Best.-Nr.: 57948
Version 1.0,
Stand: September 2004

Elektronische Last mit Panalmeter-Anschluss EL 2010

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV • Technischer Kundendienst • Postfach 1000 • D - 26787 Leer

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an:
ELV • Reparaturservice • Postfach 1000 • D - 26787 Leer

ELV Elektronik AG • Postfach 1000 • D-26787 Leer
• Telefon 04 91/600 888 • Telefax 04 91/6008-244

Die hier vorgestellte elektronische Last dient zum Testen von Netzgeräten, beliebigen anderen Stromquellen, sowie für die definierte Entladung von Akkus. Es lässt sich sowohl ein fester elektronischer Widerstand als auch ein konstanter Strom einstellen.

Allgemeines

Um soeben fertiggestellte Netzteile auf ihre Leistungsfähigkeit überprüfen zu können, ist eine elektronische Last sehr hilfreich. Es ist zwar auch möglich das Netzteil mit hochbelastbaren Zementwiderständen zu überprüfen, doch ist diese Vorgehensweise recht mühselig. Des Weiteren ist der Vorrat an „Groß-Bauelementen“ in der Regel begrenzt und auch durch geschickte Kombination der hochbelastbaren Widerstände, ist nicht jeder beliebige gewünschte Belastungszustand schnell herzustellen. Außerdem ist die Grenze des mit einfachen Hochlastwiderständen Machbaren auf jeden Fall schnell erreicht, wenn zusätzlich noch die Regeleigenschaften eines Netzteiles zu überprüfen sind. Um solche Prüfungen effektiv und schnell vornehmen zu können, ist die Verwendung einer elektronischen Last empfehlenswert.

Die wesentlichen Leistungsmerkmale der hier vorgestellten elektronischen Last EL 2010 sind eine maximale Verlustleis-tung von 30 W, ein Pulsbetrieb durch interne Taktung (10 Hz bis 1 KHz), die Möglichkeit des Anlegens eines externen Taktes, Umschaltung zwischen Konstantstromquelle und Widerstandsbetrieb, einstellbare Spannungsabschaltschwelle sowie eine elektronische Temperaturüberwachung und eine Überspannungsabschaltung.

Optional besteht außerdem die Möglichkeit, das von ELV entwickelte „Universal-Panel-Meter UPM 200“ (Art.Nr. 45-526-00, siehe auch „ELVjournal” 2/2003) an die elektronische Last anzuschließen, wodurch ein einfaches Ablesen der elektrischen Größen möglich ist.

In der Tabelle sind die technischen Daten der elektronischen Last in übersichtlicher Form dargestellt.

Bedienung und Funktion

Die von ELV entwickelte elektronische Last wird mit dem Schalter S 1 eingeschaltet, wobei der Betriebszustand durch die Leuchtdiode D 2 signalisiert wird. Die elektronische Last verfügt über 2 Grund-

Technische Daten: EL 2010

Verlustleistung: ..... 30 W Dauerbetrieb
Spannungsbereich: ..... 0,5 V bis 20 V*
Strombelastbarkeit: ..... max. 10 A*
Spannungsversorgung: 12 V–30 V/DC
Genauigkeit: ..... ± 2%
Betriebsarten:
- konstante Stromsenke
- konstanter ohmscher Widerstand
- interner Impulsbetrieb 10 Hz–1 kHz
- externer Impulsbetrieb mit TTL-Pegel

Sonstiges:
- optional anschließbar, Anzeigedisplay für Lastspannung, Laststrom und Spannungsabschaltschwelle
- einstellbare Spannungsabschaltschwelle
- Übertemperaturschutz der Endstufe
- Überspannungsschutz der Endstufe

* Bei der Multiplikation von Spannung und Strom darf die maximale Verlustleistung nicht überschritten werden.
Da beim Impulsbetrieb entsprechend des Puls-Pausenverhältnisses nicht über die gesamte Zeitdauer eine Verlustleistung anfällt, kann ein entsprechend größerer Strom fließen bzw. eine entsprechend höhere Spannung anliegen als im Dauer-Betrieb.

betriebsarten. In der ersten arbeitet die Schaltung als Stromsenke, d. h. unabhängig von der anliegenden Spannung fließt immer der gleiche stufenlos einstellbare Laststrom. In der zweiten Betriebsart wird ein ohmscher Widerstand nachgebildet, d. h. wenn z. B. die Spannung des zu testenden Netzgerätes ansteigt, steigt in gleichem Maße der fließende Strom. Es wird demzufolge ein konstanter ohmscher Widerstand von der elektronischen Last simuliert. In beiden Betriebsarten lässt sich die „Lastgröße“ stufenlos einstellen. Die Umschaltung zwischen den beiden Moden erfolgt über den Schalter S 2, während die „Lastgröße“ mit dem Potentiometer R 25 einstellbar ist. Mit Hilfe des Schalters S 4 kann am Display UPM 200 zwischen der Anzeige der Abschaltschwellspannung, der Lastspannung oder des Laststromes gewechselt werden. Angezeigt wird hier stets der arithmetische Mittelwert von Strom oder Spannung.

Um die Regeleigenschaften eines Netzteiles überprüfen zu können, verfügt die elektronische Last über die Möglichkeit einer internen oder externen Modulation (Taktung), wobei bei der externen Modulation ein Signal mit TTL-Pegel vorgesehen ist. Sowohl in der Betriebsart „Konstantstromsenke“ als auch im „Konstantwiderstandsbetrieb“ besteht die Möglichkeit, zwischen der konstant anstehenden Last und einem pulsierenden Betrieb (Last wird periodisch ein- und ausgeschaltet) zu wählen. Mit dem Schalter S 3 kann der interne oder der externe Pulsbetrieb aktiviert werden. Die interne Pulsfrequenz ist mit Hilfe des Potentiometers R 23 in einem Bereich von 10 Hz bis 1 kHz einstellbar.

Als weiteres nützliches Feature bietet die Schaltung eine vorwählbare Spannungs-Abschaltschwelle, für die an der Last anliegenden Spannung. Hierdurch besteht die Möglichkeit die Schaltung zum Entladen von Akkus einzusetzen. Mit dem Potentiometer R 2 kann die gewünschte Abschaltschwelle eingestellt werden. Sobald dieser Spannungswert unterschritten wird, schaltet die elektronische Last ab, und eine für Akkus äußerst schädliche Tiefentladung bleibt aus. Zur Signalisierung dieses Betriebszustands dient die Leuchtdiode D 4.

Aufgrund der vergleichsweise schnellen Regeleigenschaften der Schaltung besteht als weitere interessante Möglichkeit, die elektronische Last unter Vorschaltung eines Brückengleichrichters auch in Wechselspannungsapplikationen zu verwenden. Dafür wird die zu belastende Wechselspannung einfach mit Hilfe eines Brückengleichrichters gleichgerichtet und dann auf der Gleichspannungsseite, nicht wie sonst üblich mit einem Pufferelko beschaltet, sondern ausschließlich mit der elektronischen Last verbunden. Zwar steht nun eine im Rhythmus der Sinushalbwellen pulsierende Spannung an der Leistungsendstufe der elektronischen Last an, jedoch grundsätzlich immer in der richtigen Polarität. Selbstverständlich kann auch hier wahlweise im Konstantstrom- oder Konstantwiderstands-Modus gearbeitet werden. Im Unterschied zum Betrieb an Gleichspannungen ist im Wechselspannungsbetrieb, bedingt durch den vorgeschalteten Brückengleichrichter, die minimale Spannung, bei der ein Stromfluss möglich ist, um die doppelte Diodenflussspannung erhöht und liegt somit bei ca. 2 V. Im Bereich des Nulldurchgangs einer Wechselspannung wird daher der Stromfluss kurzzeitig unterbrochen, was üblicherweise jedoch keine Rolle spielt, da bei kleinen Spannungen auch bei der Anschaltung eines realen Widerstandes nur ein entsprechend kleiner Strom fließen würde.

Einen wirksamen Schutz vor Überlastung der elektronischen Endstufe bietet zum einen eine Temperaturüberwachung und zum anderen eine Überspannungsschutzeinrichtung. Die Temperaturüberwachung löst dann aus, wenn eine kritische Temperatur erreicht wird. In diesem Fall erfolgt eine automatische Abschaltung der Endstufe und die Leuchtdiode D 6 leuchtet auf. Als weiterer Schutz der Schaltung ist eine Überspannungseinrichtung realisiert worden, die die Endstufe automatisch abschaltet sobald die Eingangsspannung zwischen den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4 einen Wert von 20 V überschreitet. Dies wird durch die Leuchtdiode D 11 angezeigt.

Die Spannungsversorgung der elektronischen Last erfolgt z. B. über ein Steckernetzteil mit 100 mA Strombelastbarkeit oder über eine beliebige unstabilisierte Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 30 V.

Schaltung

In Abbildung 1 ist die Schaltung der elektronischen Last dargestellt. Die eigentliche Leistungsstufe stellt die zentrale Komponente dieser elektronischen Last dar, sie bestehend aus dem Power-MOS-Transistor T 1 in Verbindung mit dem als Regler arbeitenden IC 4 C. Die Lötstützpunkte ST 3 und ST 4 bilden die Eingänge, d. h. hier wird die zu belastende Quelle (z. B. Netzgerät) angeschlossen. Der über die Drain-Source-Strecke des Leistungstransistors T 1 fließende Laststrom ruft am Shunt-Widerstand R 31 einen proportionalen Spannungsabfall hervor. Diese sogenannte Ist-Größe gelangt über den Widerstand R 29 auf den invertierenden Eingang des IC 4 C. Der Soll-Wert, d. h. die Information über den gewünschten Strom, liegt am nichtinvertierenden Eingang des IC 4 C an. Die Einstellung des Soll-Wertes erfolgt mit R 25 in Verbindung mit den Festwiderständen R 26 und R 27. Der Reglerausgang von IC 4 C steuert über den Widerstand R 28 das Gate des Leistungstransistors T 1, womit der Regelkreis geschlossen ist. Die Stabilisierung des Regelkreises erfolgt über den Kondensator C 18 im Gegenkoppelzweig des IC 4 C.

Befindet sich der Schalter S 2 in der Stellung R-Modus, so ist der Soll-Wert am Eingang des Regelkreises direkt proportional abhängig von der Lastspannung an ST 3, d. h. der Laststrom steigt linear mit der an den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4 anliegenden Quellspannung. Die elektronische Last verhält sich nach außen hin demnach wie ein ohmscher Widerstand. Befindet sich der Schalter in der Stellung I-Modus wird der Soll-Wert direkt über die stabilisierte 10-V-Betriebsspannung erzeugt und die elektronische Last verhält sich nach außen hin, wie eine Konstant-Stromsenke.

Um die anliegende Eingangsspannung und den Laststrom am Display anzeigen zu können, wird zum einen die Eingangsspannung an den Lötstützpunkten ST 3 und ST 4 und zum anderen die Spannung am Shunt-Widerstand R 31, die dem Laststrom proportional ist, abgegriffen und dem Displayeingang über den Multiplexer IC 5 A und B und den Spannungsteilern R 35, R 36 und R 32, R 33, R 34 zugeführt. Das Display kann Messspannungen im Bereich von -300 bis +300 mV Gleichspannung verarbeiten. Entsprechend des Messeinganges sind die Spannungsteiler R 35, R 36 und R 32, R 33, R 34 ausgelegt. Die Multiplexer IC 5 A und B werden durch den Schalter S 4 angesteuert und entsprechend dessen Stellung, kann die Eingangsspannung oder die Shuntspannung dem Messeingang des UPM 200 zugeführt werden. Parallel dazu wird der Multiplexer IC 5 C angesteuert, dieser bewirkt am Display eine Umschaltung der Anzeige von Volt und Ampere. Um zu gewährleisten, dass beim Impulsbetrieb oder bei Betrieb mit einem Brückengleichrichter der arithmetische Mittelwert von Strom bzw. Spannung am Display angezeigt wird, sind zu den Widerständen R 34 und R 36 jeweils parallel die Kondensatoren C 20 und C 21 als Puffer geschaltet.

IC 4 B mit Zusatzbeschaltung bildet einen Rechteckoszillator für die interne Modulation (Taktung). Durch die Beschaltung mit den Widerständen R 20 bis R 22 arbeitet der Operationsverstärker, bezogen auf den invertierenden Eingang, als Inverter mit Schmitt-Trigger-Funktion. Die weitere Beschaltung mit der Reihenschaltung bestehend aus R 23, R 24 und C 17, erweitert diese Konstruktion zu einem Multivibrator. Die Ausgangs-Rechteckfrequenz ist mit dem Potentiometer R 23 in einem Bereich zwischen 10 Hz und 1 kHz

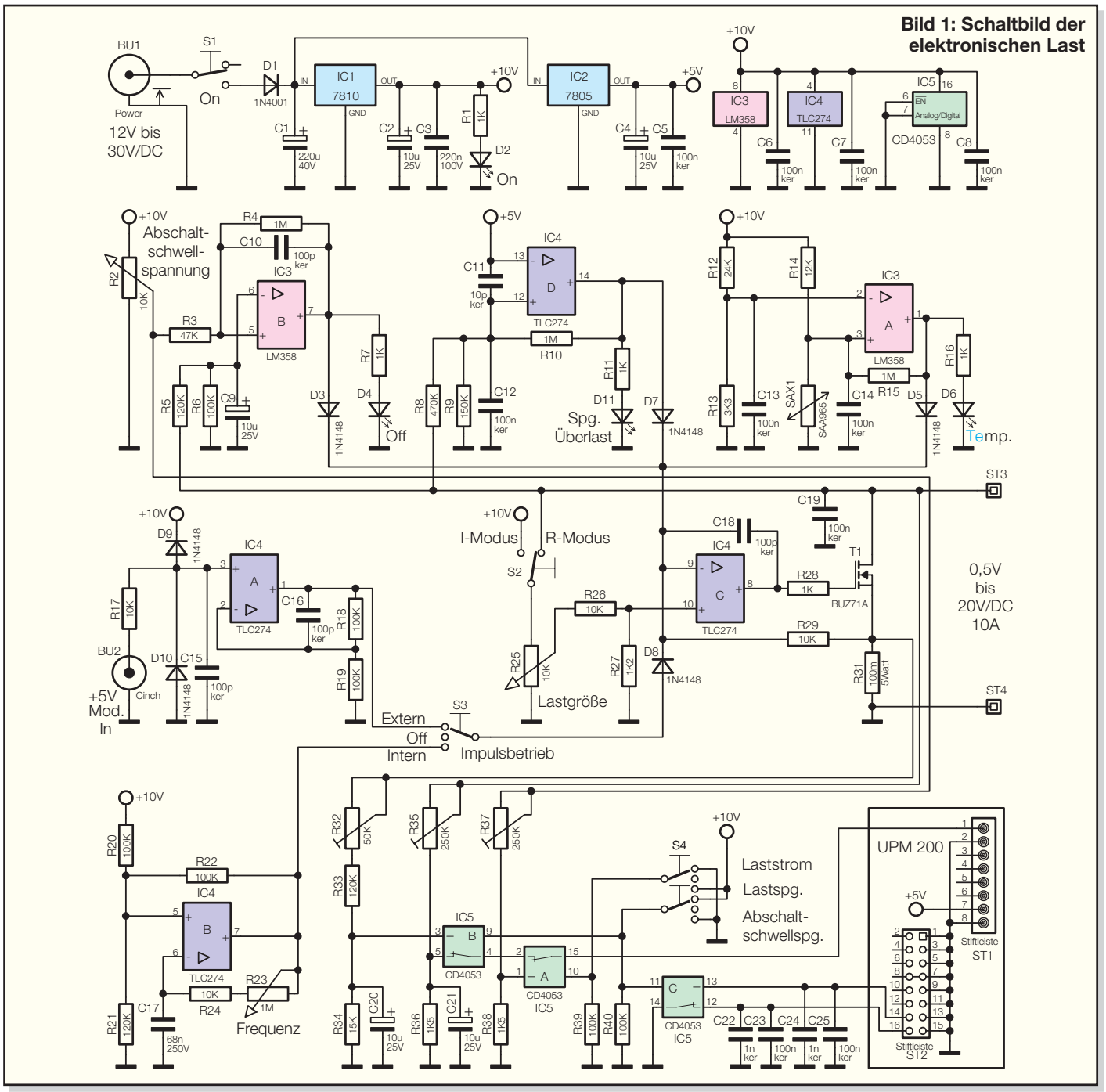


Bild 1: Schaltbild der elektronischen Last

einstellbar. Ist der Schalter S 3 auf internen Betrieb geschaltet, wird über die zur Entkopplung dienenden Diode D 8 der invertierende Eingang des Reglers IC 4 C in jeder High-Phase des Rechteckoszillators auf High-Pegel gezogen, wodurch der Ausgang des Reglers (Pin 8) Low-Potential annimmt und somit den Leistungstransis-tor T 1 sperrt.

Mit Hilfe des IC 4 A kann ein externes Modulationssignal über die Cinch-Einbaubuchse BU 2 in die Schaltung eingespeist werden. Die Dioden D 9 und D 10 dienen als Überspannungsschutz und tragen Sorge dafür, dass weder eine negative Spannung noch eine Spannung größer 10 V an den Operationsverstärker gelangen kann. Ist der Schalter S 3 auf externen Betrieb geschaltet, so wird auch hier, wie bei der internen Modulation das Modulationssignal über die Entkopplungsdiode D 8 auf den invertierenden Eingang des Reglers geschaltet und so der Leistungstransistor entsprechend getaktet.

Mit IC 3 B und der Zusatzbeschaltung ist eine automatische Abschaltung der Last realisiert, wenn die an dem Lötstützpunkt ST 3 anliegende Spannung einen bestimmten vorgewählten Spannungswert unterschreitet. Die Umschaltung des Schalters S 4 erlaubt es, diesen Spannungsschwellwert am Display anzuzeigen. Eingestellt wird der Spannungswert über das Potentiometer R 2, wobei die Übertragung zum Messeingang des Displays über die Widerstände R 37 und R 38 sowie dem IC 5 A erfolgt. Über den Spannungsteiler R 5, R 6 sowie den zur Störunterdrückung dienenden Kondensator C 9 gelangt die Spannung des positiven Anschlusses ST 3 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers. Unterschreitet diese Spannung den eingestellten Spannungswert am nicht-invertierenden Eingang, wechselt der OP-Ausgang von low auf high, wodurch über die Diode D 3 die Leistungsstufe sperrt. Dieser Betriebszustand wird in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 7 durch die Leuchtdiode D 4 angezeigt. Mit Hilfe des Widerstandes R 4 im Mitkoppelzweig entsteht eine definierte Hysterese, womit ein permanentes Umschalten im Bereich der Schaltschwelle unterbunden wird. Um eventuell vorhandene Schwingneigungen des Operationsverstärkers zu unterdrükken wird zusätzlich der Kondensator C 10 parallel zu R 4 geschaltet.

Die Temperaturüberwachung der Endstufe ist durch den Operationsverstärker IC 3 A in Verbindung mit der externen Beschaltung realisiert. Der im Brückenzweig befindliche Temperatursensor SAX 1 der Widerstandsbrücke, bestehend aus R 12 bis R 14 sowie dem Sensor selbst, ist in der Nähe des Leistungstransistors T 1 am Kühlkörper montiert. Übersteigt die Tempera-

tur des Leistungstransistors T 1 den kritischen Wert von ca. 105 °C, so führt der nicht-invertierende Eingang (Pin 3) des Operationsverstärkers positives Potential gegenüber dem invertierenden Eingang (Pin 2). Hierdurch wechselt der Ausgang des als Komparator geschalteten OPs von Low- nach High-Potential. Dadurch wird die Leistungsendstufe über die Diode D 5 gesperrt und gleichzeitig wird in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 16 dieser Betriebszustand mit der Leuchtdiode D 6 angezeigt. Auch hier wird wieder mittels des Widerstands R 15 eine Mitkopplung erreicht, wodurch eine definierte Hysterese erzeugt wird.

Durch den Operationsverstärker IC 4 D mit Zusatzbeschaltung ist ein Überspannungsschutz für die Endstufe realisiert. Am invertierten Eingang des Operationsverstärkers liegt die stabilisierte 5-V Spannung an. Überschreitet die Spannung am Lötstützpunkt ST 3 gegenüber Schaltungsmasse eine Spannung von 20 V, wird die Spannung am Pin 12 gegenüber der Spannung an Pin 13 von IC 4 D positiv und der Ausgang des OPs wechselt von Low- nach High-Potential. Dies bewirkt über die zur Entkopplung dienende Diode D 7 ein Abschalten der Endstufe. Angezeigt wird dieser Betriebszustand in Verbindung mit dem Widerstand R 11 durch die Leuchtdiode D 11. Durch den Widerstand R 10 im Mitkoppelzweig wird auch hier eine definierte Hysterese erzeugt, womit eine permanente Umschaltung im Abschaltbereich verhindert wird. Die Kondensatoren C 11 und C 12 dienen zur Stör- und Schwingneigungs-Unterdrückung.

Die Versorgung sämtlicher aktiver Komponenten der elektronischen Last erfolgt über eine stabilisierte 5-V- bzw. 10-V-Betriebsspannung. Diese werden mit Hilfe des IC 1 (7810), für die stabilisierten 10 V und mit IC 2 (7805), für die stabilisierten 5 V erzeugt. C 1 bis C 8 dienen zur Pufferung sowie zur allgemeinen Stör- und Schwingneigungs-Unterdrückung. Durch den Vorwiderstand R 1 und die Leuchtdiode D 2 wird der Einschaltzustand der elektronischen Last signalisiert. Die Betriebsspannungsversorgung erfolgt über die Hohlsteckerbuchse BU 1 mit einer Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 30 V.

Nachbau

Die gesamte Schaltung der elektronischen Last findet auf einer 122 mm x 137 mm messenden einseitig ausgeführten Leiterplatte Platz. Die Bedienungselemente sind bis auf den Schalter S 3, für die Möglichkeit des Impulsbetriebes, alle auf der Vorderseite der Leiterplatte angeordnet. Die Bemaßung der Leiterplatte sowie die Platzierung der Schalter, Potentiometer und der Leuchtdioden wurde so vorgenommen, dass diese direkt auf der Leiterplatte einlötbar sind und dass ein optionaler Einbau in das Gehäuse der ELV-Serie 7000 ohne weitere Schwierigkeiten möglich ist. Die Hohlbuchse BU 1 für den Anschluss der Betriebsspannung und die Cinch-Einbaubuchse BU2 für das Anlegen eines externen Modulationssignals sind auf der Rückseite der Platine untergebracht.

Der Leistungstransistor T 1 sowie der Temperaturfühler SAX 1 sind am linken Rand der Leiterplatte angeordnet. Zur Kühlung ist der ELV-Leistungs-Kühlkörper SK 88 vorgesehen, wobei jedoch auch andere Kühlkörper oder eine vorhandene Rückwand eines Gehäuses die Aufgabe der Kühlung übernehmen können. Es ist jedoch wichtig, dass die in der Endstufe umgesetzte Leistung durch eine ausreichend dimensionierte Kühlung abgegeben werden kann.

Der eigentliche Nachbau der Schaltung geht recht zügig vonstatten. Zuerst werden die niedrigen, passiven Bauelemente bestückt, gefolgt von den größeren Komponenten. Die genaue Position der Bauteile geht aus dem Bestückungsplan bzw. dem Platinenaufdruck hervor, während die genauen Werte und Typen der Stückliste zu entnehmen sind. Die Spannungsregler IC 1 und IC 2 sind liegend auf der Leiterplatte zu montieren. Um eine optimale mechanische Festigkeit zu erlangen, ist eine Verschraubung mit der Leiterplatte durch eine Zylinderkopfschraube (M3 x 6 mm) mit zugehöriger Mutter und Zahnscheibe vorgesehen.

Der Leistungswiderstand R 31 wird zur besseren thermischen Kühlung mit einem Abstand von ca. 10 mm zur Leiterplatte eingebaut. Vor dem Einbau des Leistungstransistors T 1 sowie des Temperatursensors ist der Leistungskühlkörper an die

Stückliste: Einfache elektronische Last mit Panel-Meter-Anschluss EL 2010

Widerstände:

0,1K/5W	R31
1kK	R1, R7, R11, R16, R28
1,2kK	R27
1,5kK	R36, R38
3,3kK	R13
10kK	R17, R24, R26, R29
12kK	R14
15kK	R34
24kK	R12
47kK	R3
100kK	R6, R18-R20, R22, R39, R40
120kK	R5, R21, R33
150kK	R9
470kK	R8
1MK	R4, R10, R15
PT10, liegend, 50kK	R32
PT10, liegend, 250kK	R35, R37
PT15, stehend, 10kK	R2, R25
PT15, stehend, 1MK	R23

Kondensatoren:

10pF/ker	C11
100pF/ker	C10, C15, C16, C18
1nF/ker	C22, C24
68nF/250V	C17
100nF/ker	C5-C8, C12-C14, C19, C23, C25
220nF/100V	C3
10µF/25V	C2, C4, C9, C20, C21
220µF/40V	C1

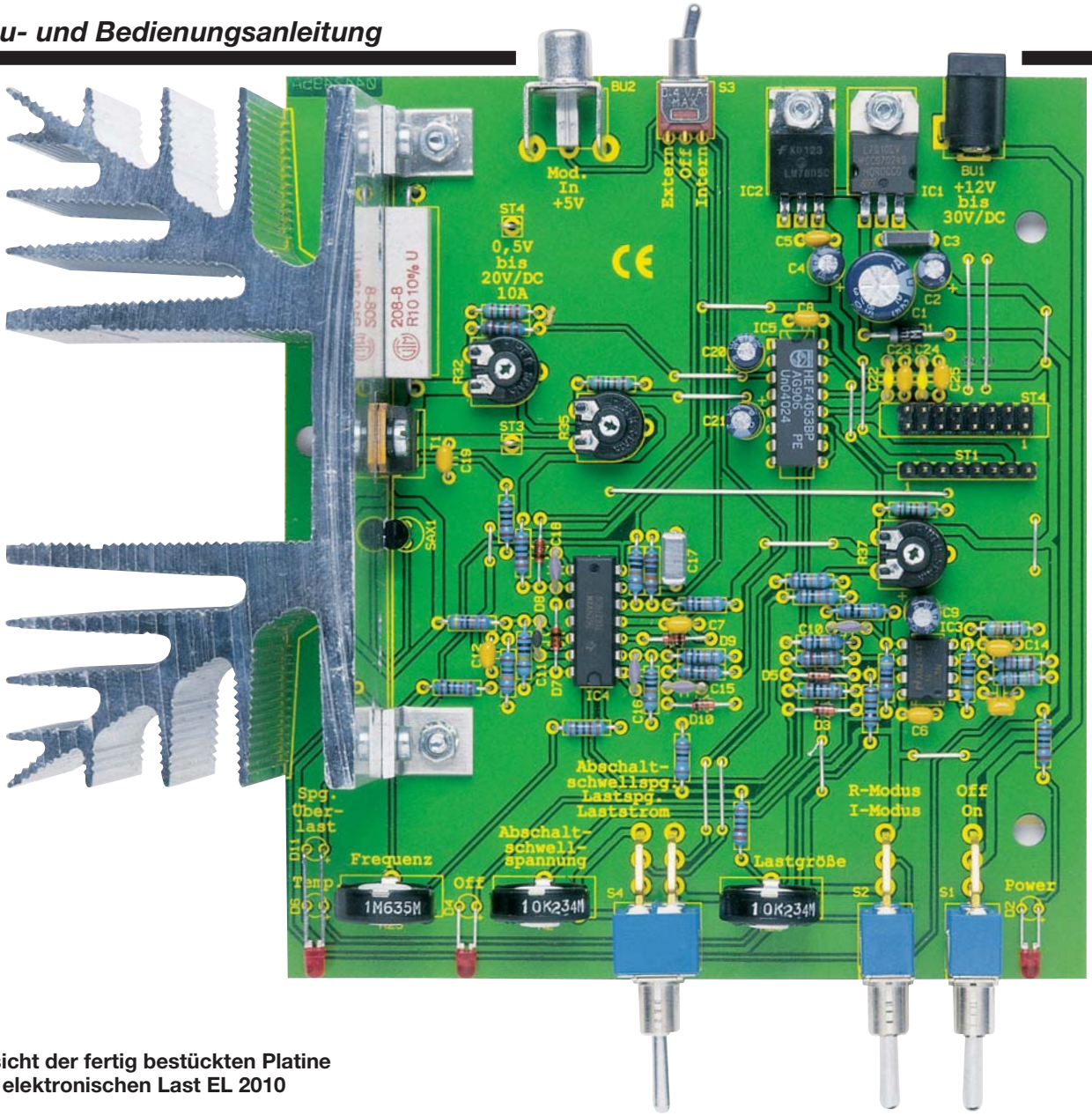
Halbleiter:

7810	IC1
7805	IC2
LM358	IC3
TLC274	IC4
CD4053	IC5
BUZ71A	T1
1N4001	D1
1N4148	D3, D5, D7-D10
LED, 3mm, rot	D2, D4, D6, D11

Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Cinch-Einbaubuchse, print	BU2
Temperatursensor, KTY81-121 (SAA965)	SAX1
Kippschalter, 1 x um, winkel-print	S1, S2
Mini-Kippschalter, 1 x um mit Mittelstellung, liegend	S3
Kippschalter, 2 x um mit Mittelstellung, winkelprint	S4
Stiftleiste, 1 x 8-polig, gerade, print	ST1
Stiftleiste, 2 x 8-polig, gerade, print	ST2
Lötstift mit Lötöse	ST3, ST4

1 Isolierbuchse, TO-220
1 Glimmerscheibe, TO-220
3 Kunststoffachsen, 6 x 37,8 mm
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 12 mm
7 Muttern, M3
6 Fächerscheiben, M3
2 Alubefestigungswinkel
1 Kühlkörper, SK88, Typ 2, bearbeitet
1 Tube Wärmeleitpaste
2 Flachbandkabel-Steckverbinder, 1 x 8-polig
2 Pfostenverbinder, 16-polig
58 cm Schaltdraht, blank, versilbert
25 cm Flachbandkabel, 8-polig, RM 2,54mm
25 cm Flachbandleitung, AWG28, 16-polig



Ansicht der fertig bestückten Platine der elektronischen Last EL 2010

Leiterplatte anzuschrauben. Hierzu werden 2 Alu-Winkel, die zunächst durch zwei Zylinderkopfschrauben (M3 x 6 mm) mit Muttern und Zahnscheibe an die Platine anzuschrauben sind, verwendet. Danach wird der Kühlkörper mit Hilfe von zwei Zylinderkopfschrauben (M3 x 10 mm), Zahnscheiben und Muttern an die auf der Bestückungsseite der Leiterplatte montierten Alu-Winkel angeschraubt. Anschließend folgt der Einbau des Leistungstransistors T 1. Zur Isolation wird eine Glimmerscheibe verwendet, die beidseitig mit etwas Wärmeleitpaste einzustreichen ist. Danach ist die Zylinderkopfschraube (M3 x 12 mm) mit aufgesteckter Isolierbuchse von der Transistorseite durch die entsprechende Bohrung zu stecken und auf der Außenseite mittels der Zahnscheibe und Mutter zu fixieren. Als nächstes wird die flache Seite des Temperaturfühlers ebenfalls mit etwas Wärmeleitpaste eingestrichen, der Fühler selbst eingelötet und fest gegen den Kühlkörper gepresst. Zum besseren Halt kann dieser zusätzlich noch mit etwas Silikon an den Kühlkörper festgeklebt werden. Die vorhandenen 4 Leuchtdioden können direkt an die vorgesehene Position in der Leiterplatte eingelötet werden (Polarität beachten!). Beim Gehäuseeinbau sind die Leuchtdioden entsprechend abzuwinkeln, so dass sie an der Frontplatte gut sichtbar sind. Bevor das Panel-Meter mit Hilfe von zwei Flachbandkabeln angeschlossen wird, ist der folgende Abgleich vorzunehmen.

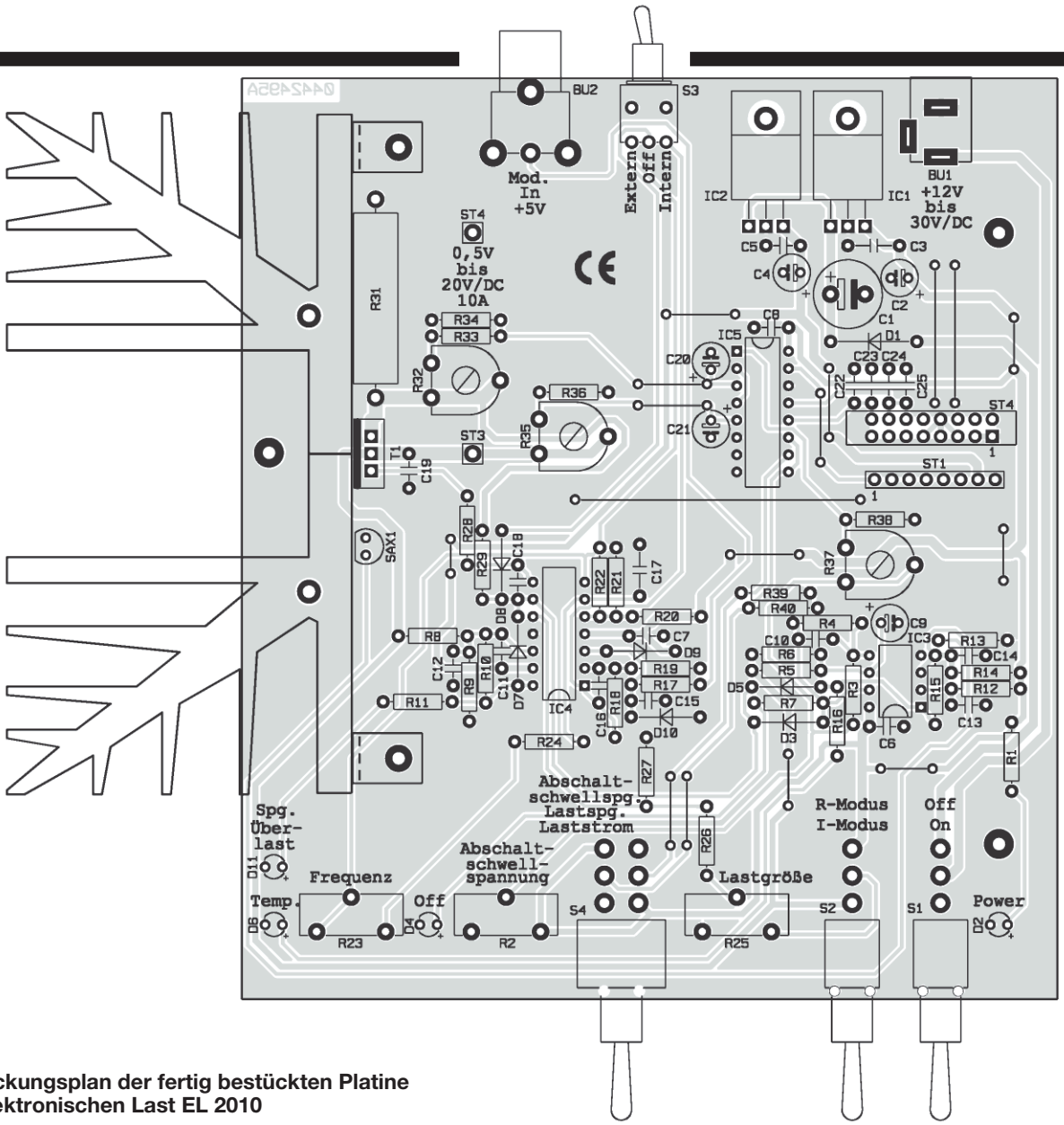
Abgleich des Panel-Meters

Um die Toleranzen der verwendeten Bauteile, die sich auf das Messergebnis niederschlagen, auszugleichen, ist am UPM-200-Panel-Meter ein Abgleich vorzunehmen. Da sich der Abgleich an der elektronischen Last nur schwerlich direkt umsetzen lässt, ist ein separater Abgleich entsprechend der UPM-200-Anleitung vorzunehmen. Der Abgleich an der elektronischen Last erfolgt anschließend über die Trimmer-Potentiometer R 32, R 35 und R37.

Um den Abgleich am UPM 200 vornehmen zu können, ist eine Gleichspannung von 5 V als Betriebsspannung, ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 300 mV und ein Multimeter erforderlich.

Gestartet wird mit dem Offset-Abgleich. Hierfür ist der „Messeingang“ des UPM 200 auf Masse zu legen und der Jumper 2 auf die Stiftleiste 2 des UPM 200 zu setzen. Nun sind noch die Betriebsspannungsversorgungsleitungen an die Pins 5 und 6 anzuschließen und 5 V anzulegen. Während des Abgleichvorgangs wird am Display „0 CAL“ angezeigt, ist der Vorgang abgeschlossen wechselt die Anzeige zu „0 OK“. Die Betriebsspannung ist nun abzuschalten und der Jumper 2 zu entfernen. Der Offset-Abgleich ist damit erfolgreich beendet.

Als nächstes ist der +300-mV-Abgleich vorzunehmen. Zu diesem Zweck wird der Jumper 1 auf die Stiftleiste 2 des UPM 200 gesteckt und eine Eingangsspannung von 300 mV (Kontrolle bzw. genaue Einstellung erfolgt gegebenenfalls mit Hilfe des Multimeters) an den Messeingang des UPM 200 angelegt. Anschließend ist die Betriebsspannung einzuschalten. Das Display zeigt für einige Sekunden „300 CAL“ an und wechselt nach erfolgreicherem Ab-



Bestückungsplan der fertig bestückten Platine der elektronischen Last EL 2010

gleich zu „300 OK“. Die Betriebsspannung ist erneut abzuschalten und es folgt der letzte Abgleichvorgang für -300 mV. Zu diesem Zweck wird der Jumper 2 zusätzlich zu Jumper 1 auf die Stiftleiste 2 der Displayeinheit gesetzt und es muss eine Spannung von –300 mV an den Messeingang angelegt werden. Der Einfachheit halber ist dazu lediglich die zuvor verwendete +300 mV Spannung verpolt anzuschließen. Die Betriebsspannung ist einzuschalten und es erfolgt der -300-mV-Abgleich. Während des Abgleichs wird am UPM 200 „-300 CAL“ angezeigt und nach Beendigung „-300 OK“. Die Betriebsspannung ist nun abzuschalten und die Jumper sind zu entfernen. Damit ist der Abgleichvorgang des Panel-Meters abgeschlossen und es kann nun mit Hilfe der zwei Flachbandkabel (vorher sind die Pfostensteckverbinder aufzupressen) mit der elektronischen Last verbunden werden.

Abgleich der elektronischen Last

Zum Abgleich wird ein Schaltnetzteil benötigt, dass eine Spannung von mind. 10 V und einen Strom von 5 A zur Verfügung stellen kann.

Um die elektrischen Größen am Eingang der elektronischen Last sowie die eingestellte Abschaltschwellspannung am Display korrekt wiedergeben zu können, sind die Trimmer R 32, R 35 und R 37 entsprechend einzustellen. Um den Trimmer R 37 für die Abschaltschwellspannung einzustellen, ist zunächst der Schalter S 4 in die oberste Stellung zu bringen und das Potentiometer R 25, zur Einstellung der Lastgröße, sowie das Potentiometer R 2, zur Einstellung der Abschaltschwellspannung, an den linken Anschlag zu drehen. Nun ist eine Spannung von ca. 10 V an den Eingang der elektronischen Last zu legen und am Widerstand R 2 solange zu drehen bis die Diode D 4 aufleuchtet. Die angelegte Spannung am Eingang der elektronischen Last entspricht nun der Spannung die am Display angezeigt werden sollte. Ist dies nicht der Fall kann diese mit Hilfe des Trimmers R 37 eingestellt werden und der Abgleich für die Abschaltschwellspannung ist damit beendet.

Um den Trimmer R 35 für die Lastspannung am Eingang der elektronischen Last einzustellen, ist der Schalter S 4 in Mittelstellung zu bringen und die Potentiometer R 2 und R 25 an den linken Anschlag zu drehen. Am Eingang ist anschließend eine Spannung von 10 V anzulegen und mit Hilfe von R 35 kann diese Spannung nun am Display abgeglichen werden. Damit ist auch dieser Trimmer richtig eingestellt und es ist nur noch die Einstellung des Trimmers R 32 für den Laststrom notwendig. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Schalter S 3 in Mittelstellung und der Schalter S 4 in die untere Stellung gebracht werden. Nun ist ein Strom im Bereich von etwa 5 A einzustellen (Spannung <6 V) und die Anzeige im Display mit dem Trimmer R 32 auf diesen Wert abzugleichen. Ist dies geschehen ist der Abgleichvorgang beendet und ein Ablesen der Abschaltschwellspannung, der Lastspannung und des Laststromes am Display sind möglich.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen und das Gerät kann nach erfolgreich abgeschlossener Prüfung seine bestimmungsmäßige Aufgabe übernehmen. ELV

ELV Elektronik AG • Postfach 1000 • D-26787 Leer
• Telefon 04 91/600 888 • Telefax 04 91/6008-244