

ELV Serie 7000: Prozessor-Netzteil PNT 7000 0 - 40 V, 0 - 3 A



Nachdem wir uns in der vergangenen Ausgabe ausführlich mit der Bedienung und der grundsätzlichen Funktion des PNT 7000 befaßt haben, folgt im vorliegenden zweiten Teil sowie dem folgenden dritten Teil dieses Artikels die Schaltungsbeschreibung.

Das Blockschaltbild

Zur Veranschaulichung der Funktion dieser komplexen Schaltung ist in Abbildung 1 das Blockschaltbild des PNT 7000 dargestellt. Das Zusammenwirken der verschiedenen Schaltungsteile kann hier anschaulich erläutert werden.

Der Netztransformator Tr 1 setzt die 220 V-Netzwechselspannung auf ca. 24 V herunter bei gleichzeitiger galvanischer Trennung. Es folgt der Gleichrichter mit schaltbarem Spannungsverdoppler. Bei Ausgangsspannungen über 20 V wird vom Prozessor die Spannungsverdopplung aktiviert.

Die so aufbereitete Spannung gelangt über die Leistungsendstufe bestehend aus vier Darlington-Längstransistoren sowie dem Strom-Shunt-Widerstand zum positiven Ausgangsspannungsanschluß „+U_{aus}“ bzw. zum Anschluß „-U_{aus}“.

Je nach Stellung des elektronischen Schalters ES 1 wird die Leistungsendstufe entweder vom U-Regler oder vom I-Regler angesteuert. Die Entscheidung hierüber, welcher der beiden Regler die Steuerung vornimmt, trifft der Komparator, des-

sen Ausgang ES 1 umschaltet und gleichzeitig dem zentralen Prozessor die Information der Schalterstellung übermittelt.

An dieser Stelle ist anzumerken, daß die gesamte Regelelektronik auf der positiven Ausgangsspannung („+U_{aus}“) „schwimmt“, d. h. diese Spannung stellt den Bezugspunkt (interne Schaltungsmasse) dar.

Über die Bedientaster erfolgt in Verbindung mit dem Display die Eingabe der Sollwerte von Spannung, Strom und Leistung. Die gewählten Werte können unmittelbar auf der insgesamt 12stelligen Digitalanzeige abgelesen werden.

Die Prozessoreinheit nimmt daraufhin die Steuerung der beiden D/A-Wandler sowie des A/D-Wandlers (zur Rückführung) vor. Hierzu wird der eingestellte Wert für die Soll-Spannung, der im Prozessor digital vorliegt, in einen analogen Wert umgewandelt. Eine Vorgabe von 40 V Ausgangsspannung bewirkt am D/A-Wandler eine Vorgabe-Referenzspannung $U_{\text{soll}} = 1 \text{ V}$. Diese Referenzspannung wird über einen zur Spannungs-Strom-Wandlung dienenden Vorwiderstand „R“ dem Eingang des U-Reglers zugeführt. Dieser stellt seinen Ausgang so ein, daß

sein Eingang auf 0 V liegt (wie auch der zweite mit dem Massesymbol versehene Eingang). Der von der negativen Ausgangsspannung kommende Widerstand „40R“ nimmt eine Gewichtung vor, so daß die am Ausgang des PNT 7000 anliegende Spannung dem 40fachen der vom D/A-Wandler vorgegebenen Referenzspannung entspricht. Die eigentliche sehr schnelle Regelung bewirkt der U-Regler.

In ähnlicher Weise gibt die Prozessoreinheit über einen weiteren D/A-Wandler die Referenzspannung I_{soll} auf einen der beiden Eingänge des I-Reglers. Eine Referenzspannung, $I_{\text{soll}} = 0,75 \text{ V}$ entspricht einem Ausgangsstrom von 3 A. Der zweite Eingang erhält seine Information vom Strom-Shunt. Auch dieser Regler versucht, seinen Ausgang so einzustellen, daß die Potentiale an seinen beiden Eingängen übereinstimmen. Je nachdem, welcher der beiden Regler (U oder I) den niedrigeren Wert vorgibt, registriert dies der Komparator und schaltet den entsprechenden Regler über ES 1 auf die Leistungsendstufe durch. Dies entspricht dem idealen Verhalten einer U/I-Regelkennlinie weitgehend ohne die sonst üblichen Verrundungen.

Da immer nur einer der beiden Regler aktiviert ist, kennt der Prozessor auch nur diesen entsprechenden Ausgangswert. Wurde z. B. eine Spannung von 40 V bei einem Strom von 1 A vorgewählt, ist der U-Regler aktiviert, sofern ein Ausgangsstrom von kleiner als 1 A fließt, d.h. der U-Regler stabilisiert die Ausgangsspannung auf 40 V. Um den tatsächlichen Wert des aktuell fließenden Stromes zu erfahren, schaltet der Prozessor den elektronischen Umschalter ES 2 auf den Strom-Shunt (eingezeichnete Schalterstellung). Dem A/D-Wandler wird jetzt eine dem Strom proportionale Spannung zugeführt, der diese umsetzt und der Prozessoreinheit den entsprechenden Digitalwert liefert. Jetzt kennt der Prozessor sowohl die Ausgangsspannung als auch den Ausgangsstrom.

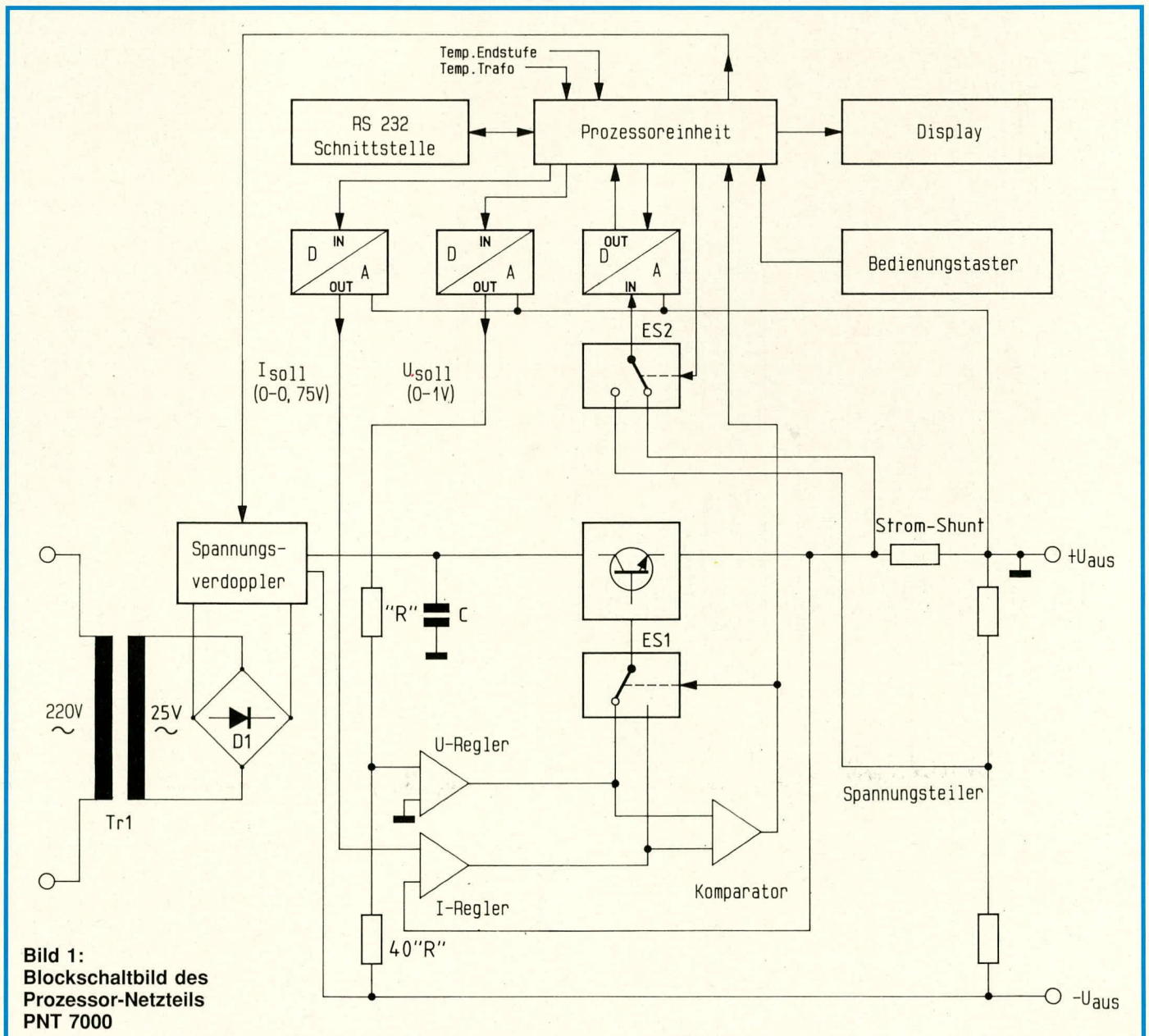
Wird die Belastung am Ausgang so weit erhöht, daß der I-Regler in Aktion tritt

und die vorgewählte Spannung auf Werte unterhalb 40 V (auf unser Beispiel bezogen) reduziert, muß hierzu vom Komparator der elektronische Schalter ES 1 auf den I-Regler umgeschaltet werden, wobei die Prozessoreinheit gleichzeitig diese Information vom Komparator erhält. Die Prozessoreinheit schließt daraus, daß nun aktuell der Ausgang mit dem vorgewählten Strom belastet wird, die Spannung jedoch nicht mehr dem Sollwert entspricht. Der elektronische Schalter ES 2 erhält daraufhin von der Prozessoreinheit den Befehl, die Ausgangsspannung zu messen, d. h. ES 2 schaltet auf den Spannungsteiler um. Die Ausgangsspannung wird gemessen, über den A/D-Wandler umgesetzt und der Prozessoreinheit in digitaler Form zugeführt. Auch in diesem Betriebsfall kennt nun der Prozessor wiederum alle relevanten Daten.

Durch vorstehend beschriebene Art der

Steuerung in Verbindung mit der Meßwerterfassung steht bereits nach einem Wandlungszyklus des hochauflösenden A/D-Wandlers der exakte Meßwert zur Verfügung.

Aus den aktuellen Meßwerten für Ausgangs-Spannung und -Strom errechnet die Prozessoreinheit die Leistung. Es folgt ein Vergleich mit den über die Bedientaster vorgewählten Daten. Ergibt sich daraus die Notwendigkeit zur Leistungsreduzierung, entscheidet die Prozessoreinheit, über welchen der beiden D/A-Wandler (U oder I) eine Reduzierung des Sollwertes zur gewünschten Reduzierung der Leistung führt. Für diese dritte in Netzgeräten neuartige Regelung wird im vorliegenden Fall keine zusätzliche Hardware benötigt, sondern es erfolgt eine reine Softwareregelung über die Prozessoreinheit in Verbindung mit der entsprechenden Steuerung von U- und I-Regler. Der Vorteil



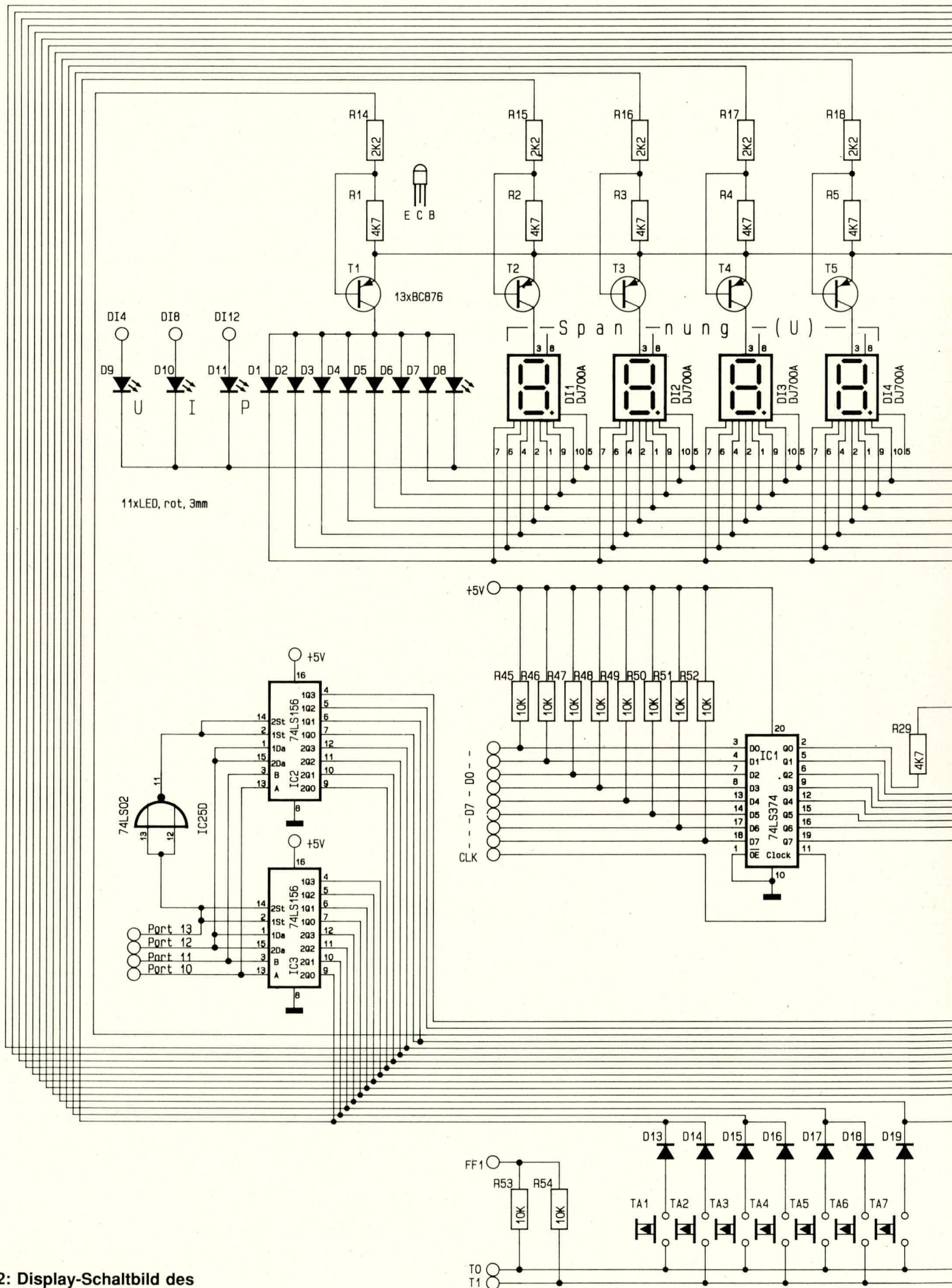
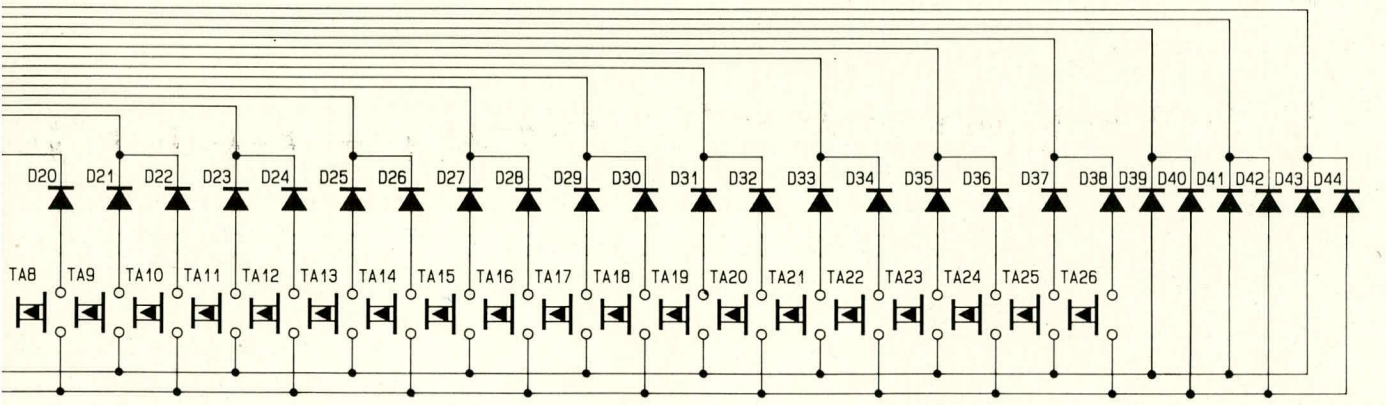
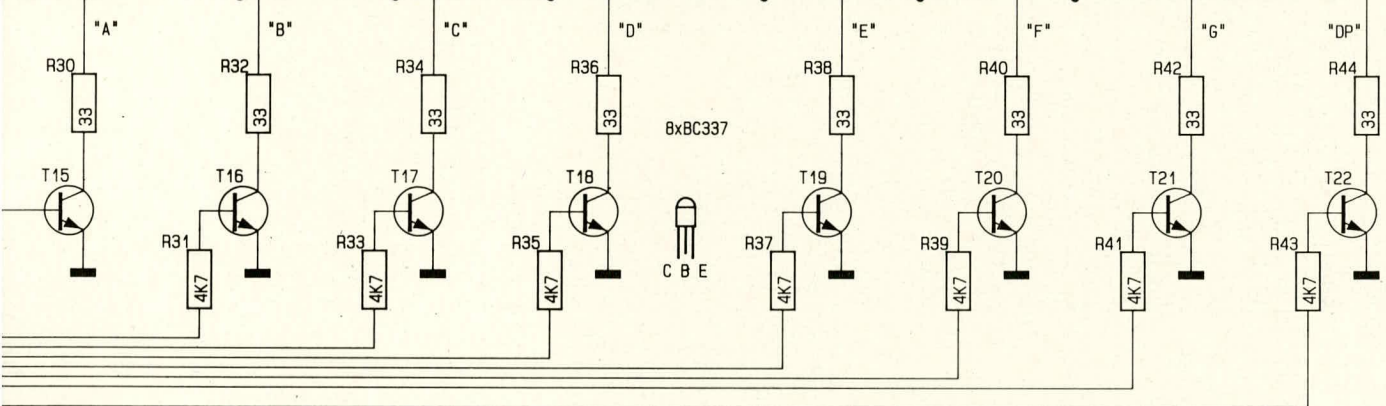
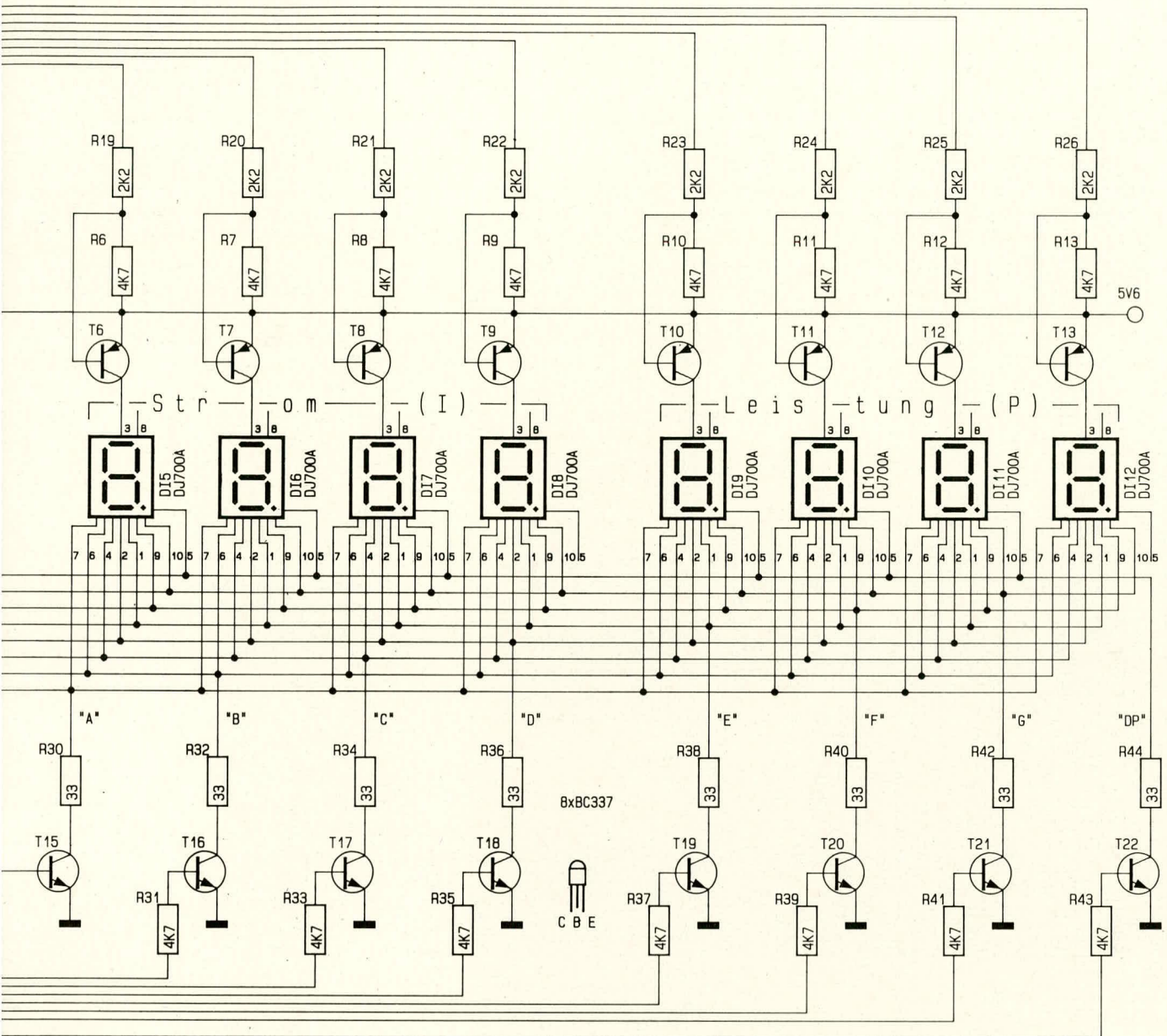


Bild 2: Display-Schaltbild des Prozessor-Netzteils PNT 7000



liegt in der besonders hohen Auflösung verbunden mit einer exzellenten Genauigkeit. Als Nachteil ist die Regelzeitkonstante zu nennen, die im wesentlichen in der Erfassung der Istwerte über den A/D-Wandler besteht und bei ca. 0,5 Sekunden liegt. Für schnelle Regelvorgänge ist der Leistungsregler in der vorliegenden Softwareversion nicht geeignet. Bei den üblicherweise vorkommenden Anwendungsfällen spielt dies jedoch eine untergeordnete Rolle, zumal es sich bei dem U- und I-Regler des PNT 7000 um besonders schnelle Varianten handelt.

Taster-Zuordnung			Spannung
TA 1	Tausender	↑	
TA 2	Hunderter	↑	
TA 3	Zehner	↑	
TA 4	Einer	↑	
TA 5	Tausender	↓	
TA 6	Hunderter	↓	
TA 7	Zehner	↓	
TA 8	Einer	↓	
			Strom
TA 9	Tausender	↑	
TA 10	Hunderter	↑	
TA 11	Zehner	↑	
TA 12	Einer	↑	
TA 13	Tausender	↓	
TA 14	Hunderter	↓	
TA 15	Zehner	↓	
TA 16	Einer	↓	
			Leistung/Widerstand
TA 17	Tausender	↑	
TA 17	Hunderter	↑	
TA 19	Zehner	↑	
TA 20	Einer	↑	
TA 21	Tausender	↓	
TA 22	Hunderter	↓	
TA 23	Zehner	↓	
TA 24	Einer	↓	
TA 25	W/Ω		
TA 26	Reset		

LED-Zuordnung	
D 1	W (Watt)
D 2	Ω (Ohm)
D 3	Si (elektr. Si ein)
D 4	I constant
D 5	1,5 A
D 6	Trafo (Temp. Si)
D 8	Remote
D 9	U (Spannung)
D 10	I (Strom)
D 11	P (Leistung)

Die zentrale Prozessoreinheit erhält zusätzlich Informationen über den thermischen Zustand des Netztransformators sowie der Leistungsendstufe, um ggf. die Endstufe zu sperren.

Über eine V 24-Schnittstelle, die noch einige Besonderheiten aufweist, auf die wir im weiteren Verlauf der detaillierten Schaltungsbeschreibung noch näher eingehen, kann die Prozessoreinheit des PNT 7000 mit externen Rechnern kommunizieren. Zum einen können vom externen Rechner Vorgabedaten dem PNT 7000 übermittelt werden, d. h. die Bedienung

Diodencodierung			
Diode	eingesetzt		entfernt
D 39	keine Parität		mit Paritätsprüfung
D 40	gerade (even) Parität		ungerade (odd) Parität
D 41	2 Stopbits		1 Stopbit
D44	D43	D42	eingestellte Ansprechadresse
0	0	0	"0"
0	0	1	"1"
0	1	0	"2"
0	1	1	"3"
1	0	0	"4"
1	0	1	"5"
1	1	0	"6"
1	1	1	"7"
0 ≙ Diode eingesetzt 1 ≙ Diode entfernt			

kann wahlweise über die Eingabetasten des PNT 7000 oder über den Rechner erfolgen, wobei die Umschaltung automatisch geschieht. Zum anderen stellt das PNT 7000 über diese Schnittstelle einem externen Rechner sämtliche Einstell- und Ausgangsinformationen zur Verfügung. Hierdurch kann z. B. ein angeschlossener Verbraucher von einem externen Rechner überwacht werden.

Nachdem wir uns ausführlich mit der grundsätzlichen internen Arbeitsweise des PNT 7000 vertraut gemacht haben, kommen wir als nächstes zur detaillierten Schaltungsbeschreibung.

Display-Schaltbild

In Abbildung 2 ist das Teilschaltbild der Displayansteuerung sowie der Eingabetasten dargestellt.

Die Ansteuerung der insgesamt 13 Digits (12 Stück 7-Segment-Anzeigen sowie 11 Leuchtdioden) erfolgt im Multiplexbetrieb. Zur Decodierung des Binärcodes für das jeweils aktive Digit dienen IC 2 und IC 3 des Typs 74 LS 156, die ihre Eingangsdaten direkt von der Prozessoreinheit erhalten. Über die Open-Kollektor-Ausgänge dieser beiden ICs werden in Verbindung mit den Vorwiderständen R 14 bis R 26 die PNP-Transistoren T 1 bis T 13 angesteuert. Jeweils einer dieser Transistoren schaltet die gemeinsame Anode der zugehörigen 7-Segment-Anzeige auf die positive Versorgungsspannung (5V6).

Die Ansteuerung der Segmente, der Dezimalpunkte sowie der LEDs D 1 bis D11 erfolgt über die Transistoren T 15 bis T 22. Zur Begrenzung der Segmentströme dienen die Vorwiderstände in den Kollektorleitungen dieser Transistoren (R 30 bis R 44).

Angesteuert werden die Segment-Treiber-Transistoren vom IC 1 des Typs 74 LS 374 über die Basis-Vorwiderstände R 29 bis R 43. Beim IC 1 handelt es sich um einen 8fach-Speicher-Baustein, der vom Prozessor wie ein externer Speicher adressiert und geladen wird, wobei die Umwandlung in den 7-Segment-Code ebenfalls der Prozessor übernimmt.

Anstelle der Dezimalpunkte der jeweils niederwertigsten Stelle des Spannungs-, Strom- und Leistungsdisplays sind die Leuchtdioden D 9 bis D 11 vorgesehen. Sie sind jeweils links neben den einzelnen Displays zur Anzeige der Reglerfunktionen angeordnet. Die Ansteuerung der Leuchtdioden D 1 bis D 8 erfolgt in gleicher Weise wie eine 7-Segment-Anzeige einschließlich Dezimalpunkt.

Des weiteren ist in Abbildung 2 die Teilschaltung zur Abfrage der 27 Bedientasten dargestellt. Die Abfrage erfolgt über die Prozessoreingänge T 0 und T 1. Bei unbetätigten Tasten wird das Potential an diesen hochohmigen Eingängen mit 5 V durch die Widerstände R 53 und R 54 vorgegeben. Zur gegenseitigen Entkopplung sind die Dioden D 13 bis D 38 eingesetzt, während mit den Dioden D 39 bis D 43 die Adresse der seriellen Schnittstelle codiert wird. Die Abfrage der Eingänge T 0 und T 1 erfolgt synchron mit der Multiplexfrequenz und wird vom Prozessor der entsprechenden Funktion zugeordnet.

In der folgenden Ausgabe des ELV journal wird im dritten Teil dieser Artikelserie zunächst das Teilschaltbild der digitalen Steuerung einschließlich Prozessoreinheit beschrieben, anschließend der Leistungs- und Analogteil und abschließend die Seriell-Schnittstelle. Es folgt im vierten Teil die ausführliche Beschreibung des Nachbaus. ELV