



Akku-Lade-Center Teil 3

ALC 8000/ALC 8500 Expert

Die Eigenschaften, Ausstattungs- und Leistungsmerkmale der neuen ALC-Geräteserie lassen kaum noch Wünsche offen. Alle wichtigen Akku-Technologien werden unterstützt, und dank Flash-Speicher-Technologie sind die Geräte zukunftssicher. Nach der Beschreibung von Bedienung und Funktion kommen wir nun zur detaillierten Schaltungstechnik.

Blockschaltbild

Eine große Funktionsvielfalt und außergewöhnliche Leistungsmerkmale erfordern natürlich auch einen entsprechenden Schaltungsaufwand, so dass ein Blockschaltbild dabei hilfreich ist, sich einen ersten Überblick über die funktionellen Zusammenhänge der einzelnen Baugruppen zu verschaffen. Die grundsätzliche Funktionsweise des Gerätes lässt sich so am besten verdeutlichen.

Wie im Blockschaltbild (Abbildung 24) zu sehen ist, ist das zentrale Bauelement der ALC-Ladegeräte der 8-Bit-AVR-Mikrocontroller mit RISC-Architektur und vielen Sonderfunktionen. Ein besonderes Leistungsmerkmal ist der im System programmierbare 128-kBit-Flash-Speicher. Dadurch sind diese Ladegeräte für die Zukunft gerüstet, da spätere Firmware-Updates und -Upgrades kein Problem sind. Zukünftige Akku-Systeme oder -Erweiterungen können ohne Hardware-Änderungen implementiert werden.

Der zentrale Mikrocontroller kommuniziert mit einem weiteren Mikrocontroller (im Blockschaltbild oben), der für die Ansteuerung des Grafikdisplays und alle weiteren Anzeigeaufgaben zuständig ist.

Im Blockschaltbild links oben neben dem Hauptmikrocontroller ist ein Daten-Flash-Speicher eingezeichnet, der für die Datenloggerfunktion des ALCs zuständig ist. Hier können komplette Lade-/Entlade-Kurvenverläufe gespeichert werden, die auch nach dem Abschalten der Betriebsspannung erhalten bleiben.

Darunter befinden sich die Funktionsblöcke Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) und Bedientasten. Diese Komponenten sind direkt mit den entsprechenden Port-Pins des zentralen Mikrocontrollers verbunden. Der Drehimpulsgeber, in Verbindung mit der Menüsteuerung, sorgt für einen besonders hohen Bedienungskomfort.

Die USB-Schnittstelle (Block unterhalb der Bedientasten) dient zur Kommunikation mit einem externen PC. Zur Signalumsetzung ist auf dem USB-Modul ein spezieller Chip vorhanden, der wiederum über

Optokoppler (zur galvanischen Trennung) mit den entsprechenden Port-Pins des Mikrocontrollers verbunden ist.

Eines der wesentlichen Aufgaben des Mikrocontrollers ist die Steuerung der Lade-/Entlade-Endstufen. Nach der Aktivierung der Lade- und Entlade-Endstufen erfolgen auch sämtliche Sollwert-Vorgaben vom Mikrocontroller. Dazu steht für jeden Lade-/Entladekanal ein PWM-Signal (PWM 1 bis PWM 4) zur Verfügung. Durch Integration werden daraus in den Endstufen (im Blockschaltbild rechts) Steuer-Gleichspannungen gewonnen. Die schnelle Regelung innerhalb der Endstufen erfolgt hardwaremäßig durch Sollwert-Istwert-Vergleich.

Wie im Blockschaltbild der Endstufen zu sehen ist, sind im Minuszweig der Akku-Anschlüsse Shunt-Widerstände zur Lade-/Entladestromerfassung vorhanden. Sowohl die stromproportionalen Spannungen an den Shunt-Widerständen als auch die Akku-Spannungen werden dem im unteren Bereich des Blockschaltbildes eingezeichneten Analog-Multiplexer zugeführt.

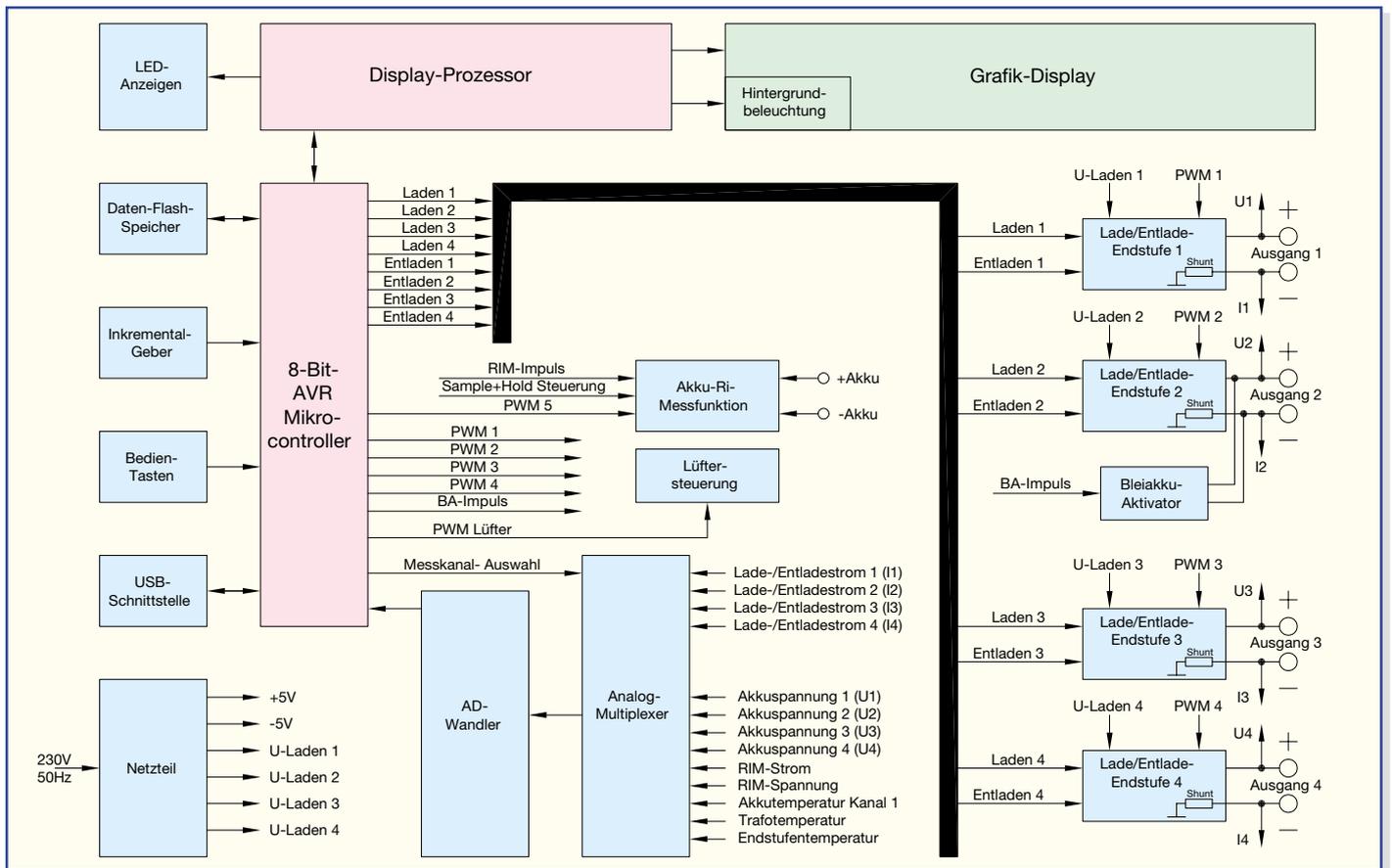


Bild 24: Blockschaltbild des ALC 8500 Expert

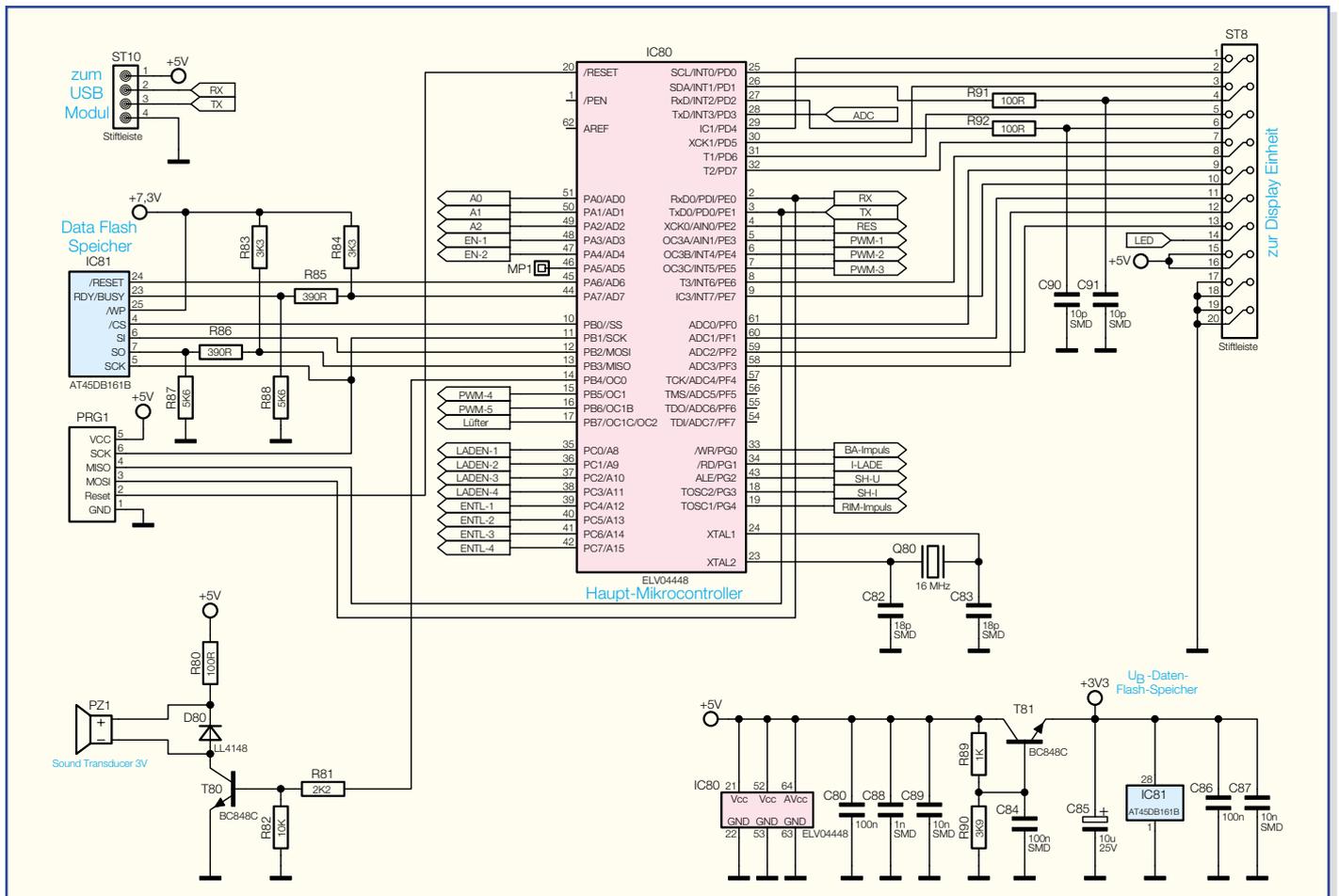


Bild 25: Haupt-Mikrocontroller mit zugehöriger Peripherie

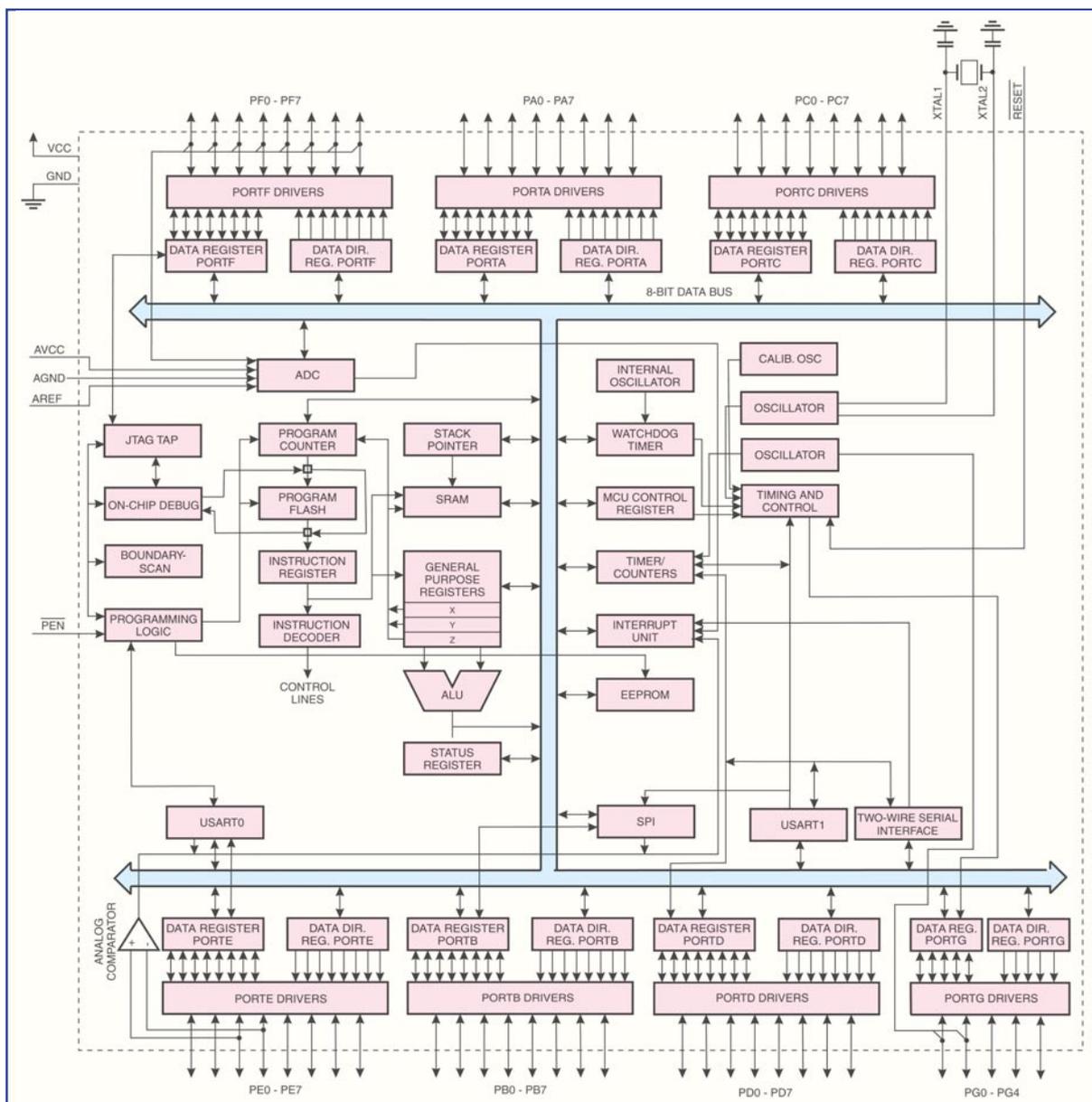


Bild 26: Interner Aufbau des ATmega 128

Weitere Signale, die dem Multiplexer zugeführt werden, sind die Strom- und Spannungswerte der Akku-Innenwiderstandsmessfunktion und proportionale Spannungen zur Endstufentemperatur, Trafotemperatur und der Temperatur des Akkus an Kanal 1 (sofern ein externer Sensor angeschlossen ist).

Gesteuert vom Hauptprozessor gelangt dann der jeweils gewählte Messwert auf den Eingang des Analog-Digital-Wandlers. Dieser Wandler setzt dann die analogen Messwerte mit hoher Auflösung in digitale Informationen für den Mikrocontroller um.

Zum Abtransport der Abwärme, insbesondere bei der Funktion „Entladen“, dient ein leistungsfähiges Kühlkörper-Lüfteraggregat. Die Lüfterdrehzahl wird vom Mikrocontroller mit Hilfe eines PWM-Signals proportional zur Kühlkörpertemperatur gesteuert.

Das unten links eingezeichnete Netzteil liefert alle innerhalb des ALCs benötigten

Betriebsspannungen, in dem neben den Spannungen für die analogen und digitalen Baugruppen auch die Ladespannungen der Endstufen erzeugt werden.

Schaltung

Aufgrund der Funktionsvielfalt und der außergewöhnlichen Leistungsmerkmale ist die Schaltung der neuen ALC-Geräte recht komplex, so dass die Gesamtschaltung in mehrere Teilschaltbilder aufgeteilt ist, die in sich geschlossene Funktionsgruppen bilden. Dadurch wird auch ein besserer Schaltungsüberblick erreicht.

Das ALC 8500 Expert und das ALC 8000 verfügen über identische Leiterplatten, bei der einfacheren Variante (ALC 8000) werden jedoch nicht alle Stufen bestückt. Bei der weiteren Schaltungsbeschreibung orientieren wir uns am voll ausgestatteten ALC 8500 Expert.

Zunächst kann eine grobe Aufteilung in einen Analogteil und einen Digitalteil er-

folgen, da sowohl analoge als auch digitale Baugruppen zum Einsatz kommen. Leistungsfähige Mikrocontroller übernehmen die Steuerung von sämtlichen Funktionen und vier getrennte Lade-/Entlade-Endstufen sorgen für die Ladung und Entladung der angeschlossenen Akkus.

Haupt-Mikrocontroller des Digitalteils

Die detaillierte Schaltungsbeschreibung beginnen wir mit dem Haupt-Mikrocontroller (mit zugehöriger Peripherie) in Abbildung 25. Dieser Controller kommuniziert mit einem weiteren Mikrocontroller, der für alle Anzeigefunktionen und für die direkte Steuerung des Displays zuständig ist.

Doch zuerst zum Haupt-Mikrocontroller, dessen interne Struktur in Abbildung 26 zu sehen ist. Hierbei handelt es sich um einen AVR-Controller mit 128 kBit (In-System-Programmable) Flash, wodurch die Updatefähigkeit des ALC 8500 Expert/ALC 8000 erst möglich ist.

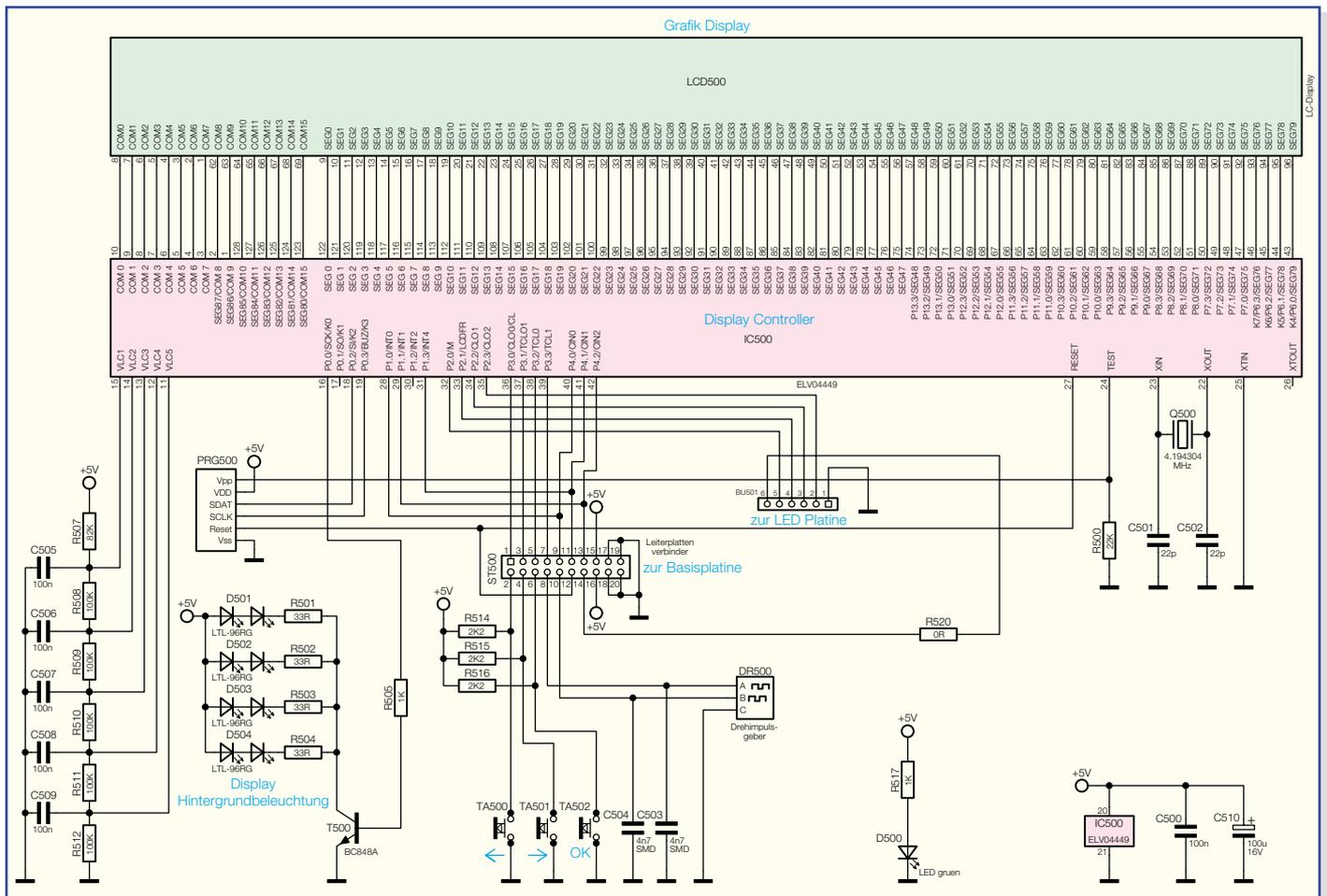


Bild 27: Displayeinheit des ALC 8000 und des ALC 8500 Expert

Neben dem Programm-Flash verfügt der Controller über eine ganze Reihe an weiteren Besonderheiten, wie auch anhand des Prozessor-Blockschaltbildes in Abbildung 26 verdeutlicht wird.

Neben dem Flash-Speicher sind 4 kBit S-RAM und 4 kBit EEPROM im Mikrocontroller integriert. Des Weiteren werden bis zu 64 kBit externer Speicher unterstützt.

Insgesamt stehen bei diesem Mikrocontroller 53 programmierbare Ein-/Ausgänge zur Verfügung, die vielseitig zu nutzen sind. Unter anderem sind 6 PWM-Kanäle mit einer programmierbaren Auflösung von 2 bis 16 Bit ein programmierbarer Watchdog-Timer mit On-Chip-Oszillator und ein 8-Kanal-10-Bit-A/D-Wandler (ADC) vorhanden.

An Besonderheiten ist ein interner kalibrierter RC-Oszillator, eine per Software selektierbare Taktfrequenz und ein integrierter Power-on-Reset mit programmierbarer Brown-out-Detection zu nennen. Doch nun zurück zum Mikroprozessor-Hauptschaltbild in Abbildung 25.

Der Taktoszillator des Mikrocontrollers ist an Pin 23 und Pin 24 extern zugänglich und mit dem 16-MHz-Quarz Q 80 sowie den Kondensatoren C 82, C 83 beschaltet.

Über Port PC 0 bis PC 7 werden direkt

die Lade-/Entlade-Endstufen gesteuert (aktiviert bzw. deaktiviert).

Zur Wärmeabfuhr ist das ALC 8500 Expert/ALC 8000 mit einem Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, wobei die Lüfterdrehzahl mit Hilfe eines PWM-Signals direkt vom Mikrocontroller (Port PB 7) gesteuert wird.

Die PWM-Signale PWM 1 bis PWM 4 (Pin 5 bis Pin 7 und Pin 15) dienen zur Lade-/Entladestromvorgabe.

Ein weiteres PWM-Signal (PWM 5) wird zur Einstellung des Stromimpulses bei der Akku-Innenwiderstandsmessung genutzt.

Der Impuls der Blei-Akku-Aktivatorfunktion wird an Port PG 0 (Pin 33) ausgegeben. Dieser alle 30 Sekunden auftretende Impuls von 100 µs Länge verhindert dann Sulfat-Ablagerungen an den Bleiplatten des Akkus.

Ein weiterer Impuls wird an Port PG 4 (Pin 19) des Mikrocontrollers ausgekoppelt, der zur Aktivierung des Stromimpulses für die Akku-Innenwiderstandsmessung dient. Die Signale SH-U und SH-I (Port PG 2 und PG 3) steuern die „Sample and Hold“-Glieder zur Strom- und Spannungsmessung bei der Akku-Innenwiderstands-Messfunktion.

Das Signal I-Lade an Pin 34 wird zur Polaritätsumschaltung im Zusammenhang

mit der Lade-/Entladestromerfassung genutzt.

Die vom Anlaog-Digital-Wandler kommenden Messwerte werden dem Mikrocontroller an Port PD 3 (Pin 28) zugeführt, wobei die Messwertauswahl über PA 0 bis PA 4 erfolgt. Über diese Port-Pins werden dann die Eingangs-Multiplexer des A/D-Wandlers gesteuert.

Für akustische Meldungen und Quit-tungstöne ist das ALC 8500 Expert mit einem Sound-Transducer (PZ 1) ausgestattet, der über PB 4 und den Treibertransistor T 80 mit einem Signal von ca. 2 kHz versorgt wird.

Der Programmieradapter PRG 1 ist ausschließlich zum Programmieren des Mikrocontrollers in der Produktion vorgesehen, während Software-Updates und -Upgrades über die USB-Schnittstelle des Gerätes erfolgen können.

Das potentialfreie (optisch isolierte) USB-Modul wird über die Steckverbindung ST 10 mit Port PE 0 und Port PE 1 (Pin 2, Pin 3) des Mikrocontrollers verbunden.

Zur Aufzeichnung von kompletten Lade-/Entlade-Kurvenverläufen ist das ALC 8500 Expert mit einem Datenlogger ausgestattet. Zur Datenspeicherung dient der 2-MBit-Flash-Speicher (IC 81). Da der

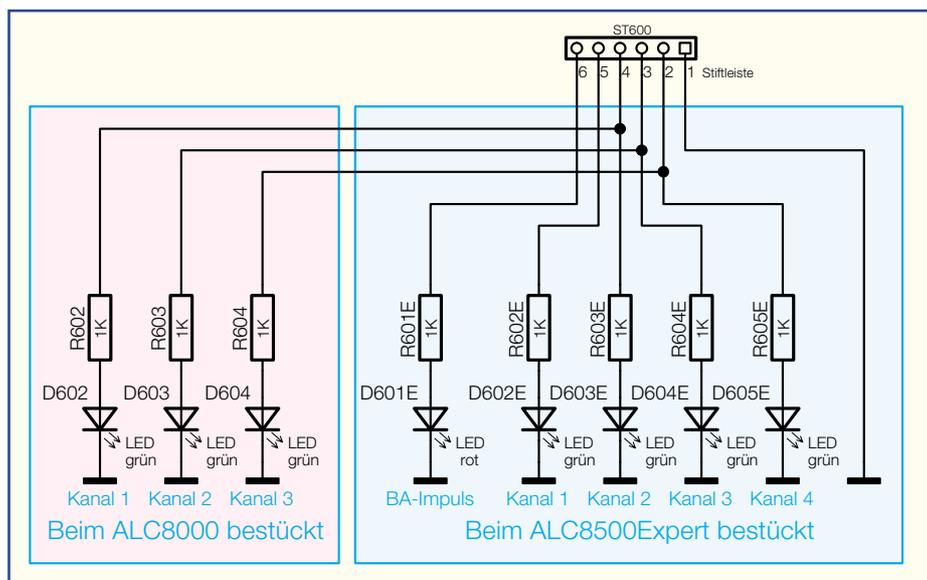


Bild 28: Zusätzliche LED-Kanal-Anzeigen des ALC 8000 (links) und des ALC 8500 Expert (rechts)

Baustein mit einer abweichenden Betriebsspannung von 3,3 V arbeitet, sind die Widerstände R 83 bis R 88 zur Amplitudenanpassung erforderlich. Die Betriebsspannung des externen Data-Flash-Speichers wird mit T 81 und externen Komponenten erzeugt. Der Speicher und die zugehörigen Bauelemente sind beim ALC 8000 nicht bestückt.

Um hochfrequente Störeinflüsse zu vermeiden, sind der Mikrocontroller und der externe Speicher mit entsprechenden Staffelblockungen (C 80, C 86, C 87, C 89) direkt an den entsprechenden Versorgungspins beschaltet.

Wie bereits erwähnt, steht für alle Anzeigeaufgaben ein weiterer Mikrocontroller zur Verfügung, der über die Steckverbindung ST 8 mit dem Hauptprozessor verbunden ist. Über diesen Steckverbinder sind auch die Bedienelemente des ALCs an den Hauptprozessor angeschlossen.

Displayeinheit

In Abbildung 27 ist die Displayeinheit des ALC 8500 Expert/ALC 8000 dargestellt. Die wesentlichen Komponenten sind hier das ALC-Spezialdisplay (LCD 500) mit 16 COM- und 80 Segmentleitungen und der Mikrocontroller IC 500, der direkt mit den COM- und Segmentanschlüssen des Displays verbunden ist. Allein Abbildung 27 dargestellten Komponenten befinden sich auf der Frontplatte des ALCs.

Zur Takterzeugung sind Pin 22 und Pin 23 mit einem 4,19-MHz-Quarz und den Kondensatoren C 501, C 502 beschaltet.

Die Spannungsteilerkette R 507 bis R 512 mit den zugehörigen Abblockkondensatoren (C 505 bis C 509) dient zur Display-Kontrasteinstellung.

Wie beim Hauptprozessor dient auch beim Displaycontroller der Programmier-

anschluss PRG 500 ausschließlich zum Programmieren des Mikrocontrollers in der Produktion.

Die Displayhinterleuchtung des ALCs besteht aus vier Side-Looking-Lamps (D 501 bis D 504). Aktiviert wird die Hinterleuchtung über den Transistor T 500, der direkt vom Displaycontroller (Port 0.0) gesteuert wird. Die Widerstände R 501 bis R 504 dienen in diesem Zusammenhang zur Strombegrenzung.

Wie bereits erwähnt, werden die Anschlüsse der Bedientaster TA 500 bis TA 502 sowie des Drehimpulsgebers DR 500 über ST 500, ST 8 direkt zum Haupt-Mikrocontroller der Basisplatte geführt.

Über die Buchse BU 501 der Displayeinheit sind die in Abbildung 28 dargestellte Kanal-LED-Anzeige und die LED zur Anzeige des Blei-Akku-Aktivator-Impulses mit dem Display-Prozessor verbunden. Auf der zusätzlichen Anzeigeplatine sind ausschließlich die LEDs mit den zugehörigen Strombegrenzungswiderständen untergebracht.

USB-Schnittstelle

Die USB-Schnittstelle des ALC 8500 Expert/ALC 8000 basiert auf dem ELV-USB-Modul UO 100, welches bereits in verschiedenen ELV-Anwendungen zum Einsatz kommt. Dieses Modul stellt das Bindeglied zwischen dem ALC und dem extern angeschlossenen PC dar, wobei durch den Einsatz von Optokopplern eine galvanische Trennung zwischen den Geräten besteht. Die Spannungsversorgung des Moduls erfolgt dabei aus der USB-Schnittstelle des PCs. Nach dem Verbinden mit dem USB-Host (PC) meldet sich das Modul und somit das ALC, wie bei USB-Geräten üblich, automatisch an. Das Be-

triebssystem meldet sich dann mit „neue Hardware-Komponente gefunden“, und als Bezeichnung des gefundenen Peripherie-Gerätes erscheint „ALC 8xxx“. Diese Bezeichnung ist werksseitig im EEPROM des Moduls abgelegt.

Nach der automatischen Erkennung startet der „Assistent für das Suchen neuer Hardware“, und die Installation des Treibers für das ALC kann erfolgen.

Die Schaltung des im ALC 8500 Expert eingebauten USB-Moduls ist in Abbildung 29 zu sehen. Das Modul basiert auf einem Schnittstellenwandler, der die gesamte Konvertierung der Datensignale nach RS 232 vornimmt. Zur Mikrocontroller-Einheit des ALCs sind nur die beiden Leitungen TXD und RXD erforderlich.

Der Schnittstellenwandler des Typs FT8U232 wird über Pin 7 und Pin 8 mit dem USB-Port des PCs verbunden, wobei die Widerstände R 9, R 10 zur Anpassung dienen. Außerdem wird dadurch ein gewisser Schutz der IC-Eingänge erreicht.

Die RS-232-Signale stehen an den entsprechend bezeichneten Ausgängen (Pin 18 bis Pin 25) zur Verfügung, wobei in unserem Fall nur die Signale RXD (Pin 24) und TXD (Pin 25) genutzt werden.

Trotz der komplexen Abläufe innerhalb des ICs ist die externe Beschaltung gering, die im Wesentlichen aus der Zuführung der Betriebsspannung, einer Reset-Schaltung, einem Quarz und einem EEPROM besteht.

Wie bereits erwähnt, kommt die Betriebsspannung des Umsetzers vom USB-Port des PCs, wobei aber unbedingt aus EMV-Gründen eine sorgfältige Störunterdrückung direkt an den IC-Pins des Moduls erforderlich ist.

Als erste Entstörmaßnahme im Spannungsbereich dient das mit L 1 und mit C 9 bis C 12 aufgebaute Filter. C 1 dient dabei zur Pufferung am Spannungseingang. An den Versorgungspins des Wandlers (IC 2) sind Staffelblockungen zur Störunterdrückung (C 7, C 8, C 13, C 14, C 17, C 18) vorhanden. Eine von der digitalen Versorgung über R 1, C 4, C 5 entkoppelte Spannung dient zur Versorgung des internen Oszillators an Pin 30.

Die Reset-Schaltung ist mit dem Transistor T 1 und seiner Beschaltung, bestehend aus R 6, R 11, R 12 und C 19, realisiert. Im Einschaltmoment sorgt der Kondensator C 19 dafür, dass der Transistor gesperrt ist und der Reset-Eingang (Pin 4 von IC 2) auf „low“ liegt. Somit wird das IC in einen definierten Einschaltzustand versetzt. Weniger als eine Millisekunde, nachdem die 5-V-Betriebsspannung ansteht, ist der Kondensator so weit geladen, dass T 1 durchschaltet und so den Reset aufhebt.

Das Taktsignal für IC 2 wird mittels des

Bild 29: Schaltung des im ALC 8000/ALC 8500 Expert verwendeten galvanisch getrennten USB-Moduls

Quarzes Q 1 und der Lastkondensatoren C 2 und C 3 generiert. Der hier erzeugte 6-MHz-Takt wird IC-intern durch entsprechende Vervielfacher auf maximal 48 MHz hochgetaktet.

In dem als EEPROM ausgelegten Speicher IC 1 sind die Erkennungsdaten des USB-Moduls abgelegt. Mit diesen Daten kann das Modul vom angeschlossenen PC-System eindeutig identifiziert werden. Hinterlegt sind die Vendor-ID (Hersteller-Identifikation), die Product-ID (Produkt- oder Geräte-Identifikation), der „Product Description String“ (Produktname) und die Seriennummer. Die Kommunikation zwischen dem USB-Controllerbaustein IC 2 und dem EEPROM erfolgt über eine so genannte Microwire-Verbindung. Drei „Verbindungsleitungen“ sind hierfür notwendig: „CS“ = Chip Select, „SK“ = Clock und „Din“, „Dout“ = Datenein- und -ausgang.

Mit diesen wenigen Bauteilen ist das IC schon voll funktionsfähig. Zur Signalisierung der Sende- bzw. Empfangsaktivität (Tx und Rx) auf der RS-232-Schnittstelle befinden sich zusätzlich noch die beiden LEDs D 1 und D 2 auf dem Modul.

Das TXT-Signal des Wandlerbausteins wird auf den Treibertransistor T 2 gekoppelt, in dessen Kollektorzweig sich die im Optokoppler IC 4 integrierte Sendediode und der Strombegrenzungswiderstand R 15 befinden. Auf der Transistorseite steht das Signal dann galvanisch entkoppelt zur Verfügung und wird danach mit dem nachgeschalteten Schmitt-Trigger-Gatter IC 5 C aufbereitet.

Die vom Mikrocontroller des ALC kommenden Informationen gelangen zunächst auf das Gatter IC 5 B und dann auf den mit IC 5 A, IC 5 D aufgebauten Treiber für die in IC 3 integrierte Sendediode.

Der Transistor des Optokopplers IC 3 liefert die vom ALC kommenden Informationen galvanisch entkoppelt zum Schnittstellenbaustein (IC 2).

Auf der ALC-Seite wird die Sendediode von IC 3, das Schmitt-Trigger-Gatter IC 5 und der Transistor des Optokopplers IC 4 mit einer über ST 1, Pin 11 zugeführten Spannung versorgt. Hier dienen C 22 bis C 24 zur Störunterdrückung und C 25 zur Pufferung.

Im nächsten Teil setzen wir die Beschreibung der umfangreichen Schaltung fort.

