

Prozessor-Power-Supply PPS 7330 Teil 2

Das PPS 7330 stellt einen Spannungsbereich von 0 - 30 V und einen max. Ausgangsstrom von 3 A zur Verfügung. Dank Inkrementalgeber ist das Gerät außergewöhnlich komfortabel zu bedienen. Nachdem im „ELVjournal“ 1/2003 die Bedienung, die Funktion und der digitale Schaltungsteil vorgestellt wurden, kommen wir nun zum Analogteil.

Analogteil

Der Analogteil des PPS 7330 ist in Abbildung 4 zu sehen. Über ein 20-poliges Flachbandkabel, angeschlossen an ST 9 wird der Analogteil mit der Prozessoreinheit verbunden. Die wesentlichen Baugruppen des Analogteils sind die Leistungs-Endstufe, die Regler für Strom und Spannung und die Spannungsversorgung.

Die wichtigsten technischen Daten eines Netzgerätes sind auch bei einem Prozessornetzteil vom Analogteil abhängig. Entscheidend für die Qualität sind neben der Leistung, der Innenwiderstand, das Brummen und Rauschen und nicht zuletzt die Reglereigenschaften. Von ausschlaggebender Bedeutung ist nicht der Schaltungsaufwand, sondern die Positionierung der Bauteile und die Leiterbahnführung im Layout.

Ein hochwertiges Lüfteraggregat mit leistungsstarkem Axiallüfter sorgt im Bereich der Endstufe für die Wärmeabfuhr. Durch eine temperaturgesteuerte, elektronisch geregelte Lüftersteuerung wird die Geräuschentwicklung auf ein Mindestmaß reduziert.

Doch nun zur Schaltung (Abbildung 4), wo oben links der Netztransformator eingezeichnet ist. Dieser wird über die 2-polige Netz-Schraubklemme KL 1, die Netz-Sicherung SI 1 und den Netzschalter S 1 mit Spannung versorgt. Der primärseitige X2-Kondensator C 22 dient zur Stör-
unterdrückung.

Die obere Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung liefert 2 x 9 V mit 0,5 A Strombelastbarkeit zur Versorgung des Prozessorteils und der Steuerelektronik.

Zwei mit D 11, D 12 und D 13, D 14 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleich-

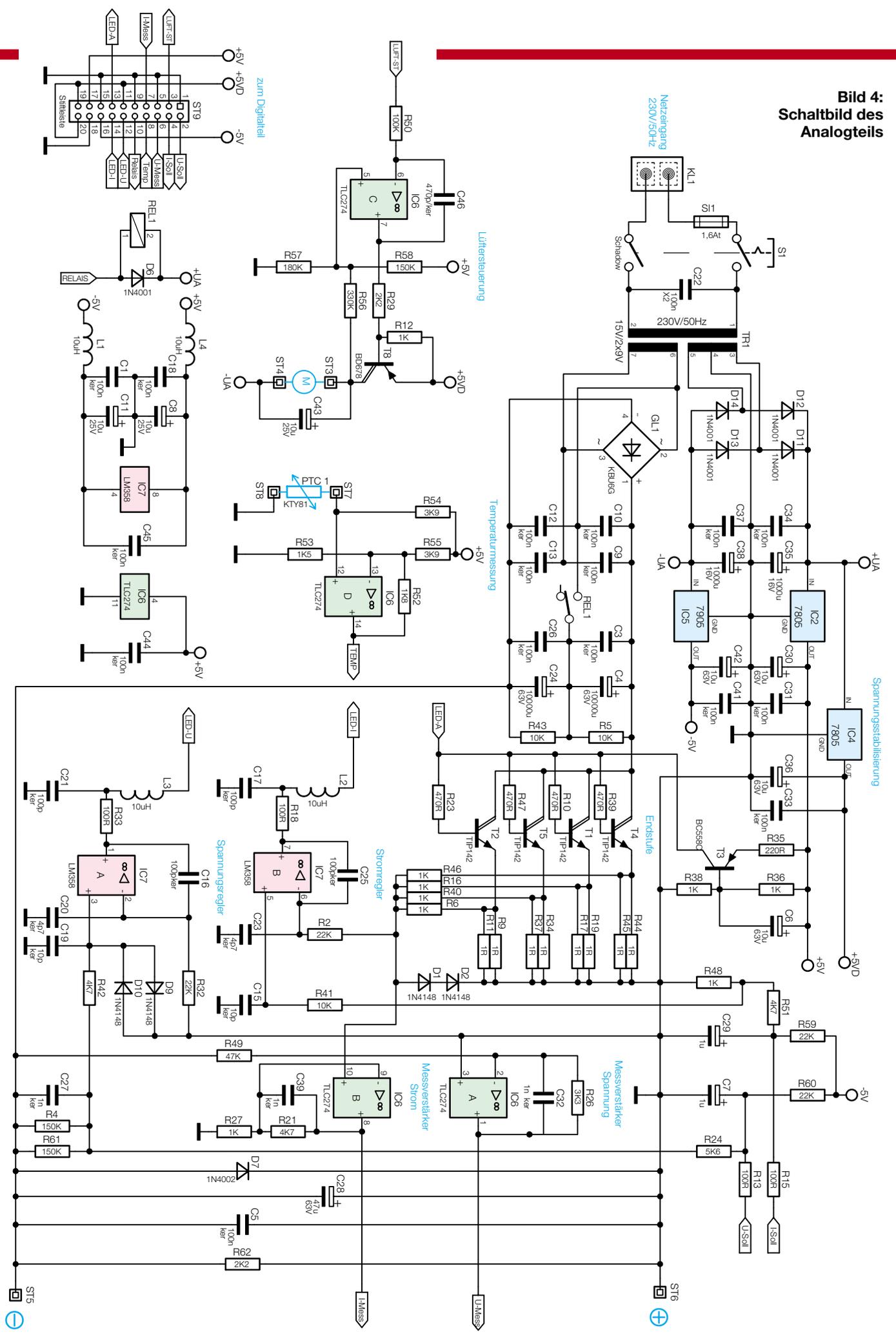
richterschaltungen liefern unstabilierte Niederspannungen, die zunächst mit C 35 und C 38 gepuffert werden.

Die unstabilierte positive Spannung wird auf die Eingänge der beiden Festspannungsregler IC 2 und IC 4 gegeben und die negative Spannung auf den Eingang des Negativreglers IC 5.

Am Ausgang der Festspannungsregler IC 2 und IC 5 stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik zur Verfügung, während IC 4 +5 V für den Digitalteil liefert. Schwingneigungen an den Spannungsregler-Ausgängen werden mit C 30, C 36 und C 42 verhindert. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen dienen die Keramik Kondensatoren C 31, C 33, C 34, C 37 und C 41.

Die Leistungsendstufe wird mit der unteren Wicklung des Netztransformators, die maximal 15,7 V/9,8 A liefert, versorgt.

Bild 4:
Schaltbild des
Analogteils



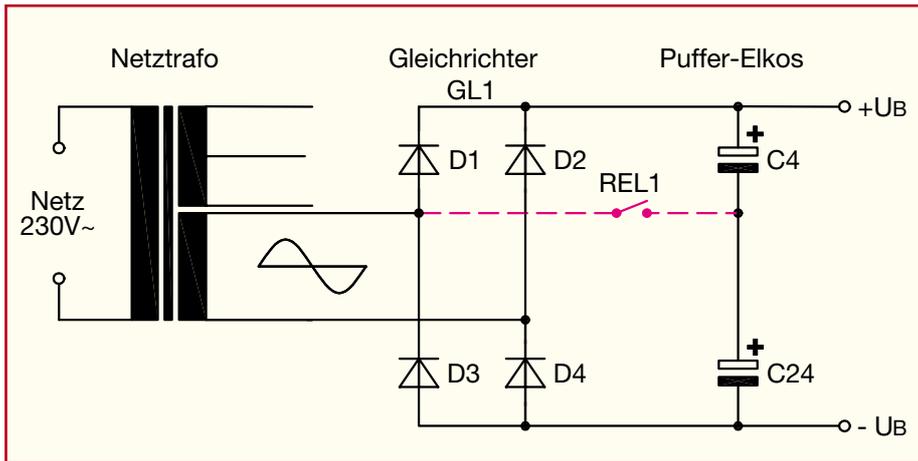
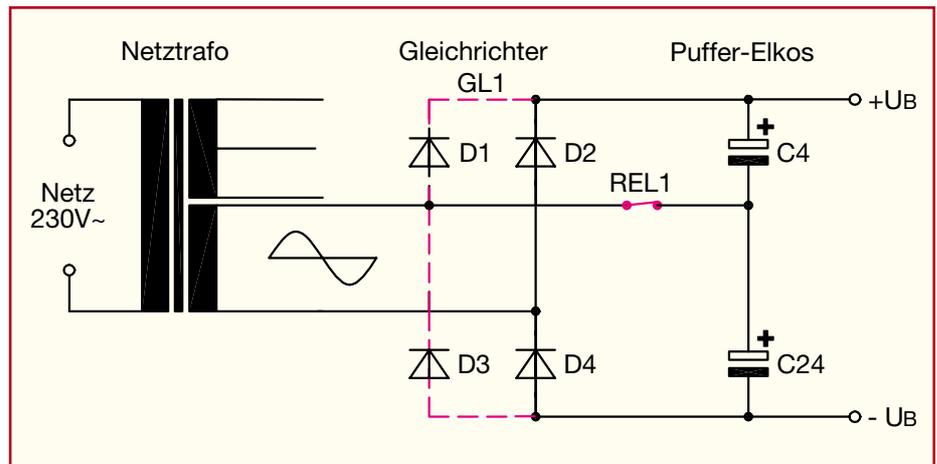


Bild 5a:
Bei geöffnetem Relaiskontakt arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter, wobei die zur ersten Glättung dienenden Pufferelkos C 4 und C 24 in Reihe geschaltet sind.

Bild 5b:
Sobald die Kontakte von REL 1 geschlossen sind, arbeiten die in GL 1 integrierten Dioden sowie die Elkos C 4 und C 24 als Spannungsverdoppler-Schaltung.



Befindet sich das Relais in der eingezeichneten Schalterstellung, arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter, arbeiten die Pufferelkos C 4 und C 24 sind in Reihe geschaltet. Sobald REL 1 geschlossen wird, erhalten wir eine Spannungsverdopplung, wobei C 4 mit der positiven und C 24 mit der negativen unstabilierten Gleichspannung aufgeladen wird. Störspitzen werden mit C 3, C 9 - C 13 und C 26 unterdrückt. Bei aktivierter Spannungsverdopplung muss die Trafowicklung bei gleicher Spannung ungefähr den doppelten Strom liefern.

Die vereinfachten Darstellungen in Abbildung 5 verdeutlichen diese Zusammenhänge. Betrachten wir dazu zuerst die Prinzipschaltung in Abbildung 5a, wo die Kontakte des Relais REL 1 geöffnet sind. In dieser Funktion arbeitet GL 1 als Brückengleichrichter. Während der positiven Halbwelle, d. h. wenn am oberen Anschluss der Trafowicklung eine positive Spannung gegenüber dem unteren Anschluss anliegt, sind die Dioden D 1 und D 4 leitend. Die beiden in Reihe geschalteten Elkos C 4 und C 24 werden auf den Spitzenwert der Sekundärspannung aufgeladen. Bei der negativen Halbwelle hingegen sind die Dioden D 2 und D 3 leitend und laden die Elkos wiederum auf den Spitzenwert auf.

In Abbildung 5b hingegen sind die Kontakte des Relais REL 1 geschlossen. Dadurch ist der gemeinsame Anschluss der

beiden Elkos C 4 und C 24 direkt mit dem oberen Anschluss der Sekundärwicklung verbunden.

Betrachten wir nun wieder den Fall, dass am oberen Anschluss der Sekundärwicklung eine positive Spannung gegenüber dem unteren Anschluss anliegt. Dadurch wird die Diode 4 leitend und lädt den Elko C 24 auf den negativen Spitzenwert auf.

Während der zweiten Halbwelle, der obere Wicklungsanschluss ist negativ gegenüber dem unteren Anschluss, wird D 2 leitend. Mit dieser Halbwelle kommt es nun zum Aufladen des Elkos C 4 ebenfalls auf den Spitzenwert. An der aus C 4 und C 24 bestehenden Reihenschaltung erhalten wir somit eine Spannungsverdopplung. Bei geschlossenen Relaiskontakten werden die im Gleichrichter GL 1 integrierten Dioden D 1 und D 3 nicht genutzt.

Besonders gute technische Daten werden durch die Ausführung der Endstufe als Linearregler erreicht. Hier sind die Leistungstransistoren T 1, T 2, T 4 und T 5 parallel geschaltet, wobei in den Emitterleitungen die Widerstände R 9, R 11, R 17, R 19, R 34, R 37, R 44 und R 45 eingefügt sind. An diesen Widerständen wird eine zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung gewonnen, die über die zur Entkopplung dienenden Widerstände R 6, R 16, R 40 und R 46 zu einem Messpunkt zusammengeführt werden. Sowohl die

Emitterwiderstände als auch die Basisvorwiderstände R 10, R 23, R 39 und R 47 gleichen durch Exemplarstreuungen bedingte unterschiedliche Transistordaten aus.

Die zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung ist auf Schaltungsmasse bezogen, was dem positiven Ausgang des Netzgerätes entspricht. Zum einen wird die Messspannung über R 2 auf den mit IC 7 B aufgebauten Stromregler und zum anderen auf den mit IC 6 B realisierten Messverstärker gegeben. Der Messverstärker passt die Signalamplitude an den Eingang des A/D-Wandlers an.

Ein weiterer Messverstärker, aufgebaut mit IC 6A, erfasst die Ausgangsspannung, die zusätzlich invertiert wird. Aufgrund der Dimensionierung von R 26 und R 49 erfolgt gleichzeitig eine Amplitudenanpassung an den Eingang des A/D-Wandlers.

Die Sollwertvorgabe für Spannung und Strom erfolgt von der Prozessoreinheit, wobei in Abbildung 6 die zugehörigen Steuerkennlinien zu sehen sind.

Stromregler

Der Stromregler wurde mit IC 7 B und externer Beschaltung realisiert. Die Sollwertvorgabe erfolgt durch eine proportionale Gleichspannung, die über den D/A-Wandler mit nachgeschaltetem Sample-

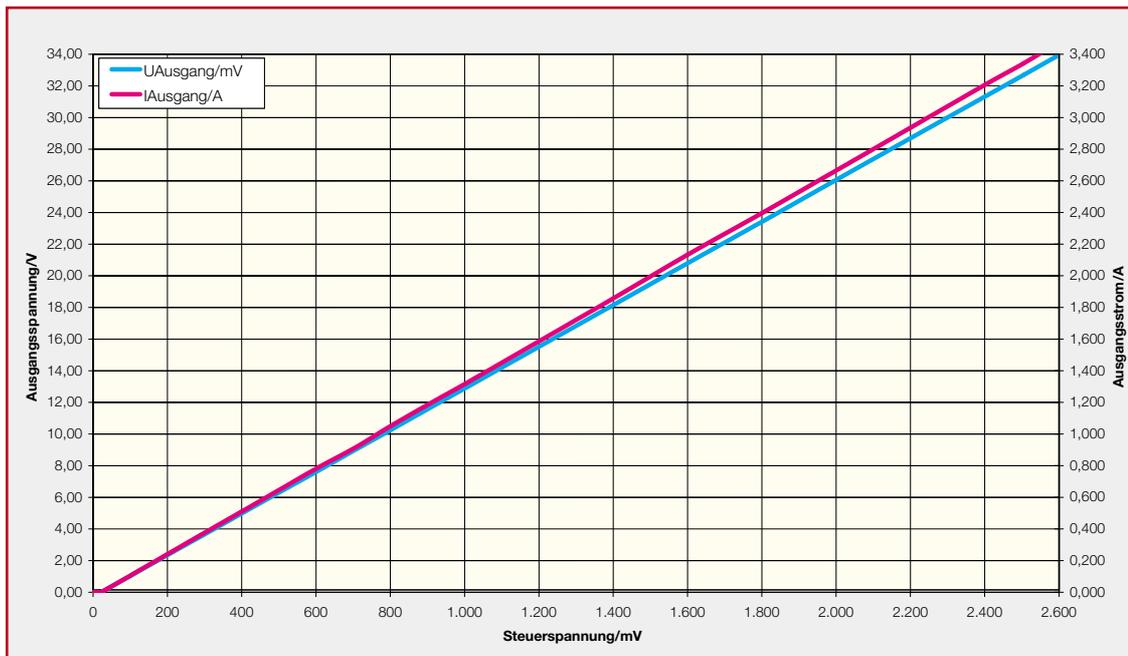


Bild 6: Steuerkennlinien für die Sollwertvorgabe für Strom und Spannung

and-Hold-Glied von der Prozessoreinheit kommt. Über R 15, R 51 und R 41 wird die Sollwertvorgabe dann auf den nicht invertierenden Eingang von IC 7 B gegeben, wobei eine Bereichsanpassung im Zusammenhang mit der weiteren Widerstandsbeschaltung (R 59, R 48) erfolgt.

Die Schwingneigungen im Bereich des Stromreglers werden mit C 25 verhindert und C 15, C 23 und C 29 dienen zur Stör- unterdrückung.

Damit der Stromregler aktiv ist, muss das Netzgerät an den Ausgangsklemmen mit einer hinreichend großen Last beschaltet sein. Bei maximaler Sollwertvorgabe wird sich am nicht invertierenden Eingang von IC 7 B (Pin 5) eine Steuerspannung von 375 mV einstellen.

Überschreitet der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert von 3 A auch nur geringfügig, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen von T 1 - T 4 (Endstufe), der ebenfalls 375 mV übersteigt. Der Ausgang des OPs (IC 7 B) strebt in Richtung negativer Spannung und über die Leuchtdiode D 16 (Abbildung 2), die nun leitend ist, fließt ein Teil des Stromes, der von der mit T 3 aufgebauten Konstantstromquelle geliefert wird. Dieser Teil des Stromes fließt dann nicht mehr über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über den Ausgang von IC 7 B ab.

Der Ausgang des OPs wird jedoch nur so weit negativ, dass der Spannungsabfall an den Emitterwiderständen der Endstufe gerade 375 mV erreicht. Bei einem Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des OPs stellt sich bei maximaler Sollwertvorgabe der Ausgangsstrom von 3 A ein. Die Bauelemente L 2, C 17, R 18 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang.

Durch Verändern der Sollwertvorgabe an Pin 5 ist jeder beliebige Ausgangsstrom einstellbar, der dann vom Stromregler konstant gehalten wird.

Spannungsregler

Der Spannungsregler ist mit IC 7 A aufgebaut und arbeitet in der gleichen Weise wie der Stromregler. Die Sollwertvorgabe erfolgt durch eine an R 13 anliegende Gleichspannung.

Für die Funktionsbeschreibung gehen wir von einem Stromregler aus, dessen Belastungswiderstand langsam erhöht wird. Der Stromregler hält den Ausgangsstrom konstant und die Ausgangsspannung steigt proportional zum Belastungswiderstand an.

Sobald der vorgewählte Spannungswert erreicht wird, übernimmt der Spannungsregler die Kontrolle, indem die Ausgangsspannung auf diesen Sollwert begrenzt wird.

Über R 32 ist der invertierende Eingang von IC 7 A mit der Schaltungsmasse (Pluspol des Netzgerätes) verbunden. Die vom Prozessorsystem über die Sample-and-Hold-Stufe kommende Sollwertvorgabe wird über R 13, R 24 zusammen mit der negativen Ausgangsspannung über R 4, R 61 auf einen gemeinsamen Summenpunkt gegeben, der über R 42 mit dem nicht invertierenden Eingang von IC 7 A (Pin 3) verbunden ist.

Um die Netzteil-Ausgangsspannung konstant zu halten, stellt sich an den beiden OP-Eingängen auch hier ein Spannungsgleichgewicht ein. Solange der Spannungsregler aktiv ist, fließt ein Teil des Stromes der mit T 3 aufgebauten Konstantstromquelle über L3, R 33 und den Ausgang von IC 7 A ab. L 3, C 21 und R 33 verhindern

Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang und C 19, C 20 dienen zur hochfrequenten Störabblockung an den entsprechenden Eingängen. Schwingneigungen des Reglers werden mit C 16 unterdrückt.

Störeinkopplungen über die Versorgungsspannung des OPs werden mit L 1, L 4, C 1, C 8, C 11, C 18 und C 45 verhindert.

Temperaturmessung

Mit Hilfe des an ST 7 und ST 8 angeschlossenen Temperatursensors (PTC 1) wird die Endstufentemperatur erfasst und mit dem nachgeschaltetem Operationsverstärker (IC 6 D) und externen Komponenten eine Linearisierung der Kennlinie vorgenommen. Am Ausgang des OPs (Pin 14) erhalten wir dann eine zur Endstufentemperatur proportionale Spannung, die auf den Eingang des A/D-Wandlers gegeben wird.

Lüftersteuerung

Wie bereits erwähnt, ist die Endstufe des PPS 7330 mit einem Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, dessen Drehzahl proportional zur gemessenen Kühlkörpertemperatur ist. Die Sollwertvorgabe erfolgt vom Prozessorteil über ein Sample-and-Hold-Glied, dessen Ausgang mit R 50 verbunden ist.

Je nach Sollwertvorgabe steuert der mit IC 6 C aufgebaute Regler den Darlingtons-Leistungstransistor T 8 durch. Über die 20-polige Stiftleiste ST 9 wird letztendlich der Analogteil mit dem Prozessorteil verbunden.

Der praktische Aufbau dieses innovativen Netzgerätes wird im „ELVjournal“ 3/2002 ausführlich beschrieben. 