

Akku-Lade-Meßgerät ALM 7002



Im zweiten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen detailliert die innovative Schaltungstechnologie dieses neuen mikroprozessorgesteuerten Akku-Lade-Meßgerätes vor.

Teil 2

Schaltung

Durch den Einsatz eines Mikroprozessors, eines hochintegrierten neuen Peripheriebausteins sowie eines modernen Ladecontrollers mit Step-Down-Wandler ist der Schaltungsaufwand für das neue ALM 7002 (Abbildung 1) gemessen an dem Leistungsspektrum sehr übersichtlich.

Sämtliche Funktionen des ALM 7002 werden über den Mikrocontroller des Typs 80C31 (IC 2) gesteuert. Im Gegensatz zur sonst üblichen Prozessorperipherie mit EPROM, RAM, Latch, Port-Expansion usw. ist im neuen ALM 7002 nur noch ein hochintegrierter Chip mit der Bezeichnung PSD311 als periphere Beschaltung des Controllers erforderlich.

Dieser, in einem 44poligen PLCC-Gehäuse untergebrachte PSD (programmable microcontroller peripherals) beinhaltet ein 256kBit-EPROM, ein 16kBit-statisches RAM (jeweils mit 120 ns Zugriffszeit), einen programmierbaren Adreßdecoder, 16 universell nutzbare IO-Pins sowie 2 PLDs mit insgesamt 40 Produkt-Terms und bis zu 16 Ein- und 24 Ausgängen.

Die Verbindung zwischen dem PSD311 und dem Mikroprozessor erfolgt über den gemultiplexten Adreß- und Datenbus des

Prozessor-Port 0 (Pin 32 bis Pin 39), über die 8 Leitungen des Prozessor-Port 2 sowie über die Steuerleitungen \overline{RD} , \overline{WR} , \overline{PSEN} und ALE.

Die Digit-Auswahl des im 7fach-Multiplexbetrieb arbeitenden 4stelligen 7-Segment-Displays und der 23 Einzelleuchtdioden erfolgt über PB 0 bis PB 6 des Peripherie-Bausteins, den Leitungstreiber IC 9 und die als Digit-Treiber fungierenden Transistoren T 1 bis T 7.

Zur Spannungsversorgung der Transistoren dient die unstabilierte Gleichspannung von 8 V, so daß der Spannungsregler im Netzteil nicht mit dem Displaystrom belastet wird.

Die Segment-Informationen gelangen vom PSD311 (Pin 14 bis Pin 21) auf die Eingänge des Segment-Treibers vom Typ ULN2803 (IC 4). Zur Segment-Strombegrenzung dienen in diesem Zusammenhang die Widerstände R 17 bis R 24.

Der an Pin 18 und Pin 19 des Controllers extern zugängliche Taktoszillator ist mit dem Quarz Q 1 und den beiden Keramikcondensatoren C 9 und C 10 beschaltet.

Die Abfrage der 9 Bedientaster des ALM 7002 erfolgt an Port 1.0 bis Port 1.5 des Prozessors (IC 2).

Das zum Backup der Bedienelemente

und zur Speicherung der letzten Daten bei einem Spannungsausfall erforderliche ferroelektrische EEPROM (IC 1) ist über den 2-Draht-Inter-IC-Bus (I²C) mit Port 3.4 und Port 3.5 des Single-Chip-Mikrocontrollers verbunden.

Das ALM 7002 nimmt nach einer Netzunterbrechung seine Tätigkeit unmittelbar nach Wiederkehr der Netzspannung exakt an der Stelle wieder auf, an der die Netzunterbrechung erfolgte. Die zuletzt gespeicherten Daten bleiben bei einem Netzausfall selbst über Jahre erhalten.

Um jedoch bei einem Netzausfall die Datensicherung im EEPROM vornehmen zu können, muß der Stromausfall bereits vor Zusammenbrechen der Betriebsspannung registriert werden. Diese Aufgabe übernimmt der mit dem Kollektor an Port 3.2 des Prozessors angeschlossene Transistor T 9 in Verbindung mit den externen Bauelementen C 13, R 27, R 52 sowie D 27 und D 28.

Mit IC 5 und externer Beschaltung wurde eine Watchdog-Schaltung zur Überwachung der Prozessor-Funktion realisiert. Solange die Multiplexansteuerung des Displays arbeitet, d. h. an PB 0 des PSD311 (IC 3, Pin 11) eine Frequenz anliegt, wird C 11 über das Schmitt-Trigger-Gatter IC 5 A ständig wieder entladen. Am Aus-

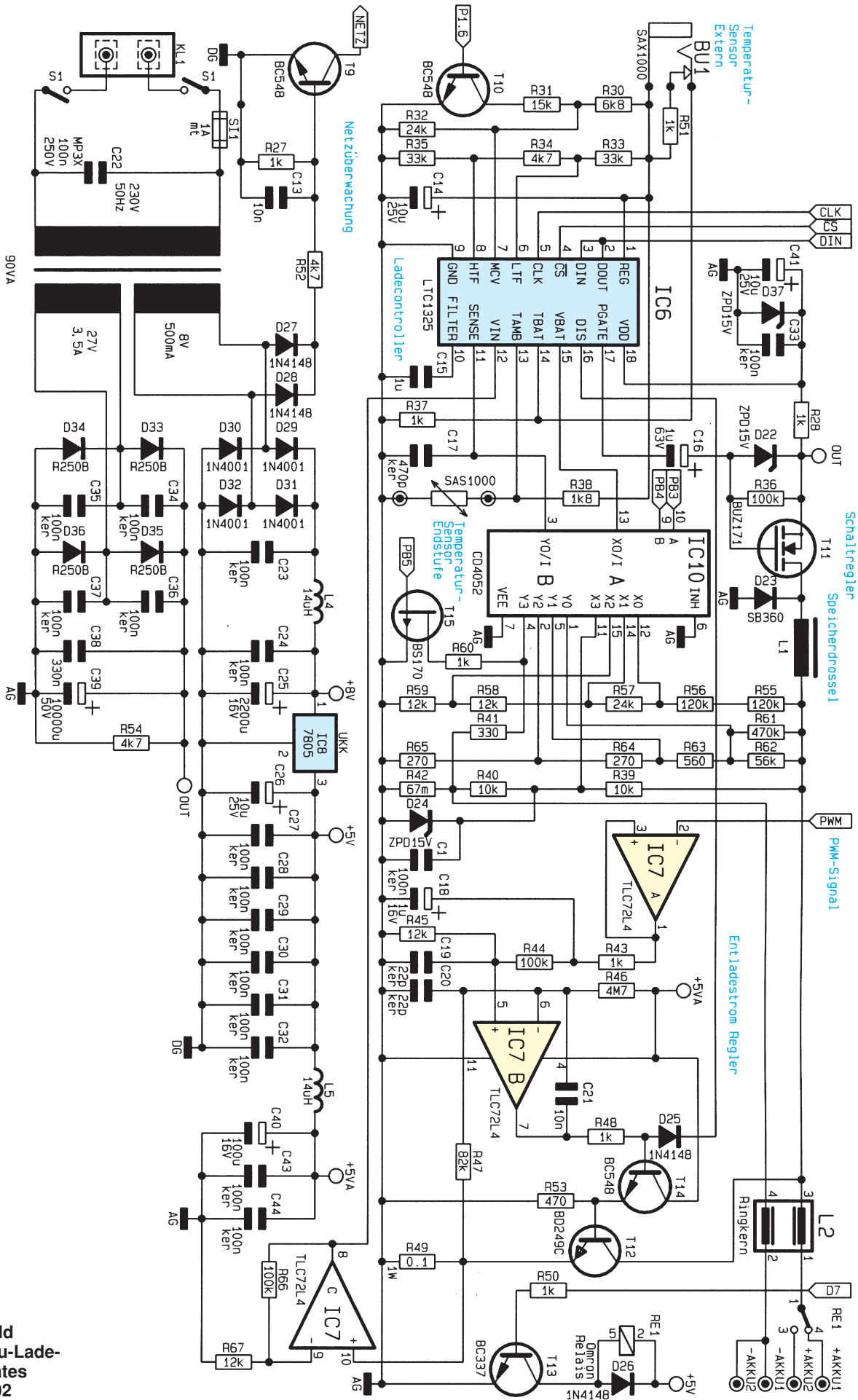
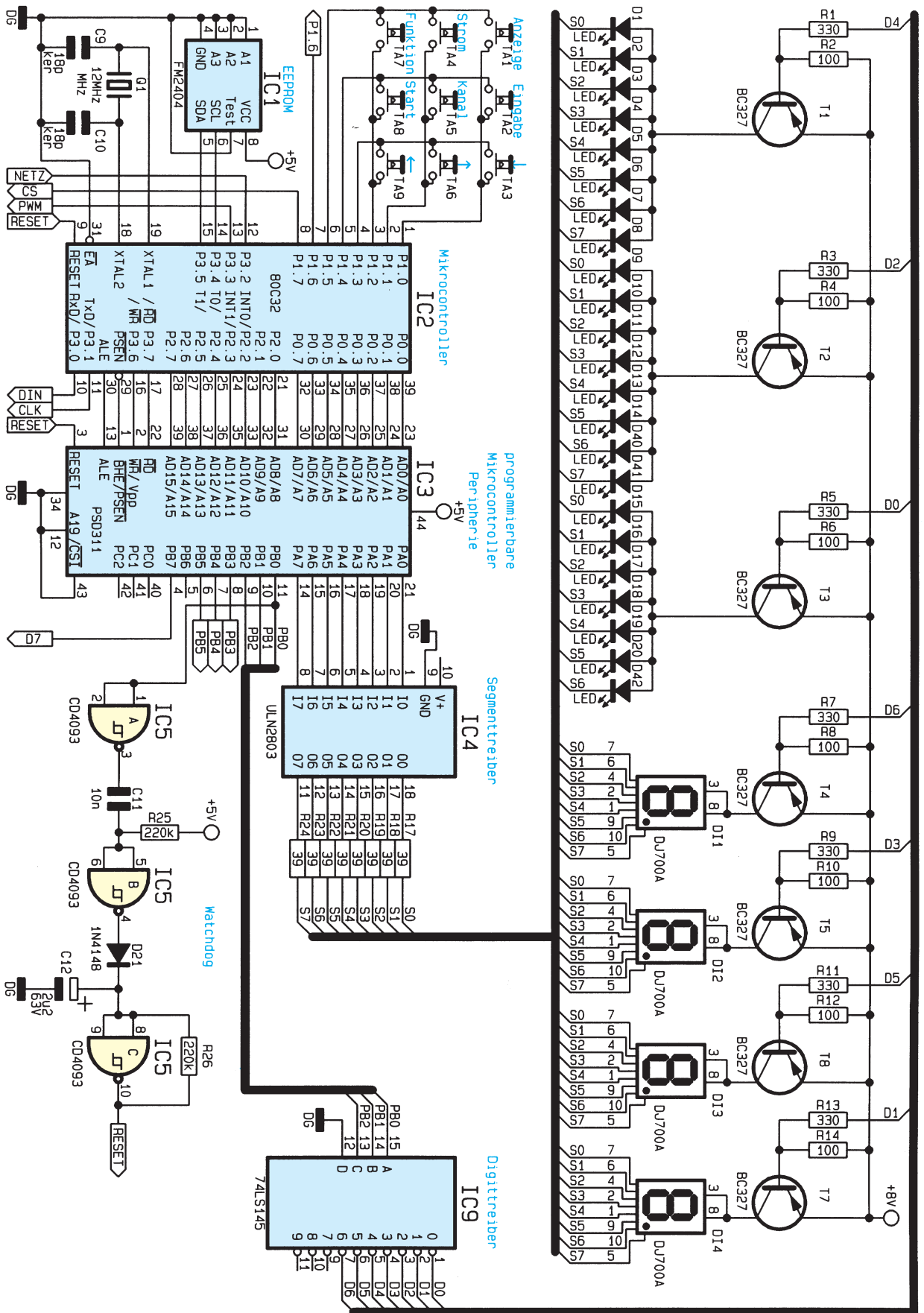


Bild 1:
Schaltbild
des Akku-Lade-
Meßgerätes
ALM 7002



gang des Gatters IC 5 B stellt sich ein High-Pegel ein, der über D 21 den mit IC 5 C aufgebauten Oszillator stoppt. Pin 10 und somit auch der Reset-Eingang des Prozessors führen Low-Pegel.

Sobald die Display-Ansteuerung nicht mehr arbeitet, gibt IC 5 B den Oszillator frei, und nach einem Reset des Controllers stellen sich die „normalen“ Betriebsbedingungen wieder ein.

Betrachten wir als nächstes die mit IC 7, T 12, T 14 und externen Komponenten realisierte Entladeschaltung des ALM 7002. Die Steuerung des Entladestroms des ALM 7002 übernimmt der Mikrocontroller durch ein pulsweiten-moduliertes Signal an Port 3.3. Das PWM-Signal des Prozessors gelangt über den Puffer-Verstärker IC 7 A auf das mit R 43 und C 18 aufgebaute R/C-Glied zur Mittelwertbildung. Die durch Integration gewonnene Steuergleichspannung wird anschließend über den Spannungsteiler R 44, R 45 dem nicht-invertierenden Eingang des mit IC 7 B aufgebauten Stromreglers zugeführt.

Die Freigabe des Entlade-Mode erfolgt durch ein High-Signal an Pin 16 des Ladecontrollers IC 6. Solange Pin 16 des IC 6 Low-Pegel führt, bleibt der Transistor T 14 über die Diode D 25 gesperrt.

Im Entlade-Mode wird eine dem Ausgangsstrom proportionale Meßspannung am Entlade-Shunt R 49 gewonnen und über

R 47 dem invertierenden Eingang des für die Entladestromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 7 B zugeführt. Dieser dem Entladestrom proportionale Ist-Wert wird mit dem integrierten PWM-Signal am nicht-invertierenden Eingang verglichen.

Der Ausgang des OPs (IC 7) steuert über R 48 den Emitterfolger T 14, und dieser wiederum den Endstufentransistor T 12, so daß der Regelkreis wieder geschlossen ist. R 46 dient zur leichten Vorspannung des invertierenden OP-Eingangs und C 21 zur Schwingneigungsunterdrückung. Hochfrequente Störeinflüsse werden mit C 19 und C 20 verhindert.

Zur Auswahl des ALM 7002 Lade- bzw. Entladekanals dient das Leistungsrelais RE 1. Die Aktivierung des Relais treibers T 13 erfolgt unter Prozessor-Kontrolle über PB 7 (Pin 4) des Peripheriebausteins.

Bevor wir uns mit dem Ladecontroller des Typs LTC1325 befassen, kommen wir erst zu der im unteren Bereich des Gesamtschaltbildes dargestellten Lade- und Betriebsspannungsversorgung des Akku-Lade-Meßgerätes.

Die 230V-Netzwechselspannung wird der Schaltung an den beiden Schraubklemmen KL 1 und KL 2 zugeführt und gelangt über den 2poligen Netzschalter S 1 und die Schmelzsicherung SI 1 auf die Primärwicklung des 100VA-Netztransformators.

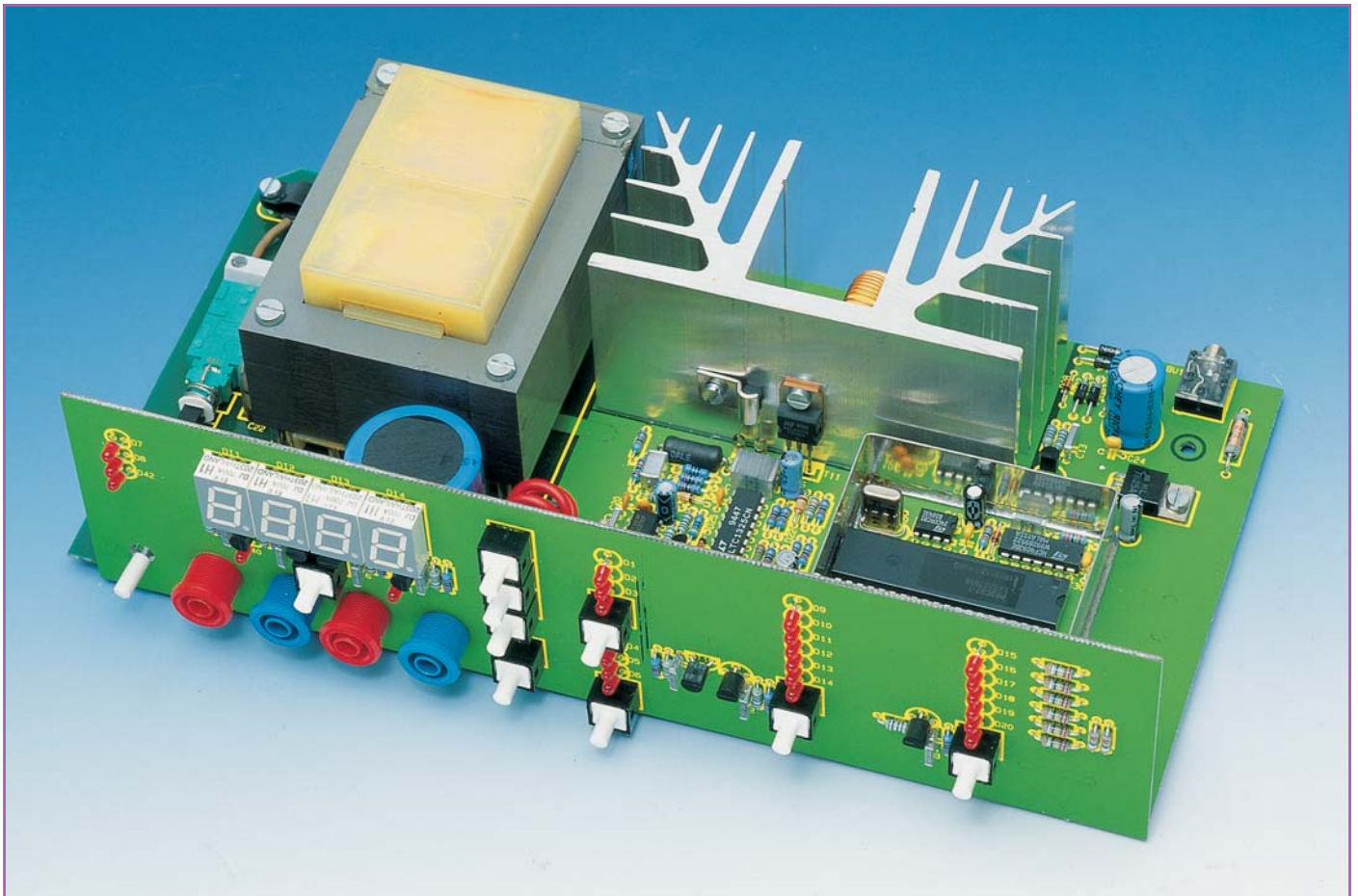
Die erste Sekundärwicklung gibt eine Wechselspannung von 8 V mit 500mA-Strombelastbarkeit ab und dient zur Speisung der gesamten digitalen und analogen Steuerelektronik des ALM 7002.

Nach der Gleichrichtung mit den als Brückengleichrichter arbeitenden Dioden D 29 bis D 31 gelangt die unstabilisierte Gleichspannung über die Entstördrossel L 4 auf den Pufferelko C 25 und Pin 1 des Festspannungsreglers IC 8. Ausgangsseitig liefert IC 8 eine stabilisierte Spannung von 5 V, die direkt zur Versorgung sämtlicher digitaler Baugruppen des Gerätes dient.

Während die Schwingneigung des Reglers mit C 26 verhindert wird, sind die Keramik Kondensatoren C 27 bis C 32 zur hochfrequenten Störabblockung direkt an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise angeordnet.

Die Spannung zur Versorgung der analogen Komponenten wird mit Hilfe des Siebgliebes L 5, C 40 aus der stabilisierten Versorgungsspannung gewonnen. Auch hier sind die HF-Abblock-Kondensatoren C 43 und C 44 direkt an den entspre-

Innenansicht des fertig aufgebauten ALM 7002 ohne Gehäuse



chenden Versorgungspins der ICs positioniert.

Zur Spannungsversorgung des Leistungsteils (PWM-Abwärts-Schaltregler) liefert die zweite Sekundärwicklung des Netztrafos eine Spannung von 27 V bei 3,5A-Strombelastbarkeit. Nach der Brückengleichrichtung mit D 33 bis D 36 nimmt der Pufferelko C 39 eine Glättung der un-stabilisierten, zur Versorgung des PWM-Schaltreglers dienenden Spannung vor. Störspitzen werden mit C 34 bis C 37 unterdrückt.

Im ALM 7002 übernimmt der neue softwaregesteuerte Battery-Management-Controller LTC1325 von Linear Technology eine Schlüsselfunktion. Dieses in einem 18poligen DIL-Gehäuse untergebrachte Low-Power-CMOS-Bauelement ist in sämtlichen Funktionen über die Software des Mikrocontrollers steuerbar, wobei eine Vielzahl von unterschiedlichen Akku-Typen, wie z. B. NC-, NiMH-, Blei- oder Blei-Gel-Akkus (Lead Acid) optimal ladbar sind. Neue zur Zeit wenig verbreitete Akku-Typen sind durch manuelle Eingabe der unterschiedlichen Parameter ebenfalls mit dem ALM 7002 ladbar.

Abbildung 2 zeigt die aufwendige chip-interne Struktur des LTC1325 von Linear Technology. Sämtliche zur intelligenten Akku-Ladung und -Überwachung erforderlichen Baugruppen sind in diesem Chip integriert. Ohne ständige Überwachung des Akku-Verhaltens ist keine Schnell-Ladung möglich, denn ohne Überwachung wird aus einer Schnell-Ladung in kürzester Zeit ein Überladen.

Die Kommunikation zwischen dem System-Mikrocontroller und dem Ladechip erfolgt über die serielle Schnittstelle (Pin 2 bis Pin 5) des LTC1325.

Neben einem programmierbaren 110kHz-PWM-Abwärts-Stromregler zur direkten Ansteuerung eines selbstsperrenden P-Kanal-Leistungs-FETs, sind ein 10Bit-A/D-Wandler, ein programmierbarer Spannungsteiler für die Akku-Spannungsüberwachung, eine Entlade-Steuerung, ein Timer, eine 3,072V-Referenzspannungsquelle sowie ein Akku-Interface zur Fehlererkennung integriert.

Aufgrund der Chip-internen Referenzspannungsquelle ist im gesamten ALM 7002 kein Abgleich erforderlich.

Doch nun zurück zum Gesamtschaltbild in Abbildung 1. Über insgesamt nur 3 Leitungen erfolgt die Verbindung zwischen Mikrocontroller und Ladechip. Während mit der fallenden Flanke des an Pin 5 des LTC1325 anliegenden Clock-Signals die Datenübertragung vom LTC1325 zum Mikroprozessor (IC 2) erfolgt, werden mit der steigenden Flanke des Taktsignals die Daten des Prozessors in den Ladechip übernommen. Die

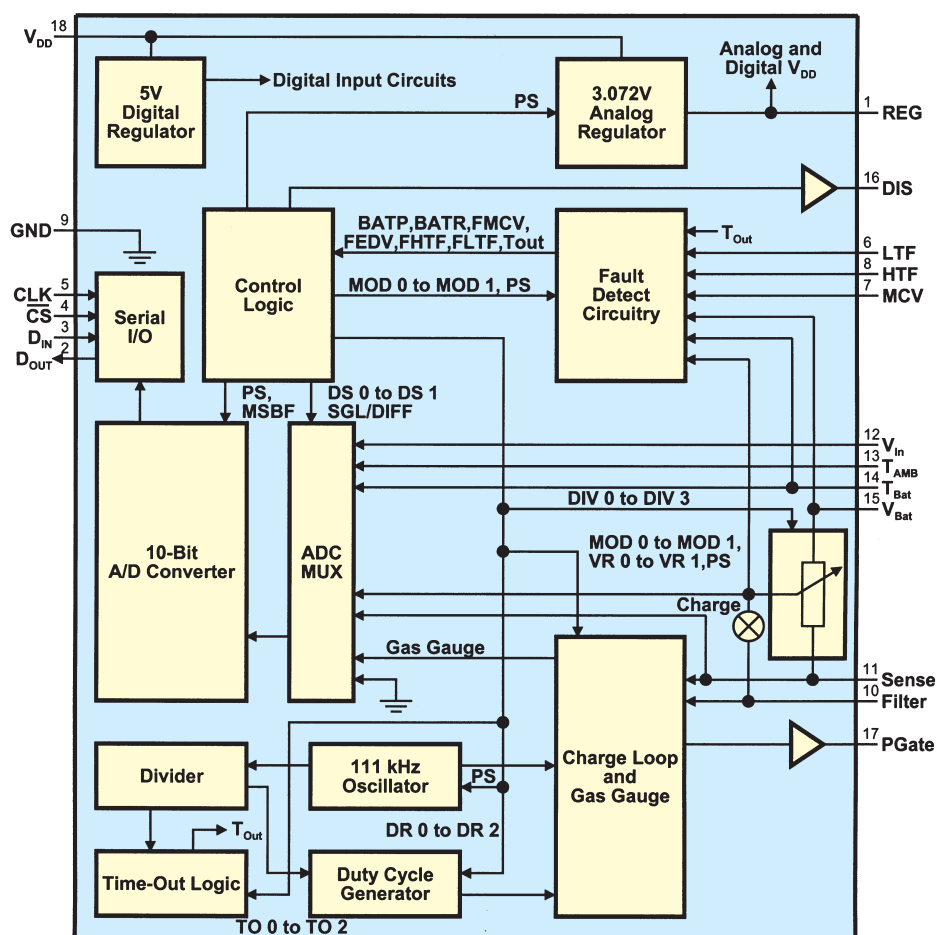


Bild 2: Chipinterne Struktur des LTC1325

Aktivierung des seriellen Interface erfolgt mit dem CS-Signal an Pin 4 des Bausteins.

Der PWM-Ausgang des in IC 6 integrierten Abwärts-Stromreglers steuert über C 16 den selbstsperrenden P-Kanal Leistungs-FET T 11. Neben dem mit 111 kHz getakteten Leistungs-FET (T 11) sind die Speicherdrossel L 1 und die Diode D 23 die wichtigsten Bauelemente des Step-Down-Wandlers. Solange T 11 durchgesteuert ist, fließt der Strom über die Speicherdrossel L 1 zum Akku bzw. Akkupack und über den Shunt-Widerstand R 42 zur Schaltungsmasse zurück.

Bei gesperrtem FET bleibt aufgrund der in L 1 gespeicherten Energie der Stromfluß über die Diode D 23 aufrechterhalten (Gegeninduktion). Der in den Akku hineinfließende Ladestrom ist neben der Versorgungsspannung vom Tastverhältnis des PWM-Signals abhängig. Über die Messung des am Shunt (R 42) auftretenden Spannungsabfalls ist der Regelkreis wieder geschlossen.

Die Erfassung des Akku-Spannungsverlaufs erfolgt über den Spannungsteiler R 39, R 40 an Pin 15 des LTC 1325.

Über einen an BU 1 und somit an Pin 14 des Chips anschließbaren externen Temperatursensor ist die Gehäusetemperatur eines extern angeschlossenen Akkus erfaßbar. Der an Pin 13 angeschlossene Temperatursensor des Typs SAS 1000 dient zur Überwachung der Endstufentemperatur (T 11, T 12).

Mit dem an Pin 6 und Pin 8 angeschlossenen Spannungsteiler wird ein zulässiges Temperaturfenster festgelegt, in dem die Super-Schnell-Ladung eines Akkus (4 x C) möglich ist. Im vorliegenden Fall ist die Dimensionierung so vorgenommen, daß der Ladevorgang in einem Temperaturbereich zwischen 15°C und 45°C ablaufen kann.

Die maximal zulässige Zellenspannung eines angeschlossenen Akkus wird an Pin 7 (MCV) des LTC1325 eingestellt und ist vom Akkutyp (NC, NiMH oder Blei-Akku) abhängig. Die Auswahl des Akkutyps wird vom Mikroprozessor (Port 1.6) über den als Schalter arbeitenden Transistor T 10 vorgenommen.

Wie bei getakteten Stromversorgungen üblich werden die Ausgangsleitungen des ALM 7002 durch einen Ringkern L 2 zur HF-Störunterdrückung geführt.

Im nächsten und zugleich abschließenden Teil dieser Artikelserie beschreiben wir ausführlich den Nachbau. **ELV**