



THURLBY THANDAR INSTRUMENTS

LD300 *300W DC ELECTRONIC LOAD*

INSTRUCTION MANUAL

Table of Contents

Introduction	2
Specification	3
EMC	8
Safety	9
Installation	10
Connections	11
Operating Controls	13
Operation	16
Application Notes	22
Remote Control	27
Maintenance	28
Instructions en Francais	29
Bedienungsanleitung auf Deutsch	49
Istruzioni in Italiano	71
Instrucciones en Español	91

Introduction

This DC electronic load is intended for use in investigating the behaviour of many different types of DC power sources such as batteries, solar cells, fuel cells or wind generators, as well as electronic power supply units.

It operates over the current range 0 to 80 Amps and voltage range 0 to 80 Volts with a power dissipation capability of up to 300 Watts. It is designed to have very low internal resistance to allow operation at high currents with low voltage drop. The voltage of the source can be sensed either internally for convenience or externally for better accuracy.

A low voltage dropout facility is provided to protect sources such as batteries from damaging levels of discharge by reducing the load current when the source voltage falls below the dropout threshold.

The unit provides five different operating modes: constant current, constant voltage, constant power, constant resistance and constant conductance. The value of the chosen constant parameter is set by 10-turn controls on the front panel.

An internal transient generator can repeatedly switch the load between two different operating levels set on separate 10-turn controls. The frequency and duty cycle of the transients can be set over a wide range. The transients can also be initiated by an external logic signal. The transitions between the levels have a true linear slewing characteristic in all modes; the slew-rate is adjustable over a wide range.

An external control voltage can also be used to set the level of the load. Any desired waveform can be applied; the internal slew rate control circuit remains active.

Two 4-digit meters can be switched to display either the level settings, the transient generator parameters, the measured values of Volts & Amps or the equivalent Watts & Ohms. A monitor output providing a voltage proportional to the current flowing allows the behaviour of a source to be viewed on an oscilloscope or external meter.

The unit is fully protected against excessive current, power dissipation or internal temperature, and minimises audible noise by automatically controlling the fan speed according to the power dissipation.

Specification

Accuracy specifications apply for 18°C – 28°C. Setting accuracies apply with slew rate control at mid position and at 50W load power; regulation specifies variation at other powers.

INPUT

Maximum Input Ratings

Current:	80 Amps max. at rear panel terminals. 30 Amps max. at front panel terminals
Voltage:	80 Volts max. while conducting current. Surge suppressors start to conduct at 120V (nominal), Max. non-repetitive surge energy: 80 Joules.
Power:	320 Watts max. up to 28°C, derating to 300 watts at 40°C.
Reverse Polarity:	Diode will conduct; 80 Amps max.
Off State Leakage:	<10 mA, plus 680k Ω sensing resistance.
Minimum Operating Voltage:	2V at 80A; typically 1V @ 40A, 0.5V @ 10A.
Isolation Voltage:	\pm 300Vdc max, either load input to chassis ground.

Input Terminals

Rear Panel Input:	Safety terminals accepting 6mm diameter wire, 6mm plugs or 8mm spades at 80 Amps max or 4mm plugs at 30 Amps max.
Front Panel Input:	Safety terminals accepting 4mm diameter wire, 4mm plugs or 6.5mm spades. 30 Amps max.

External Voltage Sense

Connection:	Terminal block on rear panel. Slide switch to select between Internal and External Voltage Sense.
Input Impedance:	680k Ω each input to load negative.
Max. Sense Voltage Drop:	6V.

OPERATING MODES

Constant Current Mode (CI)

Current Ranges:	0 to 8 A (1 mA resolution) and 0 to 80 A (10 mA resolution).
Setting Accuracy:	\pm (0.2% + 30 mA).
Regulation:	< 30 mA for 90% load power change (V > 2 Volts).
Temperature Coefficient:	< (0.02% + 5 mA) per °C.
Slew Rate Ranges:	8 A range: <2.5 Amp per s to >250 Amp per ms. 80 A range: <25 Amp per s to >2500 Amp per ms.
Minimum transition time:	32 μ s.

Constant Resistance Mode (CR)

Resistance Ranges:	0.04 to 10 Ω (0.01 Ω resolution); 2 to 400 Ω (0.1 Ω resolution).
Setting Accuracy:	\pm (0.5% + 2 digits + 30 mA).
Regulation:	< 2% for 90% load power change (V > 2 Volts, using remote sense).
Temperature Coefficient:	< (0.04% + 5 mA) per °C.
Slew Rate Ranges:	10 Ω range: <1 Ω per s to 100 Ω per ms. 400 Ω range: <400 Ω per s to 4000 Ω per ms.
Minimum transition time:	100 μ s.

Constant Conductance Mode (CG)

Conductance Ranges:	<0.01 to 1 A/V (1 mA/V resolution); <0.2 to 40 A/V (0.01 A/V resolution).
Setting Accuracy:	$\pm (0.5\% + 2 \text{ digits} + 30 \text{ mA})$.
Regulation:	< 2% for 90% load power change ($V > 2 \text{ Volts}$, using remote sense).
Temperature Coefficient:	< $(0.04\% + 5 \text{ mA})$ per $^{\circ}\text{C}$.
Slew Rate Ranges:	1 A/V range: <0.1 A/V per s to >10 A/V per ms. 40 A/V range: <4 A/V per s to >400 A/V per ms.
Minimum transition time:	100 μs .

Constant Voltage Mode (CV)

Voltage Ranges:	V_{\min} to 8 V (1 mV resolution) and V_{\min} to 80 V (10 mV resolution). V_{\min} depends on current: typically <2V at 80A
Setting Accuracy:	$\pm (0.2\% + 2 \text{ digits})$.
Regulation:	< 30 mV for 90% load power change (using remote sense).
Temperature Coefficient:	< $(0.02\% + 1 \text{ mV})$ per $^{\circ}\text{C}$.
Slew Rate Ranges:	8 V range: <0.8 V per s to >80 V per ms. 80 V range: <8 V per s to >800 V per ms.
Minimum transition time:	100 μs .

Constant Power Mode (CP)

Power Range:	0 to 320 Watts.
Setting Accuracy:	$\pm (0.5\% + 2 \text{ W})$.
Regulation:	< 2% over 5 V to 75 V source voltage change (using remote sense).
Temperature Coefficient:	< 0.1% per $^{\circ}\text{C}$.
Slew Rate Ranges:	<32 W per s to >3200 W ms.
Minimum transition time:	100 μs .

TRANSIENT CONTROL

Transient Generator

Pulse Repetition Rate:	Adjustable from 0.1Hz to 10kHz in 3 overlapping ranges.
Pulse Duty Cycle:	1% to 99% (percentage of period at Level B).
Setting Accuracy:	Frequency: $\pm 2\%$ of range; Duty Cycle: +2%

Slew Rate Control

The slew rate control applies to all changes of level whether caused by manual selection, remote control or the transient generator.

The level change is a linear slew between the two level settings with a slope determined by a three-position range switch and a single turn control. Read-out is in the units of the mode selected; the range available in each mode is shown above.

Setting Accuracy:	$\pm 10\% \pm$ minimum transition time (levels within 10% to 90% or range).
Level Variation:	± 5 digits

Oscillator Sync Output

Connection:	Terminal block on rear panel. Opto-isolated open collector output conducts during Level B phase of internal transient generator.
Max Off State Voltage:	30V.
Collector Current:	2mA (typical).

DROPOUT VOLTAGE

The load will cease to conduct if the applied voltage falls below the Dropout Voltage setting; active in all modes except Constant Voltage. The Dropout Voltage setting is also the threshold for the Slow Start facility and acts as an offset voltage in Constant Resistance mode.

Setting Accuracy:	$\pm 1\% + 2$ digits.
-------------------	-----------------------

Slow Start

If the Slow Start switch is engaged, the load will not conduct any current until the source voltage reaches the Dropout Voltage setting; it will then ramp up to the Level setting at a rate determined by the settings of the Slew Rate controls.

METER SPECIFICATIONS

Display Type:	Two 4-digit 14mm LED displays showing combinations of measured or set-up values selected by a 5-position switch. Illuminated annunciators display the measurement units.
---------------	--

Measured Values

Volts & Amps:	Measured values of current through and voltage across the load.
Watt & Ohms:	Power and equivalent load resistance, calculated from Volts and Amps.
Voltage Accuracy:	$\pm 0.1\% + 2$ digits.
Current Accuracy:	$\pm 0.2\% + 3$ digits.

Set-up Values

Level A & Level B:	The two levels set by the front panel controls.
Frequency & Duty Cycle:	The settings of the oscillator in the transient generator.
Slew Rate & Dropout V:	Displays the slew rate setting and the value of the dropout voltage.

CURRENT MONITOR OUTPUT

Output Terminals:	4mm safety sockets on front panel or terminal block on rear panel.
Output Impedance:	600 Ω .
Scaling:	50mV per Amp (4 Volts full scale).
Accuracy:	$\pm 0.5\%$.
Common Mode Range:	± 3 Vdc max. to input negative.

REMOTE CONTROL

External Control Input Characteristics

Connection:	Terminal block on rear panel.
Input Impedance:	400k Ω each input to load negative.
Common Mode Range:	± 100 V to load negative.

External Voltage Control

Operating Mode:	The applied voltage determines the operating level within the selected range.
Scaling:	4 Volts full scale.
Accuracy:	$\pm 0.3\%$ \pm accuracy of selected range.
Common mode rejection:	Better than -66dB .

External TTL Control

Operating Mode:	The applied signal selects between Level A and Level B settings.
Threshold:	+ 1.5V nominal. A logic high selects Level B.

Remote Disable Input

Connection:	Terminal block on rear panel.
Threshold:	Apply +3 to +5 V to disable load input.

PROTECTION

Excess Current:	The unit will trip into the fault state at nominally 92 Amps.
Excess Power:	The unit will attempt to limit the power to approx 335 Watts; if this fails the unit will trip into the fault state at about 360 Watts.
Excess Voltage:	The unit will conduct a current pulse (to absorb inductively generated spikes) for 1ms at 90V. The unit will trip into the fault state at nominally 95V. Surge suppressors will start to conduct above 120V.
Temperature:	The unit will trip into the fault state if the heatsink temperature exceeds safe levels.
Sense Error:	The unit will trip into the fault state if the external voltage sense is more than 6V below the internal sense.
Mode Switching:	The unit will trip into the fault state if the mode is changed while the input is enabled.

General

AC Input:	110V–120V or 220V–240V AC $\pm 10\%$, 50/60Hz. Installation Category II.
Power Consumption:	30VA max.
Operating Range:	+ 5°C to + 40°C, 20% to 80% RH.
Storage Range:	– 40°C to + 70°C.
Environmental:	Indoor use at altitudes up to 2000m, Pollution Degree 2.
Cooling:	Dual 2-speed fans. Air exit at rear.
Safety:	Complies with EN61010-1.
EMC:	Complies with EN61326.
Size:	130mm H (3U) x 212mm W ($\frac{1}{2}$ rack) x 435mm L.
Weight:	6 kg.
Option:	19-inch rack mount kit.

EC Declaration of Conformity

We Thurlby Thandar Instruments Ltd
Glebe Road
Huntingdon
Cambridgeshire PE29 7DR
England

declare that the

LD300 DC Electronic Load

meets the intent of the EMC Directive 2004/108/EC and the Low Voltage Directive 2006/95/EC. Compliance was demonstrated by conformance to the following specifications which have been listed in the Official Journal of the European Communities.

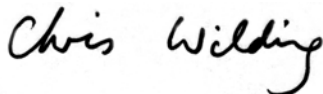
EMC

Emissions: a) EN61326-1 (2006) Radiated, Class B
 b) EN61326-1 (2006) Conducted, Class B
 c) EN61326-1 (2006) Harmonics, referring to EN61000-3-2 (2006)

Immunity: EN61326-1 (2006) Immunity Table 1, referring to:
 a) EN61000-4-2 (1995) Electrostatic Discharge
 b) EN61000-4-3 (2006) Electromagnetic Field
 c) EN61000-4-11 (2004) Voltage Interrupt
 d) EN61000-4-4 (2004) Fast Transient
 e) EN61000-4-5 (2006) Surge
 f) EN61000-4-6 (2007) Conducted RF
Performance levels achieved are detailed in the user manual.

Safety

EN61010-1 Installation Category II, Pollution Degree 2.



CHRIS WILDING
TECHNICAL DIRECTOR

2 May 2009

This instrument has been designed to meet the requirements of the EMC Directive 2004/108/EC.

Compliance was demonstrated by meeting the test limits of the following standards:

Emissions

EN61326-1 (2006) EMC product standard for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use. Test limits used were:

- a) Radiated: Class B
- b) Conducted: Class B
- c) Harmonics: EN61000-3-2 (2006) Class A; the instrument is Class A by product category.

Immunity

EN61326-1 (2006) EMC product standard for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use.

Test methods, limits and performance achieved are shown below (requirement shown in brackets):

- a) EN61000-4-2 (1995) Electrostatic Discharge : 4kV air, 4kV contact, Performance A (B).
- b) EN61000-4-3 (2006) Electromagnetic Field:
3V/m, 80% AM at 1kHz, 80MHz – 1GHz: Performance B[†] (A) and 1.4GHz to 2GHz:
Performance A (A); 1V/m, 2.0GHz to 2.7GHz: Performance A (A).
- c) EN61000-4-11 (2004) Voltage Interrupt: ½ cycle and 1 cycle, 0%: Performance A (B);
25 cycles, 70%: Performance A (C); 250 cycles, 0%: Performance B (C).
- d) EN61000-4-4 (2004) Fast Transient, 1kV peak (AC line), 0-5kV peak (Load connections),
Performance A (B).
- e) EN61000-4-5 (2006) Surge, 0-5kV (line to line), 1kV (line to ground), Performance A (B).
- f) EN61000-4-6 (2007) Conducted RF, 3V, 80% AM at 1kHz (AC line only; Load
connections <3m, therefore not tested), Performance B[†] (A).

According to EN61326-1 the definitions of performance criteria are:

Performance criterion A: 'During test normal performance within the specification limits.'

Performance criterion B: 'During test, temporary degradation, or loss of function or performance which is self-recovering'.

Performance criterion C: 'During test, temporary degradation, or loss of function or performance which requires operator intervention or system reset occurs.'

[†] **Note:** In high RF fields (radiated or conducted) the actual load current may deviate beyond the set current accuracy at certain frequencies up to 200MHz. Such deviations will be small and infrequent and are unlikely to be a problem in practice. In all other respects the LD300 will perform normally (Performance A) in RF fields up to 3V/m.

Cautions

To ensure continued compliance with the EMC directive observe the following precautions:

- a) after opening the case for any reason ensure that all signal and ground connections are remade correctly and that case screws are correctly refitted and tightened.
- b) In the event of part replacement becoming necessary, only use components of an identical type, see the Service Manual.

This instrument is Safety Class I according to IEC classification and has been designed to meet the requirements of EN61010–1 (Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use). It is an Installation Category II instrument intended for operation from a normal single phase supply.

This instrument has been tested in accordance with EN61010–1 and has been supplied in a safe condition. This instruction manual contains some information and warnings which have to be followed by the user to ensure safe operation and to retain the instrument in a safe condition.

This instrument has been designed for indoor use in a Pollution Degree 2 environment in the temperature range 5°C to 40°C, 20% –80% RH (non–condensing). It may occasionally be subjected to temperatures between +5° and –10°C without degradation of its safety. Do not operate while condensation is present.

Use of this instrument in a manner not specified by these instructions may impair the safety protection provided. **The unit does not have a fuse in the load circuit: ensure that the maximum prospective fault current is limited to a safe level.**

Do not operate the instrument outside its rated supply voltages or environmental range.

WARNING! THIS INSTRUMENT MUST BE EARTHED

Any interruption of the mains earth conductor inside or outside the instrument will make the instrument dangerous. Intentional interruption is prohibited. The protective action must not be negated by the use of an extension cord without a protective conductor.

When the instrument is connected to its supply, terminals may be live and opening the covers or removal of parts (except those to which access can be gained by hand) is likely to expose live parts. The apparatus shall be disconnected from all voltage sources before it is opened for any adjustment, replacement, maintenance or repair.

Any adjustment, maintenance and repair of the opened instrument under voltage shall be avoided as far as possible and, if inevitable, shall be carried out only by a skilled person who is aware of the hazard involved.

If the instrument is clearly defective, has been subject to mechanical damage, excessive moisture or chemical corrosion the safety protection may be impaired and the apparatus should be withdrawn from use and returned for checking and repair.

The instrument contains both encapsulated fuses and a non-resetting thermal fuse; these are not replaceable by the user. The short-circuiting of these protective devices is prohibited.

Do not wet the instrument when cleaning it.

The following symbols are used on the instrument and in this manual:–



Caution –refer to the accompanying documentation, incorrect operation may damage the instrument.



Alternating Current.



mains supply OFF.



mains supply ON.

Mains Operating Voltage

The operating voltage of the instrument is shown on the rear panel. Should it be necessary to change the operating voltage from 230V to 115V or vice-versa, proceed as follows:

1. Disconnect the instrument from all voltage sources.
2. Remove the screws which hold the case upper to the chassis and lift off.
3. Turn the unit over and support the weight of the power supply PCB while removing the six screws which hold it to the chassis. Leave the pillars attached to the PCB.
4. Fit the soldered links (alongside the transformer) for the required operating voltage:-

For 230V fit only LK1

For 115V fit LK2 and LK3 and not LK1

These links may be either tinned copper wire or zero-ohm resistors.

5. Refit the power supply PCB to the chassis, ensuring that no wires are trapped. Check that all cables are correctly connected.
6. Refit the case upper.
7. To comply with safety standard requirements the operating voltage marked on the rear panel must be changed to clearly show the new voltage setting.

Fuses

There are no user replaceable fuses in the instrument.

Mains Lead

When a three core mains lead with bare ends is provided it should be connected as follows:

Brown	-	Mains live
Blue	-	Mains Neutral
Green/Yellow	-	Earth

WARNING! THIS INSTRUMENT MUST BE EARTHED

Any interruption of the mains earth conductor inside or outside the instrument will make the instrument dangerous. Intentional interruption is prohibited.

Mounting

This instrument is suitable both for bench use and rack mounting. It is delivered with feet for bench mounting. The front feet include a tilt mechanism for optimal panel angle.

A rack kit for mounting one or two of these half-width 3U high units is available from the Manufacturers or their overseas agents; a blanking piece is also available for unused positions in the rack.

Ventilation

The unit is cooled by two 2-speed fans which vent at the rear. Take care not to restrict the air inlets at the top, side and bottom panels or the exit at the rear. In rack-mounted situations allow adequate space around the instrument and/or use a fan tray for forced cooling.

If ducting is applied to the air outlet, additional extraction is required.

Front Panel Connections

Load Input

The INPUT terminals for the load circuit on the front panel accept 4mm plugs into the end, 4mm diameter wire or plugs into the cross hole, or ¼ inch spade connections (with a maximum blade width of ½ inch). Their maximum current rating is 30 Amps. For higher currents (or lower circuit resistance) use the rear panel terminals; do not use both simultaneously.

The load circuit is isolated from ground, and potentials up to ± 300 Volts to ground are allowed, but it is essential to observe safe insulation practice.



Ensure that the source is connected with the correct polarity.

The maximum current through these terminals is 30 Amps.

The maximum voltage allowed across the load is 80 Volts.

The unit does not have a fuse in the load circuit: ensure that the maximum prospective fault current is limited to a safe level.

Current Monitor Output

The Current Monitor terminals provide a voltage proportional to the load current flowing with a scaling factor of 50 mV per Amp (4 Volts for 80 Amps full scale). The output impedance is 600Ω and the calibration assumes a high impedance load.



A differential driver allows a common mode range of ± 3 Volts between the negative monitor terminal and the negative load terminal. The output will be inaccurate (and the unit may be damaged) if voltages exceeding this are applied.

Rear Panel Connections

Load Input

The INPUT terminals for the load circuit on the rear panel accept 4mm plugs into the end (4mm plugs will only support 32 Amps), 6mm diameter wire or plugs into the cross hole or 8mm spade connections (with a maximum blade width of 16mm).

The wiring and connection arrangement must be capable of supporting the current required; for 80 Amps, 16mm² cable is needed.

The load circuit is isolated from ground, and potentials up to ± 300 Volts to ground are allowed, but it is essential to observe safe insulation practice.



Ensure that the source is connected with the correct polarity.

The maximum current through these terminals is 80 Amps.

The maximum voltage allowed across the load is 80 Volts.

The unit does not have a fuse in the load circuit: ensure that the maximum prospective fault current is limited to a safe level.

Terminal Blocks

All other rear panel connections are made via the screw-less terminal blocks. To make connections to the terminal blocks, use a flat screwdriver to press the spring-loaded orange actuator inwards to open the wire clamp; insert the wire end fully into the hole and release the actuator. Ensure the wire is properly gripped. Take care to observe the marked polarity.

Current Monitor Output

The top pair of terminals, marked CURRENT MONITOR, provide the current monitor output. They are wired in parallel with the front panel sockets (see above).

Remote Control Input

The CONTROL VOLTAGE terminals are used in two operating modes of the instrument (as selected by the front panel LEVEL CONTROL switch):

In EXTERNAL VOLTAGE mode an analogue signal applied here sets the level of the load; the scaling is 4 Volts full scale.

In EXTERNAL TTL mode, a logic signal applied here selects either the LEVEL A setting (logic low) or the LEVEL B setting (logic high). The switching threshold is nominally +1.5V.



These terminals will tolerate a common mode voltage of up to ± 100 Volts relative to the negative terminal of the load input. The input impedance is $400\text{k}\Omega$ from each terminal to the load negative, so a common mode current will flow.

External Voltage Sense Input

To avoid errors in sensing the voltage of the source caused by voltage drops in the high current wiring, connect the EXTERNAL SENSE terminals to the external circuit at the point where the voltage needs to be measured (normally at the output terminals of the source under test). Move the VOLTAGE SENSE SELECT slide switch to the EXT position.



Ensure that the source is connected with the correct polarity. These terminals must not be connected to any voltage other than the source that is connected to the load input.

Remote Disable Input

Apply +3V to +5V to the DISABLE INPUT terminals to disable the load input; they are the input to an opto-coupler and are galvanically isolated from all other terminals. The input current is less than 2.5mA at 5V. The INPUT ENABLE switch on the front panel must also be depressed for the unit to operate.

Oscillator Sync Output

The SYNC OUTPUT is an open collector output of an opto-coupler driven by the signal from the internal oscillator; it is galvanically isolated from all other terminals. A suitable pull-up resistor and power supply (e.g. $4.7\text{k}\Omega$ to +5V) are needed to generate a usable signal, which could be used to trigger an oscilloscope. There is a $1\text{k}\Omega$ series protection resistor.

Operating Controls

This section of the manual is a brief introduction to the controls of the instrument and is intended to be read before using the load for the first time.

In this manual, front panel controls and connections are shown in capitals, e.g. LEVEL CONTROL.

Switching On, Load Enable On/Off

The line POWER (\sim) switch is at the bottom left of the front panel. Before switching on (I), check that the line operating voltage of the unit (marked on the rear panel) is suitable for the local supply and that the INPUT ENABLE switch is in the released (Off) position.

Switch the power on (I); the fan should be heard to start and the meter displays should light.

Caution: If, while the load is enabled (the INPUT ENABLE switch is depressed), the line power is disconnected and then re-connected, the instrument will restart and conduct load current (unless a transient condition causes the fault latch to trip).

Metering

The two 4-digit meters have multiple functions depending on the setting of the METERS switch at top right of the panel. The following combinations are available:

WATTS & OHMS

The load power and the equivalent resistance are displayed. These values are calculated from the present measured values of voltage and current.

VOLTS & AMPS

The present measured values of voltage and current are displayed.

LEVEL A & LEVEL B

The settings of the two LEVEL controls are displayed. The measurement units, which depend upon the selected operating mode, are indicated above the readout.

FREQUENCY & DUTY CYCLE

The left meter displays the frequency of the internal oscillator (in Hz or kHz) and the right meter shows the percentage of each cycle that LEVEL B is active.

SLEW RATE & DROPOUT VOLTAGE

The left meter shows the slew rate setting. The measurement unit, which depends on the selected operating mode, is indicated above the readout and is either per-millisecond or per-second as indicated by a second annunciator.

The right meter shows the dropout voltage setting (below which the load will cease to conduct). This will always be zero in Constant Voltage mode.

Load Mode Switch

The LOAD MODE switch selects the operating mode and range.

Level A and Level B Controls

The two 10-turn controls marked LEVEL A and LEVEL B set the two operating levels, which can be selected by the LEVEL CONTROL switch or the transient signal.

Level Control Switch

The LEVEL CONTROL switch selects the level setting mode.

The LEVEL A and LEVEL B settings select constant operation at the value set on the corresponding LEVEL control.

The TRANSIENT setting enables the internal transient generator. Operation alternates between the LEVEL A and LEVEL B settings at a rate determined by the settings of the FREQUENCY and DUTY (%B) controls. The signal passes through the slew rate generator.

The EXTERNAL TTL setting enables the use of an external oscillator or logic signal (connected to the terminal block on the rear panel) to select the operating level. Operation alternates between the LEVEL A and LEVEL B settings depending on the level of the external signal (logic high selects LEVEL B). Following the selection gate the signal passes through the slew rate generator.

The EXTERNAL VOLTAGE setting enables external analogue voltage control of the load. The signal applied to the rear panel terminal block determines the level setting, with a scaling factor of 4 Volts full scale. The signal passes through the slew rate circuit.

Dropout Voltage

The DROPOUT control sets the voltage level below which the load will cease to conduct current. It does not operate in Constant Voltage mode and has a special effect in Constant Resistance mode.

This setting is also the threshold for the slow start circuit.

Input Enable Switch

Pressing the latching INPUT ENABLE switch enables the load input.

There is also a remote DISABLE INPUT facility available at the terminal block on the rear panel; applying +3 to +5 Volts here will disable the input.

The INPUT ENABLE switch must be released to reset the fault latch if it is tripped.

Input Indicator Lamp

A multi colour lamp indicates the operating state of the unit. It is **off** when the input is disabled. It shows **green** in normal operation, or **orange** if the input is enabled but the power stage is saturated (because there is insufficient voltage for the required current to flow). It shows **red** if a fault condition exists; the INPUT ENABLE switch must be released to reset this condition.

Slow Start

The setting of the SLOW START switch determines the behaviour of the unit when it starts to conduct, either because the INPUT ENABLE switch is pressed while the source voltage is already present, or because the source is switched on after the load is already enabled. If the SLOW START switch is not engaged, the load will conduct the full current immediately (without the control of the slew-rate circuit). If the SLOW START switch is engaged, the load will not conduct any current until the source voltage reaches the dropout voltage setting; it will then ramp up to the LEVEL setting at a rate determined by the settings of the SLEW RATE controls.

Transient Frequency

The FREQUENCY control and the associated three-position range switch set the frequency of the internal oscillator.

Duty Cycle

The setting of the DUTY (% B) control determines the percentage of the oscillator period that the load is at the LEVEL B setting. The duration of the slewing time from the LEVEL A state to the LEVEL B state is included in this value.

Slew Rate

The SLEW RATE control and its associated three-position range switch determine the slope of the transitions from one level setting to the other.

Voltage Sense Select (Rear Panel)

The rear panel VOLTAGE SENSE SELECT switch selects between INT (internal) and EXT (external) sensing of the effective voltage across the load. Note that internal sensing is always used for the power and voltage protection circuits.

Caution: The unit is designed to permit up to 6 Volts difference between internal and external sensing; if this switch is in the EXT sense position, but the terminals are not connected, the unit will not detect the fault condition until the source voltage exceeds this value. This can result in unexpected operation.

This instrument provides a controllable DC load (a power sink) intended for testing all forms of DC power supply including batteries, photo-voltaic cells, turbines and generators as well as electronic power supply units.

New users should first read the Operating Controls section, which gives an overview of the instrument's controls. This section gives detailed information on setting up and using the unit. Application hints and cautions, particularly concerning stability and dynamic behaviour, are given in the Application Notes section later.

Connecting the Load to the Source

The INPUT terminals of the load must be connected to the source to be tested using sufficiently low resistance and low inductance connections. The wiring should be as short and as thick as possible. The front panel terminals may be used for currents up to 30 Amps; for higher currents the rear panel terminals should be used.

The load terminals of the instrument are floating from ground, and may be used at potentials of up to ± 300 Volts from ground. Ensure that all wiring is safely insulated for the working voltage involved.

Voltage Sensing

If the load is to be operated in Constant Current (CI) mode, then external voltage sensing will only be needed if accurate readings are required on the voltage, power or equivalent resistance meters. In all other modes the conductivity of the load depends on the applied voltage, so external sensing is needed for proper accuracy of the load characteristics.

In the interests of stability, high frequency feedback is always taken from the internal sense circuit; this minimises the possibility of phase shifts due to the external wiring affecting the unit. Nevertheless, to avoid impact on the stability margin do not add phase shift in the sensing circuit; in particular, the use of decoupling capacitors should be avoided. If the sensing connections are likely to be subject to RF or magnetic fields, use twisted pair cable with an overall shield. The shield should be grounded or connected to load negative.

Principles of Operation

The normal sequence of operation is to select the LOAD MODE and LEVEL CONTROL mode, set the required operating level and dropout voltage, and then enable the input. If transient operation is required, the second level setting and the slew rate parameters must be set, as well as the frequency and duty cycle of the internal oscillator if it is to be used.

The meters can be used to view the settings before the INPUT is enabled; once the load is conducting the actual Voltage and Current, or the Watts and Ohms calculated from those values, can be read.

All controls except LOAD MODE can be adjusted as required while the input is enabled. Attempting to change the LOAD MODE while the input is enabled will trip the fault latch and cause the input to be disabled until reset.

Load Operating Modes

There are five possible operating modes, selected by the switch marked LOAD MODE; there are two ranges for all modes except Constant Power. The INPUT ENABLE switch should be released before changing modes; if the LOAD MODE switch is moved with the load enabled the fault latch will be tripped.

Constant Current (CI)

In this mode, the LEVEL setting defines a required current and the load seeks to sink this current regardless of the voltage of the source. This mode is not suitable for use with constant current sources as the load will either saturate (if the load setting is greater than the supply setting) or switch off.

If the source cannot supply the current level set then the load will saturate, conducting as much current as possible with a low voltage across its terminals; the front panel lamp will show orange. This condition also occurs while the source is switched off. If the current capability of the source is increased, normal operation will resume.

If the combination of the load current setting and the actual supply voltage exceeds the power dissipation capability of the load, the current value will be reduced in an attempt to keep the power at the permitted limit. If this is not possible, or if the maximum rated voltage is exceeded, the unit will enter the fault state. While the power limiting circuit is active the front panel lamp will show orange.

The dropout voltage capability is active in this mode; if it is not required set the control to 0V. As the voltage falls below the dropout threshold the current reduces rapidly to zero. In this state the front panel lamp shows orange. There is a possibility of instability in the transition region.

Constant Voltage (CV)

In this mode, the LEVEL setting defines a required voltage and the load attempts to sink whatever current is needed to maintain this voltage. If the applied voltage rises, the resistance of the load will fall in attempt to sink more current and pull the voltage down to the required level. This behaviour is that of a shunt regulator (it might be considered as an adjustable Zener diode) and requires the source to have a high impedance. Because of the active feedback within the load the slope resistance is extremely low, and this mode is best used with a true current source.

If the source impedance is too low, the current will rise until the maximum power dissipation limit is reached and the unit will enter the fault state.

The slow start capability can be used, but will result in the load starting to conduct at zero volts; this is the highest current condition, which is probably not the action required. It may be necessary, with some sources, to enable the load with the voltage level set above the output voltage of the source (so no current flows), and then manually decrease the setting until the required voltage is reached.

Constant Power (CP)

In this mode, the load implements the equation $I = W / V$. The LEVEL setting defines the required power, and the unit continuously monitors the source voltage and calculates the current required to obtain the set power dissipation. As the source voltage falls, the demanded current will rise. This action simulates the behaviour of many switch-mode power supplies; it is also useful in checking the characteristics of photovoltaic cells. However, the load is acting as a negative resistance, which can give rise to stability difficulties with some sources.

If the source enters a current limit, the load will saturate with a low terminal voltage while attempting to reach the required power setting by increasing the current. This condition is not recoverable without disabling the load and allowing the source to recover. With most sources this current limited condition will occur at switch-on, so it will normally be necessary to use the slow start facility in constant power mode.

The dropout voltage capability is active in this mode; if it is not required set the control to 0V.

Constant Conductance (CG)

In this mode, the load implements the equation: $I = V * G$. The unit continuously measures the source voltage and calculates the current required to simulate the required conductance. For any given conductance setting, the load current is directly proportional to the applied voltage.

Because the LEVEL controls set conductance, it is easy to get fine adjustment of the setting of low resistance (high conductance) values in this mode. Conversely, Constant Resistance (CR) mode is more convenient for high resistances. When the load is conducting, the WATTS & OHMS position of the METERS switch can be used to view the equivalent resistance value of the load.

The dropout voltage capability is active in this mode; if it is not required set the control to 0V.

Constant Resistance (CR)

In this mode, the load implements the equation $I = (V - V_{\text{dropout}}) / R$. The dropout voltage setting has a special effect in this mode: it acts as an offset to the start of the resistance characteristic. Below the dropout setting, no current passes; above that voltage level, the current rises linearly with a slope defined by the resistance setting. At low resistance settings, the action is similar to a Zener diode with the threshold voltage set by the DROPOUT control and the slope resistance defined by the LEVEL setting.

If the dropout voltage is set to 0V, this mode acts as a normal resistor with the load current directly proportional to the applied voltage.

If the slow start circuit is used in this mode, the load will start at (nearly) zero Ohms and ramp up to the set resistance value. This means that the initial current is higher than the final current, which is probably not the effect required. For this reason the slow start circuit is of little use in this mode; if slow start is required, use Constant Conductance (CG) mode.

Note that high resistance settings on the 400Ω range are primarily intended for use with higher voltage sources (even at 80V the dissipation is only 16W). Small errors in current produce relatively large errors in the effective resistance. The resistance can be adjusted to the required value by using the WATTS & OHMS position of the METERS switch to view the actual effective resistance.

Level Setting

The LEVEL A and LEVEL B controls set the two operating levels, which can be selected by the LEVEL CONTROL switch, the transient generator or an external TTL signal. If only a constant level is required, either may be used. The values can be read by setting the METERS switch to the LEVEL A & LEVEL B position. The measurement units of these readings depend on the operating mode, and are indicated at the top of the display.

Level Control

The LEVEL CONTROL switch provides the options of constant operation at either the LEVEL A or LEVEL B setting, TRANSIENT operation (alternating between the two levels at a rate determined by the internal transient generator), EXTERNAL TTL (alternating between the two levels under the control of a logic signal applied to the rear panel terminals) or EXTERNAL VOLTAGE control (when the operating level is set proportional to a voltage applied to the rear panel terminals). The remote control facilities are described in a later chapter in this manual.

Dropout Voltage

The primary purpose of the DROPOUT Voltage setting is to protect batteries from total discharge. It provides a voltage threshold below which the load will cease to conduct current. The same voltage is also used as the threshold for the slow start circuit. When discharging batteries, set the dropout voltage to the manufacturer's recommended end-of-discharge voltage. If the dropout facility is not required, set the control to 0V (fully counter-clockwise).

Note that if there is any wiring resistance between the source and the voltage sensing point of the load then there will be a soft entry into the dropout condition – as the current starts to fall the series voltage drop reduces, so raising the terminal voltage measured at the load. There is a possibility of instability in this operating condition.

The front panel lamp will show orange when the dropout limit circuit becomes active. A detector on the current monitor output might also be used to detect the operation of the dropout voltage circuit and trigger an external timer.

The dropout voltage facility is not active in Constant Voltage (CV) mode as it is not necessary – if the source voltage falls below the LEVEL setting then the load does not conduct any current. As described above, the Dropout voltage setting has a special effect in Constant Resistance mode.

Slow Start

The purpose of the slow start circuit is to detect the initiation of voltage from the attached source and to ramp the demand of the load up from zero to the final value. The rate of rise is determined by the settings of the SLEW RATE controls. The reference voltage for the voltage detection comparator is the setting of the DROPOUT voltage control.

Note that in Constant Resistance (CR) mode the load will start at (nearly) zero Ohms and ramp up to the final Ohms value. This means that the load initially conducts maximum current; this is often not the effect required, in which case Constant Conductance (CG) mode will be more appropriate.

In Constant Power (CP) mode the slow start facility will usually be needed because of the lock-up condition that can occur at low voltages, if the source does not have sufficient current capability to reach the power level demanded. Calculate the voltage at which the supply has sufficient current capability to achieve the power level setting, and set the dropout voltage to a little above that level.

Input Enable

Once the required operating mode and level settings are established, depress the INPUT ENABLE switch.

Input Enable Indicator

The multi-colour lamp above the INPUT ENABLE switch indicates one of four conditions:

Lamp Off	Input not enabled.
Green	Input enabled and operating normally.
Orange	Input enabled, but the power stages are saturated. Occurs if the source is switched off. Also indicates if the current is below the expected value because of operation of the Voltage Dropout or Power Limit circuits.
Red	A fault condition has occurred and the input has been disabled. This condition will latch until the Input Enable switch is released. The lamp will continue to show red, even with the input disabled, if the fault condition persists.

Power Limit

The unit continuously monitors the internal power dissipation and switches the fans to a higher speed above about 230 Watts.

If the dissipation rises above about 335 Watts, a power limit circuit will come into operation and attempt to reduce the load current to control the dissipation. The unit is then effectively operating in constant power mode, which will change the stability conditions. If the power limit circuit fails to keep the power at a reasonable level (because the source voltage rises as the current falls, for example), the fault latch will be tripped and the load will cease to conduct.

Fault Conditions

The unit detects the following fault conditions:

- Current above about 92 Amps.
- Voltage above about 95 Volts.
- Power in excess of about 350 Watts (that the power limit circuit has not succeeded in controlling).
- Excess Heatsink temperature.
- Excess difference between external and internal voltage sense values.

When any such fault condition occurs, the input is disabled, so the unit will cease to conduct current, and the INPUT lamp on the front panel turns red. This condition is latched until the INPUT ENABLE switch is released, when the lamp will turn off, if the fault condition has been cleared. If the lamp remains red, then the fault is still present and must be either excessive voltage, high heatsink temperature or incorrect sense connections.

The fault detectors for excess current and power have filter networks with a time-constant of a few milliseconds to allow brief transients to be handled.

Transient Operation

The unit includes the capability of generating load transients, which are intended to help in testing the transient response of a source. A transient is a change from one load setting to another, with a defined slew rate between them. The two load settings are defined by the LEVEL A and LEVEL B controls - there is no limitation on which of these levels is the larger. Note that the transient is specified as the two absolute levels, not the difference between them (as is the case with some electronic loads).

Transient operation is available in all operating modes. The load is designed so that the transition between the two levels is a straight line whose slope is determined by the setting of the slew rate controls.

Transients can be timed either by the internal oscillator or by an external TTL signal. It is also possible to use EXTERNAL VOLTAGE mode to generate transients of any required shape by making the external generator produce the required waveform. Note that the external signal still passes through the internal slew rate generator, so appropriate settings need to be made on its front panel controls.

Transient Frequency and Duty Cycle

The frequency of the internal oscillator is set by a three-position range switch and a single-turn variable control, which covers a 100:1 range. The duty cycle can be varied over the range 1% to 99% by a second single-turn control. This percentage is the portion of each repetition spent at the LEVEL B setting, including the transition from LEVEL A to LEVEL B; the transition back to LEVEL A and the time stable at that setting occupy the remainder of the cycle.

These settings can be read on the meters by switching the METERS switch to the FREQ & DUTY % position. The frequency reading (on the left hand meter) may be in Hz or kHz as indicated; the DUTY % reading is always in percent.

Transient operation always starts with the LEVEL A setting. The oscillator starts on the last of three possible events: either the LEVEL CONTROL switch is moved to the TRANSIENT position, or the input is enabled or (if the slow start circuit is active) the source voltage rises above the DROPOUT threshold. The duration of the first LEVEL A condition will be about 3% longer than the normal value.

Note that the time interval represented by the shortest portion of the cycle must be sufficient for the transition defined by the slew rate and level setting controls to occur, otherwise the load will never reach the steady state at the set value. This error condition is discussed below.

Slew Rate

The SLEW RATE control and its associated three-position range switch set the slope of the transitions between the two level settings. When the METERS switch is set to the SLEW & DROPOUT position, the left hand meter indicates the slew rate: the measurement unit of the presently selected mode is indicated above the display, with either the /ms (per millisecond) or /s (per second) annunciator also lit.

The circuit provides a linear transition in the control value of the active mode, so, for example, in Constant Power (CP) mode the slew rate is expressed in Watts per millisecond (or Watts per second at very slow rates). The shape of the current transition is therefore not necessarily linear.

The slew rate setting is applied to all changes in level whether caused by manual adjustment, the transient generator or external voltage control. It is also used to determine the rate of rise when the slow start circuit is triggered.

The bandwidth of the power stages of the load is reduced whenever the slew rate range switch is in the **Lo** position, even if the transient facilities are not being used. This changes the dynamic behaviour of the unit and may improve stability with some difficult combinations of source and load characteristics.

Slew Rate Error Conditions

There is an upper and a lower limit to the slew rate value that can be used in combination with the settings of the other controls. In the top right hand corner of the display area there is an indicator which lights, showing ERR, if either of the circumstances described below arise.

The lower limit is determined by the relationship of level settings, slew rate, frequency and duty cycle. If the transition time (which is the difference in the level settings divided by the slew rate) is longer than the oscillator period times the duty factor, then there is insufficient time for the transition to complete before the oscillator initiates a return to the other level, so the desired level will never be reached. In this case, the indicator flashes ERR.

The upper limit is determined by the minimum transition time of the power stages of the load (which depends on the operating mode – see the specification). If a combination of a fast slew rate and a small change in level imply a transition time shorter than this, then the settling time of the power stage will dominate. In this case the ERR indicator is lit continuously. Note that this indicator assumes an ideal source and optimum interconnections. Further limits on slew rate can be imposed by the output impedance and dynamic characteristics of the source, and by inductance in the connections.

In practice, the dynamic behaviour of a source and load combination at high slew rates depends on many factors, particularly interconnection inductance and the damping factor of feedback loops. In addition, the response of the power stages of the load is slower when operated at very low or high currents, or at low voltages. In many circumstances, a lower slew rate setting will be needed to avoid aberrations.

In Constant Resistance mode, where the current is inversely related to the resistance transition, it is particularly difficult to predict the maximum useful slew rate setting.

Application Notes

This chapter is intended to give helpful information concerning practical applications of the unit. All electronic loads are subject to the impact of source characteristics, interconnection inductance and feedback loop characteristics, and the following sections will assist in understanding the factors involved.

Sources

Batteries are a low impedance source; apart from the possibility of inductance in the interconnecting leads, they are generally easy to use in conjunction with an electronic load. The dropout facility should be used with batteries that can be damaged by total discharge.

Electronic supplies have active feedback networks whose dynamic characteristics often interact with the load. When that load is itself an active network whose dynamic characteristics depend on the nature of the source, it will be apparent that the behaviour of the resulting system can be impossible to predict.

Some common problems:

Constant Power mode has an inherent negative resistance characteristic that can result in oscillation with some source impedances.

Many “constant current” sources based on feedback circuits are only high output impedance at low frequencies. As the frequency increases, the output impedance falls. In fact, such units often have a significant capacitor across the output terminals.

Many supplies have L-C output filters to reduce noise; these introduce extra phase shift into the overall source – load combination and can give rise to instability. If there is no damping across the inductor, a resonant circuit can be formed which allows oscillations to build up to significant amplitude.

When using transient frequencies of a few kHz, it is often possible to excite the natural frequency of the feedback circuit in the supply. This can have unexpected results, in extreme cases leading to destruction.

Sources with asymmetrical characteristics can cause instability; many electronic power supplies can source current to increase their terminal voltage rapidly, but cannot sink current and so can only reduce their terminal voltage slowly. Equally, the load can only sink current and reduce the voltage across its terminals; it relies on the source to pull the voltage up.

Simple supplies have just a transformer, rectifier and a large reservoir capacitor across the output terminals. When fed from standard 50 or 60 Hz mains supplies this capacitor will not be recharged until the peak of the next mains cycle. Such a supply has no pull-up capability between mains cycles.

Wound machines have substantial inductance and slow response times. Transient response testing of such sources should only be attempted at low slew rates.

Inductive sources

If a source has significant inductance, then, whenever the load current falls, a voltage transient will be generated which might exceed the voltage rating of the load. The unit is fitted with varistors designed to absorb non-repetitive transients up to 80 Joules, but repetitive energy up to only 2 watts. If the energy is likely to exceed either limit then some form of external protection must be added, perhaps a catching diode across the inductor itself.

When operating in Constant Power, Conductance or Resistance modes, the conductivity of the load changes as the applied voltage changes; this magnifies the effect of any voltage transients caused by inductance.

Inductive sources also increase the possibility of instability, as discussed below.

Grounding

A scope will often be used to view the voltage and current waveforms, particularly when using the transient capabilities of the load to investigate the behaviour of a source. Take care to select a suitable point to connect the scope ground, as voltage drops on the interconnecting cables (particularly transients caused by inductance) can give misleading results. The Current Monitor Output from the load can be used to avoid multiple grounds, as it provides common mode rejection (as long as the voltage is kept within a few volts of the load negative terminal). If possible, the best ground point is usually the negative terminal of the source.

Note that if the load is used with a source having the positive terminal grounded, then any instrument attached to the Current Monitor output must be fully floating.

Stability

This load is optimised for accuracy under constant load conditions and has high internal feedback. Because of this, the possibility exists for combinations of source, interconnection and load characteristics to give rise to instability. There are three major potential causes: inductance in the wiring between source and load (or an inductive output impedance of the source), capacitance in parallel with the connection between source and load (including an output capacitor within the source) and the characteristics of active feedback circuits within the source.

In Constant Power, Conductance and Resistance modes, the system includes an analogue multiplier used by the load to derive the current requirement from the instantaneous voltage. This adds additional phase shift into the loop. In general, Constant Current mode is the most likely to be stable, but in some cases instability can be avoided by using a different mode. The conditions that affect the dynamic behaviour of the load in transient operation also lead to instability, and some of the suggestions in the sections below may be found helpful.

Remedial Actions

The compensation networks of the power stages in the load are changed when the SLEW RATE RANGE switch is put in the **Lo** position. Even if the transient facilities are not being used, this change in compensation may make the load stable.

If instability arises, observe the voltage waveform across the load with a scope: if at any point the voltage rises above the open circuit emf of the source, then there must be an inductive element present to form a resonant circuit. Some means must be found to insert damping into this circuit. One technique is to use a snubber network (consisting of a capacitor and a resistor in series), across the input terminals of the load. Many electronic loads have such a network built-in; it is omitted from this load to maximise its versatility by offering the minimum possible input capacitance. It can be added externally: values around $2.2\mu\text{F}$ and 5Ω are common; note that this must be a power resistor (capable of handling a few watts) constructed with non-inductive technology – a flat film type is best.

Dynamic Behaviour in Transient Operation

When the transient capabilities of the load are used, the dynamic behaviour of the source and load combination during the transitions depends on similar considerations to those affecting stability: series inductance, shunt capacitance and feedback loop characteristics. Proper operation depends on the load neither saturating nor cutting off at any point in the cycle. The faster the slew rate sought, the more likely it is that aberrations will occur on the transitions.

Because of changes in the transconductance of the FETs, the dynamic behaviour of the power stages changes at both low and high currents, and also at low voltages when the inter-electrode capacitance increases considerably. In general, behaviour is optimum in the middle of the current range (5 to 60 Amps) and at voltages between about 3 volts and 3 volts below the open circuit voltage of the source.

Attempting to achieve a slew rate beyond the capabilities of a source and load combination will result in substantial overshoot and ringing. Reducing the slew rate, sometimes by just a small amount, will improve the response considerably.

Source inductance

Source and interconnection inductance has a major impact on the behaviour of the load: the fundamental characteristic of an inductance is that it resists any change in current. As the current rises, the inductance generates an emf that reduces the voltage across the load, often to the point where the load saturates. Whenever the voltage falls below about 3V the transconductance of the power stage changes considerably, changing the damping factor of the feedback loop, and the dynamic behaviour changes markedly. As the current falls, the inductance generates an emf that increases the voltage across the load terminals; this in turn affects the conductivity of the load in operating modes that are voltage dependent.

Shunt capacitance

The load can only sink current, and can only pull the voltage at its terminals down. The source must pull the voltage up, including providing charging current to any capacitance across the terminals. If the total current available is more than sufficient to charge this capacitance at the slew rate required, then the load will continue to conduct the excess current during the transition. However, if the source cannot charge the capacitor at the required slew rate, then the load will cut-off until the final voltage is reached. There will then be an overshoot before it starts to conduct, followed by a ringing as the source responds.

Source Characteristics

The purpose of transient testing is to examine the behaviour of any feedback loops within the source. If the response of the source is under-damped, then in general the use of an active load will accentuate the effect. This is particularly true in the modes where the load responds to changes in voltage. At particular transient frequencies the load may excite resonances in L-C filters or match the natural frequency of a feedback loop. This can result in considerable reaction from the source.

Implementation

The following sections give a brief description of the way each mode operates, and give some guidance of the effect that has on the application of the load.

Constant Current Mode

The load has two power stages (each a large FET) in parallel; each stage has local current feedback to ensure equal power sharing. Overall current feedback to an earlier stage is used to enhance accuracy. The sensed voltage signal is only used for the meters. Ideally, the operation of the power stages would be independent of the applied voltage, but in practice, both the gain and the inter-electrode capacitance of the FETs vary with operating point, particularly at low voltages (below about 3V) and at low and high currents. This results in slower response and different stability conditions and dynamic behaviour in these regions.

Constant current mode is normally used in conjunction with low impedance power supplies, and is normally quite stable unless there is significant inductance in either the interconnections or the source. The load is designed to support higher current slew rates in Constant Current mode than in all the other modes; this makes it particularly critical to have low inductance connections.

Constant Voltage Mode

Because the power stages of the load are fundamentally a current sink, Constant Voltage mode operates in an entirely different manner to all other modes. The difference between the sensed voltage and the required voltage is applied to an integrator with a short time constant. The output of this integrator (which is, in effect, a guess at the current required) drives the power stages. The operation of this mode depends entirely on feedback action. The transconductance of the load (the change in load current caused by a small change in sensed voltage) is very high, resulting in very high system gain.

Constant Voltage mode is intended for use with true high impedance current sources. The presence of shunt capacitance can form a relaxation oscillator, where the load takes a pulse of current and then cuts off until the source recovers. Asymmetrical sources (those which can only pull up, not down) make this problem worse. Electronic supplies operating in constant current mode often have high impedance only within the bandwidth of a feedback loop. At higher frequencies, a shunt capacitor reduces the output impedance considerably; a combination of this load and such a source is often unstable.

If Constant Voltage mode cannot be made stable, it is possible to use the offsetting capability of Constant Resistance mode. The DROPOUT control is set to the required voltage and the resistance level setting is used to define the slope resistance. Increasing this setting will reduce the gain and perhaps allow stable operation to be obtained.

Constant Power Mode

Constant Power mode is implemented by using an analogue divider to divide the required power by the sensed voltage to calculate the necessary current. The effect of this is to attempt to satisfy a demand for more power by increasing the conductivity of the load and raising the current. Because of source (and wiring) resistance, the terminal voltage will fall as the current rises; provided the power (the product of terminal voltage and current) rises as the current increases then the load will function as expected.

The maximum load power that can be drawn from a given source occurs when its terminal voltage has fallen to half the open circuit voltage. As the current increases beyond this point, the fall in voltage outweighs the increase in current and the power falls. The load then latches into a condition of hard conduction, with maximum current and almost zero voltage: it is attempting to increase the power level by increasing the current, but as the supply is already delivering its maximum current this attempt fails. The only way to recover from this situation is to disable the load input or the source output.

Constant Power mode has the characteristics of a negative resistance (the current increases as the voltage falls) and the possibility always exists of forming a negative resistance oscillator in combination with the output impedance of the source. In practice, constant power mode normally operates well in conjunction with sources designed to supply such a load.

In transient operation, if the source is constant voltage (with low source impedance), then the current will follow the changes in power demand and the response will be very similar to constant current mode. If the source voltage falls as the power demand increases, then the current has to increase more than proportionally and the current slew rate rises; this will limit the maximum useful power slew rate to a setting below the point at which the ERR indicator lights.

Constant Conductance and Resistance Modes

In both these modes, an analogue multiplier-divider is used to derive the current required from the sensed voltage. In Conductance mode the current required is calculated by multiplying the sensed voltage by the required conductance; in Resistance mode the current required is calculated by dividing the difference between the sensed voltage and the dropout voltage setting by the required resistance.

In both cases, the current rises as the applied voltage rises. At equivalent resistance and conductance settings, the path from the voltage sense input through to the power stage is the same, so the two modes will exhibit similar stability characteristics.

In transient operation, the two modes are very different. In Conductance mode, the current required linearly follows the changing conductance value and the behaviour is fundamentally similar to constant current mode. In Resistance mode, the required current is inversely proportional to the linearly changing resistance value, so the resulting current waveform is very non-linear, rising rapidly at the low resistance part of the cycle. This rapid rise accentuates the effect of inductance in the interconnecting leads and can easily lead to bottoming and overshoots. Resistance mode is best used at higher voltages and modest currents.

Zero Volt Operation

Although this unit is designed with very low internal resistance (less than $25\text{m}\Omega$) to enable operation down to low voltages at high currents, there are occasions when a load is needed capable of conducting the full current down to zero voltage. This can be achieved by connecting an external offsetting supply in series with the load (with the opposite polarity). External voltage sensing must be used, with the sense leads connected to the supply under test, outside the series combination of the load and the offsetting supply.

An offset voltage of at least the operating voltage of the load plus any voltage drop in the inter-connections is needed; the maximum permissible voltage is 6 Volts. The offset supply must be capable of providing the full load current and must have a dynamic performance that does not impair the stability of the combination; it should be protected against reverse voltages. If possible, the use of batteries is recommended, but care must be taken to avoid full discharge or reverse current.

Note that the combination of the offsetting supply and the load can apply a reverse voltage to the source under test, so appropriate protection should be provided. It is strongly recommended that a switch, capable of disconnecting the full load current, should be included in the circuit.



The load has a diode across the input terminals that will conduct current if reverse polarity is applied, even if the INPUT ENABLE switch is released.

Multiple Unit Operation

It is possible to operate multiple loads in parallel in Constant Current mode. This will increase both the current handling and power dissipation capability beyond that of a single unit. The connections to the source should be matched as well as possible. Note that, because of the additional feedback loops and inter-connections, stability issues are likely to be more troublesome.

It may also be possible to operate two units in series in Constant Voltage mode, but this should only be used to increase the power dissipation capability, not the voltage handling. The open circuit voltage of the source must not exceed the 80V rating of a single unit. It is, however, very likely that instability will be a problem.

It is not recommended that multiple unit operation be attempted in Constant Power, Resistance or Conductance modes.

Remote Control

Two forms of voltage controlled remote operation are available: EXTERNAL VOLTAGE control, where an analogue voltage defines the demanded level of the chosen operating mode, and EXTERNAL TTL control where an external voltage selects between the level settings of the LEVEL A and LEVEL B front panel controls.

The controlling voltage is applied to the two CONTROL VOLTAGE terminals on the rear panel. Each terminal has an input impedance of nominally 400k Ω to the load negative terminal. A differential line receiver allows common mode voltages up to ± 100 Volts. The common mode rejection is better than -66 dB (50mV at 100V); although it is typically much better than this (-80 dB), the effect on the programmed level can be significant. Consideration should also be given to the return path for the input currents.

Remote Voltage Control

Set the LEVEL MODE switch to EXTERNAL VOLTAGE position. The front panel LEVEL A and LEVEL B controls have no effect. The LOAD MODE switch selects the required operating mode and full scale range. The front panel DROPOUT voltage control setting remains active.

The CONTROL VOLTAGE input has a scaling factor of 4 Volts full-scale. The conversion factors for each mode and range are:

Operating Range	Scale Factor
80 Amps	20 Amps per Volt
8 Amps	2 Amps per Volt
80 Volts	20 Volts per Volt
8 Volts	2 Volts per Volt
320 Watts	80 Watts per Volt
400 Ohms	100 Ohms per Volt
10 Ohms	2.5 Ohms per Volt
1 A/V (Siemens)	0.25 A/V (Siemens) per Volt
40 A/V (Siemens)	10 A/V (Siemens) per Volt

The slew rate circuit and its front panel controls remains in circuit and the required transient waveshape can be obtained by adjusting these settings in combination with the shape of the signal applied to the remote input, subject to the transition time limitations of the load circuit.

Remote Level Select

Set the LEVEL CONTROL switch to the EXTERNAL TTL position. If the external signal applied to the CONTROL VOLTAGE input is below the logic threshold (nominally + 1.5 V) then the level set by the LEVEL A control is active; if the signal is above the threshold then the level set by the LEVEL B control applies. The transitions are defined by the setting of the SLEW RATE controls on the front panel.

Remote Input Disable

This input is provided for remote override of the INPUT ENABLE function of the load. It is available in all operating modes of the instrument. It is a fully floating input to an opto-isolator: apply 3 to 12 volts (observing polarity) to disable the load. The load is only enabled if this signal is absent and the front panel INPUT ENABLE switch is depressed.

Maintenance

The Manufacturers or their agents overseas will provide a repair service for any unit developing a fault. Where owners wish to undertake their own maintenance work, this should only be done by skilled personnel in conjunction with the service manual, which may be purchased directly from the Manufacturers or their agents overseas.

Cleaning

If the instrument requires cleaning use a cloth that is only lightly dampened with water or a mild detergent.

WARNING! TO AVOID ELECTRIC SHOCK, OR DAMAGE TO THE INSTRUMENT, NEVER ALLOW WATER TO GET INSIDE THE CASE. TO AVOID DAMAGE TO THE CASE NEVER CLEAN WITH SOLVENTS.

Calibration

To ensure that the accuracy of the instrument remains within specification the calibration must be checked (and if necessary adjusted) annually. The calibration adjustment procedure is detailed in the service manual.

Fuses

The transformer primary is protected by a non-resetting thermal fuse inside the windings. It can only be replaced by fitting a new transformer.

The secondary circuits are protected by encapsulated fuses soldered to the PSU PCB. Consult the service manual for replacement details.

Cet instrument est de classe de sécurité 1 conforme à la classification IEC et il a été conçu pour satisfaire aux exigences de la norme EN61010-1 (Exigences de sécurité pour les équipements électriques de mesure, de contrôle et d'utilisation en laboratoire). Il s'agit d'un instrument de Catégorie II d'installation devant être exploité depuis une alimentation monophasée standard.

Cet instrument a été testé conformément à la norme EN61010-1 et il a été fourni en tout état de sécurité. Ce manuel d'instructions contient des informations et des avertissements qui doivent être suivis par l'utilisateur afin d'assurer un fonctionnement et un état en toute sécurité.

Cet instrument a été conçu pour être utilisé en intérieur, en environnement de pollution de deuxième degré (Pollution degree 2) à des plages de températures de 5°C à 40°C, et à des taux d'humidité compris entre 20% et 80% (sans condensation). Il peut être soumis de temps à autre à des températures comprises entre +5°C et -10°C sans dégradation de sa sécurité. Ne pas l'utiliser en conditions de condensation.

Toute utilisation de cet instrument de manière non spécifiée par ces instructions risque d'affecter sa protection de sécurité. **L'unité n'a pas de fusible dans le circuit de charge : s'assurer que le courant maximal d'erreur éventuelle est limité à un niveau non dangereux.**

Ne pas utiliser l'instrument hors des plages de tension d'alimentation nominale recommandées ni hors de ses tolérances d'environnement.

AVERTISSEMENT ! CET INSTRUMENT DOIT ETRE RELIE A LA TERRE

Toute interruption du conducteur de la terre du secteur à l'intérieur ou à l'extérieur de l'instrument rendra l'instrument dangereux. Il est absolument interdit de priver intentionnellement l'instrument de son branchement à la terre. La sécurité de l'instrument ne doit pas être annulée par l'utilisation de rallonge sans conducteur de protection.

Lorsque l'instrument est relié au secteur, il est possible que les bornes soient sous tension : l'ouverture des couvercles ou la dépose de pièces (à l'exception des pièces accessibles manuellement) risque de mettre à découvert des pièces sous tension. L'instrument doit être débranché du secteur et de toute source d'alimentation avant tout réglage, remplacement, travaux d'entretien ou de réparations.

Eviter dans la mesure du possible d'effectuer des réglages, travaux de réparations ou d'entretien lorsque l'instrument ouvert est branché au secteur. Si cela s'avère toutefois indispensable, seul un technicien compétent connaissant les risques encourus doit effectuer ce genre de travaux.

S'il est évident que l'instrument est défectueux, qu'il a été soumis à des dégâts mécaniques, à une humidité excessive ou à une corrosion chimique, la protection de sécurité est affaiblie : l'instrument doit être retiré de l'exploitation et renvoyé vérifications et de réparations.

L'instrument contient à la fois des fusibles encapsulés et des fusibles thermiques sans réenclenchement ; ceux-ci ne peuvent pas être remplacés par l'utilisateur. Le court-circuitage de ces dispositifs de protection est interdit.

Ne jamais humidifier l'instrument lors du nettoyage.

Les symboles suivants se trouvent sur l'instrument, ainsi que dans ce manuel.



ATTENTION - se référer à la documentation ci-jointe; toute utilisation incorrecte risque d'endommager l'appareil.



courant alternatif (c.a.)



alimentation secteur OFF (éteinte)



alimentation secteur ON (allumée)

Tension de Fonctionnement Secteur

La tension de fonctionnement de l'instrument est indiquée sur le panneau arrière. S'il s'avère nécessaire de changer la gamme opérationnelle de 230 V à 115 V ou réciproquement, procéder de la manière suivante :

1. Débrancher l'instrument de toutes les sources de tension.
2. Enlever les vis qui retiennent le boîtier supérieur au châssis et retirer ce dernier.
3. Débrancher l'unité et soutenir le poids de l'alimentation électrique PCB tout en retirant les six vis qui la fixe au châssis. Laisser les piliers attachés au PCB.
4. Installer les clés en alliage fusible (le long du transformateur) pour la tension de fonctionnement requise :

 Pour exploitation sur 230 V, uniquement LK1

 Pour exploitation sur 115 V, installer LK2 et LK3 et pas LK1.

Ces liaisons peuvent être soit des fils de cuivre étamé ou des résistances zéro-ohm.

5. Réinstaller l'alimentation électrique PCB sur le châssis en vous assurant que les fils ne sont pas coincés. Vérifiez que tous les câbles sont connectés correctement.
6. Replacer le capot supérieur.
7. Pour respecter les exigences standards de sécurité, la tension de fonctionnement mentionnée sur le panneau arrière doit être modifiée pour montrer le nouveau réglage de la tension.

Fusibles

Cet instrument ne comprend aucun fusible pouvant être remplacé par l'utilisateur.

Fil secteur

Lorsqu'un fil secteur à trois conducteurs avec extrémités dénudées est fourni, il faut le connecter de la manière suivante :

Marron	-	Secteur sous tension
Bleu	-	Secteur neutre
Vert/Jaune	-	Terre

AVERTISSEMENT ! CET INSTRUMENT DOIT ETRE RELIE A LA TERRE

Toute interruption du conducteur de terre à l'intérieur ou à l'extérieur de l'instrument rendra l'appareil dangereux. Toute interruption intentionnelle est interdite.

Montage

Cet instrument est adapté pour être utilisé sur banc ou sur châssis. Il est livré avec des pieds pour être monté sur un banc. Les pieds avants comprennent une béquille pour obtenir un angle optimal du panneau.

Un kit pour le montage en rack d'un ou de deux de ces appareils de hauteur 3U de demi-largeur est disponible chez les fabricants ou leurs agents à l'étranger : une pièce d'obturation est également disponible pour les positions non utilisées sur le rack.

Ventilation

L'unité est refroidie par deux ventilateurs qui ventilent à l'arrière. Prendre soin de ne pas obstruer les entrées d'air des panneaux supérieur, latéraux ou inférieur ou la sortie à l'arrière. Dans les situations montées sur rack, laisser suffisamment d'espace autour de l'instrument et/ou utiliser un ventilateur pour un refroidissement forcé.

Si un gainage est appliqué à l'évacuation d'air, une extraction supplémentaire est requise.

Connexions du panneau avant

Entrée de charge

Les borniers d'INPUT pour le circuit de charge sur le panneau avant acceptent des broches de 4 mm, fil de 4 mm de diamètre ou broches dans le transversal ou cosses rectangulaires $\frac{1}{4}$ de pouce (avec une largeur maximale de cosse de $\frac{1}{2}$ pouce). Leur tension maximale est de 30 Amps. Pour des tensions plus élevées (ou résistance de circuit plus faible), utiliser les bornes du panneau arrière, ne pas les utiliser en même temps.

Le circuit de charge est isolé de la terre et des potentiels allant jusqu'à ± 300 Volts à la terre sont autorisés mais il est essentiel de respecter une pratique d'isolation sécurisée.



Assurez-vous que la source est connectée à la polarité adéquate.
La tension maximale dans ces bornes est de 30 Amps.
La tension maximale autorisée à travers la charge est de 80 Volts.

L'unité n'a pas de fusible dans le circuit de charge : s'assurer que le courant maximal d'erreur éventuelle est limité à un niveau non dangereux.

Sortie courant Moniteur

Les bornes du moniteur fournissent une tension proportionnelle à la charge de courant sortant avec un facteur de 50 mV par Amp (4 Volts pour 80 Amps de crête) L'impédance de sortie est de 600Ω et le calibrage assume une charge d'impédance élevée.



Un conducteur différentiel permet un calibre en mode commun de ± 3 Volts entre la borne négative du terminal et la charge négative du terminal. La sortie sera inexacte (et l'unité pourra être endommagée) si des tensions supérieures sont appliquées.

Connexions panneau arrière

Entrée de charge

Les bornes d'INPUT pour le circuit de charge sur le panneau arrière acceptent des broches de 4 mm (broches de 4 mm ne supporteront que 32 Amps), fil de 6 mm de diamètre ou broches dans le transversal ou cosses rectangulaires de 8 mm (avec une largeur maximale de cosse de 16 mm).

L'installation de câblage et de connexion doit être en mesure de supporter le courant requis ; pour 50 Amps, un câble de 16 mm^2 est nécessaire.

Le circuit de charge est isolé de la terre et des potentiels allant jusqu'à ± 300 Volts à la terre sont autorisés mais il est essentiel de respecter une pratique d'isolation sécurisée.



Assurez-vous que la source est connectée à la polarité adéquate.
La tension maximale dans ces bornes est de 80 Amps.
La tension maximale autorisée à travers la charge est de 80 Volts.

L'unité n'a pas de fusible dans le circuit de charge : s'assurer que le courant maximal d'erreur éventuelle est limité à un niveau non dangereux.

Borniers

Toutes les autres connexions du panneau arrière sont faites via les borniers sans vis. Pour effectuer des connexions sur les borniers, utiliser un tournevis plat pour appuyer sur l'actionneur orange à ressort vers l'intérieur pour ouvrir l'attache fil : insérer l'extrémité du fil complètement dans le trou et relâcher l'actionneur. S'assurer que le fil est correctement pincé. Prendre soin de respecter la polarité mentionnée.

Sortie courant Moniteur

La paire supérieure de bornes, marquées CURRENT MONITOR, fournit la sortie courant Moniteur. Elles sont câblées en parallèle avec les culots du panneau avant (voir ci-dessus).

Entrée contrôle à distance

Les bornes de CONTROL tension (contrôle du courant) sont utilisées dans deux modes opératoires de l'instrument (comme sélectionné par l'interrupteur LEVEL CONTROL (contrôle niveau) du panneau avant) :

En mode EXTERNAL tension (courant externe), un signal analogue appliqué ici détermine le niveau de la charge, l'échelle est de 4 volts pleine échelle.

En mode EXTERNAL TTL, un signal logique appliqué ici sélectionne soit le réglage LEVEL A (niveau A) ou le réglage LEVEL B (niveau B) (état logique). Le seuil de commutation est supposé de +1,5 V.



Ces bornes toléreront une tension en mode commun allant jusqu'à ± 100 Volts relatifs à la borne négative de l'entrée de la charge. L'impédance d'entrée est de $400\text{k}\Omega$ depuis chaque borne vers la charge négative, ainsi une tension en mode courant passera.

These terminals will tolerate a common mode voltage of up to ± 100 Volts relative to the load negative terminal; they are not galvanically isolated and a common mode current will flow.

Entrée de détection de tension externe

Pour éviter des erreurs de sens de courant de la source provoquées par des chutes de tension dans les câbles à haute tension, connecter les bornes EXTERNAL SENSE (sens externe) au circuit externe à l'endroit où la tension a besoin d'être mesurée (normalement aux bornes de sortie de la source testée). Faire passer l'interrupteur à glissière VOLTAGE SENSE SELECT (de sélection du sens du tension) dans la position EXT.



Assurez-vous que la source est connectée à la polarité adéquate. Ces bornes ne doivent être connectées à aucune autre tension que la source connectée à l'entrée de charge.

Entrée de mise hors tension à distance

Appliquer de +3V à + 5V aux bornes DISABLE INPUT pour couper l'entrée de charge, elles sont l'entrée vers un coupleur et sont isolées galvaniquement des autres bornes. Le courant d'entrée est inférieur à 2,5 mA à 5 V. L'interrupteur INPUT ENABLE sur le panneau avant doit également être enfoncé pour que l'unité fonctionne.

Sortie synchronisée oscilateur


Le SYNC OUTPUT est une sortie collecteur ouverte ou un coupleur optique actionné par le signal d'un oscilateur interne, il est galvaniquement isolé de toutes les autres bornes. Une résistance de polarisation à l'alimentation adaptée et une alimentation correcte (par ex. $4,7\text{k}\Omega$ à +5V) sont nécessaires pour générer un signal utilisable qui pourrait être utilisé pour déclencher un oscilloscope. Une résistance en série de protection de $1\text{k}\Omega$ est présente.

Contrôle de fonctionnement

Ce chapitre du manuel est une brève introduction aux dispositifs de contrôle de l'instrument et est destiné à être lu avant d'utiliser la charge pour la première fois.

Dans le présent manuel, les contrôles et connexions du panneau avant sont mentionnés en lettres majuscules, par ex. LEVEL CONTROL (contrôle niveau).

Allumer, Mettre le générateur sur On/off

L'interrupteur linéaire POWER  se trouve en bas sur la gauche du panneau avant. Avant d'appuyer sur (I), vérifier que la tension de fonctionnement en ligne de l'unité (indiquée sur le panneau arrière) est adaptée à l'approvisionnement local et que l'interrupteur INPUT ENABLE est dans la position relâchée (Off).

Allumer (I), vous deviez entendre démarrer le ventilateur et l'affichage mesureur devrait s'allumer.

Attention : Si, pendant le fonctionnement du chargeur (l'interrupteur INPUT ENABLE est enfoncé), la ligne d'alimentation est déconnectée et reconnectée, l'instrument redémarrera et conduira du courant de charge (sauf si une condition transitoire provoque un déclenchement du verrouillage défectueux) .

Dosage

Les doseurs à deux fois 4 chiffres ont des fonctions multiples dépendant du réglage de l'interrupteur METERS à l'extrémité supérieure droite du panneau. Les combinaisons suivantes sont disponibles :

WATTS & OHMS

La puissance de charge et la résistance équivalente sont affichées. Ces valeurs sont calculées au départ des valeurs actuelles mesurées de tension et courant.

VOLTS & AMPS

Les valeurs actuelles mesurées de tension et courant sont affichées.

LEVEL A & LEVEL B (niveau A & niveau B)

Le réglage des deux contrôles LEVEL (niveau) est affiché. Les unités de mesure qui dépendent du mode de fonctionnement sélectionné sont indiquées au-dessus de la lecture.

FREQUENCY & DUTY CYCLE (Fréquence et cycle de service)

Le compteur de gauche affiche la fréquence de l'oscillateur interne (en Hz ou kHz) et le compteur de droite affiche le pourcentage de chaque cycle durant lequel LEVEL B est actif.

SLEW & DROPOUT (vitesse de balayage et tension de mise au repos)

Le compteur de gauche affiche le réglage de la vitesse de balayage. Les unités de mesure qui dépendent du mode de fonctionnement sélectionné sont indiquées au-dessus de la lecture soit par milliseconde ou par seconde comme indiqué par un second annonceur.

Le compteur de droite indique le réglage de mise au repos (en dessous duquel la charge cessera de fonctionner). Ce sera toujours zéro en mode Tension constante.

Interrupteur de mode charge

L'interrupteur de LOAD MODE (mode charge) sélectionne le mode de fonctionnement et sa portée.

Contrôles LEVEL A & LEVEL B (niveau A & niveau B)

Les deux contrôles 10 tours marqués LEVEL A et LEVEL B règlent les deux niveaux de fonctionnement, qui peuvent être sélectionnés par l'interrupteur de LEVEL CONTROL (contrôle niveau) sur le signal transitoire.

Interrupteur de contrôle niveau

L'interrupteur de LEVEL CONTROL (contrôle niveau) sélectionne le mode de réglage du niveau.

Les réglages LEVEL A et LEVEL B sélectionnent le fonctionnement constant à une valeur réglée sur le contrôle LEVEL correspondant.

Le réglage TRANSIENT (transitoire) démarre le générateur transitoire. Le fonctionnement oscille entre le LEVEL A et le LEVEL B à un taux déterminé par les réglages des contrôles de la FREQUENCY (fréquence) et DUTY (service) (%B) Le signal passe à travers le générateur de vitesse de balayage.

Le réglage EXTERNAL TTL permet l'utilisation d'un oscillateur externe ou signal logique (connecté au bloc de bornes sur le panneau arrière) pour sélectionner le niveau de fonctionnement. Le fonctionnement oscille entre le LEVEL A et le LEVEL B suivant le niveau du signal externe (logique élevée sélectionne LEVEL B) Suivant la porte logique sélectionnée, le signal passe au travers du générateur de vitesse de balayage.

Le EXTERNAL VOLTAGE (tension externe) permet un contrôle de la tension analogique externe du chargeur. Le signal appliqué au bornier du panneau arrière détermine le réglage du palier avec un facteur d'échelle de 4 volts pleine échelle. Le signal traverse le circuit de vitesse de balayage.

Tension de mise au repos

Le contrôle de mise au repos règle le niveau de tension en dessous duquel la charge cessera de fonctionner. Il ne fonctionne pas en mode Tension constante et a un effet spécial en mode Résistance constante.

Ce réglage est aussi le seuil pour le circuit à démarrage lent.

Interrupteur d'entrée

Appuyer sur le commutateur d'arrêt permet de lancer l'entrée de charge.

Un dispositif à distance de DISABLE INPUT est également disponible sur le bornier du panneau arrière ; en appliquant +3 à +5 Volts on peut bloquer l'entrée.

Le commutateur INPUT ENABLE doit être relâché pour réinitialiser le verrouillage défectueux (s'il est déclenché).

Lampe indicatrice d'entrée

Une lampe multicolore indique l'état de fonctionnement de l'unité. Elle est off (éteinte) quand l'entrée est impossible. Elle devient **verte** pendant le fonctionnement normal ou **orange** si l'entrée est stoppée mais que l'état de puissance est saturé (la tension est suffisante pour permettre le passage du courant requis) Elle passe au **rouge** si une situation de faute se présente, le commutateur INPUT ENABLE doit être relâché pour réinitialiser cette situation.

Démarrage lent

Le réglage du commutateur SLOW START détermine le comportement de l'unité quand elle commence à devenir conductrice, soit parce que le commutateur INPUT ENABLE est enfoncé alors que la tension source est déjà présente, ou parce que la source est allumée après mise en route du chargeur. Si le commutateur SLOW START n'est pas engagé, la charge conduira tout le courant immédiatement (sans le contrôle du circuit de vitesse de balayage). Si le commutateur de SLOW START est engagé, la charge ne conduira pas de courant tant que la tension source n'a pas atteint le réglage de tension de mise au repos ; il va alors accélérer jusqu'au réglage LEVEL à un taux déterminé par le réglage des contrôles SLEW RATE.

Fréquence transitoire

Le contrôle de FREQUENCY (fréquence) et le commutateur à trois positions règle la fréquence de l'oscillateur interne.

Cycle de service

Le réglage du contrôle DUTY (%B) détermine le pourcentage de la période de l'oscillateur quand la charge est au réglage LEVEL B. La durée du temps de balayage de l'état LEVEL A à l'état LEVEL B est incluse dans cette valeur.

Vitesse de balayage

Le contrôle SLEW RATE (vitesse de balayage) et son commutateur associé à trois positions déterminent la pente de la transition d'un niveau de réglage à un autre.

Sélection du sens de tension (panneau arrière)

Le commutateur VOLTAGE SENSE SELECT sur le panneau arrière sélectionne entre la détection INT (interne) et EXT (externe) de la tension effective à travers la charge. Noter que la détection interne est toujours utilisée pour les circuits de protection de tension et de puissance.

Attention : L'unité est conçue pour permettre une différence allant jusqu'à 6 Volts entre la détection interne et externe ; si ce commutateur est dans la position détection EXT, mais les bornes ne sont pas connectées, l'unité ne détectera la situation fautive que quand la tension source dépassera cette valeur. Cela peut entraîner une opération inattendue.

Fonctionnement

Cet instrument fournit un chargeur CC contrôlable (un collecteur de tension) destiné à tester toutes les formes d'alimentation électrique CC y compris les batteries, les cellules photovoltaïques, turbines et générateurs ainsi que les unités d'alimentation électronique.

Les nouveaux utilisateurs devraient tout d'abord lire le chapitre concernant les Contrôles de fonctionnement, qui donnent un aperçu des dispositifs de contrôle de l'instrument. Le présent chapitre donne des informations détaillées sur le réglage et l'utilisation de l'unité. Les précautions et dangers d'utilisation, en particulier en matière de stabilité et de comportement dynamique sont mentionnés dans le chapitre Notes de fonctionnement plus loin dans ce manuel.

Connecter la charge à la source

Les bornes d'INPUT (entrée) du chargeur doivent être connectées à la source à tester en utilisant une résistance suffisamment faible et des connexions à faible induction. Le câblage devrait être aussi court et épais que possible. Les bornes du panneau avant peuvent être utilisées pour des courants allant jusqu'à 30 Amps ; pour des courants plus élevés, il convient d'utiliser le panneau arrière.

Les bornes du chargeur de l'instrument sont flottantes par rapport à la terre et peuvent être utilisées à des potentiels allant jusqu'à ± 300 Volts de la terre. Assurez-vous que tous les fils sont correctement isolés pour la tension de travail impliquée.

Détection tension

Si la charge doit fonctionner en mode Courant Constant (CI), alors la détection de la tension externe sera uniquement nécessaire si des lectures précises sont prévues sur les compteurs de résistance équivalente, puissance ou tension. Dans tous les autres modes, la conductivité du chargeur dépend de la tension appliquée, dès lors la détection externe est nécessaire pour une précision adéquate des caractéristiques du chargeur.

Dans l'intérêt de la stabilité, une rétroaction divergente de haute fréquence est toujours prise sur le circuit de détection interne ; cela réduit la possibilité d'inversions de phase due à un câble externe affectant l'unité. Néanmoins, pour éviter l'impact sur la marge de stabilité, ne pas ajouter d'inversion de phase dans le circuit de détection, il convient en particulier d'éviter l'utilisation de condensateurs de découplage. Si les connexions de détection sont susceptibles d'être sujettes aux champs magnétiques ou RF, utiliser des câbles à paire torsadée avec une protection intégrale. Le blindage devrait toujours être lié à la terre ou relié au négatif du chargeur.

Principes de fonctionnement

La séquence normale de fonctionnement consiste à sélectionner les modes LOAD MODE et LEVEL CONTROL pour régler le palier de fonctionnement souhaité et la tension de mise au repos et ensuite permettre l'entrée. Si l'opération transitoire est requise, les paramètres de réglage de deuxième niveau et de vitesse de balayage doivent être réglés, ainsi que la fréquence et le cycle de service de l'oscillateur interne s'il doit être utilisé.

Les compteurs peuvent être utilisés pour visualiser les réglages avant que l'INPUT ne soit autorisé ; une fois que la charge commence à être conductrice, les Watts et Ohms calculés au départ de ces valeurs peuvent être lus.

Tous les contrôles à l'exception de LOAD MODE peuvent être réglés quand l'entrée est opérationnelle. Tenter de modifier le LOAD MODE quand l'entrée est active déclenchera le verrouillage d'erreur et provoquera l'arrêt de l'entrée jusqu'à réinitialisation.

Modes de fonctionnement Chargeur

Cinq modes de fonctionnement possibles existent, sélectionnés par l'interrupteur LOAD MODE ; deux portées sont disponibles pour tous les modes à l'exception du Puissance constante. L'interrupteur INPUT ENABLE doit être relâché avant de changer de mode, si l'interrupteur LOAD MODE est déplacé quand la charge est opérationnelle, le verrouillage d'erreur va se déclencher.

Courant Constant (CI)

Dans ce mode, le réglage LEVEL définit un courant requis et la charge essaye de contrôler ce courant quelle que soit l'intensité de la source. Ce mode n'est pas adapté pour une utilisation avec des sources de courant constant car soit la charge va saturer (si le réglage du chargeur est plus élevé que le réglage de l'alimentation) ou se déconnecter.

Si la source ne peut pas approvisionner le niveau de courant réglé quand la charge va saturer, en conduisant autant de courant que possible à faible tension à travers ses bornes, la lampe du panneau avant va passer à l'orange. Cette condition se présente également si la source est déconnectée. Si la capacité réelle de la source est augmentée, le fonctionnement normal reprendra.

Si la combinaison du réglage du courant du chargeur et la tension réelle d'alimentation dépasse la capacité de dissipation de puissance du chargeur, la valeur réelle sera réduite pour tenter de conserver la puissance dans la limite autorisée. Si ce n'est pas possible ou si la tension maximale est dépassée, l'unité se mettra en état de faute. Pendant que le circuit de limitation de la puissance est actif, la lampe du panneau avant est orange.

La capacité de tension de mise au repos est active dans ce mode, si ce n'est pas obligatoire, réglez le contrôle sur 0V. Quand la tension tombe en dessous du seuil de mise au repos, le courant revient rapidement à zéro. Dans cet état, la lampe du panneau avant est orange. On peut assister à une instabilité dans la région de transition.

Tension constante (TC)

Dans ce mode, le réglage LEVEL définit un courant requis et la charge essaye de prendre le contrôle quel que soit le courant nécessaire pour conserver cette tension. Si la tension appliquée augmente, la résistance de la charge va tomber dans une tentative pour contrôler plus de courant et faire diminuer la tension au niveau requis. Ce comportement est celui d'un stabilisateur en dérivation (il peut être considéré comme une diode Zener et exige que la source ait une haute impédance. En raison de la rétroaction dans la charge la résistance apparente est extrêmement faible et il est préférable d'utiliser ce mode avec une source de courant réelle.

Si l'impédance de la source est trop faible, le courant va monter jusqu'à la limite maximale de dissipation de la puissance et l'unité va se mettre en sécurité.

La capacité de démarrage lent peut être utilisée mais elle va avoir pour conséquence que la charge va commencer à être conductrice à partir de zéro volts ; il s'agit de la condition de courant la plus élevée, ce qui n'est probablement pas l'action requise. Il peut s'avérer nécessaire, avec certaines sources, de rendre la charge opérationnelle avec un niveau de tension réglé au-dessus de la tension de sortie de la source (ainsi aucun courant ne passe) et de réduire ensuite manuellement le réglage jusqu'à obtention de la tension désirée.

Puissance constante (PC)

Dans ce mode, la charge implémente l'équation $I = W / V$. Le réglage LEVEL définit la puissance nécessaire et l'unité surveille en permanence la tension de la source et calcule le courant requis pour obtenir la dissipation de puissance réglée. Quand la tension de la source tombe, le courant demandé augmente. Cette action simule le comportement de bon nombre de commutateurs d'alimentation électrique ; elle est également utile pour contrôler les caractéristiques des cellules photovoltaïques. Cependant, la charge agit comme une résistance négative, ce qui peut engendrer des difficultés de stabilité avec certaines sources.

Si la source entre dans une limite de courant, la charge va saturer avec une tension faible à la borne tout en essayant d'atteindre la puissance réglée requise en augmentant le courant. Cette condition n'est pas récupérable sans mettre hors service la charge pour permettre à la source de récupérer. Avec la plupart des sources, la condition limitée du courant se produira lors de l'allumage, il sera de ce fait normalement nécessaire d'utiliser l'équipement de démarrage lent en mode puissance constante.

La capacité de tension de mise au repos est active dans ce mode, si ce n'est pas obligatoire, réglez le contrôle sur 0V.

Conductance constante (CC)

Dans ce mode, la charge implémente l'équation : $I = V * G$. L'unité mesure en permanence la tension source et calcule le courant requis pour simuler la conductance requise. Pour tout réglage de conductance donné, le courant du testeur de charge est directement proportionnel à la tension appliquée.

Comme les contrôles LEVEL règlent la conductance, il est aisé d'obtenir un ajustement fin du réglage des valeurs de résistance faible (conductance élevée) dans ce mode. Inversement, le mode résistance constante (CR) est plus pratique pour les hautes résistances. Quand la charge est en mode conduction, la position des WATTS & OHMS du commutateur METERS (compteurs) peut être utilisée pour visualiser la valeur de résistance équivalente du chargeur.

La capacité de tension de mise au repos est active dans ce mode, si ce n'est pas obligatoire, réglez le contrôle sur 0V.

Résistance constante (RC)

Dans ce mode, la charge implémente l'équation $I = (V - V_{\text{dropout}}) / R$. Le réglage de la tension de mise au repos a un effet spécial dans ce mode. Il agit comme un décalage pour le démarrage de la caractéristique résistance. En dessous du réglage de mise au courant, aucun courant ne passe ; au-dessus du niveau de tension, le courant augmente de manière linéaire avec une pente définie par le réglage de la résistance. A de bas réglages de résistance, l'action est similaire à elle d'une diode Zener avec un seuil de tension réglé par le contrôle DROPOUT et la résistance apparente définie par le réglage LEVEL.

Si la tension de mise au repos est réglée sur 0V, ce mode agit comme un transistor normal avec un courant de charge directement proportionnel à la tension appliquée.

Si le circuit à démarrage lent est utilisé dans ce mode, la charge démarrera à (presque) zéro Ohms et montera jusqu'à la valeur de résistance réglée. Cela signifie que le courant initial est plus élevé que le courant final, ce qui n'est certainement pas l'effet souhaité. C'est pour cette raison que le circuit à démarrage lent est de peu d'utilité dans ce mode ; si un démarrage lent est nécessaire, utiliser le mode Conductance constante (CG).

Notez que les réglages haute résistance sur la gamme des 400Ω sont tout d'abord conçus pour être utilisés avec des sources à tension plus élevée (même à 80 V, la dissipation est uniquement de 16 W). Des petites erreurs dans le courant produisent des erreurs relativement importantes dans la résistance effective. La résistance peut être ajustée à la valeur requise en utilisant la position des WATTS & OHMS du commutateur METERS (compteurs) pour visualiser la valeur de résistance effective réelle.

Réglage niveau

Les contrôles LEVEL A et LEVEL B règlent les deux niveaux de fonctionnement, qui peuvent être sélectionnés par l'interrupteur de LEVEL CONTROL (contrôle niveau), le générateur transitoire ou un signal TTL externe. Si seul un niveau constant est nécessaire, les deux peuvent être utilisés. Les valeurs peuvent être lues en réglant le commutateur METERS sur la position LEVEL A & LEVEL B. Les unités de mesure de ces lectures qui dépendent du mode de fonctionnement sélectionné sont indiquées au-dessus de la lecture.

Contrôle niveau

Le commutateur LEVEL CONTROL (contrôle niveau) fournit les options de fonctionnement permanent au réglage LEVEL A ou LEVEL B, fonctionnement TRANSIENT (alternant entre les deux niveaux à un taux déterminé par le générateur transitoire interne), EXTERNAL TTL (alternant entre les deux niveaux sous le contrôle d'un signal logique appliqué aux bornes du panneau arrière) ou contrôle EXTERNAL VOLTAGE (quand le niveau de fonctionnement est réglé proportionnellement à la tension appliquée aux bornes du panneau arrière). Les dispositifs de contrôle à distance sont décrits dans un chapitre ultérieur du présent manuel.

Tension de mise au repos

Le but premier du réglage DROPOUT est de protéger les batteries de la décharge totale. Il fournit un niveau de tension en dessous duquel la charge cessera de fonctionner. Une tension identique est aussi le seuil pour le circuit à démarrage lent. Quand les batteries sont déchargées, régler la tension de mise au repos sur la tension de fin de décharge recommandée par le fabricant. Si on peut se passer de l'utilitaire de mise au repos, réglez le contrôle sur 0V (entièrement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre).

Noter que si une résistance câblée existe entre la source et le point de détection de la tension du chargeur, alors il y aura une entrée douce en condition de mise au repos – quand le courant commence à diminuer, la chute de tension en série se réduit, élevant de cette manière la tension de borne mesurée sur la charge. On peut assister à une instabilité lors de cette opération.

Pendant que le circuit de limitation de la mise au repos est actif, la lampe du panneau avant est orange. Un détecteur sur la sortie courant peut également être utilisé pour détecter le fonctionnement du circuit de mise au repos de tension et déclencher une minuterie externe.

Le dispositif de mise au repos de tension n'est pas actif en mode tension constante (CV) car pas nécessaire – si la tension source tombe en dessous du réglage LEVEL, la charge ne conduit aucun courant. Comme décrit plus haut, le réglage de tension de mise au repos a un effet particulier en mode résistance constante.

Démarrage lent

Le but du circuit de démarrage lent est de détecter l'initiation d'une tension de la source annexée et d'élever la demande du chargeur de zéro à la valeur finale. Le taux d'augmentation est déterminé par le réglage des contrôles SLEW RATE (vitesse de balayage). La tension de référence pour le comparateur de détection de tension est le contrôle de tension DROPOUT.

Notez qu'en mode résistance constante (CR), la charge démarrera à (presque) zéro Ohms et montera jusqu'à la valeur Ohms finale. Cela signifie que la charge conduit initialement un courant maximum, ce n'est pas souvent l'effet recherché et dans ce cas le mode conductance constante (CG) sera plus approprié.

En mode Puissance constante (CP) l'utilitaire de démarrage lent sera d'habitude nécessaire à cause de la condition de verrouillage qui peut se produire à faibles tensions, si la source n'a pas suffisamment de capacité de courant pour atteindre le niveau de puissance demandé. Calculer la tension à laquelle l'alimentation a une capacité de courant suffisante pour atteindre le réglage du niveau de puissance et régler la tension de mise au repos un petit peu au-dessus de ce niveau.

Mise sous tension entrée

Quand le mode de fonctionnement requis et les réglages de niveau sont établis, basculer le commutateur INPUT ENABLE (mise sous tension entrée).

Indicateur de mise sous tension

La lampe multicolore au-dessus du commutateur INPUT ENABLE indique une des quatre conditions suivantes :

Lampe éteinte	Pas de mise sous tension.
Verte	Mise sous tension et fonctionnement normal.
Orange	Mise sous tension mais les étages de puissance sont saturés. Cette condition se présente si la source est déconnectée. Indique également si le courant est en dessous de la valeur escomptée à cause de la tension de mise au repos ou des circuits de limitation de puissance.
Rouge	Une situation d'erreur s'est produite et l'entrée a été mise hors tension. Cette condition verrouillera le dispositif jusqu'à ce que le commutateur de mise sous tension soit relâché. La lampe continuera à être rouge, même après mise hors tension si la condition de faute persiste.

Limite de puissance

L'unité surveille en permanence la dissipation de la puissance interne et commute les ventilateurs à une vitesse supérieure au-dessus de 230 Watts.

Si la dissipation monte au-dessus de 335 Watts, un circuit de limitation de puissance va se mettre en action et tenter de réduire le courant du testeur de charge pour contrôler la dissipation. L'unité fonctionne alors effectivement en mode puissance constante, ce qui modifiera les conditions de stabilité. Si le circuit de limite de puissance ne réussit pas à maintenir la puissance à un niveau raisonnable (car la tension source augmente quand le courant tombe, par exemple) le verrou d'erreur va s'enclencher et la charge va cesser de fonctionner

Conditions d'erreur

L'unité détecte les conditions d'erreur suivantes :

- Courant au-dessus de 92 Amps.
- Courant au-dessus de 95 Volts.
- Puissance excessive d'environ 350 Watts (que le circuit de limitation de puissance n'a pas réussi à contrôler).
- Température dissipateur thermique excessive.
- Différence excessive entre les valeurs de détection de tension interne et externe.

Quand ce type de situations d'erreur se produit, l'entrée est mise hors tension, et l'unité cesse de conduire du courant, et la lampe INPUT sur le panneau avant passera au rouge. Cette situation est maintenue jusqu'à ce que le commutateur INPUT ENABLE soit relâché, la lampe s'éteint alors quand la condition d'erreur est résolue. Si la lampe reste allumée, alors l'erreur est toujours présente et doit être soit une tension excessive, une température de dissipateur thermique élevée ou des connexions à sens incorrect.

Les détecteurs d'erreur pour courant et tension excessif ont des réseaux filtre avec une constante temps de quelques millisecondes pour permettre le traitement des brèves transitions.

Fonctionnement transitoire

L'unité inclut la possibilité de générer des transitions de charge, pour aider à tester la réponse transitoire d'une source. Une transition est un changement d'un réglage à un autre avec une vitesse de balayage définie entre les deux. Les deux réglages du testeur de charge sont définis par les contrôles LEVEL A et LEVEL B – aucune limitation stipulant lequel des deux niveaux est le plus grand. Noter que la transition est définie comme les deux niveaux absolus, pas comme la différence entre eux (comme dans le cas de certains chargeurs électroniques).

Le fonctionnement transitoire est disponible dans tous les modes de fonctionnement. La charge est conçue pour que la transition entre les deux niveaux soit une ligne droite dont la pente est déterminée par le réglage des contrôles de vitesse de balayage.

Les transitions peuvent être déclenchées soit par l'oscillateur interne ou par un signal TTL externe. Il est également possible d'utiliser un mode EXTERNAL VOLTAGE pour générer des transitions de toutes les formes en amenant le générateur externe à produire la forme d'onde souhaitée. Noter que le signal externe passe toujours dans le générateur interne de vitesse de balayage, et de ce fait, les réglages appropriés doivent être faits sur ses contrôles du panneau avant.

Fréquence transitoire et cycle de service

La fréquence de l'oscillateur interne est réglée par un interrupteur à trois positions et un contrôle variable simple qui couvre une plage 100 :1. Le cycle de service peut varier sur la plage de 1% à 99% par un second contrôle simple. Ce pourcentage est la proportion de chaque répétition passée sur le réglage LEVEL B, y compris la transition de LEVEL A à LEVEL B ; la transition de retour à LEVEL A et le temps passé sur ce réglage occupe le reste du cycle.

Les valeurs peuvent être lues sur les compteurs en réglant le commutateur METERS sur la position FREQ & DUTY %. La lecture de la fréquence (sur le compteur de gauche) peut être en Hz ou kHz comme indiqué, la lecture du DUTY % est toujours en pourcentage.

L'opération transitoire démarre toujours par le réglage LEVEL A. L'oscillateur commence sur le dernier des trois événements possibles : soit le commutateur LEVEL CONTROL est déplacé dans la position TRANSIENT, ou l'entrée est mise sous tension (si le circuit de démarrage lent est actif), la tension source monte au-dessus du seuil DROPOUT. La durée du premier LEVEL A sera environ 3% plus longue que la valeur normale.

Noter que l'intervalle de temps représenté par la portion la plus courte du cycle doit être suffisant pour que la transition définie par la vitesse de balayage et les contrôles de réglage de niveau se produise, sinon la charge n'atteindra jamais un état stable à la valeur réglée. Cette situation d'erreur est discutée ci-dessous.

Vitesse de balayage

Le contrôle SLEW RATE (vitesse de balayage) et son commutateur associé à trois positions déterminent la pente de la transition entre les deux réglages de niveau. Quand le commutateur METERS est sur la position SLEW & DROPOUT, le compteur de gauche indique la vitesse de balayage: l'unité de mesure du mode de fonctionnement sélectionné est indiquée au-dessus de la lecture soit par /ms (par milliseconde) ou par /s (par seconde).

Le circuit fournit une transition linéaire dans la valeur de contrôle du mode actif, ainsi, par exemple, en mode puissance constante (CP) la vitesse de balayage est exprimée en Watts par milliseconde (ou Watts par seconde à des taux très lents). La forme de la transition de courant n'est pour cette raison pas nécessairement linéaire.

Le réglage de la vitesse de balayage est appliqué à tous les changements de niveau qu'ils soient provoqués par un ajustement manuel, par le générateur transitoire ou par le contrôle de tension externe. Il est également utilisé pour déterminer le taux d'augmentation quand le circuit de démarrage lent est actionné.

La largeur de bande des étages de puissance du chargeur est réduite chaque fois que le commutateur de portée de la vitesse de balayage est dans la position **Lo**, même si les dispositifs transitoires ne sont pas utilisés. Le comportement dynamique de l'unité est ainsi modifié et sa stabilité peut être améliorée avec certaines combinaisons compliquées de caractéristiques de source et charge.

Situations d'erreur de la Vitesse de balayage

La valeur de la vitesse de balayage a une limite supérieure et inférieure qui peut être utilisée combinée aux réglages des autres contrôles. Dans le coin supérieur droit de la zone d'affichage, un indicateur s'allume, indiquant ERR, si une des circonstances décrites ci-dessous se produit.

La limite inférieure est déterminée par la relation des réglages de niveau, vitesse de balayage, fréquence et cycle de service. Si le temps de transition (qui est la différence entre les réglages de niveau divisée par la vitesse de balayage) est plus longue que la période de l'oscillateur multiplié par le facteur de service, alors la transition n'aura pas le temps de se faire avant que l'oscillateur n'initie un retour vers l'autre niveau, ainsi le niveau souhaité ne sera jamais atteint. Dans ce cas, l'indicateur clignote ERR.

La limite supérieure est déterminée par le temps de transition minimal des étages de puissance du chargeur (qui dépend du mode d'opération – voir spécification). Si une combinaison d'une vitesse de balayage rapide et d'un petit changement de niveau implique un temps de transition plus court, alors le temps d'établissement de l'étage de puissance dominera. Dans ce cas, l'indicateur ERR s'allume en continu. Noter que cet indicateur suppose une source idéale et des interconnexions optimales. D'autres limites de la vitesse de balayage peuvent être imposées par l'impédance de sortie et les caractéristiques dynamiques de la source et par inductance dans les connexions.

En pratique, le comportement dynamique d'une combinaison source et charge à des vitesses de balayage élevées dépend de beaucoup de facteurs, en particulier l'inductance d'interconnexion et le facteur d'amortissement des boucles de rétroaction. En outre, la réponse des étages de puissance de la charge est plus lente quand le fonctionnement se fait à des courants très bas ou élevés, ou à des tensions basses. Dans beaucoup de circonstances, une vitesse de balayage plus lente sera nécessaire pour éviter les aberrations. En mode résistance constante, quand le courant est inversement proportionnel à la transition de résistance, il est particulièrement difficile de prédire le réglage de vitesse de balayage le plus utile.

Notes d'utilisation

Ce chapitre est destiné à donner des informations utiles concernant les applications pratiques de l'unité. Toutes les charges électroniques sont sujettes à l'impact des caractéristiques sources, inductance d'interconnexion et caractéristiques de boucle de rétroaction divergente, et les chapitres suivants vous aideront à comprendre les facteurs impliqués.

Sources

Les batteries sont une source à faible impédance ; en dehors de la possibilité d'inductance dans les fils d'interconnexion, elles sont généralement faciles à utiliser avec un chargeur électronique. Le dispositif de mise au repos devrait être utilisé avec les batteries pouvant être endommagées par une décharge totale.

Les alimentations électroniques ont des réseaux à rétroaction actifs dont les caractéristiques dynamiques interagissent souvent avec la charge. Quand ce chargeur est lui-même un réseau actif dont les caractéristiques dynamiques dépendent de la nature de la source, il sera évident que le comportement du système en résultant peut être impossible à prévoir.

Quelques problèmes communs :

Le mode puissance constante a une caractéristique de résistance négative inhérente qui peut résulter dans une oscillation avec certaines impédances source.

Beaucoup de sources de « courant constant » se basant sur des circuits à rétroaction sont uniquement une impédance de sortie élevée à basses fréquences. Quand la fréquence augmente, l'impédance de sortie tombe. En fait, ces unités ont souvent un condensateur significatif sur les bornes de sortie.

Beaucoup d'alimentations ont des filtres de sortie L-C pour réduire le bruit : ceux-ci introduisent une inversion de phase supplémentaire dans la combinaison source hors-tout – chargeur et peuvent créer l'instabilité. Si aucun amortissement n'existe sur l'inducteur, un circuit résonant peut se former qui permet aux oscillations de croître et d'atteindre une amplitude significative.

Lors de l'utilisation de fréquences transitoires de quelques kHz, il est souvent possible d'exciter la fréquence naturelle du circuit à rétroaction dans l'alimentation. Des résultats inattendus peuvent survenir, dans les cas extrêmes conduisant à la destruction.

Les sources à caractéristiques asymétriques peuvent provoquer l'instabilité ; beaucoup de blocs d'alimentation électroniques peuvent créer un courant pour augmenter leur tension de borne rapidement, mais ne peuvent contrôler le courant et peuvent uniquement réduire leur tension de borne lentement. De même, la charge peut uniquement contrôler le courant et réduire la tension sur ses bornes, il compte sur la source pour augmenter la tension.

Les alimentations simples ont juste un transformateur, un redresseur et un condensateur à grand réservoir sur les bornes de sortie. Quand alimenté par des alimentations électriques standards 50 ou 60 Hz, ce condensateur ne se rechargera pas avant la crête de cycle électrique suivant. Une telle alimentation n'a pas de capacité de démarrage entre les cycles électriques.

Les machines à bobine ont une inductance substantielle et des temps de réponse lents. Le test de réponse transitoire de ces sources ne devrait être effectué qu'à des vitesses de balayage lentes.

Sources inductives

Si une source a une inductance significative, alors, chaque fois que le courant du chargeur tombe, une transition de tension sera générée et pourra excéder la tension du chargeur. L'unité est équipée de varistances conçues pour absorber les transitions non répétitives jusqu'à 80 Joules, mais l'énergie répétitive uniquement jusqu'à 2 watts. Si l'énergie peut dépasser ces limites, une protection externe doit être ajoutée, éventuellement une diode d'extraction sur l'inducteur même.

Lors du fonctionnement en mode puissance constante, conductance ou résistance, la conductivité du testeur de charge change quand la tension appliquée change ; cela magnifie l'effet de toutes transitions de tension provoquées par inductance.

Les sources inductives accroissent également la possibilité d'instabilité comme mentionné ci-dessous.

Mise à la terre

Un oscilloscope sera fréquemment utilisé pour visualiser la tension et les formes des ondes du courant, en particulier quand on utilise les capacités transitoires de la charge pour étudier le comportement de la source. Prendre soin de sélectionner un point adapté pour connecter la prise de terre de l'oscilloscope, car les chutes de tension sur les câbles d'interconnexion (en particulier les transitions provoquées par l'inductance) peuvent donner des résultats trompeurs. La sortie contrôlée de courant du chargeur peut être utilisée pour éviter les multiples mises à la terre car elle fournit un rejet en mode commun (tant que la tension est maintenue à quelques volts de la borne négative du chargeur). Si possible, le meilleur point de mise à la terre est généralement la borne négative de la source.

Notez que si la charge est utilisée avec une source dont la borne positive est mise à la terre, alors tout instrument relié à la sortie de courant doit être complètement flottant.

Stabilité

Ce chargeur est optimisé en ce qui concerne la précision sous des conditions de charge constante et a un à rétroaction interne élevé. Il est, de ce fait, possible de combiner les caractéristiques de source, interconnexion et chargeur pour provoquer une hausse de l'instabilité. On dégage trois causes potentielles majeures : inductance dans le câblage entre la source et la charge (ou une impédance de sortie inductive de la source), capacité en parallèle avec la connexion entre la source et la charge (y compris un condensateur de sortie dans la source) et les caractéristiques de circuits à rétroaction active dans la source.

En modes puissance, conductance et résistance constante, le système comprend un multiplicateur analogique utilisé par la charge pour dériver la demande de courant de la tension instantanée. Ceci ajoute une inversion de phase dans la boucle. En général, le mode Courant constant est le plus susceptible d'être stable mais dans certains cas, l'instabilité peut être évitée en utilisant un mode différent. Les conditions qui affectent le comportement dynamique du chargeur en fonctionnement transitoire conduisent également à l'instabilité et certaines suggestions dans les chapitres ci-dessous peuvent être utiles.

Actions de remédiation

Les réseaux de compensation des étages de puissance dans la charge sont modifiés quand le commutateur SLEW RATE RANGE est mis en position **Lo**. Même si les dispositifs transitoires ne sont pas utilisés, ce changement dans la compensation peut rendre la charge instable.

Si l'instabilité se produit, observer le forme d'onde de la tension sur la charge avec un oscilloscope. Si à tout point, la tension monte au-dessus du circuit ouvert de la force électromotrice de la source, alors il doit y avoir un élément inducteur qui forme un circuit résonnant. Il faut trouver le moyen d'insérer un amortisseur dans ce circuit. Une technique consiste à utiliser un réseau de protection (se composant d'un condensateur et une résistance en série) sur les bornes d'entrée du chargeur. Beaucoup de chargeurs électroniques ont un tel circuit intégré ; ce testeur de charge n'en dispose pas pour augmenter sa polyvalence en offrant une capacité d'entrée la plus minimale possible. On peut l'ajouter à l'extérieur : des valeurs autour de $2 \cdot 2\mu\text{F}$ et 5Ω sont habituelles; il faut qu'il s'agisse d'une résistance de puissance (capable de traiter quelques watts) construite avec une technologie non inductive, un type à film plat est idéal.

Comportement dynamique en fonctionnement transitoire

Quand les capacités transitoires du testeur de charge sont utilisées, le comportement dynamique de la combinaison source et charge durant les transitions dépendent de considérations similaires à celles affectant la stabilité ; caractéristiques d'inductance en série, de capacité parallèle et de boucle à rétroaction. Le fonctionnement correct dépend des non-saturation et non-coupe de la charge à un point quelconque du cycle. Plus la vitesse de balayage cherche vite, plus on risque de voir apparaître des aberrations sur les transitions.

En raison de changements dans la transconductance des FET, le comportement dynamique des étages de puissance change à la fois à courants faibles et élevés et aussi à basses tensions quand la capacité de l'inter électrode augmente considérablement. En général, le comportement

est optimal au milieu de la plage de courant (5 à 60 Amps) et à des tensions se situant entre 3 volts et 3 volts en dessous de la tension du circuit ouvert de la source.

Essayer d'obtenir une vitesse de balayage au-delà des capacités de la combinaison source-charge aura pour conséquence un dépassement et une sonnerie importants. Réduire la vitesse de balayage, juste d'un petit peu, améliorera considérablement la réponse.

Inductance de la source

L'inductance de la source et de l'interconnexion a un impact majeur sur le comportement du chargeur : la caractéristique fondamentale de l'inductance est qu'elle résiste à tout changement du courant. Quand le courant augmente, l'inductance génère une force électromotrice qui réduit la tension dans la charge, souvent à l'endroit où la charge sature. Chaque fois que la tension tombe d'environ 3 V, la transconductance de l'étage de puissance change considérablement, modifiant le facteur d'amortissement de la boucle à rétroaction et le comportement dynamique se modifie de façon remarquable. Quand le courant tombe, l'inductance génère une force électromotrice qui augmente la tension dans les bornes du chargeur, qui à leur tour affectent la conductivité du chargeur dans les modes de fonctionnement qui dépendent de la tension.

Capacité parallèle

La charge ne peut que contrôler le courant et peut uniquement réduire la tension à ses bornes. La source doit augmenter la tension, et fournit un courant de charge à toute capacité dans les bornes. Si le courant total disponible est plus que suffisant pour charger sa capacité à la vitesse de balayage requise, alors la charge continuera à conduire le courant excédentaire pendant la transition. Cependant, si la source ne peut pas charger la capacité à la vitesse de balayage requise, alors la charge se coupera jusqu'à ce que la tension finale soit obtenue. Il y aura alors un dépassement avant qu'il ne commence à devenir conducteur, suivi d'une sonnerie quand la source répond.

Caractéristiques de la source

Le but du test transitoire est d'examiner le comportement de toutes boucles à rétroaction dans la source. Si la réponse de la source est sous-amortie, alors l'utilisation d'un chargeur actif accentuera généralement l'effet. C'est particulièrement vrai dans les modes où la charge répond aux changements de tension. A des fréquences transitoires particulières, la charge peut exciter les résonances dans les filtres L-C ou correspondre à la fréquence naturelle de la boucle à rétroaction. Cela peut découler sur une réaction considérable de la source.

Implémentation

Les chapitres suivants donne une brève description du mode de fonctionnement de chaque mode et donne quelques explications sur leur effet sur l'utilisation du chargeur.

Mode Courant Constant

La charge a deux étages de puissance en parallèle, chaque étage a une rétroaction de courant local pour assurer un partage égal de puissance. La rétroaction générale du courant à un étage précédent est utilisée pour améliorer la précision. Le signal de tension capté est uniquement utilisé pour les compteurs. Idéalement, le fonctionnement des étages de puissance devrait être indépendant de la tension appliquée, mais dans la pratique, le gain et la capacité inter électrode des FET varient avec le point de fonctionnement, en particulier à basses tensions (en dessous de 3 V) et à courants faibles et élevés. Le résultat est une réponse plus lente et différentes conditions de stabilité et de comportement dynamique dans ces régions.

Le mode courant constant est normalement utilisé avec des alimentations à faible impédance et est normalement relativement stable sauf en présence d'une inductance significative dans les interconnexions ou la source. La charge est conçue pour supporter des vitesses de balayage de courant plus élevé en mode courant constant que dans les autres modes, cela le rend particulièrement peu adapté pour les connexions à faible inductance.

Mode Tension constante

Comme les étages de puissance du chargeur sont fondamentalement un contrôleur de courant, le mode tension constante fonctionne d'une manière entièrement différente des autres modes. La différence entre la tension captée et la tension requise est appliquée à un intégrateur avec une constante temps courte. La sortie de cet intégrateur (qui est, en fait, une supposition au courant nécessaire) conduit les étages de tension. Le fonctionnement de ce mode dépend entièrement de l'action à rétroaction. La transconductance du testeur de charge (la modification du courant du testeur de charge provoquée par un petit changement dans la tension captée) est très élevée, ce qui provoque un gain système élevé.

Le mode tension constante est destiné à l'utilisation avec des sources de courant à haute impédance. La présence de la capacité parallèle peut former un oscillateur de relaxation quand le testeur de charge prend une pulsation du courant et se coupe jusqu'à la récupération de la source. Les sources asymétriques (celles qui ne peuvent que faire monter, pas descendre) amplifient encore ce problème. Les approvisionnements électroniques en mode courant constant ont souvent une haute impédance uniquement dans la largeur de bande de la boucle à rétroaction. A des fréquences plus élevées, un condensateur en parallèle réduit considérablement l'impédance de sortie, une combinaison de ce testeur de charge et d'une telle source est souvent instable.

Si le mode tension constante ne peut être rendu stable, il est possible d'utiliser la capacité de décalage du mode résistance constante. Le contrôle DROPOUT est réglé à la tension requise et le réglage du niveau de résistance est utilisé pour définir la résistance pente. Augmenter ce réglage réduira le gain et permettra peut-être d'obtenir un fonctionnement stable.

Mode Puissance Constante

Le mode puissance constante est implémenté en utilisant un diviseur analogique pour diviser la puissance requise par la tension captée pour calculer le courant nécessaire. L'effet est une tentative pour satisfaire une demande de plus de puissance en augmentant la conductivité de la charge et en augmentant le courant. A cause de la résistance de la source (et du câblage), la tension de borne diminue quand le courant augmente, pour autant que la puissance (la tension et courant de la borne ou produit) augmente quand le courant augmente, alors la charge fonctionnera comme escompté.

La puissance de charge maximale pouvant être tirée d'une source se présente quand la tension de borne est tombée à la moitié de la tension du circuit ouvert. Quand le courant augmente au-delà de ce point, la chute de tension dépasse l'augmentation dans le courant et la puissance tombe. La charge se verrouille alors dans une situation de forte conduction avec courant maximal et tension de presque zéro. Elle essaye d'augmenter le niveau de puissance en augmentant le courant, mais comme l'alimentation fournit déjà son courant maximum, cette tentative échoue. La seule manière permettant de récupérer la situation consiste à mettre l'entrée de la charge ou la sortie de la source hors tension.

Le mode Puissance constante a les caractéristiques d'une résistance négative (le courant augmente quand la tension tombe) et il est toujours possible de former un oscillateur de résistance négative combiné à l'impédance de sortie de la source. En pratique, le mode puissance constante fonctionne normalement bien avec les sources conçues pour fournir une telle charge.

Pendant le fonctionnement transitoire, si la source a une tension constante (avec une faible impédance de source, alors le courant suivra le changement de demande de puissance et la réponse sera très similaire au mode courant constant. Si la tension source chute quand la demande de puissance augmente, alors le courant doit croître plus que proportionnellement et la vitesse de balayage aussi ; cela limitera ainsi la vitesse de balayage utilisée maximale à un réglage en dessous duquel l'indicateur ERR s'allume.

Modes conductance et résistance constantes

Dans ces deux modes, un diviseur-multiplicateur analogique est utilisé pour dériver le courant nécessaire de la tension captée. En mode conductance, le courant nécessaire est calculé en multipliant la tension captée par la conductance requise ; en mode résistance, le courant nécessaire est calculé en divisant la différence entre la tension captée et la tension de mise au repos par la résistance nécessaire.

Dans les deux cas, le courant monte quand la tension appliquée augmente. Aux réglages de résistance et conductance équivalents, le chemin de l'entrée de tension dans l'étage de puissance est identique, les deux modes auront donc des caractéristiques de stabilité très similaires.

En opération transitoire, les deux modes sont très différents. En mode conductance, le courant nécessaire suit de manière linéaire la valeur de conductance changeante et le comportement est fondamentalement similaire au mode courant constant. En mode résistance, le courant requis est inversement proportionnel au changement linéaire de la valeur de résistance, la forme d'onde de courant en résultant n'est pas du tout linéaire, et augmente rapidement pendant la partie à faible résistance du cycle. Cette augmentation rapide accentue l'effet de l'inductance dans les fils d'interconnexion et peut facilement conduire à des limitations absolues et des surpassements. Il est préférable d'utiliser le mode résistance à des tensions plus élevées et courants plus modestes.

Fonctionnement zéro volt

Bien que cette unité soit conçue pour une résistance interne très faible (moins de 25mΩ) pour permettre le fonctionnement jusqu'à de faibles tensions à courants élevés, il arrive que la charge doive être capable de conduire tout le courant jusqu'à une tension zéro. Cette opération peut être réalisée en connectant un dispositif de décalage externe en série avec la charge (avec une polarité opposée). La détection de tension externe doit être utilisée avec les fils de détection connectés à l'alimentation testée, à l'extérieur de la combinaison en série de la charge et du dispositif de décalage.

Une tension de décalage d'au moins la tension de fonctionnement de la charge plus toute perte de tension dans les interconnexions sont nécessaires, la tension maximale autorisée est de 6 Volts. L'alimentation décalée doit être capable de fournir le courant de toute la charge et doit avoir une performance dynamique qui ne met pas en péril la stabilité de la combinaison ; elle devrait être protégée contre les tensions inversées. Si possible, l'utilisation des batteries est recommandée mais il convient d'être prudent pour éviter la décharge totale du courant inverse.

Notez que la combinaison de l'alimentation de décalage et la charge peut appliquer une tension inverse sur la source testée, une protection appropriée devrait donc être fournie. Il est fortement recommandé d'inclure un commutateur, capable de déconnecter la pleine charge de courant, dans le circuit.



La charge a une diode sur les bornes d'entrée qui sera conductrice si une polarité inverse est appliquée, même si le commutateur INPUT ENABLE est relâché.

Fonctionnement d'unités multiples

Il est possible de faire fonctionner des charges multiples en parallèle en mode courant constant. Cela augmentera à la fois le traitement du courant et la capacité de dissipation de puissance par rapport à une seule unité. Les connexions à la source doivent être autant que possible appariées. Notez qu'en raison des boucles à rétroaction et des interconnexions supplémentaires, les résultats en matière de stabilité risquent d'être inquiétants.

Il est toujours possible de faire fonctionner deux unités en série en mode tension constante mais cette méthode ne devrait être utilisée que pour augmenter la capacité de dissipation de puissance pas le traitement de la tension. La tension du circuit ouvert de la source ne doit pas dépasser le taux de 80 V d'une unité simple. Cependant, il est très probable que l'instabilité sera un problème.

Il n'est pas recommandé de tenter de faire fonctionner des unités multiples en mode puissance, résistance ou conductance constante.

Contrôle à distance

Deux formes de fonctionnement avec tension contrôlée à distance sont disponibles : le contrôle EXTERNAL VOLTAGE, où une tension analogique définit le niveau demandé du mode de fonctionnement choisi et le contrôle EXTERNAL TTL où une tension externe effectue une sélection entre les réglages de niveau LEVEL A et LEVEL B des contrôles du panneau avant.

La tension de contrôle est appliquée sur les deux bornes de CONTROL VOLTAGE sur le panneau arrière. Chaque borne a une impédance d'entrée de 400k Ω nominal de la borne négative du testeur de charge. Un récepteur de ligne différentielle permet des tensions de mode commun allant jusqu'à ± 100 Volts. Le rejet en mode commun est supérieur à 66dB (50mV à 100V); même si c'est typiquement bien meilleur (-80dB), l'effet sur le niveau programmé peut être important. Il faut également réfléchir au chemin de retour des courants d'entrée.

Contrôle tension à distance

Mettre le commutateur LEVEL MODE sur la position EXTERNAL VOLTAGE. Les contrôles LEVEL A et LEVEL B du panneau avant n'ont pas d'effet. L'interrupteur de LOAD MODE (mode charge) sélectionne le mode de fonctionnement et sa portée. Le réglage de contrôle de la tension DROPOUT du panneau avant reste actif.

L'entrée du CONTROL VOLTAGE a un facteur d'échelle de 4 Volts à pleine échelle. Les facteurs de conversion pour chaque mode et portée sont :

Portée de fonctionnement	Facteur d'échelle
80 Amps	20 Amps par Volt
8 Amps	2 Amps par Volt
80 Volts	20 Volts par Volt
8 Volts	2 Volts par Volt
320 Watts	80 Watts par Volt
400 Ohms	100 Ohms par Volt
10 Ohms	2,5 Ohms par Volt
1 A/V (Siemens)	0,25 A/V (Siemens) par Volt
40 A/V (Siemens)	10 A/V (Siemens) par Volt

Le circuit de vitesse de balayage et ses contrôles du panneau avant restent en circuit et la forme d'onde transitoire requise peut être obtenue en ajustant ces réglages ainsi que la forme du signal appliqué à l'entrée à distance, sujette à des limitations de temps de transition du circuit du testeur de charge.

Sélection niveau à distance

Mettre le commutateur LEVEL CONTROL sur la position EXTERNAL TTL. Si le signal externe appliqué à l'entrée CONTROL VOLTAGE est en dessous du seuil logique (nominalement + 1,5 V) alors le niveau réglé par le contrôle LEVEL A est actif ; si le signal est au-dessus du seuil, alors c'est le niveau réglé par le contrôle LEVEL B qui s'applique. Les transitions sont définies par le réglage des contrôles de SLEW RATE sur le panneau avant.

Désactivation de l'entrée à distance

Cette entrée est fournie pour le surpassement à distance de la fonction INPUT ENABLE du testeur de charge. Il est disponible dans tous les modes de fonctionnement. Il s'agit d'une entrée flottante sur isolateur optique : appliquer 3 à 12 Volts (en respectant la polarité) pour désactiver le testeur de charge. Le testeur n'est désactivé que si le signal est absent et que le commutateur INPUT ENABLE est enfoncé.

Les fabricants et leurs agents outre-mer fourniront un service de réparation pour toute unité développant un vice. Quand les propriétaires souhaitent effectuer leur propre travail d'entretien, celui-ci doit être effectué par du personnel qualifié disposant du manuel d'entretien qui peut être acheté directement chez tous les fabricants ou leurs agents outre-mer.

Nettoyage

Si l'instrument nécessite un nettoyage, utiliser un chiffon légèrement humide ou un détergent doux.

AVERTISSEMENT ! POUR EVITER TOUT CHOC ELECTRIQUE OU DOMMAGE A L'INSTRUMENT, NE JAMAIS LAISSER DE L'EAU PENETRER DANS LE BOITIER. POUR EVITER TOUT DOMMAGE AU BOITIER, NE JAMAIS NETTOYER AVEC DES SOLVANTS.

Etalonnage

Pour assurer que la précision de l'instrument reste dans les spécifications, l'étalonnage doit être vérifié (et réglé si nécessaire) chaque année. La procédure d'étalonnage est détaillée dans le manuel d'entretien.

Fusibles

Le transformateur est protégé par un fusible thermique sans réenclenchement à l'intérieur du bobinage. Il ne peut être remplacé que lors de l'installation d'un nouveau transformateur.

Les circuits secondaires sont protégés par des fusibles encapsulés soudés au PSU PCB. Consultez le manuel d'entretien pour les détails de remplacement.

Dieses Gerät wurde nach der Sicherheitsklasse (Schutzart) I der IEC-Klassifikation und gemäß den europäischen Vorschriften EN61010-1 (Sicherheitsvorschriften für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laboranlagen) entwickelt. Es handelt sich um ein Gerät der Installationskategorie II, das für den Betrieb von einer normalen einphasigen Versorgung vorgesehen ist.

Das Gerät wurde gemäß den Vorschriften EN61010-1 geprüft und in sicherem Zustand geliefert. Die vorliegende Anleitung enthält vom Benutzer zu beachtende Informationen und Warnungen, die den sicheren Betrieb und den sicheren Zustand des Gerätes gewährleisten.

Dieses Gerät ist für den Betrieb in Innenräumen der Umgebungsklasse 2, für einen Temperaturbereich von +5°C bis +40°C und 20 - 80 % relative Feuchtigkeit (nicht kondensierend) vorgesehen. Gelegentlich kann es Temperaturen zwischen -10°C und +5°C ausgesetzt sein, ohne dass seine Sicherheit dadurch beeinträchtigt wird. Betreiben Sie das Gerät jedoch auf keinen Fall, solange Kondensation vorhanden ist.

Ein Einsatz dieses Gerätes in einer Weise, die für diese Anlage nicht vorgesehen ist, kann die vorgesehene Sicherheit beeinträchtigen. **Das Gerät hat keine Sicherung im Lastkreis. Daher muss sichergestellt werden, dass der maximal mögliche Fehlerstrom auf einen sicheren Wert begrenzt ist.**

Auf keinen Fall das Gerät außerhalb der angegebenen Nennversorgungsspannungen oder Umgebungsbedingungen betreiben.

WARNUNG! - DIESES GERÄT MUSS GEERDET WERDEN!

Jede Unterbrechung des Netzschutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes macht das Gerät gefährlich. Eine absichtliche Unterbrechung ist verboten. Die Schutzwirkung darf durch Verwendung eines Verlängerungskabels ohne Schutzleiter nicht aufgehoben werden.

Ist das Gerät an die elektrische Versorgung angeschlossen, so können die Klemmen unter Spannung stehen, was bedeutet, daß beim Entfernen von Verkleidungs- oder sonstigen Teilen (mit Ausnahme der Teile, zu denen Zugang mit der Hand möglich ist) höchstwahrscheinlich spannungsführende Teile bloßgelegt werden. Vor jeglichem Öffnen des Gerätes zu Nachstell-, Auswechsel-, Wartungs- oder Reparaturzwecken, dieses stets von sämtlichen Spannungsquellen abklemmen.

Jegliche Nachstellung, Wartung und Reparatur am geöffneten, unter Spannung stehenden Gerät, ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Falls unvermeidlich, sollten solche Arbeiten nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden, das sich der Gefahren bewusst ist.

Ist das Gerät eindeutig fehlerbehaftet bzw. wurde es mechanisch beschädigt, übermäßiger Feuchtigkeit oder chemischer Korrosion ausgesetzt, so können die Schutzeinrichtungen beeinträchtigt sein, weshalb das Gerät aus dem Verkehr zurückgezogen und zur Überprüfung und Reparatur eingesandt werden sollte.

Das Gerät enthält sowohl eingekapselte Sicherungen als auch eine nicht rückstellbare thermische Sicherung; diese Sicherungen können vom Benutzer nicht ausgetauscht werden. Es ist verboten, diese Schutzeinrichtungen kurzzuschließen.

Beim Reinigen darauf achten, dass das Gerät nicht nass wird.

Am Gerät werden folgende Symbole verwendet:



Vorsicht! Bitte beachten Sie die beigelegten Unterlagen. Falsche Bedienung kann Schaden am Gerät verursachen!



Wechselstrom



Netz OFF (aus)



Netz ON (ein)

Netzspannung

Die Betriebsspannung des Geräts ist auf der Geräterückwand angegeben. Falls die Betriebsspannung von 230 V auf 115 V oder umgekehrt umgestellt werden soll, ist wie folgt vorzugehen:

1. Gerät von sämtlichen Spannungsquellen abklemmen.
2. Die Schrauben entfernen, welche die obere und untere Gehäusehälfte miteinander verbinden, und die obere Gehäusehälfte abheben.
3. Das Gerät umdrehen und die Netzplatine festhalten, während die 6 Schrauben entfernt werden, mit denen die Netzplatine an der unteren Gehäusehälfte befestigt ist. Die Sockel der Netzplatine nicht abschrauben.
4. Lötverbindungen für die benötigte Betriebsspannung anbringen (neben dem Transformator):
Bei 230-V-Betrieb nur LK1
Bei 115-V-Betrieb nur LK2 und LK3 (jedoch nicht LK1)
Diese Verbindungen können entweder aus verzinktem Kupferdraht oder Null-Ohm-Widerständen bestehen.
5. Netzplatine wieder in der unteren Gehäusehälfte einbauen und sicherstellen, dass keine Drähte eingeklemmt werden. Alle Kabel auf ihre korrekten Anschlüsse überprüfen.
6. Obere Gehäusehälfte wieder einbauen.
7. Um den Sicherheitsvorschriften zu entsprechen, muss die auf der Rückwand angegebene Betriebsspannung so geändert werden, dass die neue Einstellung der Betriebsspannung deutlich zu erkennen ist.

Sicherungen

Das Gerät enthält keine vom Benutzer austauschbaren Sicherungen.

Netzkabel

Wird ein dreiadriges Netzkabel mit blanken Enden geliefert, so ist es wie folgt anzuschließen:

Braun	-	stromführender Leiter
Blau	-	Nullleiter
Grün/gelb	-	Erde

ACHTUNG! DIESES GERÄT MUSS GEERDET WERDEN!

Jegliche Unterbrechung des Netzerdleiters, ob im Innern des Geräts oder außerhalb, macht das Gerät zur Gefahrenquelle! Eine absichtliche Unterbrechung ist verboten!

Befestigung

Dieses Gerät kann auf einer Arbeitsplatte oder in einem Gestell befestigt werden. Es enthält Füße zur Befestigung auf einer Arbeitsplatte. Die vorderen Gerätefüße sind mit einem Kippmechanismus zur Einstellung des optimalen Winkels versehen.

Ein Gestellsatz zur Befestigung einer oder zweier dieser 3U-hohen Geräte mit halber Breite ist vom Hersteller oder seinen Vertretungen in anderen Ländern erhältlich. Weiterhin ist eine Verkleidung zur Abdeckung nicht verwendeter Positionen im Gestell lieferbar.

Belüftung

Das Gerät wird mittels zweier Ventilatoren mit zwei Drehzahlstellungen auf der Geräterückseite gekühlt. Es muss sichergestellt werden, dass die Lufteinlässe auf der Geräteober- und Geräteunterseite und den beiden Geräteseiten sowie der Luftauslass auf der Geräterückwand nicht blockiert werden. Bei Geräten, die auf Gestellen befestigt sind, muss genügend Raum um das Gerät herum gelassen und/oder ein Ansaugtrichter für den Ventilator zur Zwangskühlung eingesetzt werden.

Falls die ausgeblasene Luft durch einen Schacht geführt wird, ist eine zusätzliche Absaugung erforderlich.

Anschlüsse auf der Gerätevorderseite

Lasteingang

Die INPUT (Eingangs-) Klemmen für den Lastkreis auf der Gerätevorderseite sind für folgende Anschlüsse ausgelegt: 4-mm-Stecker, Kabel oder Stecker mit 4 mm Durchmesser in die Querbohrung oder ¼-Zoll-Gabelanschlüsse (mit einer maximalen Blattbreite von ½ Zoll). Die maximale Strombelastung dieser Stecker liegt bei 30 A. Bei höheren Stromstärken (oder niedrigerem Kreiswiderstand) sollten die Klemmen auf der Geräterückseite verwendet werden. Die Klemmen auf der Gerätevorder- und Geräterückseite dürfen nicht gleichzeitig verwendet werden.

Der Lastkreis ist gegen Erde isoliert und es sind Potenziale bis zu ± 300 Volt an Erde zugelassen. Die Sicherheitsregeln zur Isolierung müssen unbedingt beachtet werden.



Sicherstellen, dass die Quelle mit der korrekten Polarität verbunden wird.
Die maximale Stromstärke für diese Klemmen beträgt 30 A.
Die maximal zugelassene Spannung über der Last beträgt 80 Volt.

Das Gerät hat keine Sicherung im Lastkreis. Daher muss sichergestellt werden, dass der maximal mögliche Fehlerstrom auf einen sicheren Wert begrenzt ist.

Stromüberwachungs-Ausgang

Die CURRENT MONITOR (Stromüberwachungs-) Klemmen liefern eine Spannung, die dem mit einem Skalierungsfaktor von 50 mV pro Ampere (4 Volt für den Vollausschlag von 80 Ampere) fließenden Laststrom proportional ist. Die Ausgangsimpedanz beträgt 600 Ω und die Kalibrierung beruht auf einer hohen Impedanzlast.



Ein Differenzialtreiber gestattet einen Gleichtaktbereich von ± 3 Volt zwischen der negativen Überwachungsklemme und der negativen Lastklemme. Falls höhere Spannungen angelegt werden, wird die Ausgabe ungenau (und das Gerät könnte beschädigt werden).

Anschlüsse auf der Geräterückseite

Lasteingang

Die INPUT-Klemmen für den Lastkreis auf der Geräterückseite sind für folgende Anschlüsse ausgelegt: 4-mm-Stecker (4-mm-Stecker unterstützen nur 32 A), Kabel oder Stecker mit 6 mm Durchmesser in die Querbohrung oder 8-mm-Gabelstecker (mit einer maximalen Blattbreite von 16 mm).

Die Auslegung der Verdrahtung und der Anschlüsse muss den geforderten Strom unterstützen können. Für 80 A wird ein Kabel mit einem Querschnitt von 16 mm² benötigt.

Der Lastkreis ist von Erde isoliert und es sind Potenziale bis zu ± 300 Volt an Erde zugelassen. Die Sicherheitsregeln zur Isolierung müssen unbedingt beachtet werden.



Sicherstellen, dass die Quelle mit der korrekten Polarität verbunden wird.
Die maximale Stromstärke für diese Klemmen beträgt 80 A.
Die maximal zugelassene Spannung über der Last beträgt 80 Volt.

Das Gerät hat keine Sicherung im Lastkreis. Daher muss sichergestellt werden, dass der maximal mögliche Fehlerstrom auf einen sicheren Wert begrenzt ist.

Klemmenblöcke

Alle anderen Anschlüsse auf der Geräterückseite werden mithilfe von Klemmenblöcken ohne Schraubverbindungen vorgenommen. Zum Anschluss an die Klemmenblöcke einen flachen

Schraubendreher verwenden, um den federbelasteten orangefarbenen Schalter im Innern der Klemme herunterzudrücken und die Drahtklemme zu öffnen; das Kabelende ganz in das Loch einführen und den Schalter loslassen. Sicherstellen, dass der Draht korrekt festgehalten wird. Dabei die angegebene Polarität beachten.

Stromüberwachungs-Ausgang

Das oberste Klemmenpaar, das mit CURRENT MONITOR gekennzeichnet ist, dient als Ausgang für die Stromüberwachung. Diese Klemmen sind mit den Buchsen auf der Gerätevorderseite parallel verdrahtet (siehe oben).

Fernsteuerungseingang

Die Klemmen mit der Beschriftung CONTROL VOLTAGE (Steuerspannung) werden in zwei Betriebsmodi des Geräts verwendet (entsprechend der Auswahl mittels des Schalters LEVEL CONTROL (Niveausteuern) auf der Gerätevorderseite):

Im Modus EXTERNAL VOLTAGE (Externe Spannung) wird das Lastniveau mittels eines hier vorgegebenen Analogsignals eingestellt. Die Skalierung beträgt 4 Volt für den Vollausschlag.

Im Modus EXTERNAL TTL wählt ein hier vorgegebenes Logiksignal entweder die Einstellung LEVEL A (Niveau A, niedrige Logik) oder LEVEL B (hohe Logik) aus. Der Nennwert der Schaltschwelle liegt bei +1,5 V.



Diese Klemmen tolerieren eine Gleichtaktspannung von bis zu ± 100 Volt in Bezug auf die negative Klemme der Eingangslast. Die Eingangsimpedanz beträgt 400 k Ω von jeder Klemme zur negativen Last. Damit fließt ein Gleichtaktstrom.

These terminals will tolerate a common mode voltage of up to ± 100 Volts relative to the load negative terminal; they are not galvanically isolated and a common mode current will flow.

Eingang zum Abtasten der externen Spannung

Um Fehler beim Abtasten der Quellspannung infolge von Spannungsabfällen in der Hochstromverdrahtung zu vermeiden, sind die Klemmen EXTERNAL SENSE (Externe Abtastung) mit dem externen Kreis an der Stelle zu verbinden, an der die Spannung gemessen werden soll (normalerweise an den Ausgangsklemmen der getesteten Quelle). Den Schiebeschalter VOLTAGE SENSE SELECT (Spannungsabtastungs-Auswahl) auf die Position EXT stellen.



Sicherstellen, dass die Quelle mit der korrekten Polarität verbunden wird. Diese Klemmen dürfen nicht an eine andere Spannung als die am Lasteingang anliegende Quellenspannung angeschlossen werden.

Fernsteuerungsdeaktivierungs-Eingang

Eine Spannung von +3 V_v bis +12+5 V_v an die Klemmen DISABLE INPUT (Eingang deaktivieren) anlegen, um den Lasteingang zu deaktivieren. Sie dienen als Eingang für einen Opto-Koppler und sind galvanisch von allen anderen Klemmen isoliert. Der Eingangsstrom beträgt weniger als 2,5 mA bei 5 V. Der Schalter INPUT ENABLE (Eingang aktivieren) auf der Gerätevorderseite muss zum Betrieb des Geräts ebenfalls gedrückt sein.

Oszillatorsynchronisations-Ausgang

Der SYNC OUTPUT (Synchronisationsausgang) ist ein offener Kollektorausgang eines Opto-Kopplers, der durch das Signal aus dem internen Oszillator gesteuert wird. Er ist galvanisch von allen anderen Klemmen isoliert. Ein geeigneter Pull-up-Widerstand und eine geeignete Stromquelle (z.B. 4,7 k Ω bis +5 V_v) werden benötigt, um ein verwendbares Signal zu erzeugen, das zur Auslösung eines Oszilloskops verwendet werden könnte. Weiterhin ist ein 1k Ω -Schutzreihenwiderstand vorhanden.

Bedienungsschalter

Dieser Abschnitt des Handbuchs bietet eine kurze Einführung in die Schalter des Geräts und sollte vor dem ersten Lasteinsatz gelesen werden.

In diesem Handbuch sind die Schalter auf der Gerätevorderseite sowie die Anschlüsse in Großbuchstaben geschrieben, z.B. LEVEL CONTROL.

Einschalten, Lastaktivierung Ein/Aus

Der Schalter POWER (\sim) befindet sich links unten auf der Gerätevorderseite. Vor dem Einschalten (I) prüfen, dass die Netzbetriebsspannung des Geräts (auf der Rückseite angegeben) für die örtliche Versorgung geeignet und der Schalter INPUT ENABLE auf der Position (Off) steht.

Den Strom einschalten (I). Der Ventilator sollte anlaufen und die Messanzeigen sollten aufleuchten.

Vorsicht: Falls die Netzspannung bei aktivierter Last (der Schalter INPUT ENABLE ist gedrückt) getrennt und dann wieder angelegt wird, startet das Gerät neu und leitet den Laststrom (sofern nicht durch transiente Bedingungen die Fehlersperre ausgelöst wird).

Messen

Die beiden Messanzeigen mit je 4 Ziffern haben mehrfache Funktionen, die von der Einstellung des Schalters METERS (Messanzeigen) abhängen (dieser Schalter befindet sich rechts oben auf der Gerätevorderseite). Die folgenden Kombinationen stehen zur Verfügung:

WATTS & OHMS (Watt & Ohm)

Die Lastleistung und der äquivalente Widerstand werden dargestellt. Diese Werte werden aus den gegenwärtig gemessenen Spannungs- und Stromwerten berechnet.

VOLTS & AMPS (Volt & Ampere)

Die gegenwärtig gemessenen Werte für Spannung und Strom werden dargestellt.

LEVEL A & LEVEL B (Niveau A & Niveau B)

Die Einstellungen der beiden LEVEL-Schalter werden dargestellt. Die Messeinheiten, die vom ausgewählten Betriebsmodus abhängen, werden über der Anzeige dargestellt.

FREQUENCY & DUTY CYCLE (Frequenz & Arbeitszyklus)

Die linke Anzeige stellt die Frequenz des internen Oszillators (in Hz oder kHz) dar und die rechte Anzeige den Prozentwert jedes Zyklus, bei dem LEVEL B aktiv ist.

SLEW RATE & DROPOUT VOLTAGE (Slew-Rate & Abfallspannung)

Die linke Anzeige stellt die Einstellung der Slew-Rate dar. Die Messeinheit, die vom ausgewählten Betriebsmodus abhängt, wird über der Anzeige dargestellt. Sie gilt entweder pro Millisekunde oder pro Sekunde entsprechend der Darstellung durch eine zweite Anzeige.

Die rechte Anzeige stellt die Einstellung der Abfallspannung dar (unterhalb derer die Last nicht länger leitet). Im Modus Constant Voltage (Konstantspannung) beträgt sie stets null.

Lastmodus-Schalter

Der Schalter LOAD MODE (Lastmodus) dient zur Auswahl des Betriebsmodus und des Bereichs.

Schalter Level A und Level B

Die beiden mit LEVEL A und LEVEL B markierten Drehschalter mit je 10 Stellungen dienen zur Einstellung der beiden Betriebsniveaus, die mithilfe des Schalters LEVEL CONTROL (Niveausteuerung) oder des Übergangssignals ausgewählt werden können.

Niveausteuereungs-Schalter

Der Schalter LEVEL CONTROL dient zur Auswahl des Niveaueinstellungsmodus.

Die Einstellungen LEVEL A und LEVEL B bestimmen einen konstanten Betrieb zu den Werten, die auf dem entsprechenden LEVEL-Schalter eingestellt wurden.

Die Einstellung TRANSIENT (Übergang) aktiviert den internen Übergangsgenerator. Der Betrieb wechselt zwischen den Einstellungen LEVEL A und LEVEL B mit einer Rate, die von den Einstellungen der Schalter FREQUENCY und DUTY (%B) bestimmt wird. Das Signal läuft durch den Slew-Rate-Generator.

Die Einstellung EXTERNAL TTL ermöglicht die Verwendung eines externen Oszillators oder Logiksignals (das am Klemmenblock auf der Geräterückseite anliegt), um das Betriebsniveau auszuwählen. Der Betrieb wechselt zwischen den Einstellungen LEVEL A und LEVEL B abhängig vom Niveau des externen Signals (hohe Logik wählt LEVEL B aus). Nach dem Auswahl-Gate passiert das Signal den Slew-Rate-Generator.

Die Einstellung EXTERNAL VOLTAGE (Externe Spannung) aktiviert die Steuerung der externen Analogspannung der Last. Das Signal, welches am Klemmenblock auf der Geräterückseite anliegt, bestimmt die Niveaueinstellung mit einem Skalierungsfaktor von 4 Volt für den Vollausschlag. Das Signal läuft durch den Slew-Rate-Schaltkreis.

Abfallspannung

Der Schalter DROPOUT (Abfall) dient zur Einstellung des Spannungsniveaus, unter dem die Last keinen Strom mehr leitet. Der Schalter funktioniert im Modus Constant Voltage nicht und besitzt im Modus Constant Resistance einen Spezialeffekt.

Diese Einstellung ist ebenfalls die Schwelle für den Langsamstartkreis.

Eingangsaktivierung-Schalter

Das Drücken des Einrastschalters INPUT ENABLE aktiviert den Lasteingang.

Am Klemmenblock auf der Geräterückseite steht ebenfalls eine ferngesteuerte Funktion DISABLE INPUT zur Verfügung. Wenn hier +3 bis +12+5 Volt angelegt werden, wird der Eingang deaktiviert.

Der Schalter INPUT ENABLE muss gelöst werden, um die (möglicherweise) ausgelöste Fehlersperre zurückzusetzen.

Eingangs-Anzeigelampe

Der Betriebszustand des Geräts wird mittels einer mehrfarbigen Lampe angezeigt. Wenn der Eingang deaktiviert ist, leuchtet die Lampe **nicht**. Bei normalem Betrieb leuchtet sie **grün**, oder **orangefarben**, falls der Eingang aktiviert, die Leistungsstufe jedoch saturiert ist (aufgrund einer unzureichenden Spannung für den erforderlichen Stromfluss). Die Lampe leuchtet **rot** auf, falls ein Fehler vorliegt. Um diesen Zustand zurückzusetzen, muss der Schalter INPUT ENABLE gelöst werden.

Langsamstart

Die Einstellung des Schalters SLOW START (Langsamstart) bestimmt das Verhalten des Geräts beim Beginn des Leitvorgangs, entweder weil der Schalter INPUT ENABLE gedrückt wird, während die Quellspannung bereits anliegt, oder weil die Quelle nach der bereits erfolgten Aktivierung der Last eingeschaltet wird. Falls der Schalter SLOW START nicht eingeschaltet ist, wird der volle Strom unverzüglich geleitet (ohne die Steuerung durch den Slew-Rate-Schaltkreis). Falls der Schalter SLOW START eingeschaltet ist, leitet die Last den Strom erst, wenn die Quellspannung die Einstellung für die Abfallspannung erreicht hat. Anschließend steigt sie auf die Einstellung LEVEL an, wobei die Rate mittels der Einstellungen der Schalter SLEW RATE festgelegt wird.

Übergangsfrequenz

Der Schalter FREQUENCY und der zugehörige Bereichswahlschalter mit drei Positionen dienen zur Einstellung der Frequenz des internen Oszillators.

Arbeitszyklus

Die Einstellung des Schalters DUTY (Arbeit, % B) bestimmt den Prozentwert der Oszillatorperiode für die Last bei der Einstellung LEVEL B. Die Dauer der Slew-Zeit vom Zustand LEVEL A zum Zustand LEVEL B ist in diesem Wert enthalten.

Slew-Rate

Der Schalter SLEW RATE und der zugehörige Bereichswahlschalter mit drei Positionen bestimmen den Anstieg des Übergangs von einer Niveaueinstellung zur anderen.

Spannungsabtastungs-Auswahl (Geräterückseite)

Der Schalter VOLTAGE SENSE SELECT auf der Geräterückseite wählt zwischen der INT (internen) und EXT (externen) Abtastung der effektiven Spannung über die Last aus. Bitte beachten Sie, dass eine interne Abtastung stets für die Leistungs- und Spannungsschutzkreise verwendet wird.

Vorsicht: Das Gerät ist dazu ausgelegt, eine Spannungsdifferenz von bis zu 6 Volt zwischen der internen und externen Abtastung zu tolerieren. Falls dieser Schalter in der Position zur EXT Abtastung steht, die Klemmen jedoch nicht angeschlossen sind, kann das Gerät den Fehlerzustand erst erkennen, wenn die Quellspannung diesen Wert überschreitet. Das kann zu einem unerwarteten Betrieb führen.

Dieses Gerät ist mit einer steuerbaren Gleichstromlast (einem Leistungsverbraucher) ausgestattet und dient zum Test aller möglichen Gleichstromquellen einschließlich Batterien, Photoelementen, Turbinen und Generatoren sowie elektronischen Stromerzeugungsgeräten.

Neue Benutzer des Geräts sollten zuerst den Abschnitt Betriebssteuerung lesen, der einen Überblick über die Gerätesteuerung bietet. Dieser Abschnitt enthält detaillierte Informationen über die Einrichtung und Verwendung des Geräts. Anwendungs- und Sicherheitshinweise, insbesondere in Bezug auf Stabilität und dynamisches Verhalten, werden im späteren Abschnitt Anwendungshinweise gegeben.

Anschluss der Last an die Quelle

Die INPUT-Klemmen der Last müssen an die Quelle angeschlossen werden, um unter Verwendung von geeigneten Verbindungen mit einem geringen Widerstand und einer niedrigen Induktion getestet zu werden. Die Verkabelung sollte so kurz und dick wie möglich sein. Die Klemmen auf der Gerätevorderseite können für Ströme von bis zu 30 A verwendet werden. Bei höheren Strömen sollten die Klemmen auf der Geräterückseite verwendet werden.

Die Lastklemmen des Geräts sind nicht geerdet und können bei Potenzialen von bis zu ± 300 Volt an Erde verwendet werden. Es muss sichergestellt werden, dass alle Kabel der Arbeitsspannung entsprechend sicher isoliert werden.

Spannungsabtastung

Falls die Last im Modus Constant Current (CI, Konstanter Strom) angelegt werden soll, wird die externe Spannungsabtastung nur benötigt, wenn die Messwerte auf den Messanzeigen von Spannung, Leistung oder äquivalentem Widerstand erforderlich sind. Bei allen anderen Modi hängt die Leitfähigkeit der Last von der angelegten Spannung ab, so dass die externe Abtastung für die Sicherstellung der Exaktheit der Lastcharakteristiken benötigt wird.

Im Interesse der Stabilität wird die Hochfrequenzrückmeldung stets vom internen Abtastungskreis abgenommen. Damit wird die Möglichkeit des Geräts beeinflussender Phasenverschiebungen aufgrund der externen Verkabelung minimiert. Dennoch sollte keine Phasenverschiebung im Abtastungskreis hinzugefügt werden, um den Stabilitätsspielraum nicht zu beeinträchtigen. Hier ist insbesondere die Verwendung von entkoppelten Kondensatoren zu vermeiden. Falls die Abtastungsanschlüsse voraussichtlich Hochfrequenzfeldern oder magnetischen Feldern ausgesetzt sein werden, ist eine verdrehte Zweidrahtleitung mit einer Gesamtabschirmung zu verwenden. Die Abschirmung sollte geerdet oder an die negative Last angeschlossen werden.

Betriebsverfahren

Die normale Betriebssequenz besteht in der Auswahl der Modi LOAD MODE und LEVEL CONTROL, der Einstellung des erforderlichen Betriebsniveaus und der benötigten Abfallspannung sowie der Aktivierung des Eingangs. Falls ein Übergangsbetrieb benötigt wird, müssen die Einstellung des zweiten Niveaus und der Slew-Raten-Parameter sowie der Frequenz und des Arbeitszyklus des internen Oszillators, falls verwendet, ebenfalls vorgenommen werden.

Die Messanzeigen können eingesetzt werden, um die Einstellungen vor der Aktivierung des INPUT zu betrachten. Sobald die Last leitet, können die tatsächliche Spannung und der tatsächliche Strom oder die aus diesen Werten berechneten Watt und Ohm abgelesen werden.

Alle Steuerungen mit Ausnahme des LOAD MODE können bei aktiviertem Eingang nach Bedarf angepasst werden. Falls versucht werden sollte, den LOAD MODE während der Aktivierung des Eingangs zu ändern, wird die Fehlersperre ausgelöst und der Eingang bis zum Zurücksetzen deaktiviert.

Lastbetriebsmodi

Es gibt fünf mögliche Betriebsmodi, die mittels des Schalters LOAD MODE ausgewählt werden. Alle Modi mit Ausnahme des Modus Constant Power verfügen über zwei Bereiche. Der Schalter INPUT ENABLE sollte vor der Änderung eines Modus gelöst werden. Falls der Schalter LOAD MODE bei aktivierter Last bewegt wird, kommt es zur Auslösung der Fehlersperre.

Constant Current (CI, konstanter Strom)

In diesem Modus definiert die Einstellung LEVEL einen erforderlichen Strom und die Last versucht, diesen Strom unabhängig von der Quellenspannung zu verringern. Dieser Modus eignet sich nicht für die Verwendung mit konstanten Stromquellen, da die Last entweder gesättigt (falls die Lasteinstellung größer als die Versorgungseinstellung ist) oder ausgeschaltet wird.

Falls die Quelle das gegenwärtig eingestellte Niveau nicht versorgen kann, saturiert die Last und leitet soviel Strom wie möglich mit einer geringen Spannung über ihren Klemmen. Die Lampe auf der Gerätevorderseite leuchtet orangefarben. Dieser Zustand tritt ebenfalls ein, während die Quelle ausgeschaltet ist. Falls die Stromkapazität der Quelle erhöht wird, nimmt das Gerät seinen normalen Betrieb wieder auf.

Falls die Kombination aus der Laststromeinstellung und der tatsächlichen Versorgungsspannung die Kapazität der Last zur Leistungsdissipation übersteigt, wird der Stromstärkenwert verringert, um zu versuchen, die Leistung an der zulässigen Grenze zu halten. Falls dies sich als unmöglich herausstellt oder die maximale Nennspannung überschritten wird, geht das Gerät in den Fehlerzustand über. Während der Leistungsbegrenzungskreis aktiv ist, leuchtet die Lampe auf der Gerätevorderseite orangefarben.

In diesem Modus ist die Abfallspannungsfunktion aktiv. Falls sie nicht benötigt wird, sollte der Schalter auf 0 V gesetzt werden. Wenn die Spannung unter die Abfallschwelle absinkt, fällt die Stromstärke schnell auf Null ab. In diesem Zustand leuchtet die Lampe auf der Gerätevorderseite orangefarben. Es besteht die Möglichkeit einer Instabilität in der Übergangsregion.

Constant Voltage (CV, konstante Spannung)

In diesem Modus definiert die Einstellung LEVEL eine benötigte Spannung und die Last versucht, die Stromstärke zur Beibehaltung dieser Spannung zu verringern. Falls die angelegte Spannung steigt, sinkt der Widerstand der Last, um zu versuchen, die Stromstärke noch weiter zu verringern und die Spannung auf das verlangte Niveau zu senken. Dieses Verhalten gleicht dem eines Nebenschlussreglers (es kann als eine einstellbare Zener-Diode interpretiert werden) und verlangt eine Quelle mit einer hohen Impedanz. Aufgrund der aktiven Rückmeldung im Innern der Last ist der Gradientenwiderstand extrem gering und dieser Modus wird am besten mit einer exakten Stromquelle verwendet.

Falls die Quellenimpedanz zu gering ist, steigt der Strom bis zur maximalen Leistungsdissipationsgrenze an und das Gerät geht in den Fehlerzustand über.

Die Langsamstartfähigkeit kann verwendet werden, wird jedoch dazu führen, dass die Last bei null Volt anfängt zu leiten. Dabei handelt es sich um den Zustand des höchsten Stroms, was vermutlich nicht das gewünschte Resultat darstellt. Bei einigen Quellen könnte es notwendig sein, die Last bei einem Spannungsniveau zu aktivieren, das oberhalb der Ausgangsspannung der Quelle eingestellt ist (d.h. es fließt kein Strom), und die Einstellung dann manuell bis zum Erreichen der erforderlichen Spannung zu verringern.

Constant Power (CP, konstante Leistung)

In diesem Modus implementiert die Last die Gleichung $I = W / V$. Die Einstellung LEVEL definiert die verlangte Leistung und das Gerät überwacht fortwährend die Quellenspannung und berechnet den zum Erhalt der eingestellten Leistungsdissipation erforderlichen Strom. Wenn die Quellenspannung abfällt, steigt der erforderliche Strom. Diese Handlung simuliert das Verhalten vieler Stromversorgungseinheiten mit Umschaltmodus. Es ist ebenfalls für die Überprüfung der Charakteristiken von Photoelementen nützlich. Die Last verhält sich jedoch wie ein negativer Widerstand, was bei einigen Quellen zu Stabilitätsproblemen führen kann.

Falls die Quelle eine Stromgrenze berührt, saturiert die Last mit einer niedrigen Klemmenspannung und versucht gleichzeitig, die geforderte Leistungseinstellung durch eine Erhöhung des Stroms zu erreichen. Dieser Zustand kann nur durch die Deaktivierung der Last wieder ins Gleichgewicht gebracht werden. Die Quelle muss sich danach erst wieder erholen. Bei den meisten Quellen tritt dieser Zustand eines begrenzten Stroms beim Einschalten auf. Daher ist es normalerweise notwendig, im Modus der konstanten Leistung die Langsamstartfunktion zu verwenden.

In diesem Modus ist die Abfallspannungsfunktion aktiv. Falls sie nicht benötigt wird, sollte der Schalter auf 0 V gesetzt werden.

Constant Conductance (CG, konstante Leitfähigkeit)

In diesem Modus entspricht die Last der Gleichung $I = V * G$. Das Gerät misst fortlaufend die Quellenspannung und berechnet die erforderliche Stromstärke zur Simulation der benötigten Leitfähigkeit. Die Laststromstärke ist für alle beliebigen Leitfähigkeitseinstellungen der anliegenden Spannung direkt proportional.

Da die LEVEL-Schalter die Leitfähigkeit festlegen, ist es einfach, in diesem Modus die Feineinstellung für die Werte niedrigen Widerstands (hoher Leitfähigkeit) vorzunehmen. Umgekehrt gilt, dass der Modus Constant Resistance (CR) für höhere Widerstände besser geeignet ist. Wenn die Last leitet, kann die Position WATTS & OHMS des Schalters METERS verwendet werden, um den äquivalenten Widerstandswert der Last zu betrachten.

In diesem Modus ist die Abfallspannungsfunktion aktiv. Falls sie nicht benötigt wird, sollte der Schalter auf 0 V gesetzt werden.

Constant Resistance (CR, konstanter Widerstand)

In diesem Modus entspricht die Last der Gleichung $I = (V - V_{\text{Abfall}}) / R$. Die Einstellung der Abfallspannung zeigt in diesem Modus einen speziellen Effekt: sie verhält sich als Offset zum Beginn der Widerstandscharakteristik. Unterhalb der Abfalleinstellung fließt kein Strom. Oberhalb dieses Spannungsniveaus steigt die Stromstärke linear mit einem durch die Widerstandseinstellung definierten Gradienten. Bei geringen Widerstandseinstellungen gleicht das Verhalten dem einer Zener-Diode, wobei die Schwellenspannung mittels des Schalters DROPOUT eingestellt und der Gradientenwiderstand durch die Einstellung LEVEL definiert werden.

Falls die Abfallspannung auf 0 V gesetzt wird, verhält sich dieser Modus wie ein normaler Widerstand, bei dem der Laststrom der angelegten Spannung direkt proportional ist.

Falls der Langsamstartkreis in diesem Modus eingesetzt wird, beginnt die Last bei (ungefähr) null Ohm und steigt in einer Rampenkurve auf den eingestellten Widerstandswert an. Das bedeutet, dass die Anfangsstromstärke höher als die Endstromstärke ist, ein Effekt, der nicht erwünscht ist. Aus diesem Grund ist der Langsamstartkreis in diesem Modus wenig nützlich. Falls ein Langsamstart verlangt wird, ist der Modus Constant Conductance (CG) zu verwenden.

Bitte beachten Sie, dass Einstellungen mit hohem Widerstand im 400-Ω-Bereich primär zur Verwendung mit höheren Spannungsquellen vorgesehen sind (die Dissipation beträgt selbst bei 80 V nur 16 W). Kleine Fehler beim Strom führen zu relativ großen Fehlern beim effektiven Widerstand. Der Widerstand kann auf den erforderlichen Wert angepasst werden, indem die Position WATTS & OHMS des Schalters METERS zur Betrachtung des tatsächlichen effektiven Widerstands herangezogen wird.

Niveaueinstellung

Die Schalter LEVEL A und LEVEL B dienen zur Einstellung der beiden Betriebsniveaus, die mittels des Schalters LEVEL CONTROL des Übergangsgenerators oder eines externen TTL-Signals ausgewählt werden können. Falls nur ein konstantes Niveau erforderlich ist, kann eines der beiden Niveaus verwendet werden. Die Werte können durch die Einstellung des Schalters METERS auf die Position LEVEL A & LEVEL B abgelesen werden. Die Maßeinheiten dieser Ablesungen hängen vom Betriebsmodus ab und werden oben auf der Anzeige dargestellt.

Niveausteuering

Der Schalter LEVEL CONTROL dient zur Auswahl der Optionen eines konstanten Betriebs entweder mit der Einstellung LEVEL A oder LEVEL B, TRANSIENT-Betrieb (zwischen den beiden Niveaus mit einer vom internen Übergangsgenerator festgelegten Rate wechselnd), EXTERNAL TTL (zwischen den beiden Niveaus unter der Steuerung eines an den Klemmen auf der Geräterückseite anliegenden Logiksignals wechselnd) oder der Einstellung EXTERNAL VOLTAGE (wenn das Betriebsniveau proportional zu einer an den Klemmen auf der Geräterückseite anliegenden Spannung eingestellt ist). Die Fernsteuerungsfunktionen werden in einem späteren Kapitel dieses Handbuchs beschrieben.

Abfallspannung

Der primäre Zweck der Einstellung DROPOUT (Abfallspannung) ist der Schutz von Batterien vor totaler Entleerung. Sie bietet eine Spannungsschwelle, unterhalb derer die Last keinen Strom mehr leitet. Dieselbe Spannung wird ebenfalls als Schwelle für den Langsamstartkreis verwendet. Wenn Batterien entladen werden, ist die Abfallspannung auf die vom Hersteller empfohlene Spannung für das Ende des Entladevorgangs einzustellen. Falls die Abfallfunktion nicht benötigt wird, sollte der Schalter auf 0 V gestellt werden (bis zum Anschlag gegen den Uhrzeigersinn drehen).

Bitte beachten Sie, dass bei einem etwaigen Kabelwiderstand zwischen der Quelle und dem spannungstastenden Punkt der Last ein weicher Übergang in den Abfallzustand auftreten wird. Wenn die Stromstärke abzusinken beginnt, verringert sich ebenfalls der Spannungsabfall, wodurch die an der Last gemessene Klemmenspannung steigt. Bei diesem Betriebszustand besteht die Möglichkeit einer Instabilität.

Wenn der Abfallbegrenzerschaltkreis aktiv wird, leuchtet die Lampe auf der Gerätevorderseite orangefarben. Außerdem kann ein Detektor am Stromüberwachungsausgang verwendet werden, um den Betrieb des Abfallspannungskreises festzustellen und eine externe Zeitschaltuhr auszulösen.

Die Abfallspannungsfunktion ist beim Modus Constant Voltage (CV) nicht aktiv, da sie nicht benötigt wird. Falls die Quellenspannung unterhalb der Einstellung LEVEL sinkt, leitet die Last keinen Strom. Wie oben beschrieben hat die Einstellung für die Abfallspannung im Modus Constant Resistance einen besonderen Effekt.

Langsamstart

Der Zweck des Langsamstartkreises besteht in der Erkennung einer Spannungseinleitung aus der angeschlossenen Quelle und des rampenartigen Anstiegs der geforderten Last von null auf den endgültigen Wert. Die Anstiegsrate wird durch die Einstellungen des Schalters SLEW RATE festgelegt. Die Referenzspannung für den Spannungserkennungsvergleicher ist die Einstellung des Schalters für die DROPOUT-Spannung.

Bitte beachten Sie, dass die Last im Modus Constant Resistance (CR) bei (ungefähr) null Ohm beginnt und rampenartig auf den endgültigen Ohm-Wert ansteigt. Das bedeutet, dass die Last anfänglich den maximalen Strom leitet, wobei dieser Effekt oftmals nicht erwünscht ist. In diesem Fall ist der Modus Constant Conductance (CG) besser geeignet.

Im Modus Constant Power (CP) wird die Langsamstartfunktion gewöhnlich aufgrund des Sperrzustands benötigt, der bei niedrigen Spannungen eintreten kann, falls die Quelle nicht in der Lage ist, eine dem verlangten Leistungsniveau entsprechende Leistung zu erreichen. Es ist die Spannung zu berechnen, bei der die Quelle eine ausreichende Stromstärkenkapazität zum Erreichen des Leistungsniveaus besitzt, und die Abfallspannung muss dann ein wenig über diesem Niveau eingestellt werden.

Eingangsaktivierung

Nachdem der erforderliche Betriebsmodus ausgewählt und die Niveaueinstellungen vorgenommen worden sind, wird der Schalter INPUT ENABLE gedrückt.

Anzeige für die Eingangsaktivierung

Die mehrfarbige Lampe oberhalb des Schalters INPUT ENABLE stellt einen der folgenden vier Zustände dar:

Lampe Aus	Eingang nicht aktiviert.
Grün	Eingang aktiviert und im normalen Betrieb.
Orange	Eingang aktiviert, jedoch sind die Leistungsstufen gesättigt. Dies tritt bei ausgeschalteter Quelle auf. Diese Farbe zeigt ebenfalls an, falls der Strom aufgrund des Betriebs der Spannungsabfall- oder Leistungsbegrenzungsschaltkreise unterhalb des erwarteten Werts liegt.
Rot	Ein Fehlerzustand ist eingetreten und der Eingang wurde deaktiviert. Dieser Zustand hält so lange an, bis der Schalter Input Enable gelöst wird. Falls der Fehlerzustand anhält, leuchtet die Lampe selbst bei deaktiviertem Eingang weiterhin rot auf.

Leistungsbegrenzung

Das Gerät überwacht fortlaufend die interne Leistungsdissipation und schaltet die Ventilatoren oberhalb von 230 Watt auf eine größere Drehzahl.

Falls die Dissipation auf über 335 Watt steigt, wird ein Leistungsbegrenzerkreis eingeschaltet, der versucht, den Laststrom zur Steuerung der Dissipation zu verringern. Das Gerät arbeitet dann effektiv im Konstanten Leistungsmodus, wodurch die Stabilitätsbedingungen geändert werden. Falls der Leistungsbegrenzerkreis die Leistung nicht auf einem angemessenen Niveau halten kann (beispielsweise weil die Quellenspannung bei sinkendem Strom steigt), wird die Fehlersperre ausgelöst und die Last leitet keinen Strom mehr.

Fehlerbedingungen

Das Gerät erkennt die folgenden Fehlerbedingungen:

- Stromstärke größer als ungefähr 92 A.
- Spannung größer als ungefähr 95 Volt.
- Leistung größer als ungefähr 350 Watt (die der Leistungsbegrenzungskreis nicht erfolgreich steuern konnte).
- Zu hohe Kühlkörpertemperatur.
- Zu hohe Differenz zwischen den Werten für die externe und interne Spannungsabtastung.

Beim Auftreten einer dieser Fehlerbedingungen wird der Eingang deaktiviert, das Gerät leitet keinen Strom und die Lampe INPUT auf der Gerätevorderseite leuchtet rot auf. Dieser Zustand bleibt so lange verriegelt bestehen, bis der Schalter INPUT ENABLE gelöst wird. Die Lampe erlischt dann, falls die Fehlerbedingung beseitigt worden ist. Sollte die Lampe weiterhin rot leuchten, liegt der Fehler immer noch vor. Hierbei handelt es sich entweder um eine zu hohe Spannung, hohe Kühlkörpertemperatur oder um falsche Abtastungsanschlüsse.

Die Fehlererkennungssensoren für zu hohe Stromstärke und zu hohe Leistung verfügen über Filternetzwerke mit einer konstanten Zeit von ein paar Millisekunden zur Durchführung kurzer Übergänge.

Übergangsbetrieb

Das Gerät ist in der Lage, Lastübergänge zu erzeugen, die beim Test des Einschwingverhaltens einer Quelle hilfreich sein können. Unter einem Einschwingvorgang wird ein Wechsel von einer Lasteinstellung auf eine andere verstanden, der mit einer definierten Slew-Rate vorgenommen wird. Die beiden Lasteinstellungen werden mithilfe der Schalter LEVEL A und LEVEL B definiert. Dabei gibt es keinerlei Beschränkung darüber, welches der beiden Niveaus größer ist. Bitte beachten Sie, dass der transiente Vorgang als die beiden absoluten Niveaus spezifiziert wird und nicht als die Differenz zwischen ihnen (wie es bei einigen elektronischen Lasten der Fall ist).

Der transiente Betrieb steht in allen Betriebsmodi zur Verfügung. Die Last ist so ausgelegt, dass der Übergang zwischen den beiden Niveaus eine gerade Linie darstellt, deren Gradient durch die Einstellung der Slew-Rate-Schalter bestimmt wird.

Transiente Vorgänge können entweder durch den internen Oszillator oder ein externes TTL-Signal zeitlich bestimmt werden. Es ist ebenfalls möglich, den Modus EXTERNAL VOLTAGE zur Erzeugung von transienten Vorgängen einer beliebigen Form zu verwenden, indem der externe Generator zur Erzeugung der benötigten Wellenform herangezogen wird. Bitte beachten Sie, dass das externe Signal weiterhin durch den Generator für die interne Slew-Rate läuft. Daher müssen die entsprechenden Einstellungen mittels der Schalter auf der Gerätevorderseite vorgenommen werden.

Transiente Frequenz und Arbeitszyklus

Die Frequenz des internen Oszillators wird mithilfe eines Bereichsschalters mit drei Positionen und eines variablen Schalters mit einer einfachen Drehung, der einen Bereich von 100:1 abdeckt, eingestellt. Der Arbeitszyklus kann mittels eines zweiten Schalters mit einer einfachen Drehung über den Bereich von 1% bis 99% eingestellt werden. Bei diesem Prozentsatz handelt es sich um den Anteil jeder Wiederholung, die an der Einstellung LEVEL B vorgenommen wird, einschließlich des Übergangs von LEVEL A zu LEVEL B. Der Rest des Zyklus besteht aus dem Übergang zurück zu LEVEL A und der Wartezeit bei dieser Einstellung.

Diese Einstellungen können auf den Messanzeigen abgelesen werden, indem der Schalter METERS auf die Position FREQ & DUTY % gestellt wird. Die Frequenzanzeige (linke Messanzeige) kann entweder in Hz oder kHz erfolgen (wie dargestellt). Die Anzeige DUTY % erfolgt stets in Prozent.

Der transiente Betrieb beginnt stets mit der Einstellung LEVEL A. Der Oszillator beginnt beim Eintreten des letzten von drei möglichen Ereignissen: entweder wird der Schalter LEVEL CONTROL auf die Position TRANSIENT gestellt oder der Eingang wird aktiviert oder (falls der Langsamstartkreis aktiv ist) die Quellenspannung steigt über die DROPOUT-Schwelle. Der erste Zustand LEVEL A wird ungefähr 3% länger anhalten als der normale Wert erwarten lässt.

Bitte beachten Sie, dass das Zeitintervall des kürzesten Anteils des Zyklus für den anstehenden Übergang, der durch die Schalter für die Slew-Rate und die Niveaueinstellung definiert ist, ausreichend lang sein muss, damit die Last den stabilen Zustand am eingestellten Wert erreichen kann. Diese Fehlerbedingung wird weiter unten beschrieben.

Slew-Rate

Der Schalter SLEW RATE und sein zugehöriger Bereichsschalter mit drei Positionen dienen zur Einstellung des Gradienten für die Übergänge zwischen den beiden Niveaueinstellungen. Wenn der Schalter METERS auf die Position SLEW & DROPOUT gestellt ist, zeigt die linke Messanzeige die Slew-Rate an: die Messeinheit des gegenwärtig ausgewählten Modus wird oberhalb der Anzeige dargestellt, wobei die Anzeige /ms (pro Millisekunde) oder /s (pro Sekunde) ebenfalls leuchtet.

Der Schaltkreis liefert einen linearen Übergang auf den Steuerungswert des aktiven Modus. Beispielsweise wird im Modus Constant Power (CP) die Slew-Rate in Watt pro Millisekunde (oder Watt pro Sekunde bei sehr geringen Raten) ausgedrückt. Die Form der Stromstärkenübergangskurve ist daher nicht notwendigerweise linear.

Die Einstellung für die Slew-Rate wird für alle Niveauwechsel herangezogen, gleich ob sie durch eine manuelle Anpassung, den Übergangsgenerator oder die externe Spannungssteuerung hervorgerufen werden. Sie wird ebenfalls zur Bestimmung der Anstiegsrate bei der Auslösung des Langsamstartzyklus verwendet.

Die Bandbreite der Leistungsstufen der Last wird verringert, wenn der Bereichsschalter für die Slew-Rate auf die Position **Lo** gestellt wird, selbst wenn die Übergangsfunktionen dabei nicht verwendet werden. Dies verändert das dynamische Verhalten des Geräts und könnte die Stabilität bei einigen problematischen Kombinationen aus Quellen- und Lastcharakteristiken verbessern.

Fehlerbedingungen der Slew-Rate

Der Wert für die Slew-Rate hat eine obere und untere Grenze, die in Kombination mit den Einstellungen der anderen Schalter verwendet werden können. An indicator In der rechten oberen Ecke des Displays(i befindet sich eine Anzeige, die mit der Meldung ERR aufleuchtet, falls einer der im Folgenden genannten Zustände eintrittse.

Die untere Grenze wird von der Beziehung der Niveaueinstellungen, Slew-Rate, Frequenz und des Arbeitszyklus bestimmt. Falls die Übergangszeit (d.h. die Differenz der Niveaueinstellungen dividiert durch die Slew-Rate) länger als das Produkt aus Oszillatorperiode und Verhältnis des Betriebsstroms zum Vollaststrom ist, ist nicht genügend Zeit für den Abschluss des Übergangs vorhanden, bevor der Oszillator die Rückkehr auf das andere Niveau einleitet. Damit wird das verlangte Niveau nie erreicht. In diesem Fall blinkt die Anzeigecase ERR.

Die obere Grenze wird durch die minimale Übergangszeit der Leistungsstufen der Last bestimmt (sie hängt vom Betriebsmodus ab, siehe technische Daten). Falls eine Kombination aus einer schnellen Slew-Rate und einer kleinen Niveauänderung zu einer kürzeren Übergangszeit führt, wird die Einschwingzeit der Leistungsstufe dominieren. In diesem Fall leuchtet die Anzeige ERR kontinuierlich auf. Bitte beachten Sie, dass diese Anzeige eine ideale Quelle und optimale Anschlüsse voraussetzt. Die Slew-Rate kann weiterhin durch die Ausgangsimpedanz und die dynamischen Charakteristiken der Quelle sowie die Induktivität der Anschlüsse begrenzt werden.

Im praktischen Betrieb hängt das dynamische Verhalten einer Quelle und Lastkombination bei hohen Slew-Raten von vielen Faktoren ab, insbesondere von der Induktivität der Anschlüsse und der Dämpfungszahl der Rückkopplungsschleifen. Zusätzlich ist die Antwort der Leistungsstufen der Last bei sehr geringen oder hohen Strömen oder niedrigen Spannungen langsamer. In vielen Situationen wird eine geringere Einstellung für die Slew-Rate erforderlich sein, um Abweichungen zu vermeiden.

Im Modus Constant Resistance, bei dem die Stromstärke dem Widerstandsübergang umgekehrt verwandt ist, ist die Vorhersage der maximalen nützlichen Einstellung für die Slew-Rate besonders schwierig.

Anwendungshinweise

Dieses Kapitel soll Ihnen nützliche Informationen zur praktischen Anwendung des Geräts geben. Alle elektronischen Lasten unterliegen dem Einfluss von Quellencharakteristiken, Anschlussinduktivität und Charakteristiken der Rückkopplungsschleifen. Die folgenden Abschnitte werden Ihnen beim Verständnis der betreffenden Faktoren helfen.

Quellen

Batterien sind Quellen mit geringer Impedanz. Abgesehen von einer möglichen Induktivität in den Verbindungskabeln sind sie im Allgemeinen zusammen mit einer elektronischen Last einfach zu verwenden. Die Abfallfunktion sollte bei Batterien eingesetzt werden, die durch eine totale Entleerung beschädigt werden können.

Elektronische Versorgungseinrichtungen verfügen über aktive Rückkopplungsnetzwerke, deren dynamische Charakteristiken oft mit der Last in Interaktion treten. Wenn es sich bei dieser Last selbst um ein aktives Netzwerk handelt, dessen dynamische Charakteristiken von der Art der Quelle abhängen, wird leicht ersichtlich, dass das Verhalten des resultierenden Systems unmöglich vorhergesagt werden kann.

Im Folgenden sind einige häufige Probleme aufgeführt:

Der Modus Constant Power hat eine inhärente negative Widerstandscharakteristik, die zur Oszillation mit einigen Quellenimpedanzen führen kann.

Viele „Konstantstromquellen“, die auf Rückkopplungskreisen beruhen, haben nur bei niedrigen Frequenzen eine hohe Ausgangsimpedanz. Beim Anstieg der Frequenz fällt die Ausgangsimpedanz ab. Solche Geräte zeigen oft eine signifikante Kondensatorwirkung über den Ausgangsklemmen.

Viele Quellen haben L-C-Ausgangsfilter zur Rauschverringern. Diese Filter sorgen für eine zusätzliche Phasenverschiebung bei der Kombination aus Quelle und Last und können zur Instabilität führen. Falls die Drosselspule keine Dämpfung hat, kann ein Resonanzkreis entstehen, der die Entstehung von Schwingungen mit einer beträchtlichen Amplitude erlaubt.

Wenn Übergangsfrequenzen von einigen kHz verwendet werden, ist es oft möglich, die Eigenfrequenz des Rückkopplungskreises der Quelle zu erregen. Dies kann zu unerwarteten Ergebnissen und in extremen Fällen zur Zerstörung führen.

Quellen mit asymmetrischen Charakteristiken können Instabilität hervorrufen: Viele elektronische Stromquellen können Strom erzeugen, um ihre Klemmenspannung schnell zu erhöhen. Jedoch können sie den Strom nicht verringern und daher ihre Klemmenspannung nur langsam verringern. Gleichermaßen kann die Last nur den Strom absenken und die Spannung über ihre Klemmen verringern. Sie ist auf die Quelle angewiesen, um die Spannung zu erhöhen.

Einfache Quellen sind lediglich mit einem Transformator, Gleichrichter und einem Kondensator mit einer großen Speicherkapazität über die Ausgangsklemmen ausgestattet. Wenn dieser Kondensator über standardmäßige Quellen mit 50 oder 60 Hz gespeist wird, wird er erst beim Erreichen der Spitze des nächsten Netzyklus wieder aufgeladen. Eine solche Versorgung verfügt über keine Pull-up-Fähigkeit zwischen den Netzyklen.

Gewickelte Geräte haben eine hohe Induktivität und langsame Ansprechzeiten. Tests der Übergangsantworten solcher Quellen sollten nur bei niedrigen Slew-Raten durchgeführt werden.

Induktive Quellen

Falls eine Quelle eine signifikante Induktivität aufweist, wird im Fall des Absinkens des Laststroms ein Spannungsübergang erzeugt, der die Nennspannung der Last überschreiten könnte. Das Gerät ist mit Varistoren ausgestattet, die zur Absorption sich nicht wiederholender Übergänge bis zu 80 Joule, jedoch wiederholender Vorgänge von nur bis zu 2 Watt ausgelegt sind⁴. Falls die Leistung eine der beiden Grenzwerte mit Wahrscheinlichkeit überschreiten wird, muss ein externer Schutz hinzugefügt werden, möglicherweise eine Spannungsbegrenzungsdioden über die Induktivität selbst.

Beim Betrieb in den Modi Constant Power, Conductance oder Resistance ändern sich die Leitfähigkeit der Last mit der angelegten Spannung. Dadurch wird die Wirkung durch Induktivität bedingter Spannungsübergänge verstärkt:

Wie zuvor bereits beschrieben, erhöhen induktive Quellen ebenfalls die Möglichkeit einer Instabilität.

Erdung

Ein Oszilloskop wird oft zur Betrachtung der Spannung- und Stromstärkewellenformen eingesetzt, insbesondere wenn die Übergangsfähigkeiten der Last zur Untersuchung des Verhaltens einer Quelle herangezogen werden. Es sollte darauf geachtet werden, sorgsam einen geeigneten Punkt für den Anschluss der Oszilloskop-Erde zu finden, da Spannungsabfälle auf den Verbindungskabeln (insbesondere den durch Induktivität hervorgerufenen Übergängen) irreführende Ergebnisse hervorbringen können. Der Current Monitor-Ausgang der Last kann zur Vermeidung einer mehrfachen Erdung verwendet werden, da er Gleichtaktunterdrückung enthält (solange die Spannung innerhalb von ein paar Volt der negativen Lastklemme gehalten wird). Der beste Erdungspunkt ist gewöhnlich die negative Klemme der Quelle, falls verfügbar.

Bitte beachten Sie, dass bei einer Last, die mit einer Quelle verwendet wird, deren positive Klemme geerdet ist, ein beliebiges an den Current Monitor-Ausgang angeschlossenes Gerät vollkommen ungeerdet sein muss.

Stabilität

Diese Last ist hinsichtlich der Genauigkeit unter konstanten Lastbedingungen optimiert und hat eine hohe interne Rückkopplung. Daher besteht die Möglichkeit, dass Kombinationen aus Quelle, Verbindungskabeln und Lastcharakteristiken zu einer Instabilität führen könnten. Dafür gibt es drei hauptsächliche Ursachen: Induktivität in der Verdrahtung zwischen der Quelle und der Last (oder eine induktive Ausgangsimpedanz der Quelle), Kapazität parallel mit der Verbindung zwischen Quelle und Last (einschließlich eines Ausgangskondensators innerhalb der Quelle) und die Charakteristiken aktiver Rückkopplungskreise innerhalb der Quelle.

In den Modi Constant Power, Conductance und Resistance enthält das System einen Analogverstärker, der von der Last verwendet wird, um den Strombedarf aus der momentanen Spannung abzuleiten. Damit wird der Schleife eine zusätzliche Phasenverschiebung hinzugefügt. Im Allgemeinen ist der Modus Constant Current mit der höchsten Wahrscheinlichkeit stabil, in einigen Fällen kann eine Instabilität jedoch durch den Einsatz eines anderen Modus vermieden werden. Die Bedingungen, welche das dynamische Verhalten der Last beim Übergangsbetrieb beeinflussen, führen ebenfalls zu Instabilität und einige der Vorschläge in den folgenden Abschnitten könnten hier nützlich sein.

Abhilfen

Die Kompensationsnetzwerke der Leistungsstufen in der Last werden geändert, wenn der Schalter SLEW RATE RANGE (Slew-Rate-Bereich) auf die Position **Lo** gestellt wird. Selbst wenn die transienten Funktionen nicht verwendet werden, könnte diese Änderung der Kompensation zur Stabilisierung der Last führen.

Falls es zur Instabilität kommt, sollte die Spannungswellenform über der Last mit einem Oszilloskop beobachtet werden: Falls die Spannung an einer beliebigen Stelle über die Quellenspannung des offenen Stromkreises ansteigt, muss ein induktives Element vorhanden sein, um einen Resonanzkreis zu bilden. Es muss ein Weg gefunden werden, um eine Dämpfung in diesen Kreis einzubauen. Eine Technik besteht darin, ein Snubber-Netzwerk über den Eingangsklemmen der Last zu verwenden (das aus einem in Reihe geschalteten Kondensator und Widerstand besteht). Viele elektronische Lasten haben ein solches Netzwerk eingebaut. Diese Last enthält kein Netzwerk, um ihre Vielseitigkeit durch die kleinstmögliche Eingangskapazität zu maximieren. Es kann jedoch extern hinzugefügt werden: gewöhnlich werden Werte von ungefähr 2,2 μF und 5 Ω verwendet. Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um einen Leistungswiderstand handeln muss, der ein paar Watt aushalten kann und aus einer nichtinduktiven Technologie besteht: am besten eignet sich ein Dünnschichtwiderstand.

Dynamisches Verhalten beim Übergangsbetrieb

Wenn die Übergangsfähigkeiten der Last verwendet werden, hängt das dynamische Verhalten der Kombination aus Quelle und Last während des Übergangs von ähnlichen Bedingungen wie bei den Stabilitätsproblemen ab: Serieninduktivität, Nebenschlusskapazität und Charakteristiken der Rückkopplungsschleife. Der korrekte Betrieb hängt von der Last ab, die weder sättigen noch an einem Punkt des Kreises getrennt werden sollte. Je schneller die geforderte Slew-Rate ist, desto wahrscheinlicher sind Abweichungen während der Übergänge.

Aufgrund von Änderungen in der Transkonduktanz der FETs ändert sich das dynamische Verhalten der Leistungsstufen sowohl bei niedrigen als auch hohen Stromstärken sowie bei niedrigen Spannungen, wenn die Kapazität zwischen den Elektroden beträchtlich steigt. Im Allgemeinen ist das Verhalten in der Mitte des Stromstärkebereichs (5 bis 60 A) sowie bei Spannungen zwischen ungefähr 3 Volt oberhalb und 3 Volt unterhalb der Leerlaufspannung des der Quelle optimal.

Der Versuch des Erreichens einer Slew-Rate jenseits der Fähigkeiten einer Kombination aus Quelle und Last wird zu einem erheblichen Überschießen und Nachschwingen führen. Die Verringerung der Slew-Rate, manchmal nur um einen kleinen Betrag, verbessert die Antwort dagegen erheblich.

Quellinduktivität

Die Induktivität von Quelle und Verbindungskabeln hat eine große Auswirkung auf das Verhalten der Last: die fundamentale Charakteristik einer Induktivität ist ihr Widerstand gegen jegliche Stromstärkeänderung. Mit dem Anstieg des Stromflusses erzeugt die Induktivität ein elektromagnetisches Feld, das die Spannung über die Last verringert causes a voltage drop which, oft bis zu dem Punkt der Lastsättigung. Wenn die Spannung unter ungefähr 3 Vv abfällt, ändert sich die Transkonduktanz der Leistungsstufe erheblich output, wodurch wiederum der Dämpfungsfaktor der Rückkopplungsschleife und das dynamische Verhalten merklich verändert werden. Bei sinkendem Stromfluss erzeugt die Induktivität ein elektromagnetisches Feld, das die Spannung über den Lastklemmen erhöht. Dies wiederum beeinflusst die Leitfähigkeit der Last in den spannungsabhängigen Betriebsmodi.

Nebenschlusskapazität.

Die Last kann nur den Strom verringern und kann nur die Spannung an ihren Klemmen verringern. Die Quelle muss die Spannung erhöhen, einschließlich der Bereitstellung eines Ladestroms zu einer Kapazität über den Klemmen. Falls der gesamte verfügbare Strom bei der geforderten Slew-Rate mehr als ausreichend für das Laden dieser Kapazität ist, fährt die Last mit der Leitung des überschüssigen Stroms während des Übergangs fort. Falls die Quelle den Kondensator bei der geforderten Slew-Rate nicht laden kann, wird die Last getrennt, bis die endgültige Spannung erreicht worden ist. In diesem Fall kommt es zum Überschießen vor dem Beginn der Leitung, gefolgt von einem Nachschwingen bei der Antwort der Quelle.

Quellencharakteristiken.

Der Zweck des Tests von Übergängen besteht darin, das Verhalten von Rückkopplungsschleifen innerhalb der Quelle zu untersuchen. Falls die Antwort der Quelle unzulänglich gedämpft ist, sollte im Allgemeinen die Verwendung einer aktiven Last diesen Effekt betonen. Dies gilt insbesondere in den Modi, in denen die Last auf Spannungsänderungen antwortet. Bei bestimmten Übergangsfrequenzen könnte die Last, Resonanzen in den L-C-Filtern hervorrufen oder die natürliche Frequenz einer Rückkopplungsschleife annehmen,. Dies kann zu einer erheblichen Reaktion der Quelle führen.

Durchführung

Die folgenden Abschnitte enthalten eine kurze Beschreibung der Arbeitsmethode jedes Modus sowie einige Hinweise über die Auswirkungen des Modus auf die Anwendung der Last.

Modus Constant Current

Die Last hat zwei parallel geschaltete Leistungsstufen (jede ein großer FET). Jede Stufe hat eine lokale Stromstärkerückkopplung, um eine gleichmäßige Leistungsverteilung sicherzustellen. Eine

Gesamtstromstärkenrückkopplung zu einer früheren Stufe wird zur Erhöhung der Genauigkeit verwendet. Das abgetastete Spannungssignal wird nur für die Messanzeigen verwendet. Im Idealfall wäre der Betrieb der Leistungsstufen von der angelegten Spannung unabhängig. In der Realität schwanken jedoch sowohl der Verstärkungsfaktor als auch die Kapazität zwischen den Elektroden der FETs mit dem Betriebspunkt, insbesondere bei niedrigen Spannungen (unter ungefähr 3 V_v) und bei niedrigen und hohen Stromstärken. Dies führt zu einer langsameren Antwort sowie unterschiedlichen Stabilitätsbedingungen und unterschiedlichem dynamischen Verhalten in diesen Bereichen.

Der Modus Constant Current wird normalerweise zusammen mit Stromquellen von geringer Impedanz eingesetzt und ist in der Regel recht stabil, sofern keine signifikante Induktivität in den Verbindungskabeln oder in der Quelle herrscht. Die Last ist dafür ausgelegt, im Modus Constant Current Slew-Raten mit höheren Stromstärken zu unterstützen, als in allen anderen Modi. Das führt zu kritischen Situationen bei Verbindungen mit geringer Induktivität.

Modus Constant Voltage

Da die Leistungsstufen der Last grundsätzlich einen Stromverbraucher darstellen, verhält sich der Modus Constant Voltage in einer vollkommen anderen Weise als alle anderen Modi. Die Differenz zwischen der abgetasteten Spannung und der geforderten Spannung wird auf einen Integrator mit einer kurzen Zeitkonstante gelegt. Der Ausgang dieses Integrators (der effektiv eine Schätzung der verlangten Stromstärke darstellt) steuert die Leistungsstufen. Der Betrieb dieses Modus hängt vollkommen von der Rückkopplung ab. Die Transkonduktanz der Last (die durch eine kleine Änderung der abgetasteten Spannung hervorgerufene Änderung der Laststromstärke) ist sehr groß und führt zu einer sehr hohen Systemverstärkung.

Der Modus Constant Voltage ist für die Verwendung mit Stromquellen mit echter hoher Impedanz ausgelegt. Das Vorhandensein einer Nebenschlusskapazität kann einen Entspannungsszillator bilden, in dem die Last einen Stromstärkeimpuls aufnimmt und danach abschaltet, bis die Quelle sich erholt hat. Asymmetrische Quellen (solche, die nur ansteigen, aber nicht sinken können) verschlimmern dieses Problem. Elektronische Stromversorgungsquellen, die im Modus Constant Current operieren, haben oft nur innerhalb der Bandbreite einer Rückkopplungsschleife eine hohe Impedanz. Bei höheren Frequenzen verringert ein Nebenschlusskondensator die Ausgangsimpedanz erheblich. Eine Kombination aus dieser Last und einer solchen Quelle ist oftmals instabil.

Falls der Modus Constant Voltage nicht stabilisiert werden kann, ist es möglich, die abgleichende Fähigkeit des Modus Constant Resistance einzusetzen. Der Schalter DROPOUT wird auf die verlangte Spannung eingestellt und die Einstellung für das Widerstandsniveau wird zur Definition des Gradientenwiderstands verwendet. Eine Erhöhung dieser Einstellung verringert den Verstärkungsfaktor und gestattet möglicherweise einen stabilen Betrieb.

Modus Constant Power

Der Modus Constant Power wird mittels eines Analogfrequenzteilers implementiert, um zwecks Berechnung der erforderlichen Stromstärke die verlangte Leistung durch die abgetastete Spannung zu teilen. Dies soll dazu dienen, einen erhöhten Leistungsbedarf durch die Erhöhung der Leitfähigkeit der Last und der Stromstärke zu befriedigen. Aufgrund des Widerstands der Quelle (und der Verkabelung) wird die Klemmenspannung bei steigender Stromstärke sinken. Unter der Voraussetzung, dass die Leistung (das Produkt aus Klemmenspannung und -stromstärke) mit steigender Stromstärke ebenfalls steigt, wird die Last erwartungsgemäß funktionieren.

Die maximale Lastleistung, die von einer vorgegebenen Quelle abgenommen werden kann, liegt vor, wenn die Klemmenspannung auf die Hälfte der Leerlaufspannung abgefallen ist. Wenn die Stromstärke jenseits dieses Punkts ansteigt, überwiegt das Absinken der Spannung die Erhöhung der Stromstärke und die Leistung nimmt ab. Die Last geht dann in einen Zustand der „harten“ Leitung (hard conduction) über, in dem die Stromstärke maximal wird und die Spannung nahezu auf Null abgesunken ist: sie versucht, das Leistungsniveau durch die Erhöhung der Stromstärke zu steigern, was jedoch fehlschlagen muss, da die Stromversorgung bereits ihre maximale Stromstärke liefert. Die einzige Lösung in dieser Lage besteht in der Deaktivierung des Lasteingangs oder des Quellenausgangs.

Der Modus Constant Power hat die Charakteristiken eines negativen Widerstands (die Stromstärke erhöht sich mit abfallender Spannung) und es besteht stets die Möglichkeit der Bildung eines negativen Widerstandsoszillators in Kombination mit der Ausgangsimpedanz der Quelle. In der Realität operiert der Modus Constant Power normalerweise gut in Zusammenarbeit mit Quellen, die zur Versorgung einer solchen Last ausgelegt worden sind.

Falls die Quelle im transienten Betrieb eine konstante Spannung hat (mit einer niedrigen Quellenimpedanz), folgt die Stromstärke den Änderungen des Leistungsbedarfs und die Antwort ist derjenigen im Modus Constant Current sehr ähnlich. Falls die Quellenspannung bei einem erhöhten Leistungsbedarf absinkt, muss die Stromstärke überproportional ansteigen und die Slew-Rate der Stromstärke steigt an. Dies begrenzt die maximale nützliche Leistungs-Slew-Rate auf eine Einstellung unterhalb des Punkts, bei dem die ERR-Anzeigelampe aufleuchtet.

Modi Constant Conductance und Resistance

In diesen beiden Modi wird ein analoger Multiplizierer-Teiler zur Ableitung der erforderlichen Stromstärke aus der abgetasteten Spannung verwendet. Im Modus Conductance wird die erforderliche Stromstärke durch die Multiplikation der abgetasteten Spannung mit der verlangten Leitfähigkeit berechnet. Im Modus Resistance wird die erforderliche Stromstärke berechnet, indem die Differenz zwischen der abgetasteten Spannung und der Abfallspannung durch den verlangten Widerstand dividiert wird.

In beiden Fällen steigt die Stromstärke mit dem Anstieg der anliegenden Spannung. Bei äquivalenten Einstellungen für Widerstand und Leitfähigkeit ist der Pfad aus dem Spannungsabtasteingang durch die Leistungsstufe derselbe, so dass die beiden Modi ähnliche Stabilitätscharakteristiken aufweisen werden.

Beim Übergangsbetrieb verhalten die beiden Modi sich sehr unterschiedlich. Im Modus Conductance folgt die erforderliche Stromstärke linear dem sich ändernden Leitfähigkeitswert und das Verhalten ähnelt grundsätzlich demjenigen beim Modus Constant Current. Im Modus Resistance ist die erforderliche Stromstärke dem sich linear ändernden Widerstandswert umgekehrt proportional. Damit ist die resultierende Stromstärkenwellenform nichtlinear und steigt in dem Teil des Zyklus mit geringem Widerstand rapide an. Dieser rapide Anstieg betont die Wirkung der Induktivität in den Verbindungskabeln und kann leicht zu Unter- und Überschießen führen. Der Modus Resistance wird am besten bei höheren Spannungen und mäßigen Stromstärken verwendet.

Null-Volt-Betrieb

Obwohl dieses Gerät mit einem sehr niedrigen inneren Widerstand (weniger als 25 mΩ) ausgelegt wurde, um den Betrieb bei niedrigen Spannungen und hohen Stromstärken zu gestatten, gibt es Situationen, in denen eine Last erforderlich ist, die die volle Stromstärke bis herunter auf eine Spannung von null Volt leiten kann. Dies kann durch die Serienschaltung einer externen Offset-Stromversorgungseinheit und der Last (mit der entgegengesetzten Polarität) erfolgen. Es muss eine externe Spannungsabtastung verwendet werden, deren Abtastkabel mit der getesteten Stromversorgungseinheit verbunden sind und die außerhalb der Serienschaltung aus Last und Offset-Stromversorgungseinheit liegt.

Es wird eine Offset-Spannung benötigt, die mindestens der Betriebsspannung der Last plus dem Spannungsabfall in den Verbindungskabeln entspricht. Die maximal zugelassene Spannung beträgt 6 Volt. Die Offset-Stromversorgungseinheit muss die volle Laststromstärke liefern können und eine dynamische Leistung zeigen, welche die Stabilität der Serienschaltung nicht beeinträchtigt. Weiterhin muss sie gegen Umkehrspannungen geschützt sein. Wenn möglich wird die Verwendung von Batterien empfohlen, jedoch müssen eine volle Entladung oder ein Umkehrstrom vermieden werden.

Bitte beachten Sie, dass eine Serienschaltung aus der Offset-Stromversorgungseinheit und der Last dazu führen kann, dass die getestete Quelle eine Umkehrspannung erhält. Daher ist für einen entsprechenden Schutz zu sorgen. Es wird sehr empfohlen, einen zur Abschaltung des vollen Laststroms fähigen Schalter in den Kreis einzubauen.



Die Last hat eine Diode über den Eingangsklemmen, die beim Anlegen einer Umkehrpolarität den Strom leiten wird, selbst wenn der Schalter INPUT ENABLE gelöst wird.

Betrieb mehrerer Geräte

Im Modus Constant Current ist eine Parallelschaltung mehrerer Lasten möglich. Damit werden die Fähigkeiten zur Handhabung der Stromstärke und Leistungsdissipation im Vergleich zu einem einfachen Gerät erhöht. Die Anschlüsse an die Quelle sollten so gut wie möglich angepasst werden. Bitte beachten Sie, dass Stabilitätsprobleme aufgrund der zusätzlichen Rückkopplungsschleifen und Verbindungskabel wahrscheinlich gravierender sein werden.

Es kann ebenfalls möglich sein, zwei Geräte im Modus Constant Voltage in Serie zu schalten, jedoch sollte diese Option nur zur Erhöhung der Fähigkeit zur Leistungsdissipation, und nicht der Spannungsregelung, verwendet werden. Die Leerlaufspannung der Quelle darf den Wert von 80 V für ein einfaches Gerät nicht überschreiten. Höchstwahrscheinlich werden jedoch Instabilitätsprobleme auftreten.

In den Modi Constant Power, Resistance oder Conductance ist ein Betrieb mehrerer Geräte nicht empfehlenswert.

Fernsteuerung

Es stehen zwei Arten des spannungsgesteuerten Fernsteuerungsbetriebs zur Verfügung: Die Steuerung EXTERNAL VOLTAGE, bei der eine Analogspannung das geforderte Niveau des ausgewählten Betriebsmodus definiert, und die Steuerung EXTERNAL TTL, bei der eine externe Spannung zwischen den Niveaueinstellungen der Schalter LEVEL A und LEVEL B auf der Gerätevorderseite auswählt.

Die Steuerspannung wird an die beiden Klemmen CONTROL VOLTAGE (Steuerspannung) auf der Geräterückseite angelegt. Jede Klemme hat eine Eingangsimpedanz von 400 k Ω (Nennwert) an der negativen Lastklemme. Ein Differenzial-Leitungsempfänger gestattet Gleichtaktspannungen von bis zu ± 100 Volt. Die Gleichtaktunterdrückung ist besser als -66 dB (50 mV bei 100 V). Obwohl sie in der Regel wesentlich besser als dieser Wert (-80 dB) ist, kann die Auswirkung auf das programmierte Niveau signifikant sein. Die Rückleitung für die Eingangsströme sollte ebenfalls in Erwägung gezogen werden.

Ferngesteuerte Spannungssteuerung

Den Schalter LEVEL MODE auf die Position EXTERNAL VOLTAGE stellen. Die Schalter LEVEL A und LEVEL B auf der Gerätevorderseite haben hierbei keine Wirkung. Der Schalter LOAD MODE dient zur Auswahl des erforderlichen Betriebsmodus und des Vollausschlagbereichs. Die Einstellung der Spannungssteuerung DROPOUT auf der Gerätevorderseite bleibt aktiv.

Der Eingang CONTROL VOLTAGE hat einen Skalierungsfaktor von 4 Volt für den Vollausschlag. Die Umwandlungsfaktoren für jeden Modus und Bereich lauten wie folgt:

Betriebsbereich	Skalierungsfaktor
80 Ampere	20 Ampere pro Volt
8 Ampere	2 Ampere pro Volt
80 Volt	20 Volt pro Volt
8 Volt	2 Volt pro Volt
320 Watt	80 Watt pro Volt
400 Ohm	100 Ohm pro Volt
10 Ohm	2,5 Ohm pro Volt
1 A/V (Siemens)	0,25 A/V (Siemens) pro Volt
40 A/V (Siemens)	10 A/V (Siemens) pro Volt

Der Slew-Rate-Kreis und seine Schalter auf der Gerätevorderseite verbleiben im Schaltkreis und die erforderliche Übergangswellenform kann durch die Anpassung dieser Einstellungen in Kombination mit der Form des an den Fernsteuerungseingang angelegten Signals erhalten werden, wobei die Übergangszeitgrenzen des Lastkreises bestimmend sind.

Ferngesteuerte Niveaue Auswahl

Den Schalter LEVEL CONTROL auf die Position EXTERNAL TTL stellen. Falls das an den Eingang CONTROL VOLTAGE angelegte externe Signal unterhalb der Logikschwelle (Nennwert $+1,5$ V) liegt, ist das mittels des Schalters LEVEL A eingestellte Niveau aktiv. Falls das Signal oberhalb der Schwelle liegt, gilt das mittels des Schalters LEVEL B eingestellte Niveau. Die Übergänge werden durch die Einstellung der Schalter SLEW RATE auf der Gerätevorderseite definiert.

Ferngesteuerte Eingangsdeaktivierung

Dieser Eingang dient der ferngesteuerten Überbrückung der Funktion INPUT ENABLE der Last. Er steht in allen Betriebsmodi des Geräts zur Verfügung. Der Eingang ist ein vollkommen ungeerdeter Eingang zu einem Opto-Trennschalter: zur Deaktivierung der Last 3 bis 12 Volt anlegen (Polarität beachten). Die Last ist nur dann aktiviert, wenn dieses Signal fehlt und der Schalter INPUT ENABLE auf der Gerätevorderseite gedrückt ist.

Der Hersteller oder seine Vertretungen in anderen Ländern bieten einen Reparaturservice für defekte Geräte an. Geräteinhaber, die die Wartungsarbeiten am Gerät selbst vornehmen wollen, sollten dies ausschließlich von qualifiziertem Personal und unter Beachtung des Servicehandbuchs, das direkt vom Hersteller oder seinen Vertretungen in anderen Ländern erhalten werden kann, durchführen lassen.

Reinigung

Das Gerät mit einem leicht mit Wasser oder einem sanften Reinigungsmittel befeuchteten Tuch reinigen.

WARNUNG! UM EINEN STROMSCHLAG ODER SCHÄDEN AM GERÄT ZU VERMEIDEN, NIEMALS WASSER INS INNERE DES GEHÄUSES EINDRINGEN LASSEN. KEINE LÖSUNGSMITTEL ZUR REINIGUNG VERWENDEN, UM SCHÄDEN AM GEHÄUSE ZU VERMEIDEN.

Kalibrierung

Um sicherzustellen, dass die Genauigkeit des Geräts innerhalb der angegebenen Toleranzen bleibt, muss die Kalibrierung jährlich geprüft (und bei Bedarf angepasst) werden. Das Verfahren zur Kalibrierungseinstellung wird im Servicehandbuch in den Einzelheiten beschrieben.

Sicherungen

Die Transformator-Primärwicklung wird mittels einer nicht rücksetzbaren thermischen Sicherung im Innern der Wicklungen geschützt. Sie kann nur durch den Einbau eines neuen Transformators ersetzt werden.

Die Sekundärkreise werden durch eingekapselte Sicherungen geschützt, die auf die Netzplatine (PSU-PCB) gelötet sind. Das Servicehandbuch enthält weitere Einzelheiten hinsichtlich des Austauschs dieser Sicherungen.

Questo strumento appartiene alla Categoria di Sicurezza 1 secondo la classifica IEC ed è stato progettato in modo da soddisfare i criteri EN61010-1 (requisiti di Sicurezza per Apparecchiature di misura, controllo e per uso in laboratorio). E' uno strumento di Categoria II di installazione e inteso per funzionamento con un'alimentazione normale monofase.

Questo strumento ha superato le prove previste da EN61010-1 e viene fornito in uno stato di sicurezza normale. Questo manuale contiene informazioni e avvertenze che devono essere seguite per assicurarsi di un'operazione sicura e mantenere lo strumento in condizioni di sicurezza.

Questo strumento è progettato per uso all'interno e in un ambiente d'inquinamento Grado 2, entro la gamma di temperatura da 5°C a 40°C, con umidità relativa (non condensante) di 20% - 80%. Può occasionalmente essere assoggettato a temperature fra +5°C e -10°C senza comprometterne la sicurezza. Non usare in presenza di condensazione.

L'uso dello strumento in maniera non conforme a quanto specificato in queste istruzioni potrebbe pregiudicare la protezione di cui è dotato. **L'unità non presenta fusibili all'interno del circuito di carico. Pertanto, assicurarsi che la corrente di guasto massima potenziale sia limitata a un livello sicuro.**

Non usare lo strumento per misurare tensioni al di sopra dei valori nominali o in condizioni ambientali al di fuori di quelle specificate.

ATTENZIONE! QUESTO STRUMENTO DEVE ESSERE COLLEGATO A TERRA

Una qualsiasi interruzione sia interna che esterna del collegamento a terra lo rende pericoloso. E' proibito interrompere questo collegamento deliberatamente. La protezione non deve essere negata attraverso l'uso di un cavo di estensione privo del filo di collegamento a terra.

Quando lo strumento è alimentato, alcuni morsetti sono sotto tensione e l'apertura dei coperchi o la rimozione di parti (eccetto quei componenti accessibili senza l'uso di attrezzi) può lasciare scoperti dei morsetti sotto tensione. L'apparecchiatura deve essere staccata da tutte le sorgenti di tensione prima di aprirla per regolazioni, manutenzione o riparazioni.

E' consigliabile evitare, per quanto possibile, qualsiasi operazione di regolazione e di riparazione dello strumento sotto tensione e, qualora fosse inevitabile, dette operazioni devono essere eseguite da una persona specializzata in materia, che sia pienamente conscia del pericolo presente.

Quando sia chiaro che lo strumento è difettoso, o che ha subito un danno meccanico, un eccesso di umidità, o corrosione a mezzo di agenti chimici, la sicurezza potrebbe essere stata compromessa e lo strumento deve essere ritirato dall'uso e rimandato indietro per le prove e le riparazioni del caso.

Lo strumento contiene sia fusibili di tipo incapsulato che di tipo termico senza ripristino; questi non possono essere sostituiti dall'utente. È vietato cortocircuitare questi dispositivi di protezione.

Evitare di bagnare lo strumento quando lo si pulisce.

Sullo strumento e in questo manuale si fa uso dei seguenti simboli.



Attenzione - vedere i documenti allegati. L'uso errato può danneggiare lo strumento.



Corrente Alternata



alimentazione OFF (spenta)



alimentazione ON (accesa)

Tensione di funzionamento di rete

La tensione di funzionamento dello strumento è mostrata sul pannello posteriore. Se occorre modificare la tensione operativa da 230V a 115V o viceversa, procedere come segue:

1. Scollegare lo strumento da tutte le sorgenti di alimentazione.
2. Rimuovere le viti di fissaggio del corpo al telaio e sollevarlo.
3. Capovolgere l'unità e mantenendo la PCB di alimentazione, rimuovere le sei viti di fissaggio al telaio. Lasciare i perni fissati alla PCB.
4. Saldare i collegamenti (insieme al trasformatore) per la tensione di funzionamento richiesta:-

Per 230V, montare solo LK1

Per 115V, montare LK2 e LK3 e non LK1

I collegamenti possono essere fili in rame stagnato o resistori zero Ohm.

5. Rimontare la PCB di alimentazione al telaio verificando che nessun filo rimanga intrappolato. Assicurarsi che tutti i cavi siano collegati.
6. Rimontare il corpo superiore.
7. Secondo i requisiti delle normative, la tensione operativa indicata sul pannello posteriore deve essere modificata per indicare chiaramente la nuova tensione impostata.

Fusibili

Lo strumento non contiene fusibili sostituibili dall'utente.

Conduttori di rete

Se è presente un conduttore di rete a tre fili interni isolati con estremità scoperte, collegarlo come segue:

Marrone	-	Tensione di rete
Blu	-	Neutro di rete
Verde/giallo	-	Terra

AVVERTENZA! QUESTO STRUMENTO DEVE ESSERE MESSO A TERRA

Ogni interruzione del conduttore di terra all'interno o all'esterno dello strumento può dar luogo a situazioni di pericolo. Ogni interruzione intenzionale è proibita.

Montaggio

Questo strumento è adatto per l'uso su banco o per il montaggio a cremagliera. Viene fornito con piedi per il montaggio su banco. I piedi anteriori includono un meccanismo di inclinazione per impostare il pannello a un'angolazione ottimale.

Preso il produttore o suoi rappresentanti è possibile acquistare un kit di cremagliera per il montaggio di una o due di queste unità 3U; per le posizioni della cremagliera non utilizzate è inoltre disponibile un pezzo riempitivo.

Ventilazione

La ventilazione dell'unità è garantita da due ventole a doppia velocità disposte sul retro. Fare attenzione a non ostruire il passaggio dell'aria dal pannello superiore, inferiore e laterale, o sul retro dell'unità. In caso di montaggio a cremagliera, prevedere uno spazio adeguato attorno allo strumento e/o utilizzare una ventola per la circolazione forzata dell'aria.

Se alla presa dell'aria viene applicato un condotto, sarà necessario prevedere un'ulteriore ventilazione.

Collegamenti del pannello anteriore

Ingresso del carico

I terminali di INPUT (ingresso) del circuito di carico sul pannello anteriore sono adatti per spine da 4 all'estremità, fili o spine da 4 mm di diametro nel foro trasversale, o connessioni a forcella da ¼ di pollice (con un'ampiezza massima forcella di ½ pollice). Il valore massimo di corrente è di 30 Amp. Per correnti più elevate (o una minore resistenza di circuito), utilizzare i terminali del pannello posteriore; non utilizzarli entrambi contemporaneamente.

Il circuito di carico è isolato da terra e sono permessi potenziali fino a ± 300 Volt a terra, ma è importante osservare delle procedure sicure di isolamento.



Assicurarsi che la sorgente sia collegata alla polarità corretta.

La corrente massima per questi terminali è di 30 Amp.

La tensione massima consentita attraverso il carico è di 80 Volt.

L'unità non presenta fusibili all'interno del circuito di carico. Pertanto, assicurarsi che la corrente di guasto massima potenziale sia limitata a un livello sicuro.

Uscita Current Monitor

I terminali Current Monitor (Monitoraggio corrente) forniscono una tensione proporzionale alla corrente di carico con un fattore di proporzionalità pari a 50 mV per Amp (4 Volt per 80 Amp massimo). L'impedenza di uscita è di 600 Ω e la calibrazione presuppone un carico di impedenza elevato.



Un eccitatore differenziale consente un intervallo di modalità comune pari a ± 3 Volt tra il terminale di monitoraggio negativo e il terminale di carico negativo. Se sono applicate tensioni superiori, l'uscita non sarà precisa (e l'unità potrebbe essere danneggiata).

Collegamenti del pannello posteriore

Ingresso del carico

I terminali di INPUT del circuito di carico sul pannello posteriore sono adatti per spine da 4 all'estremità (le spine da 4 mm supportano solo 32 Amp), fili o spine da 6 mm di diametro nel foro trasversale, o connessioni a forcella da 8 mm (con un'ampiezza massima forcella di 16 mm).

Il cablaggio e i collegamenti devono essere in grado di supportare la corrente richiesta; per 80 Amp, è necessario un cavo da 16mm².

Il circuito di carico è isolato da terra e sono permessi potenziali fino a ± 300 Volt a terra, ma è importante osservare delle procedure sicure di isolamento.



Assicurarsi che la sorgente sia collegata alla polarità corretta.

La corrente massima per questi terminali è di 80 Amp.

La tensione massima consentita attraverso il carico è di 80 Volt.

L'unità non presenta fusibili all'interno del circuito di carico. Pertanto, assicurarsi che la corrente di guasto massima potenziale sia limitata a un livello sicuro.

Morsettiere

Tutti gli altri collegamenti del pannello posteriore sono effettuati tramite le morsettiere senza viti. Per implementare i collegamenti alle morsettiere, utilizzare un cacciavite a punte piatte per premere il dispositivo di azionamento arancione caricato a molla verso l'interno per aprire il serrafilo; inserire completamente l'estremità del filo nel foro e rilasciare il dispositivo di azionamento. Verificare che il filo sia ben afferrato. Assicurarsi di aver rispettato la polarità.

Uscita Current Monitor

La coppia superiore di terminali, contrassegnata dalla scritta CURRENT MONITOR fornisce l'uscita Di monitoraggio della corrente. I terminali sono cablati in parallelo con le prese del pannello anteriore (vedere sopra).

Ingresso di comando remoto

I terminali CONTROL VOLTAGE (tensione di controllo) sono utilizzati in due modalità operative dello strumento (selezionabili tramite l'interruttore LEVEL CONTROL (controllo livello) sul pannello anteriore):

nella modalità EXTERNAL VOLTAGE (tensione esterna), un segnale analogico applicato qui imposta il livello del carico; il livello massimo è 4 Volt.

nella modalità EXTERNAL TTL (TTL esterna), un segnale analogico applicato qui seleziona l'impostazione LEVEL A (livello A) (basso logico) oppure l'impostazione LEVEL B (livello B) (alto logico). La soglia di commutazione nominale è +1.5V.



Questi terminali tollerano una tensione di modalità comune fino a ± 100 Volt rispetto al terminale negativo dell'ingresso di carico. L'impedenza di ingresso è di 400k Ω da ciascun terminale al negativo di carico, per cui vi sarà una corrente di modalità comune.

Ingresso tensione External Sense

Per evitare errori nel rilevamento della tensione della sorgente causati da cadute di tensione nei cablaggi dell'alta corrente, collegare i terminali EXTERNAL SENSE (rilevamento esterno) al circuito esterno nel punto in cui occorre misurare la tensione (normalmente, in corrispondenza dei terminali di ingresso della sorgente testata). Spostare l'interruttore VOLTAGE SENSE SELECT (selezione rilevamento tensione) alla posizione EXT (est).



Assicurarsi che la sorgente sia collegata alla polarità corretta. Questi terminali non devono essere collegati a tensioni diverse dalla sorgente collegata all'ingresso di carico.

Ingresso Disable remoto

Applicare da +3V a +5V ai terminali DISABLE INPUT (disabilita ingresso) per disabilitare l'ingresso del carico; essi sono l'ingresso di un isolatore ottico e sono galvanicamente isolati da tutti gli altri terminali. La corrente di ingresso è inferiore a 2.5mA a 5V. Perché l'unità funzioni, anche l'interruttore INPUT ENABLE (abilita ingresso) deve essere premuto.

Uscita oscillatore Sync Output

SYNC OUTPUT (uscita sync) è un'uscita a collettore aperto di un isolatore ottico guidato dal segnale dell'oscillatore interno; essa è galvanicamente isolata da tutti gli altri terminali. Per generare un segnale adeguato utilizzabile per azionare un oscilloscopio sono necessari un resistore e un'alimentazione (ad esempio 4.7k Ω a +5V). Vi è un resistore di sicurezza serie da 1k Ω .

Comandi operativi

Questa sezione del Manuale è una breve introduzione ai comandi dello strumento, e deve essere letta prima di utilizzare il carico per la prima volta.

In questo Manuale, i collegamenti e i comandi del pannello anteriore sono indicati in maiuscolo, ad esempio LEVEL CONTROL.

Accensione On, Abilitazione carico On/Off

L'interruttore POWER (alimentazione linea) (\sim) si trova nella parte inferiore sinistra del pannello anteriore. Prima di accendere l'unità (I), verificare che la tensione operativa dell'unità (indicata sul pannello posteriore) sia adatta all'alimentazione locale e che l'interruttore INPUT ENABLE sia in posizione rilasciata (Off).

Accendere lo strumento (I); si sentirà l'avvio della ventola e i display dei contatori si illumineranno.

Avvertenza: Se mentre il carico è abilitato (ossia l'interruttore INPUT ENABLE è premuto), l'alimentazione di linea viene scollegata e nuovamente ricollegata, lo strumento si riavvierà e condurrà corrente di carico (a meno che un regime transitorio faccia scattare il blocco di sicurezza).

Contatori

I due contatori a 4 cifre hanno varie funzioni, a seconda dell'impostazione dell'interruttore METERS (contatori) in alto a destra del pannello. Sono possibili le seguenti combinazioni:

WATTS & OHMS

Sono visualizzate la potenza di carico e la resistenza equivalente. Questi valori sono calcolati dai valori attuali misurati di tensione e corrente.

VOLTS & AMPS

Sono visualizzati i valori attuali misurati di tensione e corrente.

LEVEL A & LEVEL B

Sono visualizzate le impostazioni dei due comandi LEVEL. Le unità di misura, che dipendono dalla modalità operativa selezionata, sono indicate sulla lettura.

FREQUENCY & DUTY CYCLE

Il contatore sinistro visualizza la frequenza dell'oscillatore interno (in Hz o kHz), mentre il contatore destro visualizza la percentuale di ciascun ciclo di LEVEL B attivo.

SLEW RATE & DROPOUT VOLTAGE

Il contatore sinistro visualizza l'impostazione di velocità di risposta. L'unità di misura, che dipende dalla modalità operativa selezionata, è indicata sulla lettura e può essere i millisecondi o secondi, come indicato da un quadro di segnalazione.

Il contatore destro visualizza l'impostazione della tensione di diseccitazione (sotto la quale il carico non conduce più). Nella modalità Constant Voltage (Tensione costante), questo valore sarà sempre zero.

Interruttore Load Mode

L'interruttore LOAD MODE (modalità di carico) seleziona l'intervallo e la modalità operativa.

Comandi Level A e Level B

I due comandi a 10 posizioni contrassegnati come LEVEL A e LEVEL B impostano i due livelli operativi, che è possibile selezionare con l'interruttore LEVEL CONTROL o tramite il segnale transitorio.

Interruttore Level Control

L'interruttore LEVEL CONTROL (comando del livello) seleziona la modalità di impostazione del livello.

Le impostazioni LEVEL A e LEVEL B selezionano il funzionamento costante al valore impostato nel comando LEVEL corrispondente.

L'impostazione TRANSIENT (transitorio) abilita il generatore transitorio interno. Il funzionamento si alterna tra le impostazioni LEVEL A e LEVEL B a una velocità determinata dalle impostazioni dei comandi FREQUENCY (frequenza) e DUTY (esercizio) (%B). Il segnale passa attraverso il generatore di velocità di risposta.

L'impostazione EXTERNAL TTL consente l'impiego di un oscillatore esterno o segnale logico (collegato alla morsettiera sul pannello posteriore) per selezionare il livello operativo. Il funzionamento si alterna tra le impostazioni LEVEL A e LEVEL B a seconda del livello del segnale esterno (logico alto seleziona LEVEL B). Dopo la porta di selezione, il segnale passa attraverso il generatore di velocità di risposta.

L'impostazione EXTERNAL VOLTAGE abilita il controllo della tensione analogica esterna del carico. Il segnale applicato alla morsettiera del pannello posteriore determina l'impostazione del livello, con un fattore di proporzionalità pari a 4 Volt massimo. Il segnale passa attraverso il circuito di velocità di risposta.

Tensione di Dropout

Il comando DROPOUT (diseccitazione) imposta il livello di tensione sotto il quale il carico non conduce più. Nella modalità Constant Voltage, il comando non funziona e nella modalità Constant Resistance (Resistenza costante), ha un effetto speciale.

Questa impostazione è anche la soglia del circuito di avvio lento.

Interruttore Input Enable

La pressione dell'interruttore INPUT ENABLE abilita l'ingresso del carico.

Nella morsettiera del pannello posteriore è inoltre disponibile una funzione remota DISABLE INPUT; l'applicazione di +3 - +5 disabilita l'ingresso.

Se il blocco di sicurezza è scattato, per reimpostarlo occorre rilasciare l'interruttore INPUT ENABLE.

Spia di indicazione ingresso

Una spia multicolore indica lo stato operativo dell'unità. Se l'ingresso è disabilitato, la spia è **spenta**. Durante il funzionamento è **verde**, oppure **arancione** se l'ingresso è abilitato ma lo stadio di potenza è saturo (perché la tensione non è sufficiente perché scorra la corrente necessaria). In caso di guasto, la spia è **rossa**; in questo caso occorre rilasciare l'interruttore INPUT ENABLE.

Slow Start

L'impostazione dell'interruttore SLOW START (avvio lento) determina il comportamento dell'unità quando inizia la conduzione, o perché l'interruttore INPUT ENABLE è premuto quanto la tensione sorgente è già presente oppure perché la sorgente è accesa dopo aver abilitato il carico. Se l'interruttore SLOW START non è premuto, il carico condurrà immediatamente tutta la corrente (senza il controllo del circuito di velocità di risposta). Se l'interruttore SLOW START è premuto, il carico non condurrà alcuna corrente fino a quando la tensione sorgente non avrà raggiunto l'impostazione di tensione di diseccitazione; a quel punto, aumenterà fino all'impostazione LEVEL a una velocità determinata dall'impostazione dei comandi SLEW RATE (velocità di risposta).

Transient Frequency

Il comando FREQUENCY e l'interruttore a tre posizioni associato a esso impostano la frequenza dell'oscillatore interno.

Duty Cycle

L'impostazione del comando DUTY (% B) determina la percentuale del periodo dell'oscillatore in cui il carico è all'impostazione LEVEL B. La durata del tempo di risposta dallo stato LEVEL A a quello LEVEL B è inclusa in questo valore.

Slew Rate

Il comando SLEW RATE e l'interruttore a tre posizioni associato a esso determinano la pendenza delle transizioni da una impostazione di livello all'altra.

Voltage Sense Select (pannello posteriore)

L'interruttore VOLTAGE SENSE SELECT sul pannello posteriore seleziona tra il rilevamento INT (interno) ed EXT (esterno) della tensione effettiva attraverso il carico. Si noti che il rilevamento interno è sempre utilizzato per i circuiti di protezione di tensione e alimentazione.

Avvertenza: l'unità è progettata per consentire una differenza massima di 6 Volt tra il rilevamento interno ed esterno; se questo interruttore è nella posizione di rilevamento EXT ma i terminali non sono collegati, l'unità non rileverà la condizione di errore fino a quando la tensione sorgente non avrà superato questo valore. Ciò può causare un funzionamento inatteso.

Funzionamento

Questo strumento è un carico DC controllabile (dissipatore di potenza) adatto per testare ogni tipo di alimentazione DC tra cui batterie, pile fotovoltaiche, turbine e generatori, come pure unità di alimentazione elettroniche.

I nuovi utenti devono prima leggere la sezione Comandi operativi, che fornisce una panoramica dei comandi dello strumento. Questa sezione fornisce informazioni dettagliate sull'impostazione e l'uso dell'unità. Nella successiva sezione Note applicative sono invece forniti suggerimenti e avvertenze applicative, in particolare riguardanti la stabilità e il comportamento dinamico.

Collegamento del carico alla sorgente

Collegare i terminali di INPUT del carico alla sorgente da testare utilizzando una resistenza sufficientemente bassa e collegamenti a bassa induttanza. Il cablaggio deve essere quanto più breve e spesso possibile. I terminali del pannello anteriore possono essere utilizzati per correnti fino a 30 Amp; per correnti più elevati, utilizzare i terminali del pannello posteriore.

I terminali di carico dello strumento sono oscillanti da terra e possono essere utilizzati a potenziali fino a ± 300 Volt da terra. Assicurarsi che tutti i cablaggi siano ben isolati per la tensione operativa utilizzata.

Rilevamento della tensione

Se il carico deve essere fatto funzionare in modalità Constant Current (Corrente costante) (CI), il rilevamento esterno della tensione sarà necessario solo se occorrono letture precise sui contatori di tensione, alimentazione o resistenza equivalente. In tutte le altre modalità, la conduttività del carico dipende dalla tensione applicata, pertanto il rilevamento esterno è necessario per la precisione delle caratteristiche di carico.

Nell'interesse della stabilità, la reazione dell'alta frequenza viene sempre presa dal circuito di rilevamento interno; ciò minimizza la possibilità di spostamenti di fase dovuti all'influenza esercitata dal cablaggio esterno sull'unità. Tuttavia, per evitare impatti sul margine di stabilità, non aggiungere uno spostamento di fase nel circuito di rilevamento; in particolare, andrebbe evitato l'uso di condensatori di disaccoppiamento. Se si prevede che i collegamenti di rilevamento possano essere soggetti a RF o a campi magnetici, utilizzare cordoni elettrici bipolari completamente schermati. La schermatura deve essere messa a terra o collegata al negativo del carico.

Principi di funzionamento

La sequenza operativa normale prevede la selezione della modalità LOAD MODE e LEVEL CONTROL, l'impostazione del livello operativo richiesto e della tensione di diseccitazione e quindi l'abilitazione dell'ingresso. Se occorre un funzionamento transitorio, è necessario impostare il secondo livello e i parametri di velocità di risposta, oltre alla frequenza e al ciclo di esercizio dell'oscillatore interno, se utilizzato.

I contatori possono essere utilizzati per visualizzare le impostazioni prima dell'abilitazione dell'INPUT; durante la conduzione del carico, è possibile leggere i valori di tensione e corrente, o i watt e gli ohm calcolati da tali valori.

Tutti i comandi, tranne LOAD MODE, possono essere regolati secondo necessità mentre l'ingresso è abilitato. La tentata modifica di LOAD MODE mentre l'ingresso è abilitato farà scattare il blocco di sicurezza e disabiliterà l'ingresso fino al successivo ripristino.

Modalità operative di carico

Esistono cinque modalità operative, selezionabili tramite l'interruttore LOAD MODE; per tutte le modalità vi sono due intervalli, tranne che per Constant Power (Alimentazione costante). L'interruttore INPUT ENABLE deve essere rilasciato prima di cambiare modalità; se l'interruttore LOAD MODE viene spostato mentre il carico è abilitato, il blocco di sicurezza scatterà.

CI – Constant Current (Corrente Costante)

In questa modalità, l'impostazione LEVEL definisce una corrente richiesta e il carico cerca di dissipare tale corrente a prescindere dalla tensione della sorgente. Questa modalità non è adatta per essere utilizzata con una sorgente di corrente costante in quanto il carico si saturerebbe (se l'impostazione di carico è maggiore dell'impostazione di alimentazione) o si arresterebbe.

Se la sorgente non è in grado di alimentare il livello di corrente impostato, il carico si saturerà, conducendo quanta più corrente possibile con un basso voltaggio attraverso i terminali; la spia sul pannello anteriore si illuminerà con luce arancione. Questa condizione si verifica anche allo spegnimento della sorgente. Aumentando la capacità di corrente della sorgente riprende il funzionamento normale.

Se la combinazione di impostazione della corrente di carico e tensione effettiva di alimentazione supera la capacità di dissipazione di potenza del carico, il valore del carico sarà ridotto nel tentativo di tenere la potenza entro il limite consentito. Se ciò non è possibile, o se viene superata la tensione nominale massima, l'unità entra nello stato di guasto. Quando il circuito limitatore di potenza è attivo, la spia sul pannello anteriore è illuminata di colore arancione.

In questa modalità, la capacità di tensione di diseccitazione è attiva; se non è necessaria, impostare il comando a 0V. Quando la tensione scende al di sotto della soglia di diseccitazione, la corrente si riduce rapidamente a zero. In questo stato, la spia sul pannello anteriore è arancione. Esiste la possibilità di instabilità nella regione di transizione.

CV - Constant Voltage (Tensione Costante)

In questa modalità, l'impostazione LEVEL definisce una tensione richiesta e il carico cerca di dissipare qualsiasi corrente sia necessaria per mantenere questa tensione. Se la tensione applicata aumenta, la resistenza del carico scende nel tentativo di dissipare più corrente e abbassare la tensione al livello richiesto. Questo comportamento è quello di un regolatore a shunt (può essere considerato come un diodo Zener regolabile) e necessita che la sorgente abbia un'impedenza elevata. A causa della reazione attiva nel carico, la resistenza di pendenza è estremamente bassa, e questa modalità è più adatta con una sorgente di corrente equilibrata.

Se l'impedenza della sorgente è troppo bassa, la corrente aumenta fino a raggiungere il limite massimo di dissipazione della potenza, e l'unità entra nello stato di guasto.

È possibile utilizzare la funzione di avvio lento, ma ciò farà sì che il carico inizi a condurre a zero volt; questa è la condizione di corrente più elevata, che probabilmente non è l'azione richiesta. Con alcune sorgenti potrebbe essere necessario abilitare il carico con il livello di tensione impostato sulla tensione di uscita della sorgente (in modo che non scorra alcuna corrente), e quindi diminuire manualmente l'impostazione fino al raggiungimento della tensione richiesta.

CP - Constant Power (Potenza Costante)

In questa modalità, il carico implementa l'equazione $I = W / V$. L'impostazione LEVEL definisce la potenza richiesta e l'unità monitora costantemente la tensione sorgente, calcolando la corrente necessaria per ottenere la dissipazione di potenza impostata. Quando la tensione sorgente diminuisce, la corrente richiesta aumenta. Questa azione simula il comportamento di molte alimentazioni in modalità a interruttore; è inoltre utile per il controllo delle caratteristiche delle pile fotovoltaiche. Tuttavia, il carico funge da resistenza negativa, il che con alcune sorgenti può dar luogo a difficoltà di stabilità.

Se la sorgente entra in un determinato limite, il carico si saturerà con una tensione di terminale bassa, aumentando la corrente per tentare di raggiungere l'impostazione di potenza richiesta. Questa condizione non può essere ripristinata senza disabilitare il carico e consentire il recupero della sorgente. Con la maggior parte di sorgenti, questa condizione limitata di corrente si verifica all'accensione, per cui normalmente non sarà necessario utilizzare l'avvio lento in modalità di alimentazione costante.

In questa modalità, la capacità di tensione di diseccitazione è attiva; se non è necessaria, impostare il comando a 0V.

CG - Constant Conductance (Conduttanza Costante)

In questa modalità, il carico implementa l'equazione $I = V * G$. L'unità misura costantemente la tensione sorgente e calcola la corrente necessaria per simulare la conduttanza richiesta. In qualsiasi impostazione di conduttanza, la corrente di carico è direttamente proporzionale alla tensione applicata.

Poiché i comandi LEVEL impostano la conduttanza, in questa modalità è facile ottenere una regolazione fine dell'impostazione dei valori di bassa resistenza (elevata conduttanza). Al contrario, la modalità Constant Resistance (CR) è più conveniente per le resistenze elevate. Quando il carico sta conducendo, la posizione WATTS & OHMS dell'interruttore METERS può essere utilizzata per visualizzare il valore di resistenza equivalente del carico.

In questa modalità, la capacità di tensione di diseccitazione è attiva; se non è necessaria, impostare il comando a 0V.

CR - Constant Resistance (Resistenza Costante)

In questa modalità, il carico implementa l'equazione $I = (V - V_{\text{dropout}}) / R$. In questa modalità, l'impostazione della tensione di diseccitazione ha un effetto speciale: agisce da linea di derivazione all'inizio della caratteristica di resistenza. Al di sotto dell'impostazione di diseccitazione, non passa corrente; al di sopra del livello di tensione, la corrente aumenta in modo lineare con una pendenza definita dall'impostazione di resistenza. A impostazioni basse di resistenza, l'azione è simile a un diodo Zener con la tensione di soglia impostata dal comando DROPOUT e la resistenza di pendenza definita dall'impostazione LEVEL.

Se la tensione di diseccitazione è impostata a 0V, questa modalità agisce da resistore normale con la corrente di carico direttamente proporzionale alla tensione applicata.

Se in questa modalità è utilizzato il circuito di avvio lento, il carico partirà a (quasi) zero Ohm e aumenterà al valore di resistenza impostato. Ciò significa che la corrente iniziale è maggiore della corrente finale, il che probabilmente non è l'effetto richiesto. Per questa ragione, in questa modalità il circuito di avvio lento non è molto utile; se occorre l'avvio lento, utilizzare la modalità Constant Conductance (Conduttanza costante) (CG).

Si noti che le impostazioni di resistenza elevata sull'intervallo dei 400Ω sono principalmente intese per essere utilizzate con sorgenti di tensione più elevata (anche a 80V, la dissipazione è di soli 16W). Piccoli errori nella corrente causano errori relativamente grossi nella resistenza effettiva. La resistenza effettiva può essere regolata al valore richiesto utilizzando la posizione WATTS & OHMS dell'interruttore METERS per visualizzare la resistenza effettiva.

Impostazione dei livelli

I comandi LEVEL A e LEVEL B impostano i due livelli operativi, che è possibile selezionare con l'interruttore LEVEL CONTROL, il generatore transitorio o un segnale TTL esterno. Se occorre solo un livello costante può essere usato un comando qualsiasi. I valori possono essere letti impostando l'interruttore METERS nella posizione LEVEL A & LEVEL B. Le unità di misura di queste letture dipendono dalla modalità operativa e sono indicate nella parte alta del display.

Comando del livello

L'interruttore LEVEL CONTROL consente di impostare il funzionamento costante a LEVEL A o LEVEL B, il funzionamento TRANSIENT (alternante tra i due livelli a una velocità determinata dal generatore transitorio interno), il funzionamento EXTERNAL TTL (alternante tra i due livelli sotto il comando di un segnale logico applicato ai terminali del pannello posteriore) o il comando EXTERNAL VOLTAGE (quando il livello operativo è impostato proporzionale a una tensione applicata ai terminali del pannello posteriore). Le funzioni di comando remoto sono descritte in un successivo capitolo di questo Manuale.

Tensione di Dropout

Lo scopo principale dell'impostazione della tensione DROPOUT è di evitare che le batterie si scarichino completamente. Questo comando fornisce una soglia di tensione sotto la quale il carico non conduce più corrente. La stessa tensione è utilizzata anche come soglia del circuito di avviamento lento. Per scaricare le batterie, impostare la tensione di diseccitazione alla tensione di fine scarica consigliata dal fabbricante. Se la funzione di diseccitazione non è richiesta, impostare il comando a 0V (completamente antiorario).

Si noti che se esiste una resistenza di cablaggio tra il punto di rilevamento tensione e sorgente del carico, vi sarà un ingresso lento nella condizione di diseccitazione, appena la corrente inizia a diminuire, la diminuzione della tensione di serie si riduce, aumentando così la tensione terminale misurata al carico. Esiste la possibilità di instabilità in questa condizione operativa.

Quando il circuito limitatore di diseccitazione diventa attivo, la spia sul pannello anteriore è arancione. È inoltre possibile utilizzare un rilevatore sull'uscita Current Monitor per rilevare il funzionamento del circuito di tensione di diseccitazione e far scattare un timer esterno.

La funzione di tensione di diseccitazione non è attiva nella modalità Constant Voltage (CV) in quanto non è necessaria: se la tensione sorgente scende al di sotto dell'impostazione LEVEL, il carico non conduce alcuna corrente. Come descritto in precedenza, l'impostazione della tensione Dropout nella modalità Constant Resistance ha un effetto speciale.

Slow Start

Lo scopo del circuito di avviamento lento è di rilevare l'inizio della tensione proveniente dalla sorgente collegata e far aumentare la richiesta del carico da zero al valore finale. La velocità di aumento è determinata dalle impostazioni dei comandi SLEW RATE. La tensione di riferimento del comparatore di rilevamento tensione è l'impostazione del comando della tensione DROPOUT.

Si noti che nella modalità Constant Resistance (CR), il carico partirà a (quasi) zero Ohm e aumenterà al valore finale di Ohm. Ciò significa inizialmente il carico conduce la corrente massima, e spesso questo non è l'effetto richiesto, nel qual caso sarà più appropriata la modalità Constant Conductance (CG).

Nella modalità Constant Power (CP), sarà solitamente necessaria la funzione di avvio lento a causa della condizione di blocco che può verificarsi alle basse tensioni, se la sorgente non ha una sufficiente capacità di corrente per raggiungere il livello di potenza richiesto. Calcolare la tensione a cui l'alimentazione ha una sufficiente capacità di corrente da raggiungere l'impostazione del livello di potenza, e impostare la tensione di diseccitazione a un livello leggermente superiore a quello.

Input Enable

Una volta stabilita la modalità operativa richiesta e le impostazioni di livello, premere l'interruttore INPUT ENABLE.

Indicatore Input Enable

La spia multicolore sull'interruttore INPUT ENABLE indica una di quattro possibili condizioni:

Spia spenta	Ingresso non abilitato.
Verde	Ingresso abilitato e funzionante normalmente.
Arancione	Ingresso abilitato ma stadi di potenza saturi. Si verifica anche allo spegnimento della sorgente. Indica inoltre se la corrente è al di sotto del valore previsto a causa del funzionamento del circuito di diseccitazione della tensione o di limitazione della potenza.
Rossa	Si è verificata una condizione di guasto e l'ingresso è stato disabilitato. Questa condizione non si ripristina fino al rilascio dell'interruttore Input Enable. La spia continua a essere rossa anche quando l'ingresso viene disabilitato, se la condizione di guasto persiste.

Limitazione di potenza

L'unità continua a monitorare la dissipazione di potenza interna e attiva le ventole a una velocità maggiore, una volta superati i 230 Watt circa.

Se la dissipazione supera i 335 Watt circa, entra in funzione un circuito limitatore di potenza che tenta di ridurre la corrente di carico per controllare la dissipazione. Quindi, l'unità funziona in modalità di alimentazione costante, cambiando le condizioni di stabilità. Se il circuito limitatore di potenza non riesce a mantenere la potenza a un livello ragionevole (ad esempio perché la tensione sorgente aumenta quando la corrente diminuisce), il blocco di sicurezza scatta e il carico interrompe la conduzione.

Condizioni di guasto

L'unità rileva le seguenti condizioni di guasto:

- Corrente superiore a circa 92 Amp.
- Tensione superiore a circa 95 Volt.
- Potenza superiore a circa 350 Watt (che il circuito limitatore di potenza non è riuscito a controllare).
- Temperatura del dissipatore di calore eccessiva.
- Eccessiva differenza tra valori di rilevamento di tensione interna ed esterna.

Quando si verifica una di tali condizioni di guasto, l'ingresso viene disabilitato e l'unità interrompe la conduzione di corrente, mentre la spia INPUT sul pannello anteriore diventa rossa. Questa condizione non si ripristina fino al rilascio dell'interruttore INPUT ENABLE; se la condizione di guasto è stata ripristinata, la spia si spegnerà. Se la spia rimane rossa, il guasto è ancora presente e deve trattarsi di collegamenti di rilevamento non corretti, temperatura del dissipatore di calore troppo elevata o tensione eccessiva.

I rilevatori di guasti relativi a corrente e potenza eccessive hanno delle reti a filtro con una costante di tempo di pochi millisecondi per consentire la gestione di brevi transitori.

Funzionamento transitorio

Questa unità è dotata di una funzione in grado di generare transitori di carico, che hanno lo scopo di facilitare i test della risposta transitoria di una sorgente. Un transitorio è un cambiamento da una impostazione di carico a un'altra, a una velocità di risposta definita. Queste due impostazioni di carico sono definite dai comandi LEVEL A e LEVEL B, e non vi è limite a quale di questi livelli sia il più elevato. Si noti che il transitorio è specificato come i due livelli assoluti, non la differenza tra loro (come accade con i carichi elettronici).

Il funzionamento transitorio è disponibile in tutte le modalità. Il carico è progettato in modo tale che la transizione tra i due livelli sia una linea retta la cui pendenza è determinata dall'impostazione dei comandi Slew Rate.

I transitori possono essere temporizzati dall'oscillatore interno o da un segnale TTL esterno. È possibile anche utilizzare la modalità EXTERNAL VOLTAGE per generare transitori di qualsiasi forma facendo sì che il generatore esterno produca la forma d'onda richiesta. Si noti che il segnale esterno passa ancora attraverso il generatore di velocità di risposta interno, per cui occorre effettuare delle impostazioni appropriate dei comandi del pannello anteriore.

Frequenza transitoria e ciclo di esercizio

La frequenza dell'oscillatore interno è impostata mediante un interruttore a tre posizioni e un controllo variabile a singola rotazione che copre un intervallo di 100:1. Il ciclo operativo può essere variato nell'intervallo da 1% a 99% mediante un secondo comando a singola rotazione. Questa percentuale è la porzione di ciascuna ripetizione eseguita all'impostazione LEVEL, inclusa la transizione da LEVEL A a LEVEL B; la transizione per tornare a LEVEL A e il tempo di stabilità all'impostazione occupano il resto del ciclo.

Queste impostazioni possono essere lette sui contatori impostando l'interruttore METERS nella posizione FREQ & DUTY %. La lettura della frequenza (sul contatore sinistro) può essere in Hz o kHz come indicato; la lettura DUTY % è sempre in percentuale.

Il funzionamento transitorio si avvia sempre con l'impostazione LEVEL A. L'oscillatore si avvia in uno dei tre seguenti casi: o l'interruttore LEVEL CONTROL viene spostato nella posizione TRANSIENT, oppure l'ingresso viene abilitato, o ancora (se il circuito di avvio lento è attivo), la tensione sorgente aumenta oltre la soglia DROPOUT. La durata della prima condizione LEVEL A sarà di circa il 3% più lunga del valore normale.

Si noti che l'intervallo di tempo rappresentato dalla più piccola porzione del ciclo deve essere sufficiente per la transizione definita dalla velocità di risposta e dall'impostazione di livello perché si verifichi, altrimenti il carico non raggiungerà mai lo stato di stabilità al valore impostato. Questa condizione di errore è discussa nel seguito.

Slew Rate

Il comando SLEW RATE e l'interruttore a tre posizioni associato a esso impostano la pendenza delle transizioni tra le due impostazioni di livello. Quando l'interruttore METERS è impostato alla posizione SLEW & DROPOUT, il contatore sinistro indica la velocità di risposta: l'unità di misura della modalità correntemente selezionata è indicata sul display, dove è illuminato anche il quadro di segnalazione /ms (per millisecondo) o /2 (per secondo).

Il circuito consente una transizione lineare nel valore di controllo della modalità attiva, per cui per esempio nella modalità Constant Power (CP) la velocità di risposta è espressa in Watt per millisecondo (o Watt per secondo a velocità molto basse). Pertanto, la forma della transizione corrente non è necessariamente lineare.

L'impostazione della velocità di risposta è applicata a tutte le modifiche di livello causate dalla regolazione manuale, dal generatore transitorio o dal comando di tensione esterno. Essa è utilizzata anche per determinare la velocità di aumento quando scatta il circuito di avvio lento.

La larghezza di banda degli stadi di potenza del carico si riduce ogni qualvolta l'interruttore dell'intervallo Slew Rate è in posizione **Lo**, anche se non è utilizzata la funzione transitoria. Ciò modifica il comportamento dinamico dell'unità e può migliorare la stabilità con alcune combinazioni difficili di caratteristiche di carico e sorgente.

Condizioni di errore di velocità di risposta

Vi è un limite superiore e inferiore al valore della velocità di risposta che è possibile utilizzare in combinazione con le impostazioni degli altri comandi. Nell'angolo in alto a destra dell'area del display c'è un indicatore che si illumina, visualizzando ERR, se si verifica una delle circostanze descritte di seguito.

Il limite inferiore è determinato dalla relazione delle impostazioni di livello, velocità di risposta, frequenza e ciclo di esercizio. Se il tempo di transizione (che è la differenza tra le impostazioni di livello divise per la velocità di risposta) è maggiore del periodo dell'oscillatore per il fattore di esercizio, non vi è tempo a sufficienza perché la transizione si completi prima che l'oscillatore inizi a tornare all'altro livello, per cui il livello desiderato non sarà mai raggiunto. In questo caso, l'indicatore lampeggia visualizzando ERR.

Il limite superiore è determinato dal tempo minimo di transizione degli stadi di potenza del carico (che dipende dalla modalità operativa, vedere le specifiche). Se una combinazione di una velocità di risposta rapida e una piccola modifica nel livello implica un tempo di transizione inferiore a questo, prevarrà il tempo di stabilizzazione dello stadio di potenza. In questo caso, l'indicatore è acceso con luce fissa. Si noti che questo indicatore prevede collegamenti ottimali e una sorgente ideale. Ulteriori limiti alla velocità di risposta possono essere imposti dall'impedenza di uscita e dalle caratteristiche dinamiche della sorgente, e dall'induttanza dei collegamenti.

Nella pratica, il comportamento dinamico di una combinazione di sorgente e carico a basse velocità di risposta dipende da numerosi fattori, in particolare l'induttanza delle interconnessioni e il fattore di smorzamento dei cicli di reazione. Inoltre, la risposta degli stadi di potenza del carico è più lenta a correnti molto basse o alte, o a basse tensioni. In molte circostanze, sarà necessaria una impostazione della velocità di risposta più bassa per evitare aberrazioni.

Nella modalità Constant Resistance, dove la corrente è inversamente correlata alla transizione di resistenza, è particolarmente difficile prevedere l'impostazione della velocità di risposta massima utile.

Note applicative

Questo capitolo ha lo scopo di fornire informazioni utili sulle applicazioni pratiche dell'unità. Tutti i carichi elettronici sono soggetti all'impatto delle caratteristiche della sorgente, induttanza delle interconnessioni e caratteristiche di ciclo di reazione, e le sezioni seguenti consentono di comprendere i fattori in questione.

Sorgenti

Le batterie sono una sorgente a bassa impedenza; oltre alla possibilità di induttanza nei conduttori di interconnessione, solitamente sono facili da usare con un carico elettronico. Con le batterie che potrebbero risultare danneggiate dalla scarica completa si deve utilizzare la funzione di diseccitazione.

Le alimentazioni elettroniche hanno reti di reazione le cui caratteristiche dinamiche spesso interagiscono con il carico. Quando lo stesso carico è una rete attiva le cui caratteristiche dinamiche dipendono dalla natura della sorgente, sarà chiaro che il comportamento del risultante sistema sarà impossibile da prevedere.

Alcuni problemi comuni:

la modalità Constant Power ha una caratteristica di resistenza negativa intrinseca che può causare oscillazioni con alcune impedenze di sorgente.

Molte sorgenti di tipo "Constant Current" basate su circuiti di reazione hanno un'impedenza di uscita molto alta solo a basse frequenze. Quando la frequenza aumenta, l'impedenza di uscita diminuisce. Infatti, tali unità spesso hanno un condensatore attraverso i terminali di uscita.

Molte alimentazioni hanno filtri di uscita L-C per la riduzione del rumore; essi inducono un ulteriore spostamento di fase nell'intera combinazione sorgente – carico che può causare instabilità. Se non vi è smorzamento attraverso l'induttore, è possibile formare un circuito risonante che consente l'aumento delle oscillazioni fino a un'ampiezza notevole.

Quando si utilizzano frequenze transitorie di pochi Hz, è spesso possibile eccitare la frequenza naturale del circuito di reazione nell'alimentazione. Ciò può causare risultati inattesi, in alcuni casi persino la distruzione.

Le sorgenti con caratteristiche asimmetriche possono causare instabilità. Molte sorgenti di alimentazione elettronica possono prelevare corrente per aumentare rapidamente la tensione ai terminali, ma non possono dissipare la corrente e pertanto possono ridurre la tensione ai terminali solo lentamente. Allo stesso modo, il carico può dissipare corrente e ridurre la tensione attraverso i terminali; esso si basa sulla sorgente per aumentare la tensione.

Le alimentazioni semplici hanno solo un trasformatore, un raddrizzatore e un grosso condensatore di riserva attraverso i terminali di uscita. Quando alimentato a 50 o 60 Hz, questo condensatore non viene ricaricato fino al picco del successivo ciclo di rete. Tale alimentazione ha una capacità di aumento tra i cicli di rete.

In alcuni casi si ha un'induttanza sostanziale e tempi di risposta lenti. Il test della risposta di transizione in questi casi andrebbe tentato solo a basse velocità.

Sorgenti induttive

Se una sorgente ha un'induttanza notevole, ogni qualvolta la corrente di carico diminuisce viene generato un transitorio di tensione che può superare il valore di tensione del carico. L'unità è dotata di varistor progettati per assorbire transitori non ripetitivi fino a 80 Joule, ma energia ripetitiva solo fino a 2 watt. Se è probabile che l'energia superi uno dei limiti occorre aggiungere una forma di protezione esterna, ad esempio un diodo attraverso l'induttore.

In modalità Constant Power, Conductance o Resistance, la conduttività del carico cambia al cambiare della tensione applicata; ciò aumenta l'effetto di eventuali transitori di tensione causati dall'induttanza.

Le sorgenti induttive possono inoltre aumentare la possibilità di instabilità, come discusso di seguito.

Messa a terra

Spesso per visualizzare le forme d'onda di corrente e tensione sarà utilizzato uno schermo fluorescente, in particolare se si utilizzano le funzioni transitorie del carico per analizzare il comportamento di una sorgente. Fare attenzione a selezionare un punto adatto per collegare la terra dello schermo, in quanto sui cavi di interconnessione (in particolare transitori causati dall'induttanza) si possono ottenere risultati errati. L'uscita Current Monitor dal carico può essere utilizzata per evitare terre multiple, in quanto fornisce uno scarto di modalità comune (purché la tensione sia mantenuta a pochi Volt del terminale negativo di carico). Se possibile, il miglior punto di messa a terra solitamente è il terminale negativo della sorgente.

Si noti che se il carico è utilizzato con una sorgente avente il terminale positivo messo a terra, qualsiasi strumento collegato all'uscita Current Monitor deve essere completamente oscillante.

Stabilità

Questo carico è ottimizzato per la precisione sotto condizioni di carico costante e ha una reazione interna molto elevata. A causa di ciò, esiste la possibilità che l'unione di sorgente, interconnessioni e caratteristiche di carico diano luogo a instabilità. Vi sono tre cause potenziali principali: l'induttanza del cablaggio tra sorgente e carico (o un'impedenza di uscita induttiva della sorgente), capacità in parallelo con il collegamento tra sorgente e carico (incluso un condensatore di uscita nella sorgente) e le caratteristiche dei circuiti di reazione attivi nella sorgente.

In modalità Constant Power, Conductance e Resistance, il sistema include un moltiplicatore analogico utilizzato dal carico per ottenere la corrente necessaria per la tensione istantanea. Ciò aggiunge un ulteriore spostamento di fase nel ciclo. In generale, la modalità Constant Current è quella che è più probabile sia stabile, ma in alcuni casi è possibile evitare l'instabilità utilizzando una modalità diversa. Le condizioni che influiscono sul comportamento dinamico del carico in funzionamento transitorio portano anch'esse a instabilità, e alcuni dei suggerimenti nelle sezioni successive potrebbero essere utili.

Azioni risolutive

Le reti di compensazione degli stadi di potenza nel carico cambiano quando l'interruttore SLEW RATE RANGE è in posizione **Lo**. Anche se le funzioni transitorie non sono utilizzate, questo cambio di compensazione può rendere il carico stabile.

Se l'instabilità aumenta, osservare la forma d'onda di tensione attraverso il carico con uno schermo fluorescente: se in un qualsiasi punto la tensione sale al di sopra dell'emf a circuito aperto della sorgente, deve esserci un elemento induttivo presente per formare un circuito risonante. Per inserire uno smorzamento in questo circuito sarà necessario trovare un mezzo. Una tecnica consiste nell'uso di una rete di stabilizzazione (costituita da un condensatore e resistore in serie), attraverso i terminali di ingresso del carico. Molti carichi elettronici hanno una rete di questo tipo incorporata; questo carico non ne è dotata per massimizzarne la versatilità offrendo la minima capacità di ingresso possibile. Tuttavia essa può essere aggiunta esternamente: i valori attorno a $2 \cdot 2\mu\text{F}$ e 5Ω sono comuni; si noti che questo deve essere un resistore di potenza (in grado di gestire pochi watt) costruito con una tecnologia non induttiva; il tipo a pellicola piatta è migliore.

Comportamento dinamico nel funzionamento transitorio

Quando sono utilizzate le funzioni transitorie del carico, il comportamento dinamico dell'unione di sorgente e carico durante le transizioni dipende da considerazioni simili a quelle che influiscono sulla stabilità: induttanza di serie, capacità di shunt e caratteristiche di ciclo di reazione. Il funzionamento corretto dipende dalla non saturazione e non interruzione del carico in alcun punto del ciclo. Maggiore la velocità di risposta desiderata, maggiori le possibilità che si verifichino aberrazioni durante la transizione.

A causa delle modifiche nella trans-conduttanza di FETs, il comportamento dinamico degli stadi di potenza cambia a correnti elevate e basse, e anche a basse tensioni quando la capacitance tra elettrodi aumenta in modo notevole. In generale, il comportamento è ottimale alla metà dell'intervallo di corrente (da 5 a 60 Amp) a tensioni tra circa 3 volt e 3 volt inferiore alla tensione del circuito aperto della sorgente.

Il tentativo di raggiungere una velocità di risposta oltre le capacità di un insieme di sorgente e carico causerà un notevole sorpassamento. La riduzione della velocità di risposta, a volte anche di poco, migliora notevolmente la risposta.

Induttanza della sorgente

L'induttanza della sorgente e di interconnessione ha un grosso impatto sul comportamento del carico: la caratteristica fondamentale dell'induttanza è che resiste ai cambiamenti di corrente. Quando la corrente aumenta, l'induttanza genera un emf che riduce la tensione attraverso il carico, spesso al punto in cui il carico si satura. Ogni qualvolta la tensione scende sotto a 3V, la trans-conduttanza dello stadio di potenza cambia notevolmente, cambiando il fattore di smorzamento del ciclo di reazione, e il comportamento dinamico cambia in modo considerevole. Quando la corrente diminuisce, l'induttanza genera un emf che aumenta la tensione attraverso i terminali del carico; a sua volta, ciò genera la conduttività del carico in modalità operative che dipendono dalla tensione.

Capacitanza di shunt

Il carico può dissipare solo corrente e può solo ridurre la tensione ai suoi terminali. La sorgente deve aumentare la tensione e fornire corrente di carica alla capacitance attraverso i terminali. Se la corrente totale disponibile è più che sufficiente per caricare tale capacitance alla velocità di risposta richiesta, il carico continuerà a condurre la corrente in eccesso durante la transizione. Tuttavia, se la sorgente non può caricare il condensatore alla velocità di risposta richiesta, il carico si interromperà fino al raggiungimento della tensione finale. Vi sarà un sorpassamento prima che inizi a condurre, seguito da uno squillo alla risposta della sorgente.

Caratteristiche della sorgente

Lo scopo dei test di transitorio è di esaminare il comportamento dei cicli di reazione nella sorgente. Se la risposta della sorgente è sotto-smorzata, in generale l'uso di un carico attivo accentuerà l'effetto. Ciò è particolarmente vero quando il carico risponde ai cambiamenti di tensione. A frequenze transitorie particolari, il carico può eccitare risonanze in filtri L-C o corrispondere alla frequenza naturale di un ciclo di reazione. Ciò può causare una reazione notevole della sorgente.

Implementazione

Se sezioni seguenti forniscono una breve descrizione del funzionamento di ciascuna modalità e alcune informazioni sugli effetti dell'applicazione del carico.

Modalità Constant Current

Il carico ha due stadi di potenza (ciascuno un FET elevato) in parallelo; ciascuno stadio ha una reazione di corrente locale per garantire una pari condivisione di potenza. La reazione di corrente totale è utilizzata a uno stadio iniziale per migliorare la precisione. Il segnale di tensione rilevato è utilizzato solo per i contatori. Teoricamente, il funzionamento degli stadi di potenza sarebbe indipendente dalla tensione applicata ma nella pratica, sia il guadagno che la capacitance tra elettrodi dei FET che variano con il punto operativo, in particolare alle basse tensioni (inferiori a circa 3V) e ad alte e basse correnti. Ciò causa una risposta più lenta e diverse condizioni di stabilità e comportamento dinamico in queste regioni.

La modalità Constant current è normalmente utilizzata con alimentazioni a bassa impedenza, e normalmente è piuttosto stabile a meno che non vi sia una notevole induttanza nelle interconnessioni o nella sorgente. Il carico è progettato per sopportare velocità di risposta di corrente più elevate nella modalità Constant Current che in tutte le altre modalità; ciò rende particolarmente importante avere collegamenti a bassa induttanza.

Modalità Constant Voltage

Poiché gli stadi di potenza del carico fondamentalmente sono un dissipatore di potenza, la modalità Constant Voltage funziona in modo completamente diverso dalle altre modalità. La differenza tra la tensione rilevata e la tensione richiesta è applicata a un integratore con una costante di tempo breve. L'uscita di questo integratore (che in effetti è un'ipotesi della corrente richiesta) guida gli stadi di potenza. In questa modalità, il funzionamento dipende interamente dall'azione di reazione. La trans-conduttanza del carico (il cambiamento della corrente di carico causato da un piccolo cambiamento della tensione rilevata) è molto elevata, causando un guadagno di sistema molto alto.

La modalità Constant Voltage deve essere utilizzata con sorgenti a impedenza elevata bilanciata. La presenza della capacità di shunt può formare un oscillatore di rilassamento, dove il carico prende un impulso di corrente e poi si interrompe fino a quando la sorgente non si sia ripristinata. Le sorgenti asimmetriche (che possono solo aumentare e non diminuire) peggiorano questo problema. Le alimentazioni elettroniche funzionanti in una modalità a corrente costante spesso hanno un'impedenza elevata solo nella larghezza di banda di un ciclo di reazione. A frequenze superiori, un condensatore di shunt riduce notevolmente l'impedenza di uscita; un'unione di questo carico e questa sorgente spesso è instabile.

Se non è possibile rendere stabile la modalità Constant Voltage, è possibile utilizzare la capacità di offset della modalità Constant Resistance. Il comando DROPOUT è impostato alla tensione richiesta e l'impostazione del livello di resistenza è utilizzata per definire la resistenza di pendenza. L'aumento di questa impostazione riduce il guadagno e consente di ottenere un funzionamento stabile.

Modalità Constant Power

La modalità Constant Power è implementata utilizzando un divisore analogico per dividere la potenza richiesta per la tensione rilevata e calcolare la corrente necessaria. Ciò causa il tentativo di soddisfare una richiesta di maggiore potenza aumentando la conduttività del carico e la corrente. A causa della resistenza della sorgente (e dei cablaggi), la tensione ai terminali diminuirà con l'aumento della corrente; se la potenza (il prodotto di corrente e tensione ai terminali) aumenta con l'aumentare della corrente, il carico funzionerà come previsto.

La potenza massima di carico che può essere ottenuta da una data sorgente si verifica quando la sua tensione ai terminali scende a metà della tensione del circuito aperto. Con l'aumentare della corrente oltre questo punto, la diminuzione della tensione eccede l'aumento della corrente e la potenza diminuisce. Il carico quindi scatta in una condizione di conduzione in cui la corrente è al livello massimo e la tensione è quasi zero: Sta tentando di aumentare il livello di potenza aumentando la corrente, ma poiché l'alimentazione fornisce già la sua corrente massima, questo tentativo fallisce. L'unico modo per ripristinare questa situazione consiste nel disabilitare l'ingresso del carico o l'uscita della sorgente.

La modalità Constant Power ha le caratteristiche di una resistenza negativa (la corrente aumenta col diminuire della tensione) ed esiste sempre la possibilità di formare un oscillatore a resistenza negativa unito all'impedenza di uscita della sorgente. In pratica, la modalità Constant Power funziona bene insieme a sorgenti che riescono a fornire un tale carico.

Nel funzionamento transitorio, se la sorgente è a tensione costante (con una bassa impedenza di sorgente), la corrente seguirà i cambiamenti nella richiesta di potenza e la risposta sarà molto simile alla modalità Constant current. Se la tensione sorgente scende con l'aumentare della richiesta di potenza, la corrente dovrà aumentare più che proporzionalmente e si avrà un aumento della velocità di risposta della corrente; ciò limiterà la velocità di risposta massima della potenza utile a un valore inferiore al punto in cui la spia ERR si accende.

Modalità Constant Conductance e Resistance

In entrambe queste modalità è utilizzato un moltiplicatore/divisore per ottenere la corrente richiesta dalla tensione rilevata. Nella modalità Conductance, la corrente richiesta viene calcolata moltiplicando la tensione rilevata per la conduttanza richiesta; nella modalità Resistance, la corrente richiesta è calcolata dividendo la differenza tra la tensione rilevata e la tensione di diseccitazione per la resistenza richiesta.

In entrambi i casi, la corrente aumenta con l'aumentare della tensione applicata. A impostazioni di resistenza e conduttanza equivalenti, il percorso dall'ingresso di rilevamento della tensione allo stadio di potenza è uguale, per cui le due modalità avranno caratteristiche di stabilità simili.

Nel funzionamento transitorio le due modalità sono molto diverse. Nella modalità Conductance, la corrente richiesta segue in modo lineare il valore di conduttanza nei suoi cambiamenti e il comportamento è fondamentalmente simile alla modalità a corrente costante. Nella modalità Resistance, la corrente richiesta è inversamente proporzionale al valore di resistenza che cambia in modo lineare, pertanto la risultante forma d'onda di corrente sarà molto non lineare, aumentando rapidamente nella parte del ciclo a bassa resistenza. Questo aumento rapido accentua l'effetto dell'induttanza nei connettori di interconnessione e può facilmente portare a diminuzioni a livelli minimi o sorpassamenti. La modalità Resistance è consigliata soprattutto per alte tensioni e correnti modeste.

Funzionamento a zero Volt

Sebbene questa unità sia progettata con una resistenza interna molto bassa (inferiore a 25m Ω) per consentire il funzionamento alle basse tensioni e a correnti elevate, ci sono casi in cui è necessario un carico in grado di condurre la corrente a tensione zero. Ciò può essere ottenuto collegando un'alimentazione di offset esterna in serie con il carico (con la polarità opposta). Il rilevamento della tensione esterna deve essere utilizzato con i conduttori di rilevamento collegati alla alimentazione testata, esternamente alla combinazione in serie del carico e dell'alimentazione di offset.

È necessaria una tensione di offset almeno pari alla tensione operativa del carico, più qualsiasi abbassamento di tensione nelle interconnessioni; la tensione massima ammissibile è di 6V. L'alimentazione di offset deve essere in grado di fornire l'intera corrente di carico e deve avere un comportamento dinamico che non influisce sulla stabilità della combinazione; inoltre, deve essere protetta da tensioni inverse. Se possibile, si consiglia l'uso di batterie, ma è necessario evitare che si verifichino scariche complete o correnti inverse.

Si noti che la combinazione dell'alimentazione di offset e il carico può applicare una tensione inversa alla sorgente testata per cui è necessario prevedere una protezione adeguata. Si consiglia vivamente di prevedere nel circuito un interruttore in grado di interrompere completamente la corrente del carico.



Il carico presenta un diodo ai terminali di ingresso che all'applicazione di una polarità inversa conduce corrente anche se viene rilasciato l'interruttore INPUT ENABLE.

Funzionamento a unità multiple

Nella modalità Constant Current è possibile utilizzare carichi multipli in parallelo. Ciò aumenterà sia la capacità di dissipazione della potenza che di gestione della corrente oltre quella di una singola unità. I collegamenti con la sorgente devono essere implementati nel miglior modo possibile. Si noti che a causa dei cicli aggiuntivi di reazione e delle interconnessioni, gli aspetti di stabilità potrebbero creare più problemi.

Potrebbe essere possibile utilizzare due unità in serie nella modalità Constant Voltage ma questa opzione dovrebbe essere utilizzata solo per aumentare la capacità di dissipazione del calore e non la gestione della tensione. La tensione a circuito aperto della sorgente non deve superare il valore di 80V di una singola unità. Tuttavia, è molto probabile che l'instabilità causi problemi.

Non si consiglia di tentare di utilizzare più unità in serie nelle modalità Constant Power, Resistance o Conductance.

Comando remoto

Sono disponibili due tipi di funzionamento remoto comandato mediante tensione: comando EXTERNAL VOLTAGE, in cui una tensione analogica definisce il livello richiesto della modalità operativa selezionata, e comando EXTERNAL TTL, in cui una tensione esterna esegue una selezione tra le impostazioni di livello dei comandi LEVEL A e LEVEL B del pannello anteriore.

La tensione di controllo è applicata ai due terminali CONTROL VOLTAGE sul pannello posteriore. Ciascun terminale ha un'impedenza di ingresso nominale di 400k Ω al terminale negativo di carico. Un ricevitore di linea differenziale consente tensioni di modalità comune fino a ± 100 Volt. Lo scarto della modalità comune è migliore di -66 dB (50mV a 100V); sebbene sia tipicamente molto migliore di questo valore (-80 dB), l'effetto sul livello programmato può essere notevole. Occorre inoltre considerare il percorso di ritorno delle correnti di ingresso.

Comando remoto della tensione

Impostare l'interruttore LEVEL MODE sulla posizione EXTERNAL VOLTAGE. I comandi del pannello anteriore LEVEL A e LEVEL B non hanno alcun effetto. L'interruttore LOAD MODE seleziona l'intervallo completo e la modalità operativa richiesta. L'impostazione del comando tensione DROPOUT sul pannello anteriore rimane attiva.

L'ingresso CONTROL VOLTAGE ha un fattore di 4 Volt massimo. I fattori di conversione di ciascuna modalità e intervallo sono:

Intervallo operativo	Fattore in scala
80 Amp	20 Amp per Volt
8 Amp	2 Amp per Volt
80 Volt	20 Volt per Volt
8 Volt	2 Volt per Volt
320 Watt	80 Watt per Volt
400 Ohm	100 Ohm per Volt
10 Ohm	2.5 Ohm per Volt
1 A/V (Siemens)	0.25 A/V (Siemens) per Volt
40 A/V (Siemens)	10 A/V (Siemens) per Volt

Il circuito di velocità di risposta e i comandi del pannello anteriore rimangono in circuito ed è possibile ottenere la forma d'onda transitoria richiesta regolando queste impostazioni insieme alla forma del segnale applicato all'ingresso remoto, subordinatamente alle limitazioni di tempo di transizione del circuito di carico.

Selezione remota del livello

Impostare l'interruttore LEVEL CONTROL sulla posizione EXTERNAL TTL. Se il segnale esterno applicato all'ingresso CONTROL VOLTAGE è inferiore alla soglia logica (nominalmente + 1.5 V), è attivo il livello impostato dal comando LEVEL A; se il segnale è superiore alla soglia, si applica il livello impostato dal comando LEVEL B. Le transizioni sono definite dall'impostazione dei comandi SLEW RATE sul pannello anteriore.

Disabilitazione remota dell'ingresso

L'ingresso è previsto per ignorare da remoto la funzione INPUT ENABLE del carico. Esso è disponibile in tutte le modalità operative dello strumento. Si tratta di un ingresso completamente oscillante a un isolatore ottico: applicare da 3 a 12 volt (rispettando la polarità) per disabilitare il carico. Il carico è abilitato solo se il segnale è assente e l'interruttore INPUT ENABLE sul pannello anteriore è premuto.

Manutenzione

I fabbricanti o i loro agenti esteri forniscono un servizio di riparazione per le unità che presentano guasti. Se l'utente desidera occuparsi degli interventi di manutenzione, questi devono essere effettuati esclusivamente da personale qualificato facendo riferimento al manuale di manutenzione, che può essere acquistato presso il fabbricante o i suoi agenti all'estero.

Pulizia

Se occorre pulire lo strumento, utilizzare un panno leggermente inumidito con acqua o con un detergente leggero.

AVVERTENZA! PER EVITARE SCOSSE ELETTRICHE O DANNI ALLO STRUMENTO, EVITARE L'INGRESSO DI ACQUA ALL'INTERNO DEL CORPO DELL'UNITÀ. MAI UTILIZZARE SOLVENTI PER LA PULIZIA DEL CORPO DELL'UNITÀ.

Calibrazione

Per garantire che la precisione dello strumento rimanga secondo le specifiche, è necessario controllare annualmente la calibrazione, regolandola secondo necessità. La procedura di regolazione della calibrazione è illustrata in dettaglio nel manuale di manutenzione.

Fusibili

Il primario del trasformatore è protetto da un fusibile termico senza ripristino posto all'interno degli avvolgimenti. Esso può essere sostituito solo montando un uovo trasformatore.

I circuiti secondari sono protetti da fusibili incapsulati saldati alla PCB PSU. Per istruzioni sulla sostituzione, consultare il manuale di assistenza.

Este es un instrumento de Clase Seguridad I según la clasificación del IEC y ha sido diseñado para cumplir con los requisitos del EN61010-1 (Requisitos de Seguridad para Equipos Eléctricos para la Medición, Control y Uso en Laboratorio). Es un equipo de Categoría de Instalación II que debe ser usado con suministro monofásico normal.

Este instrumento se suministra habiendo sido comprobado según la norma EN61010-1. El manual de instrucciones tiene información y advertencias que deben aplicarse para garantizar la seguridad del usuario durante su empleo.

Este instrumento ha sido diseñado para ser utilizado en un ambiente Grado 2 de Polución a temperaturas de entre 5°C y 40°C y humedad relativa de entre el 20% y el 80% (sin condensación). De manera ocasional puede someterse a temperaturas de entre -10°C y +5°C sin que ello afecte a su seguridad. No hay que ponerlo en funcionamiento mientras haya condensación.

El uso de este instrumento de forma no especificada por estas instrucciones puede afectar a su seguridad. **El instrumento no incorpora un fusible en el circuito de carga: asegure que la posible corriente de fallo máxima esté limitada a un nivel seguro.**

El instrumento no debe ser utilizado fuera de su rango de voltaje o de su gama ambiental.

ADVERTENCIA! ESTE INSTRUMENTO DEBE CONECTARSE A TIERRA

Cualquier interrupción del conductor a tierra dentro o fuera del instrumento implicaría que el instrumento resultara peligroso. Está prohibida cualquier interrupción intencionada de la conexión a tierra. No debe utilizarse con un cable de tensión sin tierra.

Mientras el instrumento esté conectado es posible que queden sin protección elementos bajo tensión y la obertura de tapas o el retiro de piezas (salvo las accesibles por la mano) puede dejar expuestos a elementos bajo tensión. Si se tuviera que efectuar alguna operación de ajuste, cambio, mantenimiento o reparación es necesario desconectar el instrumento de todas las fuentes de tensión.

Todo ajuste, mantenimiento o reparación del instrumento abierto bajo tensión debe ser evitado en lo posible, pero si fuera ineludible, estos trabajos deben ser realizados exclusivamente por un personal cualificado consciente del riesgo que implica.

Si el instrumento fuera claramente defectuoso, hubiera sido sometido a un daño mecánico, a humedad excesiva o a corrosión química, su protección de seguridad puede fallar y el aparato debe sacarse de uso y devolverse para comprobación y reparación.

Este instrumento contiene fusibles encapsulados y fusibles térmicos no reseteables, los cuales no podrán ser recambiados por el usuario. Está prohibido cortocircuitar estos dispositivos de protección.

El instrumento no debe humedecerse al ser limpiado.

Los símbolos a continuación son utilizados en el instrumento y en este manual:



Advertencia - Remitirse a los documentos adjuntos, el uso incorrecto puede dañar al instrumento.



corriente alterna (CA)



alimentación principal OFF (desconectada)



alimentación principal ON (conectada)

Voltaje de funcionamiento de la red

El voltaje de funcionamiento de la red se indica en el panel trasero. Si es necesario cambiar el voltaje de funcionamiento de 230V a 115V, o a la inversa, deberá procederse como sigue:

1. Desconecte el instrumento de todas las fuentes de voltaje.
2. Quite los tornillos que sujetan la parte superior de la caja al chasis y levántela.
3. Dé la vuelta al instrumento y sostenga la PCB (placa de circuito impreso) del suministro eléctrico al tiempo que quita los seis tornillos que la sujetan al chasis. Deje los pilares de soporte sujetos a la PCB.
4. Instale los enlaces soldados (a lo largo del transformador) para el voltaje de funcionamiento requerido:

Para 230V instale sólo LK1

Para 115V instale LK2 y LK3 pero no LK1.

Estos enlaces pueden ser ya sea alambres de cobre estañado o bien resistores de ohmios cero.

5. Reinstale la PCB de suministro eléctrico en el chasis, asegurando que no quede atrapado ninguno de los alambres. Asegure que todos los cables estén correctamente conectados.
6. Reinstale la parte superior de la caja.
7. Para satisfacer los requisitos normales de seguridad deberá cambiar el voltaje de funcionamiento indicado en el panel trasero a fin de mostrar con claridad la nueva configuración de voltaje.

Fusibles

En el instrumento no hay fusibles que pueda recambiar el usuario.

Cable de la red

Cuando se incluye un cable de la red trifilar con extremos desnudos deberá conectarse como sigue:

Marrón	-	Activo
Azul	-	Neutro
Verde / amarillo	-	Tierra

¡ADVERTENCIA! ESTE INSTRUMENTO DEBE CONECTARSE A TIERRA!

Cualquier interrupción del conductor a tierra dentro o fuera del instrumento implicaría que el instrumento resultara peligroso. Está prohibida cualquier interrupción intencionada de la conexión a tierra.

Montaje

El instrumento podrá utilizarse montado en banco de trabajo y en bastidor. Se envía con patas para ser montado en banco de trabajo. Las patas delanteras incluyen un mecanismo basculante para obtener un ángulo de panel óptimo.

Podrá pedir al fabricante o a sus agentes en el extranjero un bastidor de soporte para el montaje de uno o dos de estos instrumentos de 3 unidades de altura y mitad de ancho. También se ofrece disponible una pieza obturadora para colocarla en posiciones no usadas en el bastidor.

Ventilación

El instrumento recibe ventilación de dos ventiladores de 2 velocidades que funcionan desde la parte posterior. Tenga cuidado de no restringir las aberturas de entrada de aire situadas en los paneles superior, lateral e inferior o la salida posterior del instrumento. Si el instrumento está montado en bastidor, deje suficiente espacio a su alrededor y / o utilice una placa ventiladora para enfriado a presión.

Si se conecta un conducto en la salida de aire, será necesario incluir extracción adicional.

Conexiones del panel frontal

Entrada de carga

Los terminales de INPUT (entrada) para el circuito de carga en el panel frontal aceptan por su extremo enchufes de 4mm, alambre de 4mm de diámetro o enchufes en el orificio cruciforme, o conexiones tipo pala de ¼ de pulgada (con un ancho de pala máximo de ½ pulgada). Su rango de corriente máximo es de 30 amperios. Para corrientes más elevadas (o una resistencia de circuito más reducida), use los terminales del panel posterior; no use ambos simultáneamente.

El circuito de carga está aislado de tierra, y se permiten potenciales de hasta ± 300 voltios a tierra, pero es indispensable adoptar métodos de aislamiento seguros.



Asegure que la fuente esté conectada con la polaridad correcta.
La máxima corriente a través de estos terminales es de 30 amperios.
El máximo voltaje permitido a través de la carga es de 80 voltios.

El instrumento no incorpora un fusible en el circuito de carga: asegure que la posible corriente de fallo máxima esté limitada a un nivel seguro.

Salida del monitor de corriente

Los terminales del Current Monitor (monitor de corriente) aportan un voltaje proporcional al flujo de corriente de carga con un factor de desmultiplicación de 50 mV por amperio (4 voltios para plena escala de 80 amperios). La impedancia de salida es de 600Ω y la calibración adquiere una carga de alta impedancia.



Un impulsor diferencial permite un rango en modo común de ± 3 voltios entre el terminal monitor negativo y el terminal de carga negativo. La salida será inexacta (y el instrumento puede resultar dañado) si se aplican voltajes superiores.

Conexiones del panel posterior

Entrada de carga

Los terminales de INPUT (entrada) para el circuito de carga en el panel posterior aceptan por su extremo enchufes de 4mm (los enchufes de 4mm sólo admitirán 32 amperios), alambre de 6mm de diámetro o enchufes en el orificio cruciforme, o conexiones tipo pala de 8mm (con un ancho de pala máximo de 16mm).

La disposición de cableado y conexión deberá ser capaz de admitir la corriente requerida; para 80 amperios es necesario cable de 16mm^2 .

El circuito de carga está aislado de tierra, y se permiten potenciales de hasta ± 300 voltios a tierra, pero es indispensable adoptar métodos de aislamiento seguros.



Asegure que la fuente esté conectada con la polaridad correcta.
La máxima corriente a través de estos terminales es de 80 amperios.
El máximo voltaje permitido a través de la carga es de 80 voltios.

El instrumento no incorpora un fusible en el circuito de carga: asegure que la posible corriente de fallo máxima esté limitada a un nivel seguro.

Bloques de terminales

Todas las demás conexiones del panel posterior se realizan a través de bloques de terminales sin tornillos. Para realizar conexiones en los bloques de terminales, use un destornillador de hoja plana a fin de presionar hacia dentro el actuador naranja accionado por resorte y abrir la abrazadera del cable. Inserte por completo el extremo del alambre en el agujero y libere el actuador. Asegure que el alambre esté totalmente sujeto. Asegure que sea observada la polaridad indicada.

Salida del monitor de corriente

El par superior de terminales, marcados CURRENT MONITOR, aportan la salida del monitor de corriente. Están cableados en paralelo con las tomas del panel frontal (vea arriba).

Entrada de control a distancia

Los terminales de CONTROL VOLTAGE (voltaje de control) se usan en dos modos de funcionamiento (según se seleccionen mediante el interruptor de LEVEL CONTROL (control de nivel) del panel frontal).

En el modo de EXTERNAL VOLTAGE (voltaje externo) una señal analógica aplicada aquí establece el nivel de la carga. La graduación de es 4 voltios a plena escala.

En el modo EXTERNAL TTL (LTT externa), una señal lógica aplicada aquí selecciona ya sea el ajuste LEVEL A (nivel A) (baja lógica) o el LEVEL B (nivel B) (alta lógica). El umbral de conmutación es nominalmente de +1,5V.



Estos terminales tolerarán un voltaje en modo común de hasta ± 100 voltios en relación con el terminal negativo de la entrada de carga. La impedancia de entrada es de $400\text{k}\Omega$ desde cada terminal al negativo de carga, de modo que fluirá corriente en modo común.

Entrada de detección de voltaje externo

Para evitar errores de direccionamiento del voltaje de la fuente causados por caídas de tensión en el cableado de alta corriente, conecte los terminales de EXTERNAL SENSE (detección externa) al circuito externo en el punto donde desea medir el voltaje (normalmente en los terminales de salida de la fuente sometida a prueba). Desplace el conmutador deslizante de VOLTAGE SENSE SELECT (selección de detección de voltaje) a la posición EXT (salida).



Asegure que la fuente esté conectada con la polaridad correcta.

Estos terminales no deben ser conectados a ningún otro voltaje que no sea el de la fuente que está conectada a la entrada de carga.

Entrada de desactivación a distancia

Aplique de +3V a +5V a los terminales de DISABLE INPUT (entrada de desactivación) para desactivar la entrada de carga. Estos son la entrada a un optoacoplador y están aislados galvánicamente de los demás terminales. La corriente de entrada es inferior a 2,5mA a 5V. Para que el instrumento funcione también deberá pulsarse el interruptor de INPUT ENABLE (activar entrada) situado en el panel frontal.

Salida sincrónica del oscilador

La SYNC OUTPUT (salida sincrónica) es una salida colectora abierta de un optoacoplador accionado por la señal procedente del oscilador interno. Está aislado galvánicamente de los demás terminales. Se requieren un resistor bajado y un suministro de energía (e.g. de $4,7\text{k}\Omega$ a +5V) para generar una señal utilizable que podría ser utilizada para disparar un osciloscopio. Se incluye un resistor de protección en serie de $1\text{k}\Omega$.

Controles de funcionamiento

Esta sección del manual describe resumidamente los controles del instrumento y deberá ser leída antes de usar la carga por primera vez.

En este manual, las conexiones y los controles del panel frontal aparecen en letras mayúsculas, e.g. LEVEL CONTROL (control de nivel).

Conmutación, encendido / apagado de activación de carga

El interruptor de línea POWER (\sim) (energía) está situado en la esquina inferior izquierda del panel frontal. Antes de conmutar (I), asegure que el voltaje de funcionamiento de línea del instrumento (indicado en el panel posterior) sea adecuado para el suministro local y que el interruptor INPUT ENABLE esté liberado (posición Off (apagada)).

Conmute la energía (I). Deberá oírse arrancar el ventilador y encenderse los visualizadores del medidor.

Precaución: Si durante la activación de la carga (se pulsa el interruptor INPUT ENABLE), se desconecta y reconecta la energía de la línea, el instrumento volverá a arrancar y conducirá corriente de carga (a menos que una condición transitoria haga disparar el trinquete de avería).

Medición

Los dos medidores de 4 dígitos realizan funciones múltiples, dependiendo del ajuste del interruptor de METERS (medidores) situado en la esquina superior derecha del panel frontal. Hay disponibles las combinaciones siguientes:

WATTS & OHMS (vatios y ohmios)

Se visualizan la potencia de carga y la resistencia equivalente. Estos valores son calculados a base de los valores actualmente medidos de voltaje y corriente.

VOLTS & AMPS (voltios y amperios)

Se visualizan los valores de voltaje y corriente actualmente medidos.

LEVEL A & LEVEL B (nivel A y nivel B)

Se visualizan los ajustes de los dos controles de LEVEL (nivel). Las unidades de medición, que dependerán del modo de funcionamiento seleccionado, son indicadas sobre la pantalla de lectura.

FREQUENCY & DUTY CYCLE (frecuencia y ciclo de servicio)

El medidor izquierdo visualiza la frecuencia del oscilador interno (en Hz o kHz) y el medidor derecho muestra el porcentaje de cada ciclo que el LEVEL B está activo.

SLEW RATE & DROPOUT VOLTAGE (velocidad de escaneo y voltaje de desprendimiento)

El medidor izquierdo muestra el ajuste de la velocidad de escaneo. La unidad de medición, que dependerá del modo de funcionamiento seleccionado, es indicada sobre la pantalla de lectura y se visualiza ya sea en milisegundos o en segundos, según lo indique el segundo anunciador.

El medidor derecho indica el ajuste de voltaje de desprendimiento (por debajo del cual la carga dejará de conducir). Esta indicación será siempre cero en modo de Constant Voltage (voltaje constante).

Indicador de modo de carga

El interruptor de LOAD MODO (modo de carga) selecciona el modo y rango de funcionamiento.

Controles de nivel A y nivel B

Los dos controles de 10 vueltas marcados LEVEL A y LEVEL B establecen los dos niveles de funcionamiento, los cuales pueden ser seleccionados mediante el interruptor de LEVEL CONTROL o la señal transitoria.

Interruptor de control de nivel

El interruptor de LEVEL CONTROL selecciona el modo de ajuste de nivel.

Los ajustes LEVEL A y LEVEL B seleccionan funcionamiento constante al valor establecido en el control de nivel correspondiente.

El ajuste de TRANSIENT activa el generador de transitorias interno. El funcionamiento alterna entre los ajustes LEVEL A y LEVEL B a un promedio determinado mediante los ajustes de los controles de FREQUENCY (frecuencia) y DUTY (servicio) (%B) . La señal pasa a través del generador de velocidad de escaneo.

El ajuste de EXTERNAL TTL permite utilizar un oscilador externo o una señal lógica (conectado al bloque de terminales situado en el panel posterior) para seleccionar el nivel de funcionamiento. El funcionamiento alterna entre los ajustes LEVEL A y LEVEL B dependiendo del nivel de la señal externa (lógica alta selecciona el LEVEL B). Después de la compuerta de selección, la señal pasa a través del generador de velocidad de escaneo.

El ajuste de EXTERNAL VOLTAGE permite controlar el voltaje analógico externo de la carga. La señal aplicada al bloque de terminales del panel posterior determina el ajuste de nivel, con un factor de desmultiplicación de 4 voltios a plena escala. La señal pasa a través del circuito de velocidad de escaneo.

Voltaje de desprendimiento

El control de DROPOUT (desprendimiento) ajusta el nivel de voltaje por debajo del cual dejará de conducir corriente. No funciona en modo de Constant Voltage y ejerce un efecto especial en el modo de Constant Resistance (resistencia constante).

Este ajuste también constituye el umbral para el circuito de arranque lento.

Interruptor de activar entrada

Pulsando el interruptor de enganche de INPUT ENABLE se activa la entrada de carga.

También se incluye un dispositivo de DISABLE INPUT (desactivar entrada) a distancia en el bloque de terminales del panel posterior. Aplicando aquí de +3 a +5 voltios se desactivará ne entrada.

El interruptor de INPUT ENABLE debe ser liberado para resetear el trinquete de fallo si se ha disparado.

Lámpara indicadora de entrada

Una lámpara multicolor indica el estado de funcionamiento del instrumento. Está **apagada** cuando la entrada está desactivada. En funcionamiento normal brilla en color **verde** o en **naranja** si la entrada está activada pero la fase de energía está saturada (debido a que no hay suficiente voltaje para que fluya la corriente requerida). Brilla en color **rojo** si existe una condición de fallo. El interruptor de INPUT ENABLE deberá ser liberado para resetear esta condición.

Arranque lento

El ajuste del interruptor de SLOW START (arranque lento) determina el comportamiento del instrumento cuando comienza a conducir, ya sea porque se pulsa el interruptor INPUT ENABLE mientras ya circula el voltaje fuente, o bien porque se conmuta el voltaje fuente después de que la carga ha sido ya activada. Si no se pulsa el interruptor de SLOW START, la carga conducirá la corriente máxima inmediatamente (sin el control del circuito de velocidad de escaneo). Si se pulsa el interruptor de SLOW START, la carga no conducirá ninguna corriente hasta que el voltaje fuente alcance el ajuste de voltaje de desprendimiento, tras lo cual acelerará hasta el ajuste de LEVEL a un ritmo determinado por el ajuste de los controles de SLEW RATE.

Frecuencia transitoria

El control de FREQUENCY y el interruptor de rango de tres posiciones asociado establecen la frecuencia del oscilador interno.

Ciclo de servicio

El ajuste del control de DUTY (% B) determina el porcentaje del periodo de oscilador en que está la carga al ajuste LEVEL B. En este valor se incluye la duración del tiempo de balanceo, desde el estado de LEVEL A hasta el estado de LEVEL B.

Velocidad de escaneo

El control SLEW RATE y el interruptor de rango de tres posiciones asociado determinan el gradiente de las transiciones desde un ajuste de nivel a otro.

Selección de detección de voltaje (panel posterior)

El interruptor VOLTAGE SENSE SELECT (selección de detección de voltaje) del panel posterior selecciona entre detección INT (interna) y EXT (externa) del voltaje efectivo a través de la carga. Tenga en cuenta que detección interna se usa siempre para los circuitos de protección de energía y voltaje.

Precaución: El instrumento está diseñado para admitir hasta 6 voltios de diferencia entre detección interna y externa. Si este interruptor está en la posición de detección EXT, pero los terminales no están conectados, el instrumento no detectará la condición de fallo hasta que el voltaje fuente exceda este valor. Esto puede resultar en un funcionamiento inesperado.

Funcionamiento

Este instrumento aporta una carga de DC (c.c.) controlable (disipadora de energía) cuyo propósito es verificar todos los tipos de suministro de energía de DC, incluidos baterías, células fotovoltaicas, turbinas y generadores así como fuentes de alimentación electrónicas.

Los nuevos usuarios deberán leer primero la sección de Controles de funcionamiento donde se describen resumidamente los controles del instrumento. Esta sección ofrece información detallada referente a la configuración y utilización del instrumento. Los consejos y precauciones de aplicación, especialmente las pertinentes a estabilidad y comportamiento dinámico, se incluyen más adelante en la sección de Notas de aplicación.

Conexión de la carga a la fuente

Los terminales de INPUT de la carga deben ser conectados a la fuente que se desea probar utilizando conexiones de resistencia e inductancia suficientemente bajas. El cableado deberá usado deberá ser lo más corto y grueso posible. Los terminales del panel frontal pueden ser usados para corrientes de hasta 30 amperios. Para corrientes más altas deberán usarse los terminales del panel posterior

Los terminales de carga del instrumento flotan de tierra y pueden ser usados como potenciales de hasta ± 300 voltios de tierra. Asegure que todo el cableado esté aislado con seguridad para el voltaje de trabajo involucrado.

Detección de voltaje

Si la carga va a funcionar en modo de corriente constante (CI), la detección de voltaje externa sólo será necesaria si se requieren lecturas precisas en los medidores de voltaje, energía o resistencia equivalentes. En todos los demás modos la conductividad de la carga depende del voltaje aplicado, de modo que la detección externa se requiere para la correcta precisión de las características de carga.

En interés de preservar la estabilidad, la realimentación de alta frecuencia siempre se toma del circuito de detección interna, con lo cual se minimiza la posibilidad de que ocurran desfasajes debido a que el cableado externo afecta el instrumento. Sin embargo, para evitar un impacto en el margen de estabilidad, no incorpore desfasaje en el circuito detector, en particular, deberá evitarse el uso de condensadores de desconexión. Si es probable que las conexiones de detección queden expuestas a RF o a campos magnéticos, use un cable de par trenzado con un blindaje general. El blindaje deberá conectarse a tierra o al negativo de la carga.

Principio de funcionamiento

La secuencia de funcionamiento normal es seleccionar el modo LOAD MODE y LEVEL CONTROL, establecer el nivel de funcionamiento y voltaje de desprendimiento requerido, y seguidamente activar la entrada. Si se requiere funcionamiento transitorio, deberán determinarse los parámetros de ajuste de nivel segundo y ritmo de balanceo.

Los medidores pueden ser usados para visualizar los ajustes antes de activar la INPUT. Una vez que la carga está conduciendo podrán leerse el voltaje y la corriente, o los vatios y ohmios calculados a base de estos valores.

Todos los controles excepto el LOAD MODE podrán ser ajustados según convenga mientras la entrada está activada. Si se intenta cambiar el LOAD MODE mientras está activada la carga se disparará el trinquete de fallo y se desactivará la entrada hasta el reseteado.

Modos de funcionamiento de carga

Hay cinco modos de funcionamiento posibles seleccionados mediante el interruptor marcado LOAD MODE. Hay dos rangos para todos los modos excepto el de energía constante. El interruptor de INPUT ENABLE deberá ser liberado antes de cambiar de modos. Si se mueve el interruptor LOAD MODE con la carga activada se disparará el trinquete de fallo.

Corriente constante (CI)

En este modo, el ajuste de LEVEL define una corriente requerida tras lo cual la carga intenta disipar esta corriente pese al voltaje de la fuente. El uso de este modo no es apropiado con fuentes de corriente constante, ya que la carga o bien se saturará (si el ajuste de la carga es superior al del ajuste del suministro) o bien se desconectará.

Si la fuente es incapaz de suministrar el nivel de corriente fijado la carga se saturará, conduciendo la mayor parte de corriente posible con un bajo voltaje entre sus terminales. La lámpara del panel frontal brillará en color naranja. Esta condición también se manifiesta mientras la fuente está desconectada. Si se incrementa la capacidad de corriente de la fuente, se reanudará el funcionamiento normal.

Si la combinación del ajuste de corriente de carga y el voltaje de suministro real excede la capacidad de disipación de energía de la carga, el valor de la corriente se reducirá a fin de mantener la energía al límite permitido. Si esto no es posible, o si se excede el voltaje nominal máximo, el instrumento pasará al estado de fallo. Mientras está activo el circuito limitador de energía, la lámpara del panel frontal brillará en color naranja.

En este modo la capacidad de voltaje de desprendimiento está activa. Si no se requiere esta capacidad ajuste el control a 0V. A medida que el voltaje desciende por debajo del umbral de desprendimiento, la corriente se reduce rápidamente a cero. En este estado, la lámpara del panel frontal brilla en color naranja. Existe la posibilidad de manifestarse inestabilidad en la región de transición.

Voltaje constante (CV)

En este modo, el ajuste de LEVEL define un voltaje requerido y la carga intenta disipar cualquier corriente requerida para mantener este voltaje. Si aumenta el voltaje aplicado, la resistencia de la carga descenderá intentando disipar más corriente y reduciendo el voltaje al nivel requerido. Este comportamiento es típico de un regulador en derivación (podría ser considerado como un diodo Zener ajustable) y requiere que la fuente tenga una elevada impedancia. Debido a la realimentación activa dentro de la carga, la resistencia gradiente es extremadamente baja y este modo se usa más ventajosamente con una fuente de corriente real.

Si la impedancia de la fuente es demasiado baja, la corriente aumentará hasta que se alcanza el límite de disipación de energía máximo y el instrumento pasará al estado de fallo.

Podrá utilizarse la capacidad de arranque lento, pero ello resultará en que la carga comenzará a conducir cero voltios. Esta es la condición de corriente más alta, lo cual probablemente no es lo que debería hacerse. Con ciertas fuentes, puede ser necesario activar la carga con el nivel de voltaje ajustado sobre el voltaje de salida de la fuente (de modo que no fluya corriente alguna), para luego disminuir manualmente el ajuste hasta que se alcanza el voltaje requerido.

Energía constante (CP)

En este modo, la carga implementa la ecuación $I = W / V$. El ajuste de LEVEL define la energía requerida mientras el instrumento vigila continuamente el voltaje fuente y calcula la corriente requerida para obtener la disipación de energía ajustada. A medida que desciende el voltaje fuente aumentará la corriente requerida. Esto estimula el comportamiento de numerosos suministros de energía en modo de conmutación. También resulta útil para verificar las características de las células fotovoltaicas. No obstante, la carga está actuando como una resistencia negativa, lo cual puede presentar dificultades de estabilidad con ciertas fuentes.

Si la fuente supera un límite de corriente, la carga se saturará con un voltaje terminal bajo mientras intenta alcanzar el ajuste de energía requerido mediante el aumento de la corriente. Esta condición no es recuperable sin desactivar la carga y permitir que se recupere la fuente. Con la mayoría de las fuentes, esta condición limitada de corriente se producirá a la conmutación, de modo que normalmente será necesario usar la facilidad de arranque lento en el modo de energía constante.

En este modo la capacidad de voltaje de desprendimiento está activa. Si no se requiere esta capacidad ajuste el control a 0V.

Conductancia constante (CG)

En este modo, la carga implementa la ecuación: $I = V * G$. El instrumento mide continuamente el voltaje fuente y calcula la corriente requerida para simular la conductancia requerida. Para cualquier ajuste de conductancia determinado, la corriente de carga es directamente proporcional al voltaje aplicado.

Debido a que el LEVEL controla la conductancia establecida, resulta fácil regular con precisión el ajuste de valores de resistencia baja (alta conductancia) en este modo. A la inversa, el modo de resistencia constante (CR) resulta más conveniente para resistencias altas. Cuando la carga está conduciendo podrá emplearse la posición WATTS & OHMS del interruptor de los METERS (medidores) para visualizar el valor de resistencia equivalente de la carga.

En este modo la capacidad de voltaje de desprendimiento está activa. Si no se requiere esta capacidad ajuste el control a 0V.

Resistencia constante (CR)

En este modo, la carga implementa la ecuación $I = (V - V_{\text{dropout}}) / R$. El ajuste del voltaje de desprendimiento tiene un efecto especial en este modo: Actúa a modo de desviación al inicio de la característica de resistencia. Por debajo del ajuste de desprendimiento no pasa corriente alguna. Por encima de aquel nivel de voltaje, la corriente aumenta linealmente con un gradiente definido por el ajuste de la resistencia. A ajustes de resistencia baja, la función es similar a la de un diodo Zener con el voltaje umbral establecido por el control de DROPOUT y la resistencia gradiente definida por el ajuste de LEVEL.

Si el voltaje de desprendimiento es ajustado a 0V, este modo funciona como un resistor normal con la corriente de carga directamente proporcional al voltaje aplicado.

Si se usa el circuito de arranque lento en este modo, la carga comenzará a (casi) cero ohmios y acelerará hasta el valor de resistencia fijado. Esto significa que la corriente inicial es más alta que la corriente final, lo cual no sea probablemente el resultado requerido. Por este motivo el circuito de arranque lento ofrece poca utilidad en este modo. Si se requiere un arranque lento, deberá usarse el modo de conductancia constante (CG).

Tenga en cuenta que los ajustes de alta resistencia en la gama de 400Ω se ofrecen principalmente para uso con fuentes de voltaje más alto (incluso a 80V la disipación es de solamente de 16W). Pequeños errores en corriente producen errores relativamente grandes en la resistencia efectiva. La resistencia puede ser ajustada al valor requerido usando la posición WATTS & OHMS del interruptor de los METERS para visualizar la resistencia efectiva real.

Ajuste de nivel

Los controles de LEVEL A and LEVEL B ajustan los dos niveles de funcionamiento, los cuales pueden ser seleccionados por el interruptor de LEVEL CONTROL, el generador de transitorias o una señal TTL externa. Si solamente se requiere un nivel constante podrá usarse cualquiera de ellos. Los valores pueden ser leídos ajustando el interruptor de los METERS en la posición del LEVEL A & LEVEL B. Las unidades de medición de estas lecturas dependen del modo de funcionamiento y se indican en la parte superior del display.

Control de nivel

El interruptor de LEVEL CONTROL aporta las opciones de funcionamiento constante al ajuste ya sea del LEVEL A o bien del LEVEL B, funcionamiento de TRANSIENT (alternando entre los dos niveles bajo el control de una señal lógica aplicada a los terminales del panel posterior), EXTERNAL TTL (alternando entre los dos niveles bajo el control de una señal lógica aplicada a los terminales del panel posterior), o control de EXTERNAL VOLTAGE (cuando el nivel de funcionamiento es ajustado proporcionalmente a un voltaje aplicado a los terminales del panel posterior). Las facilidades de control a distancia se describen en un capítulo ulterior de este manual.

Tensión de desprendimiento

El principal objetivo del ajuste del voltaje de DROPOUT es proteger las baterías contra una descarga total. Aporta un umbral de voltaje por debajo del cual la corriente dejará de conducir corriente. El mismo voltaje también se usa como umbral para el circuito de arranque lento.

Cuando se descargan las baterías, el voltaje de desprendimiento deberá ser ajustado al voltaje de final de descarga recomendado por el fabricante. Si no requiere la facilidad de desprendimiento, ajuste el control a 0V (totalmente en sentido contrario al las agujas del reloj).

Tenga en cuenta que si existe cualquier resistencia de cableado entre la fuente y el punto de detección de la carga se producirá una entrada suave en la condición de desprendimiento. A medida que la corriente comienza a descender, la caída de voltaje en serie se reduce incrementando de este modo el voltaje terminal medido en la carga. Existe la posibilidad de manifestarse inestabilidad en esta condición de funcionamiento.

La lámpara del panel frontal brillará en color naranja cuando se activa el circuito limitador de desprendimiento. También podría usarse un detector en la salida del monitor de corriente para detectar el funcionamiento del circuito de voltaje de desprendimiento y disparar un temporizador externo.

La facilidad de voltaje de desprendimiento se activa en modo de voltaje constante (CV) debido a que no es necesaria. Si el voltaje fuente desciende por debajo del ajuste de LEVEL, la carga no conducirá corriente alguna. Como se ha descrito previamente, el ajuste del voltaje de desprendimiento ejerce un efecto específico en el modo de resistencia constante.

Arranque lento

El propósito del circuito de arranque lento es detectar el inicio del voltaje de la fuente adjunta y acelerar la demanda de la carga de cero al valor final. El ritmo de aumento es determinado mediante el ajuste de los controles de SLEW RATE. El voltaje de referencia para el comparador de detección de voltaje es el ajuste del control de voltaje de DROPOUT.

Tenga en cuenta que en modo de resistencia constante (CR), la carga comenzará a (casi) cero ohmios y acelerará hasta el valor de ohmios final. Esto significa que la carga conduce inicialmente a máxima corriente, lo cual no sea con frecuencia el resultado requerido, en cuyo caso el modo de conductancia constante (CG) será más apropiado.

En modo de energía constante (CP), normalmente será necesaria la facilidad de arranque lento ya que a voltajes bajos puede surgir una condición de cierre, si la capacidad de la fuente no tiene corriente suficiente para alcanzar el nivel de energía requerido. Calcule el voltaje al cual el suministro tiene suficiente capacidad de corriente para alcanzar el ajuste del nivel de energía, y fije el voltaje de desprendimiento un poco por encima de este nivel.

Activar entrada

Una vez establecidos el modo de funcionamiento y los ajustes de nivel requeridos, pulse el interruptor INPUT ENABLE.

Indicador de activar entrada

La lámpara multicolor situada sobre el interruptor INPUT ENABLE indica una de las cuatro condiciones siguientes:

Lámpara apagada	Entrada desactivada.
Verde	Entrada activada y funcionando normalmente.
Naranja	Entrada activada, pero las fases de energía están saturadas. Ocurre si la fuente está desconectada. También indica si la corriente está por debajo del valor esperado debido al funcionamiento de los circuitos de desprendimiento de voltaje o límite de energía.
Rojo	Ha surgido una condición de fallo y la entrada ha sido desactivada. Esta condición se enclavará hasta que sea liberado el interruptor de activar entrada. La lámpara continuará brillando en rojo, incluso con la entrada desactivada, si la condición de fallo persiste.

Límite de energía

El instrumento vigila continuamente la disipación de energía interna y conmuta los ventiladores a una velocidad más alta sobre unos 230 vatios.

Si la disipación aumenta sobre unos 335 vatios, se activará un circuito limitador de energía que intentará reducir la corriente de carga para controlar la disipación. Seguidamente el instrumento funcionará efectivamente en modo de energía constante, lo cual cambiará las condiciones de estabilidad. Si el circuito limitador de energía no es capaz de mantener la energía a un nivel razonable (debido por ejemplo a que el voltaje fuente aumenta a medida que la corriente disminuye), se disparará el trinquete de fallo y la carga dejará de conducir.

Condiciones de fallo

El instrumento detecta las condiciones de fallo siguientes:

- Corriente sobre unos 92 amperios.
- Voltaje sobre unos 95 voltios.
- Energía superior a unos 350 vatios (que el circuito limitador de energía no ha conseguido controlar).
- Temperatura excesiva en el disipador térmico.
- Diferencia excesiva entre los valores de detección de voltaje externo e interno.

Cuando surge cualquier condición de fallo como ésta, la entrada es desactivada, de modo que el instrumento deje de conducir corriente y la lámpara de INPUT en el panel frontal brilla en rojo. Esta condición se enclavará hasta que sea liberado el interruptor de INPUT ENABLE y se apagará la lámpara, si se ha despejado la condición de fallo. Si la lámpara permanece en rojo, el fallo todavía persiste y éste deberá ser causado por un voltaje excesivo, alta temperatura del disipador de calor o conexiones de detección incorrectas.

Los detectores de fallo de energía y corriente excesiva tienen redes de filtro con una constante de tiempo de algunos milisegundos para poder controlar transitorias de corta duración.

Función transitoria

El instrumento es capaz de generar transitorias de carga con el fin de facilitar la prueba de la respuesta transitoria de una fuente determinada. La transitoria es un cambio de un ajuste de carga a otro con una velocidad de escaneo definido entre ellas. Los dos ajustes de carga son definidos mediante los controles de LEVEL A y LEVEL B. No existe un límite sobre cuál de estos niveles es el mayor. Tenga en cuenta que la transitoria es especificada como los dos niveles absolutos, y no como una diferencia entre ellos (como ocurre con ciertas cargas electrónicas).

La función transitoria está disponible en todos los modos de funcionamiento. La carga está diseñada de modo que la transición entre los dos niveles sea una línea recta cuyo gradiente es determinado mediante el ajuste de los controles de velocidad de escaneo.

Las transitorias pueden ser sincronizadas mediante el oscilador interno o mediante una señal LTT. También es posible usar el modo de EXTERNAL VOLTAGE para generar transitorias de cualquier forma requerida haciendo que el generador externo produzca la forma de onda requerida. Tenga en cuenta que la señal externa todavía pasa a través del generador de velocidad de escaneo interno, de modo que deberán realizarse ajustes apropiados en los controles de su panel frontal.

Ciclo de servicio y frecuencia transitoria

La frecuencia del oscilador interno se establece mediante un interruptor de rango de tres posiciones y un control variable de vuelta simple capaz de abarcar un rango de 1 a 100. El ciclo de servicio puede variarse en todo su rango de 1% a 99% mediante un segundo control de vuelta simple. Este porcentaje representa la parte de cada repetición invertida en el ajuste de LEVEL B, incluida la transición del LEVEL A al LEVEL B. La transición de vuelta al LEVEL A y el tiempo estable en este ajuste ocupan el resto del ciclo.

Estos ajustes pueden leerse en los medidores conmutando el interruptor de METERS a la posición de FREQ & DUTY %. La lectura de frecuencia (a la izquierda del medidor) puede visualizarse en Hz o kHz según sea indicado. La lectura DUTY % (% de servicio) siempre se visualiza como porcentaje.

La función transitoria siempre se inicia con el ajuste del LEVEL A. El oscilador arranca al ocurrir el último de tres acontecimientos posibles: o bien el interruptor de LEVEL CONTROL se mueve

a la posición de TRANSIENT, o bien se activa la entrada, o (si el circuito de arranque lento está activo) el voltaje fuente supera el umbral de DROPOUT. La duración de la primera condición del LEVEL A será alrededor de un 3% más larga que la del valor normal.

Tenga en cuenta que el intervalo de tiempo representado por la parte más corta del ciclo debe ser suficiente para que se produzca la transición definida mediante el velocidad de escaneo y los controles de ajuste de nivel, ya que de otro modo la carga nunca alcanzará el régimen permanente al valor fijado. Los detalles de esta condición de error son tratados más adelante.

Índice de balanceo

El control SLEW RATE y el interruptor de rango de tres posiciones asociado determinan el gradiente de las transiciones entre los dos ajustes de nivel. Cuando el interruptor de METERS es ajustado en la posición SLEW & DROPOUT, el medidor izquierdo indicará el velocidad de escaneo: la unidad de medición del modo actualmente seleccionado se visualiza sobre el display, con el señalizador de /ms (por milisegundos) o /s (por segundo) también encendido.

El circuito aporta una transición lineal en el valor de control del modo activo, de modo que por ejemplo, en modo de energía constante (CP), el velocidad de escaneo se expresa en vatios por milisegundo (o vatios por segundo a ritmos sumamente lentos). Así pues, la forma de la transición actual no es necesariamente lineal.

El ajuste del velocidad de escaneo es aplicado a todos los cambios de nivel, ya sean causados mediante ajuste manual, el generador de transitorias o el control de voltaje externo. También se usa para determinar el ritmo de ascenso cuando se activa el circuito de arranque lento.

El ancho de banda de las fases de energía de la carga se reduce siempre que el interruptor de rango de velocidad de escaneo esté en la posición **Lo** (baja), incluso cuando no se estén usando las facilidades transitorias. Esto cambia el comportamiento dinámico del instrumento y puede mejorar la estabilidad con ciertas combinaciones de características de fuente y carga.

Condiciones de error en velocidad de escaneo

Existe un límite superior e inferior en el valor del velocidad de escaneo que puede ser usado en combinación con los ajustes de otros controles. En la esquina superior derecha del display hay un indicador que se enciende, visualizando ERR, siempre que ocurre cualquiera de las circunstancias previamente descritas.

El límite inferior es determinado mediante la relación entre los ajustes de nivel, velocidad de escaneo, frecuencia y ciclo de servicio. Si el tiempo de transición (que es la diferencia en los ajustes de nivel dividida por el velocidad de escaneo) es más largo de lo que oscilador temporiza el factor de servicio, no habrá tiempo suficiente para que se finalice la transición antes de que el oscilador inicie un retorno al otro nivel, de modo que el nivel deseado nunca será alcanzado. En este caso, el indicador parpadeará ERR.

El límite superior es determinado mediante el tiempo de transición de las fases de energía de la carga (que dependen del moto de funcionamiento – vea las especificaciones). Si una combinación de velocidad de escaneo rápido y un pequeño cambio de nivel implican un tiempo de transición más corto que este, predominará el tiempo de estabilización de la fase de energía. En esta caso el indicador de ERR brilla continuamente. Tenga en cuenta que este indicador presupone una fuente ideal e interconexiones óptimas. Podrán imponerse límites adicionales sobre el velocidad de escaneo mediante las características dinámicas de la fuente y la impedancia de salida.

En la práctica, el comportamiento dinámico de una combinación de fuente y carga a altos ritmos de balanceo depende de numerosos factores, particularmente de la inductancia de la interconexión y del factor de amortiguación de los bucles de realimentación. Además, la respuesta de las fases de energía de la carga es más lenta cuando funciona a corrientes sumamente bajas o altas o a bajos voltajes. En muchas circunstancias, un ajuste de velocidad de escaneo más lento será requerido para evitar aberraciones.

En modo de resistencia constante, donde la corriente está inversamente relacionada a la transición de la resistencia, es particularmente difícil predecir el ajuste de velocidad de escaneo útil máximo.

Notas de aplicación

Este capítulo tiene como fin ofrecer información útil referente a las aplicaciones prácticas del instrumento. Todas las cargas electrónicas están sujetas al impacto de las características de la fuente, la inductancia de interconexión y el bucle de realimentación, y las secciones siguientes le ayudarán a comprender los factores involucrados.

Fuentes

Las baterías representan una fuente de baja impedancia. Aparte de la posibilidad de inductancia en los cables de interconexión, las baterías son generalmente fáciles de usar con una carga electrónica. La facilidad de desprendimiento deberá ser usada con baterías que pueden resultar dañadas a causa de una descarga total.

Los suministros electrónicos tienen redes de realimentación activas cuyas características dinámicas con frecuencia interactúan con la carga. Cuando aquella carga es de por sí una red activa cuyas características dinámicas dependen de la naturaleza de la fuente, estará claro que el comportamiento del sistema resultante será imposible de pronosticar.

He aquí algunos problemas comunes:

El modo de energía constante presenta una característica de resistencia negativa inherente que puede resultar en oscilación con ciertas impedancias de fuentes.

Muchas fuentes de "corriente constante" basadas en circuitos de realimentación se ofrecen solamente a alta impedancia de salida y bajas frecuencias. A medida que la frecuencia aumenta, la impedancia de salida disminuye. En realidad, tales instrumentos incorporan un capacitor significativo a través de los terminales de salida.

Muchos suministros incorporan filtros de salida L-C para reducir el ruido que introducen un desfase adicional en la combinación de fuente-carga general lo cual puede causar inestabilidad. Si no existe amortiguamiento a través del inductor, puede ser formado un circuito resonante que permite a las oscilaciones acumularse hasta una amplitud significativa.

Cuando se usan frecuencias transitorias de algunos kHz, es a menudo posible excitar la frecuencia natural del circuito de realimentación en el suministro. Esto puede acarrear consecuencias inesperadas y en casos extremos causar la destrucción total.

Las fuentes con características asimétricas pueden causar inestabilidad. Muchos suministros de energía electrónicos pueden obtener fuentes de corriente y por ello sólo pueden reducir su voltaje terminal lentamente. De igual manera, la carga sólo puede disipar corriente y reducir el voltaje a través de sus terminales por que confía en que la fuente aumente el voltaje.

Los suministros simples tienen justamente un transformador, un rectificador y un condensador de cubeta de gran tamaño. Cuando es alimentado a través de suministros de la red estándar de 50 ó 60 Hz, este capacitor no se recargará hasta el pico del ciclo de la red siguiente. Tal alimentación no tiene capacidad de incremento entre ciclos de la red.

Las máquinas bobinadas incorporan una inductancia considerable y tiempos de respuesta lentos. La prueba de la respuesta transitoria de tales fuentes solamente deberá realizarse a bajos ritmos de balanceo.

Fuentes inductivas

Si una fuente tiene una inductancia considerable, cuandoquiera que descienda la corriente se generará una transitoria de voltaje que podría exceder la tasa de voltaje de la carga. El instrumento está equipado con varistores diseñados para absorber transitorias no repetitivas de hasta 80 Joules, pero energía repetitiva de solamente 2 vatios. Si es probable que la energía supere cualquiera de estos límites, deberá añadirse cierta forma de protección externa, quizás un diodo de captación a través del propio inductor.

Cuando se funciona en modos de energía constante, conductancia o resistencia, la conductividad de la carga cambia a medida que cambia el voltaje aplicado. Esto aumenta el efecto de cualesquier transitorias de voltaje causadas por la inductancia.

Las fuentes inductivas también aumentan la posibilidad de inestabilidad, como se describe más adelante.

Puesta a tierra

Con frecuencia se usa un osciloscopio para visualizar las formas de onda del voltaje y la corriente, particularmente cuando se usan capacidades transitorias de la carga para investigar el comportamiento de una fuente. Tenga cuidado de seleccionar un punto adecuado para conectar a tierra el osciloscopio, ya que las caídas de voltaje en los cables de interconexión (especialmente las transitorias causadas por la inductancia) pueden originar resultados engañosos. La salida del monitor de corriente de la carga puede ser usada para evitar conexiones a tierra múltiples, ya que aporta un rechazo en modo común (siempre que el voltaje sea mantenido dentro de algunos voltios del terminal negativo de la carga). Si es posible, el mejor punto de conexión a tierra es normalmente el terminal negativo de la fuente.

Tenga en cuenta que si la carga se usa con una fuente con el terminal positivo conectado a tierra, cualquier instrumento conectado a la salida del monitor de corriente deberá permanecer totalmente flotando.

Estabilidad

Esta carga está optimizada para ofrecer precisión bajo condiciones de carga constante e incorpora alta realimentación interna. Debido a esto, existe la posibilidad de que las combinaciones de fuente, interconexión y características de carga puedan causar inestabilidad. Existen tres causas importantes posibles: inductancia en el cableado entre la fuente y la carga (o una impedancia de salida inductiva de la fuente), capacitancia en paralelo con la conexión entre fuente y carga (incluido un capacitor de salida dentro de la fuente) y las características de circuitos de realimentación activos dentro de la fuente.

En los modos de energía constante, conductancia y resistencia, el sistema incluye un multiplicador analógico usado por la carga para derivar la corriente requerida del voltaje instantáneo. Esto agrega un desfase adicional al bucle. En general, el modo de corriente constante es el más probable de permanecer estable, pero en ciertos casos la inestabilidad puede evitarse utilizando un modo diferente. Las condiciones que afectan el comportamiento dinámico de la carga en funcionamiento transitorio también conducen a inestabilidad, y algunas de las sugerencias propuestas en las secciones siguientes pueden ser de utilidad.

Actividades correctivas

Las redes de compensación de las fases de energía en la carga se cambian cuando el interruptor del SLEW RATE RANGE (rango de velocidad de escaneo) se selecciona en la posición **Lo**. Incluso si no se usan las facilidades transitorias, este cambio en compensación puede estabilizar la carga.

Si surge inestabilidad, observe con un osciloscopio la forma de onda de voltaje a través de la carga. Si en cualquier momento el voltaje sube por encima de la FEM del circuito abierto, deberá existir un elemento inductivo que forme un circuito resonante. Deberá localizarse algún modo insertar amortiguamiento en este circuito. Una de las técnicas es usar una red amortiguadora (formada por un capacitor y un resistor en serie), a través de los terminales de entrada de la carga. Muchas cargas electrónicas incorporan una red de este tipo. En esta carga se omite para maximizar su versatilidad al ofrecer la mínima capacitancia de entrada posible. Puede incorporarse externamente: Unos valores alrededor de $2,2\mu\text{F}$ y 5Ω son comunes. Observe que éste debe ser un resistor de energía (capaz de responder a algunos vatios) construido a base de tecnología no inductiva; uno de película plana es el mejor.

Comportamiento dinámico en funcionamiento transitorio

Si se utilizan las capacidades transitorias de la carga, el comportamiento dinámico de la combinación fuente y carga durante las transiciones depende de consideraciones similares a las que afectan la estabilidad, es decir las características de inductancia en serie, capacitancia en derivación y bucle de realimentación. El funcionamiento correcto depende de que la carga no sature ni que corte ningún punto en el circuito. Cuando más rápido sea el velocidad de escaneo requerido, más probable será que aparezcan aberraciones en las transiciones.

Debido a cambios en la transconductancia de los TEC, el comportamiento dinámico de las fases de energía cambia a corrientes tanto bajas como altas, y también a bajos voltajes cuando la capacitancia entre electrodos aumenta de manera considerable. En general, el comportamiento es óptimo en la mitad del rango de corriente (5 a 60 amperios) y a voltajes entre alrededor de 3 y 3 voltios por debajo del voltaje de circuito abierto de la fuente.

Si se intenta alcanzar un velocidad de escaneo superior al de la capacidad de una combinación de fuente y carga, se producirá un sobreimpulso y una oscilación transitoria considerables. Al reducir el velocidad de escaneo, a veces mediante una pequeña cantidad solamente, se mejorará la respuesta de manera considerable.

Inductancia de la fuente

La inductancia e interconexión de la fuente influyen en gran manera el comportamiento de la carga. La característica fundamental de una inductancia es que resiste cualquier cambio de corriente. A medida que asciende la corriente, la inductancia genera una FEM que reduce el voltaje a través de la carga, con frecuencia hasta el punto donde la carga se satura. Siempre que un voltaje desciende por debajo de unos 3V, la transconductancia de la fase de energía cambia de manera considerable, alterando el factor de amortiguamiento del bucle de realimentación. El comportamiento dinámico también cambia marcadamente. A medida que desciende la corriente, la inductancia genera una FEM que incrementa el voltaje a través de los terminales de carga. Esto a su vez afecta la conductividad de la carga en aquellos modos de funcionamiento que dependen del voltaje.

Capacitancia en derivación

La carga solamente puede disipar corriente y reducir el voltaje en sus terminales. La fuente debe aumentar el voltaje y además proporcionar corriente de carga a cualquier capacitancia a través de los terminales. Si la corriente total disponible es más que superior para cargar esta capacitancia al velocidad de escaneo requerido, la carga continuará conduciendo la corriente excesiva durante la transición. No obstante, si la fuente no es capaz de cargar el capacitor al velocidad de escaneo requerido, la carga se cortará hasta que se alcanza el voltaje final. Luego se producirá un sobreimpulso antes de comenzar a conducir, seguido de una oscilación transitoria a medida que la fuente responde.

Características de la fuente

El propósito de la prueba transitoria es examinar el comportamiento de cualesquier bucles de realimentación dentro de la fuente. Si la respuesta de la fuente está subamortiguada, en general el uso de una carga activa subrayará el efecto. Esto es particularmente verdadero en aquellos modos donde la carga responde a cambios de voltaje. A frecuencias transitorias determinadas, la carga puede excitar resonancias en filtros L-C o igualar la frecuencia natural de un bucle de realimentación. Esto puede originar una reacción considerable de la fuente.

Implementación

Las secciones siguientes ofrecen una breve descripción de la manera en que funciona cada modo, al tiempo que aporta una guía sobre el efecto que tiene en la aplicación de la carga.

Modo de corriente constante

La carga tiene dos fases de energía (cada una un gran TEC) en paralelo. Cada fase tiene realimentación de corriente local para asegurar una distribución de energía equitativa. Se usa realimentación de corriente general hasta una fase previa para mejorar la precisión. La señal de voltaje detectada solamente se usa para los medidores. Preferiblemente, el funcionamiento de las fases de energía serían independientes del voltaje aplicado, pero en la práctica, tanto la ganancia como la capacitancia entre electrodos de los TEC varía según el punto de funcionamiento, particularmente a bajos voltajes (por debajo de unos 3V) y a bajas y altas corrientes. Esto resulta en una respuesta más lenta y en condiciones de estabilidad diferentes y comportamiento dinámico en estas regiones.

El modo de corriente constante se usa normalmente en conjunción con suministros de energía de baja impedancia, y normalmente es bastante estable a menos que exista una inductancia considerable ya sea en las interconexiones o bien en la fuente. La carga está diseñada para admitir ritmos de balanceo en el modo de corriente constante más altos que en todos los demás modos. Esto hace que sea particularmente importante tener conexiones de baja inductancia.

Modo de voltaje constante

Debido a que las fases de energía de la carga son fundamentalmente un disipador de corriente, el modo de voltaje constante funciona de una manera totalmente diferente de todos los demás modos. La diferencia entre el voltaje detectado y el voltaje requerido es aplicada al integrador con una constante de corta duración. La salida de este integrador (que en realidad es un cálculo de la corriente requerida) acciona las fases de energía. El funcionamiento de este modo depende por completo del desempeño de la realimentación. La transconductancia de la carga (el cambio en la corriente de carga causado por un pequeño cambio en el voltaje detectado) es sumamente alta, lo cual resulta en una ganancia de sistema también sumamente alta.

El modo de voltaje constante está diseñado para ser usado con fuentes de corriente de alta impedancia verdadera. La presencia de una capacitancia en derivación puede formar un oscilador de relajación, donde la carga toma un pulso de corriente y luego lo corta hasta que la fuente se recupera. Las fuentes asimétricas (aquellas que solamente pueden aumentar pero no disminuir) hacen que este problema sea incluso peor. Los suministros electrónicos que funcionan en modo de corriente constante con frecuencia tienen alta impedancia solamente con el ancho de banda de un bucle de realimentación. A frecuencias más altas, un capacitor en derivación reduce la impedancia de salida de manera considerable. Una combinación de esta carga y una fuente de tal índole es con frecuencia inestable.

Si el modo de voltaje constante no puede hacerse estable, es posible usar la capacidad desviadora del modo de resistencia constante. El control de DROPOUT es ajustado al voltaje requerido y el ajuste del nivel de resistencia se usa para definir la resistencia de gradiente. Al aumentar este ajuste se reducirá la ganancia y quizás permitirá un funcionamiento estable.

Modo de energía constante

El modo de energía constante se implementa usando un divisor analógico para dividir la energía requerida por el voltaje detectado a fin de calcular la corriente necesaria. La consecuencia de esto es intentar satisfacer una demanda de más energía al incrementar la conductividad de la carga y aumentar la corriente. Debido a la resistencia (y el cableado) de la fuente, el voltaje terminal descenderá a medida que la corriente aumenta. Siempre que la energía (el producto del voltaje terminal y la corriente) aumente a medida que la corriente incrementa la carga funcionará como se espera.

La máxima energía de carga que puede ser derivada de una fuente determinada ocurre cuando su voltaje terminal ha descendido a la mitad del voltaje del circuito abierto. A medida que la corriente incrementa más allá de este punto, el descenso en el voltaje compensa el incremento en la corriente y la energía desciende. La carga luego se enclava en una condición de conducción difícil, con máxima corriente y un voltaje casi cero. Intenta incrementar el nivel de energía al aumentar la corriente, pero como el suministro ya está aportando su máxima corriente este intento fallará. El único modo de recuperarse de esta situación es desactivar la entrada de la carga o la salida de la fuente.

El modo de energía constante ofrece las características de una resistencia negativa (la corriente incrementa a medida que disminuye el voltaje) y siempre existe la posibilidad de formar un oscilador de resistencia negativa en combinación con la impedancia de salida de la fuente. En la práctica, el modo de energía constante funciona normalmente bien en conjunción con fuentes diseñadas para suministrar una carga de tal índole.

En funcionamiento transitorio, si la fuente es de voltaje constante (con baja impedancia de fuente), la corriente seguirá los cambios en la demanda de energía y la respuesta será muy similar a la del modo de corriente constante. Si el voltaje fuente baja a medida que sube la demanda de energía, la corriente deberá aumentar más que proporcionalmente y el velocidad de escaneo de corriente aumenta. Esto limitará el velocidad de escaneo útil máximo hasta un ajuste por debajo del punto en que se enciende el indicador ERR.

Modos de resistencia y conductancia constantes

En modo de conductancia, se usa un divisor analógico para derivar la corriente requerida del voltaje detectado. En modo de conductancia, la corriente requerida se calcula multiplicando el voltaje detectado por la conductancia requerida. En modo de resistencia, la corriente requerida se calcula dividiendo la diferencia entre el voltaje detectado y el ajuste de voltaje de desprendimiento por la resistencia requerida.

En ambos casos, la corriente aumenta a medida que aumenta el voltaje. A ajustes de resistencia y conductancia equivalentes, el trayecto desde la entrada de detección del voltaje a través de la fase de energía es el mismo, de modo que los dos modos exhibirán características similares.

En funcionamiento transitorio, los dos modos son muy diferentes. En modo de conductancia, la corriente requerida sigue linealmente el valor de la conductancia cambiante y el comportamiento es fundamentalmente similar al del modo de corriente constante. En modo de resistencia, la corriente requerida es inversamente proporcional al valor de la resistencia linealmente cambiante, de modo que la forma de onda resultante es sumamente no lineal, subiendo rápidamente en la parte de baja resistencia del ciclo. Esta rápida subida subraya el efecto de la inductancia en los cables de interconexión y puede conducir fácilmente a bajadas y sobreimpulsos. El modo de resistencia se usa mejor a voltajes más altos y a corrientes moderadas.

Funcionamiento a voltaje cero

Aunque este instrumento está diseñado con una resistencia muy baja (menos de $25\text{m}\Omega$) para permitir funcionamiento a voltajes bajos y corrientes altas, hay ocasiones en que se requiere una carga capaz de conducir la corriente máxima a voltaje cero. Esto puede lograrse conectando un suministro desviador externo en serie con la carga (con la polaridad opuesta). Deberá usarse detección de voltaje externa, con los cables de detección conectados al suministro bajo prueba, fuera de la combinación en serie de la carga y el suministro desviador.

Se requiere un voltaje desviado a por lo menos el voltaje de funcionamiento de la carga más cualquier caída de voltaje en las interconexiones. El voltaje máximo permisible es de 6 voltios. El suministro desviado debe ser capaz de suministrar la corriente a carga máxima y aportar un rendimiento dinámico que no perjudique la estabilidad de la combinación. Deberá estar protegido contra voltajes inversos. Si es posible, se recomienda usar baterías, pero debe tenerse cuidado de evitarse descarga plena o corriente inversa.

Tenga en cuenta que la combinación del suministro desviador y la carga pueden aplicar un voltaje inverso a la fuente bajo prueba, de modo que deberá aportarse una protección adecuada. Se recomienda encarecidamente incluir en el circuito un interruptor capaz de desconectar la corriente de carga máxima.



La carga tiene un diodo a través de los terminales de entrada que conducirá corriente si se aplica una polaridad inversa, incluso si se libera el interruptor de INPUT ENABLE.

Funcionamiento de instrumentos múltiples

En el modo de corriente constante es posible el funcionamiento de cargas múltiples en paralelo. Esto permitirá tanto el control de la corriente como la capacidad de disipación de energía a más de un solo instrumento. Las conexiones hasta la fuente deberán igualarse lo mejor posible. Tenga en cuenta que, debido a los bucles de realimentación e interconexiones adicionales, los aspectos de estabilidad serán más problemáticos.

En modo de voltaje constante también es posible que funcionen dos instrumentos en serie, pero esto sólo debería emplearse para incrementar la capacidad de disipación de energía; no para el control del voltaje. El voltaje de circuito abierto de la fuente no debe exceder el régimen de 80V de un instrumento individual. No obstante, es muy probable que la inestabilidad presente problemas.

No se recomienda intentar el funcionamiento de instrumentos múltiples en los modos de resistencia, conductancia o energía constante.

Control a distancia

Hay disponibles dos formas de funcionamiento controlado a distancia: Control de EXTERNAL VOLTAGE, donde un voltaje analógico define el nivel demandado del modo de funcionamiento seleccionado, y control EXTERNAL TTL donde un voltaje externo selecciona entre los ajustes de nivel de los controles LEVEL A y LEVEL B del panel frontal.

El voltaje controlador es aplicado a los dos terminales de CONTROL VOLTAGE en el panel posterior. Cada terminal tiene una impedancia de entrada nominal de 400kΩ hasta el terminal negativo de la carga. Un receptor de línea diferencial permite voltajes en modo común de hasta ±100 voltios. El rechazo en modo común es mejor que -66dB (50mV a 100V), si bien es normalmente mucho mejor que esto (-80dB), el efecto sobre el nivel programado puede ser considerable. Deberá también considerarse el trayecto de retorno para las corrientes de entrada.

Control de voltaje a distancia

Sitúe el interruptor de LEVEL MODE en la posición de EXTERNAL VOLTAGE. Los controles de LEVEL A y LEVEL B del panel frontal no tienen efecto. El interruptor de LOAD MODE selecciona el modo y rango de funcionamiento requerido y el rango a plena escala. El ajuste del control de voltaje de DROPOUT del panel frontal permanece activo.

La entrada de CONTROL VOLTAGE tiene un factor de desmultiplicación de 4 voltios a plena escala. Los factores de conversión para cada modo y rango son los siguientes:

Rango de funcionamiento	Factor de escala
80 amperios	20 amperios por voltio
8 amperios	2 amperios por voltio
80 voltios	20 voltios por voltio
8 voltios	2 voltios por voltio
320 vatios	80 vatios por voltio
400 ohmios	100 ohmios por voltio
10 ohmios	2,5 ohmios por voltio
1 A/V (Siemens)	0,25 A/V (Siemens) por voltio
40 A/V (Siemens)	10 A/V (Siemens) por voltio

El circuito de velocidad de escaneo y sus controles del panel frontal permanecen en circuito y la forma de onda transitoria requerida puede obtenerse regulando estos ajustes en combinación con la forma de la señal aplicada a la entrada a distancia, sujeto a los límites de tiempo de transición del circuito de la carga.

Selección de nivel a distancia

Sitúe el interruptor de LEVEL CONTROL en la posición de EXTERNAL TTL. Si la señal externa aplicada a la entrada de CONTROL VOLTAGE es inferior al umbral lógico (+ 1,5 V nominal), el nivel establecido por el control LEVEL A está activo. Si la señal es superior al umbral, será aplicable el nivel ajustado por el control LEVEL B. Las transiciones son definidas mediante el ajuste de los controles de SLEW RATE en el panel frontal.

Entrada de desactivación a distancia

Esta entrada se ofrece para la neutralización a distancia de la función de INPUT ENABLE de la carga. Se ofrece disponible en todos los modos de funcionamiento del instrumento. Es una entrada totalmente flotante a un optoaislador. Aplica de 3 a 12 voltios (observando la polaridad) para desactivar la carga. La carga sólo es activada si esta señal está ausente y se presiona el interruptor INPUT ENABLE del panel frontal.

Mantenimiento

El fabricante o sus agentes en el extranjero ofrecerán un servicio de reparación para cualquier instrumento que muestre cualquier fallo. Si el propietario desea llevar a cabo su propio trabajo de mantenimiento, éste deberá ser realizado solamente por personal cualificado en conjunción con el manual de servicio, el cual puede ser comprado directamente al fabricante o a sus agentes en el extranjero.

Limpieza

Si el instrumento requiere limpieza use un trapo ligeramente humedecido en agua o en un detergente suave.

¡AVISO! PARA EVITAR SACUDIDAS ELÉCTRICAS, O DESPERFECTOS EN EL INSTRUMENTO, NO PERMITA NUNCA LA ENTRADA DE AGUA AL INTERIOR DE LA CAJA. PARA EVITAR DESPERFECTOS EN LA CAJA NO LA LIMPIE NUNCA CON DISOLVENTES.

Calibración

Para asegurar que la precisión del instrumento se mantiene dentro de las especificaciones, deberá verificarse su calibración (y si es necesario ajustarse) cada año. El procedimiento para el ajuste de calibración se describe en el manual de servicio.

Fusibles

El primario del transformador está protegido con un fusible térmico no reseteable incluido dentro de los devanados. Solamente podrá ser recambiado instalando un nuevo transformador.

Los circuitos secundarios están protegidos mediante fusibles encapsulados soldados a la placa de circuito impreso de la fuente de alimentación. Para detalles de recambio consulte el manual de servicio.



Thurlby Thandar Instruments Ltd
Glebe Road, Huntingdon, Cambridgeshire PE29 7DR, England
Telephone: +44 (0)1480 412451 Fax: +44 (0)1480 450409
e mail: sales@tti-test.com
International website: www.tti-test.com UK website: www.tti.co.uk