Funktion

Wenn + 24V DC an die SPS-Schnittstelle angelegt wird (Digital-Eingang DI / P # 3, Term.5), ist das Gerät auf "REMOTE" eingestellt, d. h. Werte, Betriebsarten, Info-Anfragen können nur abgefragt, aber nicht per Tastatur geändert werden.

Sobald 24V DC (SPS-Spannungsversorgung) an den Klemmen 1,2 und 31,32 anliegen, sind die SPS-Ausgänge DO / P 1 ... 4 aktiv.

Sobald Kommandos über die RS-232 Schnittstelle empfangen werden, ist eine Steuerung des Gerätes per SPS-Schnittstelle blockiert.

SPS-Funktionen

Die Eingabe / Ausgabe von Digitalsignalen ist nur bei Anlegen der 24V-Steuerspannung an den Klemmen 1,2 und 31,32 möglich (siehe Steckerbelegung). Die digitalen Ein- / Ausgänge sind gegenüber der Prüfspannung galvanisch getrennt.

Solange keine serielle RS-232 Datenübertragung stattfindet, kann das Gerät über die digitalen Eingänge gesteuert werden. Nach einer seriellen Übertragung ist die SPS-Steuerung gesperrt und kann erst wieder durch einen RESET-Impuls auf DI / P # 2 freigegeben werden (aber nur solange DI / P # 1 LOW bleibt (keine Bestromung)). Sobald jedoch das Gerät wieder einen seriellen Befehl mit der passenden Geräteadresse empfängt, wird die SPS-Schnittstelle automatisch deaktiviert.

Betriebsart, Programmnummer und Strom 2 (Stromkurve 7) können gewählt werden. Betriebsart und Strom 2 werden sofort umgesetzt (nach ca. 10msec). Eine neue Programmnummer kann nur bei inaktiver Bestromung eingestellt werden.

Bei SPS-Steuerung folgenden Ablauf einhalten:

- Evtl. aktive Bestromung beenden (DI / P # 1 und DI / P # 2 := LOW)
- Reset-Impuls auf DI / P # 2 (KL.
(Fehler löschen und Merkbit „serielle RS-232-Datenübertragung ist aktiv“ löschen)
- Prüfprogramm auswählen (1 .. 15)
- Kalibrierung durchführen (sofern direkt regeln := aus)
- Bestromung starten (DI / P # 1:= HIGH)

23.1.1 Funktionen der digitalen Eingänge (SPS-Fernbedienung)

DI/P 1-2	Gerätefunktionen
DI/P 3	REMOTE oder SPS Bedienung ja / nein
DI/P 4	LOW: Dauer-Strom 1 regeln, falls aktuell die Strom-Kurve 7 eingestellt ist HIGH: Dauer-Strom 2 regeln, falls aktuell die Strom-Kurve 7 eingestellt ist
DI/P 5-8	Programmnummer 1 ... 15 anwählen (DE (DI / P) 5: LSB; DE (DI / P) 8: MSB) P (Programm „0“ ist nicht möglich)

<u>DI/P 2</u>	<u>DI/P 1</u>	<u>Gerätefunktionen</u>
0	0	keine Bestromung (STOP)
0	1	START – Bestromung
1	0	Löschen von Fehlern, RS-232-Merkbit
1	1	Automatische Kalibrierung des Prüflings

Funktionen der digitalen Ausgänge

<u>DO/P</u>	<u>Funktion bei HIGH (+ 24V)</u>
1	Programm ist aktiv (Bestromung / Kalibrierung)
2	Programm beendet (Bestromung/ Kalibrierung)
3	Serielle Datenübertragung ist oder war aktiv (SPS-Steuerung nicht möglich)
4	Kein Fehler

24 RS 232 Funktionen

Sobald ein Telegramm mit der richtigen Geräteadresse empfangen wird, ist die SPS-Schnittstelle automatisch deaktiviert (RS-232-Merkbit wird gesetzt). Werte und Steuerbefehle können über die serielle Schnittstelle empfangen und gesendet werden. Solange + 24V DC nicht auf DI / P # 3 (REMOTE-Betrieb) anliegen, kann das Gerät auch per Tastatur parallel zur seriellen Steuerung konfiguriert/gesteuert werden. Sobald + 24V auf DI / P # 3 (REMOTE Betrieb) anliegen, können zwar Werte und Informationen über die Tastatur abgefragt, aber nicht geändert werden.

Nach einer seriellen RS-232-Datenübertragung kann die SPS-Steuerung mit einem RESET-Impuls auf DI / P # 2 wieder freigegeben werden. Sobald jedoch das Gerät wieder einen seriellen RS-232-Befehl mit der korrekten Geräte-Adresse empfängt, wird die SPS-Schnittstelle automatisch gesperrt.

Wenn das Gerät keine gültigen RS 232-Parameter erkennt, wird automatisch eine Baudrate von 9600 Baud und RS-232-Adresse auf die Nr. 1 gesetzt.

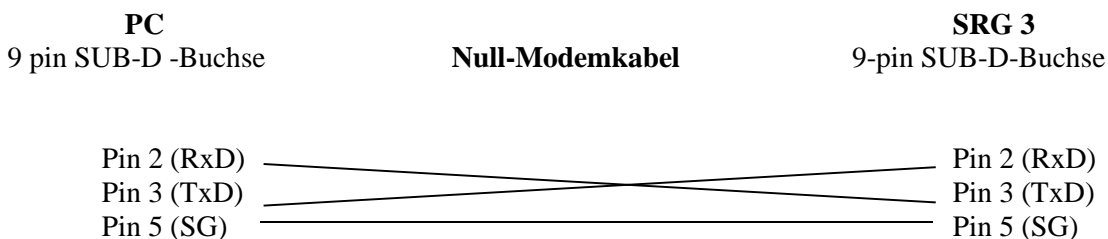
24.1 Serielle Schnittstellen-Setup

Baudrate: 115200, 38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200 (per Tastatur einstellbar).
 Parität: ungerade
 Datenbit: 7
 Stoppbit: 1
 Geräte-Adresse: 0 bis 8, (auswählbar von SRG 3) oder 9 (Sammel-Adresse)

Die Kommunikation mit jedem SRG 3 Gerät erfolgt über eine eigene Geräteadresse. Adressen zwischen 0 und 8 können ausgewählt werden.

Befehle zu einem SRG 3 können auch über die Sammel-Adresse 9 erfolgen. In diesem Fall werden alle SRG 3 Einheiten unabhängig von einzelnen Geräteadressen adressiert. Allerdings sind mit der Sammeladresse nur Schreibbefehle möglich, da das SRG 3 keine Rückantwort sendet.

24.2 Übertragungskabel



24.3 Befehlsformat (von PC zu SRG 3)

#	a	p1	p2	b	Value	CR
---	---	----	----	---	-------	----

- # = \$23 – Signalisiert den Start der Übertragung (SOT).
- a Geräteadresse 1 bis 8 oder gemeinsame Adresse 9 als ASCII-Zeichen. Wenn eine gemeinsame Adresse verwendet wird, sind nur Schreibbefehle erlaubt.
- p1/p2 Zwei Zeichen, die den Parameter angeben, auf den sich der Befehl bezieht.
- b Ein Zeichen, das den Befehl angibt.
- Value Wert oder Programmnummer (max. 5 Ziffern). Ein Dezimalpunkt ist auch erlaubt. Mit Lesebefehlen ist keine Wertinformation zulässig.
- CR = \$ 0D - signalisiert das Ende der Übertragung (EOT).

<u>Zeichen / Parameter</u>	
<u>Zeichen</u>	<u>Funktion / Bedeutung</u>
R	Parameter lesen
W	Parameter schreiben
S	Programm setzen
P	Vorhandenen Parametersatz unter Programm Nr.
1	Geräte Funktion 1 = Start
2	Geräte Funktion 2 = Stop
3	Geräte Funktion 3 = lösche Fehler
4	Geräte Funktion 4 = Kalibrieren

Parameter p1/p2:				
Zeichen	Funktion / Bedeutung	Zulässige Befehle	Min. Wert	Max. Wert
ID	Lesekennung lesen ¹	R	---	---
PN	Programm Nummer	P, S, R	1	16
C1	Strom 1 in A	R, W	1	6.000
C2	Strom 2 in A	R, W	1	6.000
Ca	Maximaler Strom der Hardware 4V := xA	R	8.000	
Cb	Maximal erlaubter Strom	R	6.000	
T1	Zeit 1 in ms	R, W	1	65535
T2	Zeit 2 in ms	R, W	1	65535
T3	Zeit 3 in ms	R, W	0	65535
T4	Zeit 4 in ms	R, W	0	65535
F1	PWM Frequenz in Hz	R, W	25	10000
V1	Test -Spannung 1 in V	R, W	5.0	55.0
A1	Regelgeschwindigkeit	R, W ²	10	100 ³ /500 ⁴
A2	Regler Parameter kp ⁵ [%]	R, W	0	100 ⁶ /500 ⁷
A3	Regler Parameter kl ⁸ [%]	R, W	0/5	100 ⁹ /500 ¹⁰
A5	Regler Parameter Verstärkung	R, W	10	100
Aa	Regler Parameter P-Verstärkung [%/A] ¹¹	R, W	Siehe Eistellmöglichkeiten der jeweiligen Regelung	
Ab	Regler Parameter I-Slewrte [%/(msA)] ¹²	R, W		
L0	Test Zyklen verbleibend	R	0	65535
L1	Test Zyklen (Schleifen 1)	R, W	0	65535
C0	Messstrom (Strom 0) in A	R	0	6.000
V0	Messspannung (Spannung 0) in V	R	0	81.9
S0	Status Register (status 0)	R	0	65535
S1	SRG 3A X1 Komp. Mode	R	0:aus	1: ein
WF	Strom-Kurve	R, W	1	13
G1 ¹³	Einstellung Gleichtakt-Korrektur Poti	R	0	100
G2 ¹⁴	Gemessener Gleichtakt-Fehler in mA/V	R	-1	1
DF	Gerätefunktion	0: Geräte-Reset auslösen 1: Start 2: Stop 3: Fehler löschen 4: Kalibrieren 5: STK9 Strom umschalten 6: Gleichtaktkorrektur ausführen ¹⁵		
M1	Betriebsmodus - Regelbetrieb	R, W	0	1
D1	Dithertype	R, W	0: Off, 1: Sinus, 2: Rechteck 3:Dreieck	

¹ Gerätekennung und Software-Version, z.B. "IBT-SRG 3 A X2-V1.0"

² Siehe zur Implementierung Kapitel „Regelgeschwindigkeit“

³ Max. 100 bei direkter Regulierung:= ON

⁴ Max. 500 bei direkter Regulierung := OFF

⁵ Regulierungsfaktor

⁶ Max. 100 bei direkter Regulierung:= ON

⁷ Max. 500 bei direkter Regulierung := OFF

⁸ Regulierungsfaktor

⁹ Max. 100 bei direkter Regulierung:= ON

¹⁰ Max. 500 bei direkter Regulierung := OFF

¹¹ RS-232-Parameter Regler Kp für physikalische Regelparameter

¹² RS-232-Parameter Regler Ki für physikalische Regelparameter

¹³ Erst möglich bei Geräten mit pms-11.5 oder neuer und mindestens SWV 2.11

¹⁴ Erst möglich bei Geräten mit pms-11.5 oder neuer und mindestens SWV 2.11

¹⁵ Erst möglich bei Geräten mit pms-11.5 oder neuer und mindestens SWV 2.11

D2	Dither Frequenz in Hz	R, W	10	300
D3	Dither Amplitude in A	R, W	0	1,0
U1	Userparameter 1	R, W	0	9999999

24.4 Antworten von SRG 3

24.4.1 Befehl fehlerhaft

NAK

Ein "NAK" = \$ 15 wird von der SRG 3 zurückgegeben, wenn

- Der Befehl wird nicht verstanden
- Eine ungültige Befehls- / Parameterkombination ist vorhanden
- Die übermittelte Zeichenkette enthält ungültige Zeichen
- Die übermittelte Zeichenkette enthält zu viele Zeichen
- Kein Schlusszeichen carriage return (CR) wurde erhalten

Der einzustellende Wert ist außerhalb der zulässigen Grenzwerte

Bei Verwendung der Sammel-Adresse wird auch in einem Fehlerzustand kein NAK zurückgegeben.

24.4.2 Befehl nicht möglich

CAN

Ein "CAN" = \$ 18 wird zurückgegeben, wenn ein Befehl für als momentan nicht möglich erkannt wurde. (z. B. Bestromung aktiv)

Bei Verwendung der Sammel-Adresse wird kein CAN zurückgegeben.

24.4.3 Befehl verstanden

ACK

Ein "ACK" = \$ 06 wird zurückgegeben, wenn ein Befehl für

- Parametereinstellung
- Speichern eines Parametersatzes
- Lesen eines Parametersatzes

Als korrekt/zulässig erkannt wurde.

Bei Verwendung der Sammel-Adresse wird kein ACK zurückgegeben.

24.5 Lesen eines Wertes

Mit Lesebefehlen (Befehlszeichen "R") wird der angeforderte Wert im folgenden Format zurückgegeben:

#	a	p1	p2	b	Value	CR
---	---	----	----	---	-------	----

ACK = \$ 06 - zeigt an, dass der Befehl verstanden wurde

= \$ 23 - signalisiert den Start der Übertragung.

a Das einzelne Gerät adressiert als ASCII-Zeichen.

p1/p2 Zwei Zeichen, die den Parameter angeben, auf den sich der Befehl bezieht.

b Das übertragene Befehlszeichen (immer "R").

Value Ein Wert, der aus 5 Zeichen besteht (ggf. mit führenden Nullen gefüllt) und einem Dezimalpunkt (ggf. als letztes Zeichen). Wenn der Inhalt des Statusregisters angefordert wird (Befehl "SOR"), hat der Befehl vier Zeichen und ist im hexadezimalen Format. Die ersten beiden Ziffern geben den Inhalt des Statusregisters 1 an, die zweiten beiden Ziffern geben den Inhalt des Statusregisters 2 an.

CR = \$ 0D - signalisiert das Ende der Übertragung.

24.6 Bedeutung von Status Bits

Die Bitzuweisungen für beide Statusregister des SRG 3 sind wie folgt:

Status Register 1:

- Bit 0: Programm gestartet
- Bit 1: Programm aktiv
- Bit 2: nicht benutzt
- Bit 3: Programm wurde ordnungsgemäß beendet
- Bit 4: nicht benutzt
- Bit 5: Programm abgebrochen
- Bit 6: nicht benutzt
- Bit 7: Programm abgebrochen, weil PWM-Prüfspannung zu niedrig war

Status Register 2:

- Bit 0: Programm abgebrochen, da Innentemperatur zu hoch ist
- Bit 1: Programm abgebrochen, da Datenintegrität beschädigt ist
- Bit 2: Ungültiger aktueller Kurvenparameter
- Bit 3: Ungültige Kalibrierung
- Bit 4: Prüfspannung außerhalb der Toleranz
- Bit 5: Programm abgebrochen, weil PWM-Strom zu hoch war ($> 6,5A$)
- Bit 6: Programm abgebrochen, weil int. Freilauf-Dioden Temperatur zu hoch war ($> 80^{\circ}C$)
- Bit 7: Gleichtakt-Fehler größer $0,1 \text{ mA/V}^1$

24.7 Userparameter

Der Parameter Userparameter 1 wird geräteintern als allgemeine Einstellung behandelt und gespeichert. Er ist nur via RS-232 verfügbar und kann z.B. bei Verwendung mehrerer Geräte für die Identifizierung dieser verwendet werden.

¹ Nur möglich bei Geräten mit pms-11.5 oder neuer und mindestens SWV 2.11

24.8 Beispiele

Lesen Sie die Geräteerkennung vom Gerät mit der Adresse 1:

Befehl: #1IDR[CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]#1IBT-SRG 3 A X2-V1.0 [CR]

Lesen Sie den Parameter "Strom 1" vom Gerät mit der Adresse 1:

Befehl: #1C1R[CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]#1C1R0000.3 [CR] = 0.3 A

Lesen Sie die aktuell gemessene Prüfspannung vom Gerät mit der Adresse 5:

Befehl: #5V0R[CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]#5V0R00012. [CR] = 12 V

Lesen Sie die Anzahl der Testzyklen aus der gemeinsamen Adresse:

Befehl: #9L1R[CR]
Antwort von SRG-3: [no response] Kein Lesebefehl mit Sammel-Adresse möglich!

Setzen Sie den Parameter "Zeit 2" im Gerät Nr. 7 bis 100 ms:

Befehl: #7T2W100 [CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]

Setzen Sie den Parameter "Zeit 2" über die Sammel-Adresse auf 100 ms:

Befehl: #9T2W100 [CR]
Antwort von SRG-3: [no response] Keine Antwort vom Gerät wegen der Sammel-Adresse

Setzen Sie den Parameter "Zeit1" im Gerät Nr. 7 bis 70 s:

Befehl: #7T1W70000 [CR]
Antwort von SRG-3: [NAK] Fehler, der Wert befindet sich außerhalb der max. Grenze

Setzen Sie den Parameter "Zeit1" über die gemeinsame Adresse auf 70 s:

Befehl: #9T1W70000 [CR]
Antwort von SRG-3: [no response] Wert nicht gesetzt (außerhalb des Limits). [NAK] nicht wegen der Sammel-Adresse zurückgegeben.

Programmieren Sie den aktuellen Parametersatz im Gerät Nr. 2 unter Programm Nr. 5:

Befehl: #2PNP5 [CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]

Rückruf an Gerät Nr. 2 der unter Programm Nr. 5:

Befehl: #2PNS5 [CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]

Lesen Sie den Testwert für den Strom vom Gerät mit der Adresse 3:

Befehl: #3C0R[CR]
Antwort von SRG-3: [ACK]#3C0R0001.1 [CR] = 1.1 A

Schreiben Sie den Testwert für den Strom zum Gerät mit Adresse 3:

Befehl: #3C0W0.1 [CR]

Antwort von SRG-3: [NAK] Fehler. C0 kann Werte nicht schreiben (nur lesen)

Lesen Sie das Statusregister des Gerätes Nr. 1

Befehl: #1S0R[CR]

Antwort von SRG-3: [ACK]#1S0R0100[CR]

Status Register 1 enthält \$01,

Status Register 2 enthält \$ 00

=> Prozess gestartet - kein Fehler

Lesen Sie das Statusregister des Gerätes Nr. 1

Befehl: #1S0R[CR]

Antwort von SRG-3: [ACK]#1S0R1101[CR]

Status Register 1 enthält \$11,

Status Register 2 enthält \$01.

=> Der Prozess wurde gestartet. Prozess unterbrochen, weil die Innentemperatur zu hoch ist

Start Gerät Nr. 1

Befehl: #1DF1[CR]

Antwort von SRG-3: [ACK]

Ungültiger Befehl zum Gerät Nr.1:

Befehl: #1K1R[CR]

Antwort von SRG-3: [NAK]

Ungültiger Befehl an die Sammel-Adresse:

Befehl: #9K1R[CR]

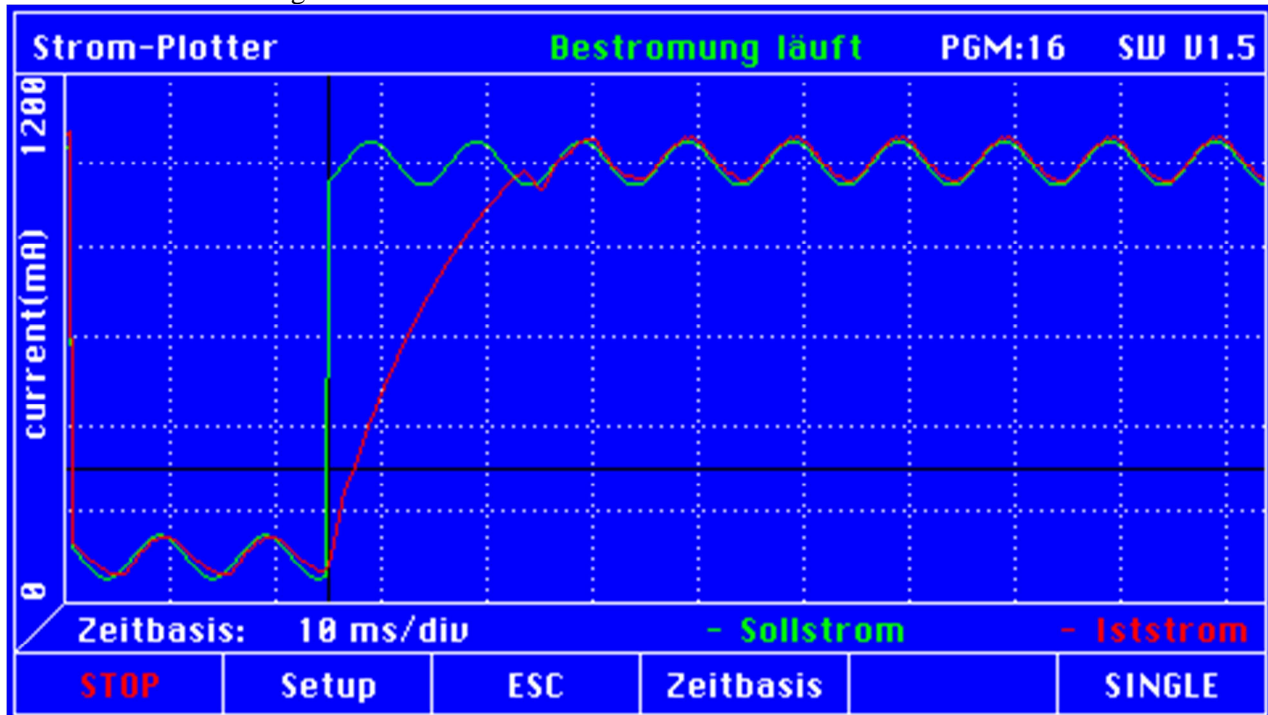
Antwort von SRG-3: [keine Antwort]

25 Strom-Plotter-Funktion

25.1 Hauptanzeige

Um die Einstellung der Regelparameter zu erleichtern, besitzt das SRG3 A X2 eine Strom-Plotter-Funktion. Diese kann den zeitlichen Verlauf des Soll- und Iststroms darstellen, ähnlich wie ein Oszilloskop.

Sie kann nur während einer laufenden Bestromung verwendet werden und ist dann unter Ist-Werte -> Strom-Plotter zu erreichen. Folgendes Fenster erscheint:



Displayanzeige der Strom-Plotter-Funktion

Zentral wird hier das eigentliche Strom-Zeit-Diagramm angezeigt. Die rote Kurve zeigt den Ist-Strom, die grüne Kurve den Soll-Strom. Die Zeitachse ist horizontal orientiert, unten links wird die gewählte Zeitbasis angegeben. Die im Beispiel gewählten 10ms/div bedeuten, dass ein gestrichelt dargestellter Zeitabschnitt 10ms Zeit entspricht.

Auf der vertikalen Achse wird der Strom zum jeweiligen Zeitpunkt aufgetragen.

Die zwei am linken Rand dargestellten Werte geben dabei den Anfangs- und Endwert der Stromskala an.

Im Beispielbild sind dies 0 (mA) und 1200 (mA). Die gestrichelten horizontalen Linien, die den Strombereich unterteilen, werden dabei automatisch an den gewählten anzuzeigenden Strombereich angepasst. Folgende Teilungen sind möglich: 100mA, 200mA, 500mA, 1A, 2A.

Im Beispielbild wird eine Teilung in 200mA-Abschnitte verwendet.

Wenn Stromgrenzwerte verwendet werden, die keinem Vielfachen der Teilung entsprechen, werden die Teilungsstriche trotzdem bei Stromwerten entsprechend einem Vielfachen der Teilung angegeben.

Beispiel: Stromanzeige von 0,1 bis 1,1A

- ➔ Teilung in 0,2A - Abschnitte
- ➔ Teilungsstriche bei 0,2A; 0,4A; 0,6A; 0,8A; 1,0A

Je nach Einstellung werden durch schwarze Linien zusätzlich die Position des Triggers sowie der Trigger-Stromwert angezeigt.

Folgende Funktion haben die Tasten bei dieser Funktion:

Run/Stop: Dient zum Starten und Stoppen der Oszilloskopfunktion, **nicht** der Bestromung

Setup: Die Einstellungen der Strom-Plotter-Funktion können geändert werden

ESC: Zurückkehren zu den Messwerten

Zeitbasis: Die Zeitbasiseinstellung wird geändert. Folgende Werte werden zyklisch durchlaufen: 10ms, 20ms, 40ms, 80ms, 160ms, 320ms, 640ms, 1280ms, 2560ms

SINGLE: Es wird nur eine Messung durchgeführt und angezeigt

25.2 Einstellungen (Setup)

Über die Einstellungen kann die Strom-Plotter-Funktion an die jeweilige Messung angepasst werden.

Strom-Plotter Setup		Bestromung läuft		PGM:16 SW U1.5	
↙	Anzeige Strom von	0.0 A	↗	^ bis	1.2 A
	bis	1.2 A		Trigger-Position X	100
	Trigger-Position X	100		Trigger-Level	0.300 A
	Trigger-Level	0.300 A		Trigger-Typ	Soll _/
↘	Trigger-Typ	Soll _/		Anti Aliasing Mode	Aus
				Komp. Gruppenlfz IIST	Ein
		ESC			

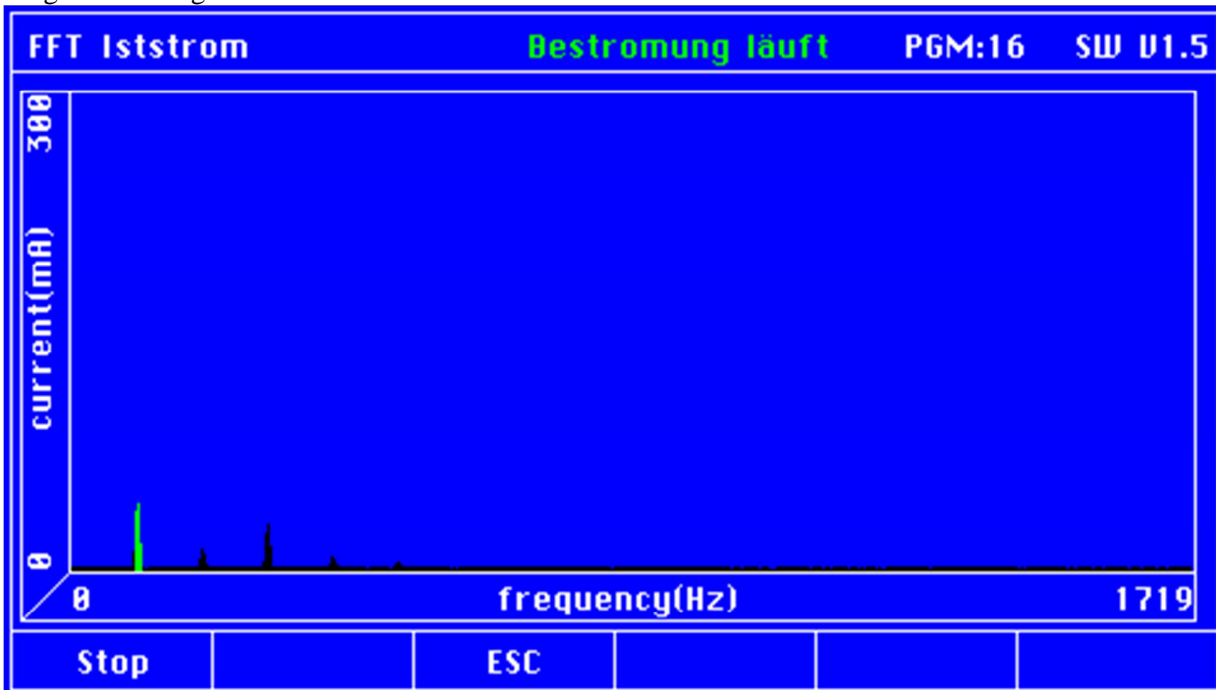
Strom-Plotter-Einstellungen

Parameter	min.	max.	Auflösung	Einheit	Beschreibung
Anzeige Strom von	0	8.2	0.1	[A]	Unterer Stromwert, der angezeigt werden soll
bis	0	8.2	0.1	[A]	Oberer Stromwert, der angezeigt werden soll
Trigger-Position X	1	440	1	Pixel	Position des Triggers auf dem Bildschirm in horizontaler Richtung
Trigger-Level	0	8.2	0.001	[A]	Schwelle, bei deren über- oder unterschreiten eine neue Messung ausgelöst werden soll
Trigger-Typ	Free-Run, Sollwert steigend, Sollwert fallend, Istwert steigend, Istwert fallend				Ereignis, welches eine neue Messung auslösen soll
Anti-Aliasing-Mode	Ein, Aus				Bei lang gewählter Zeitbasis werden nicht direkt darstellbare Signalanteile durch Balken angedeutet
Kompensation der Gruppenlaufzeit des IIST-Filters	Ein, Aus				Kompensiert die Laufzeit des interne IIST-Filters

26 FFT-Funktion

26.1 Funktionsbeschreibung

Die FFT-Funktion dient zur Beurteilung der Stabilität der Regelung sowie der Kurvenform des Dithers. Sie transformiert das Ist-Strom-Signal in den Frequenzbereich und stellt das Ergebnis grafisch dar. FFT steht dabei für Fast-Fourier-Transformation. Auch diese Funktion ist nur bei laufender Bestromung verfügbar und kann in den Messwerten unter „FFT-Iststromsignal“ aufgerufen werden. Folgende Anzeige erscheint:



Anzeige der FFT-Funktion

Nach rechts ist die Frequenz von 0 bis 1719 Hz aufgetragen, nach oben stellen die Balken den jeweiligen Stromwert bei der Frequenz dar. Der Anzeigebereich des Stroms geht von 0 bis 300mA.

Der Gleichstromanteil (Frequenz 0 Hz) wird durch die Berechnungsmethode eliminiert und kann nicht angezeigt werden.

Prinzipiell sollte bei einer stabilen Bestromung mit konstantem Strom nur ein (nicht dargestellter) Gleichstromanteil vorhanden sein, sodass nur ein Rauschen von wenigen Milliampere zu erkennen ist, aber keine darüber hinausgehenden Peaks.

Zu beachten ist, dass durch die Filterung des Stromsignals bei der halben PWM-Frequenz alle Frequenzanteile oberhalb dieser Frequenz eliminiert werden und somit nicht angezeigt werden können.

Wenn bei stabiler Bestromung mit konstantem Strom ein Dither verwendet wird, ist dieser deutlich als Peak bei der Ditherfrequenz zu erkennen. Der besseren Lesbarkeit halber wird der Frequenzbereich des Dithers grün markiert.

Wenn in der Anzeige noch weitere Frequenzanteile deutlich zu erkennen sind, kann dies folgende Ursachen haben:

- Die Regelparameter sind falsch gewählt
- Der gewünschte Dither ist regelungstechnisch nicht umsetzbar
- Die Freilaufspannung ist falsch gewählt.

26.2 Beispielbilder

Beispielbild	Kommentar
 <p>FFT Iststrom Bestromung läuft PGM:16 SW U1.5 current(mA) 300 0 frequency(Hz) 1719 Stop ESC</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Konstanter Strom mit Dither - Dither-Signalform ist stark verzerrt, da Peaks bei Vielfachen der Ditherfrequenz zu erkennen sind.
 <p>FFT Iststrom Bestromung läuft PGM: 4 SW U1.5 current(mA) 300 0 frequency(Hz) 1719 Stop ESC</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Konstanter Strom mit Dither - Kaum Verzerrung der Dither-Signalform
 <p>FFT Iststrom Bestromung läuft PGM: 4 SW U1.5 current(mA) 300 0 frequency(Hz) 1719 Stop ESC</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Konstanter Strom ohne Dither - instabile Regelung
 <p>FFT Iststrom Bestromung läuft PGM: 4 SW U1.5 current(mA) 300 0 frequency(Hz) 1719 Stop ESC</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Konstanter Strom ohne Dither - stabile Regelung <p>Achtung: Dieses Bild ergibt sich auch, falls kein Strom fließt.</p>

26.3 Zusatzfunktionen

Achtung: Funktion im Versuchsstadium!!!

Abgeleitet aus der FFT-Funktion werden im Messwerte-Menü folgende Werte angezeigt (nur bei Sinus-Dither verfügbar):

Parameter	Einheit	Beschreibung
Dither Amplitude Ist	[A]	Aus der FFT berechneter tatsächlicher Ditherstrom (Spitzenwert)
Dither THD	[%]	Harmonische Verzerrung der tatsächlichen Dither-Signalform

27 Steckerbelegung

27.1.1 Signaltypen:

I → Eingang	AO/P → Analog Ausgang	
O → Ausgang	AI/P → Analog Eingang	
DI/P → Digital Eingang	LOW → 0 .. 8 V	HIGH → 15 .. 30 V
DO/P → Digital Ausgang	LOW → 0 .. 4 V	HIGH → 20 .. 28 V

27.2 16-poliger Schraubanschluss (1 .. 16)

Klemme	I Eingang O Ausgang	Signal	Funktion / Bedeutung
1	I	+24V	Ext. Steuerspannung
2	I	024V	Ext. Steuerspannung
3	I	DI/P #1	Digitaleingabe Betriebsart Bit 1
4	I	DI/P #2	Digitaleingabe Betriebsart Bit 2
5	I	DI/P #3	Digitaleingang SPS-Modus aktiv
6	I	DI/P #4	Wählen Sie Strom 2 für Strom Kurve 7
7	I	DI/P #5	Digitaleingang Programm Nr. Bit 1
8	-	--	nicht belegt
9	-	--	nicht belegt
10	O	AO/P #1	0 .. 4 V: = Prüfspannung Monitor-Signal (0 .. 125 V)
11	O	AO/P #2	0,01 .. 4,01 V: = Prüfstrom Monitor-Signal (0 .. 8 A)
12	I	AI/P #1	0 .. 4,095 V: = 0 .. 100% PWM-Tastverhältnis ¹
13	I	AI/P #2 ²	0 .. 4 V: = 0.0 .. 4,0 A, wenn SRG 2 AX1 Kompatibilitäts-Modus: = Ein 0 .. 3 V: = 0.0 .. 6,0 A, wenn SRG 2 AX1 Kompatibilitäts-Modus: = Aus
14		GNDA	Analog Masse
15	-	FE	Funktionserde (Schirmanschluss)
16	-	--	nicht belegt

¹ Direkt geregelt: = AUS oder EIN

² Analogeingang nur für aktuelle Kurve # 11

27.3 8-poliger Schraubanschluss (21 ... 28)

Klemme	I Input O Output	Signal	Funktion / Bedeutung
21	O	VPrüf	Prüfspannung + (Batteriespannung)
22	O	0VPrüf	Prüfspannung - (Masse)
23	-	--	nicht belegt
24	-	FE	Funktionserde (Schirmanschluss)
25	ZD-Anode		Externe Zener-Diode / Anode ¹ (Freilaufspannung)
26	ZD-Kathode		Externe Zener-Diode / Kathode ² (Freilaufspannung)
27	O	P+	Prüfling (+) (Prüfspannung +5 .. 55 V)
28	I	P-	Prüfling (-) (zum PWM-Schalter)

27.4 12-poliger Schraubanschluss (31 .. 42)

Klemme	I Input O Output	Signal	Funktion / Bedeutung
31	I	+24V	Ext. Prüfspannung SPS
32	I	024V	Ext. Prüfspannung SPS (Masse)
33	I	DI/P #6	Digital Eingang Programm Nr. Bit 2
34	I	DI/P #7	Digital Eingang Programm Nr. Bit 3
35	I	DI/P #8	Digital Eingang Programm Nr. Bit 4
36	O	DO/P #1	Digital Ausgang "Program aktiv"
37	O	DO/P #2	Digital Ausgang "Programm beendet "
38	O	DO/P #3	Digital Ausgang "RS-232 Schnittstelle ist / war aktiv"
39	O	DO/P #4	Digital Ausgang "kein Fehler"
40-42	--	--	nicht belegt

¹ or short-circuit-connection to clamp 26

² or short-circuit-connection to clamp 25

28 Technische Spezifikationen

Parameter	Bereich	Genauigkeit	Kommentar
Prüfspannung	5,0 .. 55,0 V max. 6A, max. 250W	5.0 .. 24.0: +/- 0.1 V 24.0...55.0: +/- 0.3 V	Galvanisch getrennt gegenüber Erdpotential
PWM-Strom	(0.001) .. 6.000 A	0.1 .. 3 A : +/- 5 mA, typ. 3 mA 3 ... 6 A: +/- 5 mA, typ. 3 mA	
PWM-Frequenz	25 Hz .. 10 kHz	25 .. 500 Hz +/- 0.2 Hz 500 .. 10000 Hz +/- 0.1 %	
Dither-Frequenz	10 ... 300 Hz		
Dither Amplitude	0 ... 1000 mA		

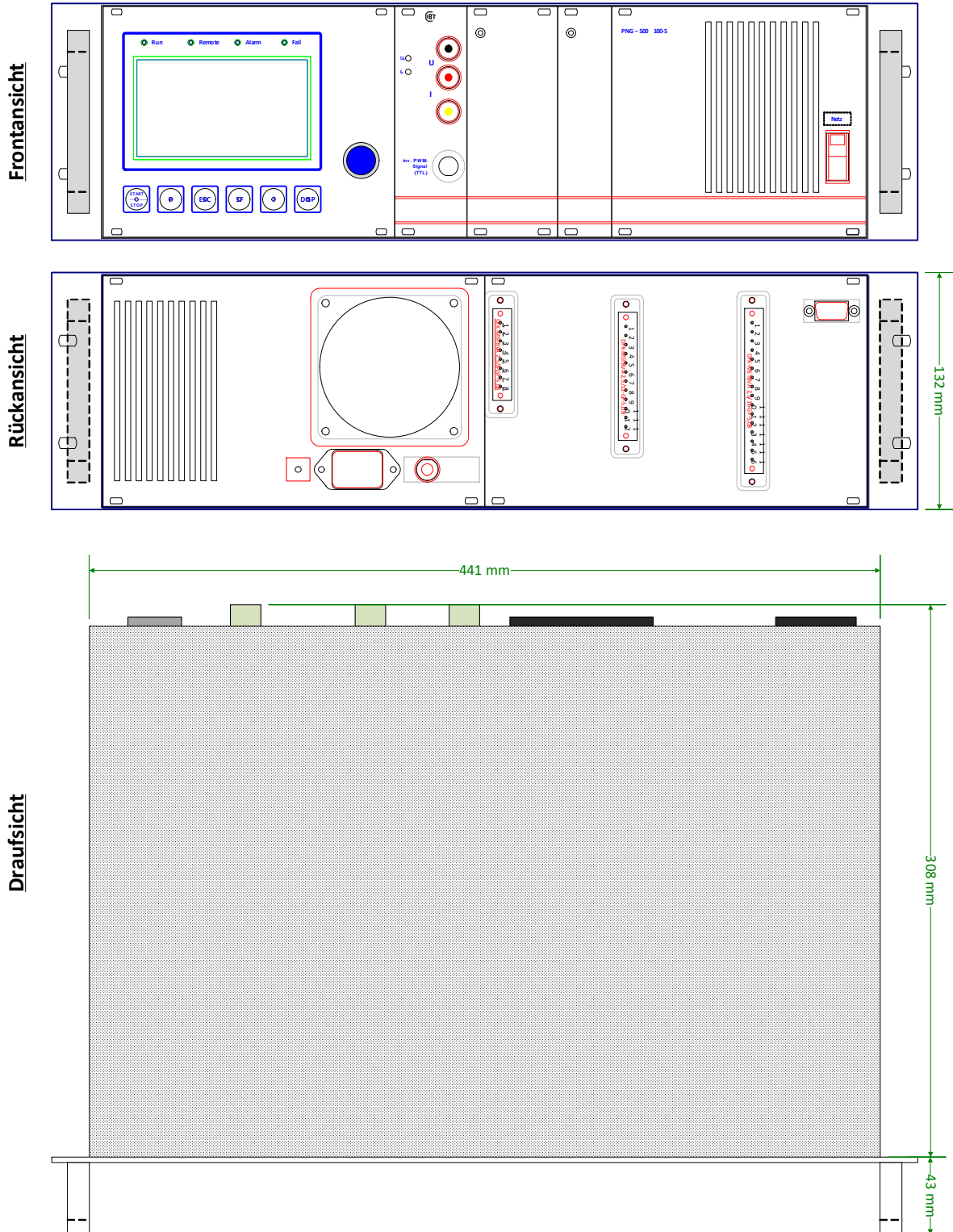
Netz	Versorgung: Leckstrom:	230 V AC +10 / -15%, 50Hz, max. 400 VAR weniger als 3.0 mA
RS-232-Interface	Stecker Kabel zu PC Galvanische Trennung	9-polig D-SUB-D-Stecker Null-Modem-Kabel 3-polig (TxD, RxD, GND) 2 kV
Digital-Inputs SPS	Eingang HIGH Eingabe LOW	15 .. 30 V DC, max. 10 mA 0 .. 8 V DC
Digital-Outputs SPS	Max. Strom je Ausgang: Kurzschlussfest Suppressor induktive Last:	0.5 A (max. Strom alle Ausgänge zusammen: 2,0 A) ja ja
Analog-Inputs	SRG 3 A X2 a1: SRG 3 A X2 a2:	0 .. 4 V DC, max. 1 mA, galvanisch getrennt 0 .. 10 V DC, max. 1 mA, galvanisch getrennt
Analog-Outputs		0 .. 4 V DC, max. 5 mA, galvanisch getrennt
Umgebungsbedingungen	Temperatur Betrieb: Temperatur Lagerung: Verwendung nur in Innenräumen Maximale Höhenlage: Luftfeuchtigkeit:	+10 +45 ° C - 25 +70 ° C 2000 m 80% bis 31°C, linear abnehmend bis 35% bei 45°C
Größe (siehe Zeichnungen, letzte Seiten)	Tischgehäuse Rack	19 "3 HE / 84 TE: 484 (B) x 140 (H) x 320/360 (T) mm 19" 3 HE / 84 TE: 484 (B) x 133 (H) x 320/360 (T) mm
Gewicht		7,5 kg

Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung (typische Werte) und sind nicht als zugesicherte Eigenschaften im Rechtssinne aufzufassen.

Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

Zeichnungen

28.1 19" 3 HE 84 TE Baugruppenträger



28.2 19" 3 HE 84 TE Tischgehäuse

