

Akku-Lade-Center ALC 7000 Expert

Dieses mikroprozessorgesteuerte Mehrfach-Ladegerät mit hinterleuchtetem LC-Display ist besonders auf die Bedürfnisse im Modellbau-Bereich, - und da, wo mehrere unterschiedliche Akkus bzw. Akkupacks gleichzeitig benötigt und somit geladen werden sollen, zugeschnitten. Verschiedene Funktionen und Programmabläufe ermöglichen dabei die umfassende Akkupflege.

Allgemeines

Akkus und insbesondere auch Akkupacks, sind die Grundvoraussetzung für mobile Geräte und somit in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens zu finden. Ohne geeignete wieder aufladbare Energiespeicher wäre die heute selbstverständliche Mobilität im Konsumer- und Kommunikationsbereich undenkbar, da Primärzellen (Batterien) teuer und somit für viele Anwendungen nicht akzeptabel sind. Als weitere Bereiche, wo ohne wieder aufladbare Akkusysteme nichts „läuft“, sind der Modellbaubereich und viele Elektrowerkzeuge zu nennen.

Nickel-Cadmium(NC)- und Nickel-Metallhydrid(NiMH)-Akkus spielen dabei nach wie vor eine dominierende Rolle, insbesondere dann, wenn hohe Entladeströme benötigt werden. Im „Hochstrombereich“ kommen dabei besonders die Stärken des altbekannten Nickel-Cadmium-

Akkus zum Tragen. Der geringe Innenwiderstand, die flache Entladecharakteristik und die Schnell-Ladefähigkeit sind dabei besonders zu nennen.

Die volle Leistungsfähigkeit eines Akkus bzw. eines Akkupacks bleibt jedoch nur bei entsprechender Pflege erhalten. Überladung und Tiefentladung haben einen besonders schädigenden Einfluss auf die Lebensdauer der Energiespeicher.

Ladegeräte, die zum Lieferumfang vieler Geräte gehören, sind häufig aus Kostengründen ohne jegliche „Intelligenz“ und tragen somit nicht zur langen Lebensdauer der zugehörigen Akkus bei. Aber auch im Modellbaubereich wird oft die Lebensdauer der zum Teil recht teuren Akkupacks durch ungeeignete Lademethoden stark reduziert. Dadurch wird meistens nur ein Bruchteil der maximal möglichen Lade-/Entladezyklen eines Akkus erreicht. Wenn man diese Aspekte bedenkt, macht sich die Anschaffung eines guten Ladegerätes meistens schnell bezahlt.

Das hier vorgestellte ALC 7000 Expert ist besonders auf die Anwender zugeschnitten, die mehrere Akkupacks gleichzeitig einsetzen bzw. pflegen möchten.

Das Gerät verfügt über vier Ladeausgänge, an denen die Akkus gleichzeitig anschließbar sind. Da die beiden Hochstrom-Ausgänge sequenziell arbeiten, sind maximal drei Akkus gleichzeitig aktiv. So können zum Beispiel in einer Modellbau-Anwendung der Sendeakku, der Empfängerakku und der Fahrakku gleichzeitig geladen werden. Für bestmögliche Ladeergebnisse erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akkutyp gehörenden Ladekurve mit 14 Bit Genauigkeit.

Die beiden Hochstromausgänge arbeiten zur Verringerung der Verlustleistung mit einem sekundär getakteten Schaltregler.

Besonders wichtig ist die sichere Lade-Enderkennung, die nach der zuverlässigen Methode der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve erfolgt. Wenn

über mehrere Messzyklen am Akku eine Spannungsdifferenz von 3 mV (je Zelle) oder größer registriert wird, schaltet der entsprechende Kanal auf Erhaltungsladung um.

Damit Übergangswiderstände an den Anschlussklemmen das Messergebnis nicht negativ beeinflussen, erfolgt die Messung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Eine Frühabschaltung bei überlagerten oder tiefentladenen Akkus wird durch eine zusätzliche Pre-Peak-Erkennung sicher verhindert.

Sehr empfindlich reagieren die meistens mit höherer Kapazität angebotenen Nickel-Metall-Hydrid-Akkus auf Überladung. Dafür kommt es bei diesem Akkutyp nicht zu dem bei NC-Akkus häufig auftretenden Memory-Effekt. Lange Benutzungspausen mit direkt anschließender Aufladung (ohne Vorentladung) und Teilentladungen mit ständiger Nachladung sind die Ursachen für den Memory-Effekt bei NC-Zellen. Der Elektrolyt kristallisiert dann an den Elektroden aus und behindert so den Elektronenfluss in der Zelle. Durch mehrmaliges Entladen/Laden kann häufig die volle Kapazität des Akkus bzw. Akkupacks zurückgewonnen werden.

Ein Ladegerät, das nur über eine einfache Ladefunktion verfügt, ist daher zur optimalen Akkupflege nicht ausreichend. Beim ALC 7000 Expert sorgen unterschiedliche Programme zur Akkupflege für eine lange Akku-Lebensdauer. Der Prozessor kann dabei für jeden Ladeschacht unterschiedliche Programme gleichzeitig ausführen.

Neben der Funktion „Laden“ und „Entladen“ ist das Gerät auch in der Lage, die Akku-Kapazität zu ermitteln. Ein großes, hinterleuchtetes LC-Display zeigt die Akkuspannung, den Lade- bzw. Entladestrom und gegebenenfalls die entladene Kapazität an. Des Weiteren sind auf dem Display alle wichtigen Statusinformationen abzu lesen.

Ein besonders komfortables Bedienkonzept mit graphischer Anzeige der jeweils ausgewählten Funktion macht im Grunde genommen eine Bedienungsanleitung überflüssig.

Zur Abfuhr der Verlustwärme im Entladebetrieb ist das ALC 7000 Expert mit einem innen liegenden Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, und eine ständige Temperatur-Überwachung an den Endstufen schützt das Ladegerät in jeder Situation vor Überlastung.

Eine RS-232-Schnittstelle an der Geräterückseite dient zum Anschluss des ALC 7000 Expert an einen PC, wo sämtliche Messdaten der vier Ausgangskanäle abgespeichert werden können. Des Weiteren sind alle Funktionen des ALC 7000

Expert vom PC aus steuerbar und die Lade-/Entladekurven in grafischer Form darstellbar.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung des ALC 7000 Expert erfolgt besonders komfortabel mit 7 Tasten (plus Ein/Ausschalter), wobei sämtliche gewählten Funktionen auf dem hinterleuchteten LC-Display in graphischer Form angezeigt werden.

Für jeden Ladekanal steht auf der Frontseite des Gerätes ein Buchsenpaar zum Anschluss der zu ladenden Akkus bzw. Akkupacks zur Verfügung.

Die beiden sequenziell arbeitenden Ladekanäle 1 und 2 sind dabei für Ladespannung bis 30 V und maximale Ausgangsströme bis 3,5 A ausgelegt. Der zur Verfügung stehende Ausgangsstrom richtet sich dabei nach der Zellenzahl des angeschlossenen Akkus. So steht der Ausgangsstrom von 3,5 A bis zu einer Akku-Nennspannung von 7,2 V zur Verfügung. Bei 12-V-Akku-Nennspannung beträgt der Maximalstrom noch 2,4 A, während bei einem 20-zelligen Akku mit 24-V-Nennspannung max. 1,2-A-Ausgangsstrom zur Verfügung stehen. Die Endstufe dieser beiden Ausgänge arbeitet mit einem PWM-Schaltregler.

Die Ladeausgänge 3 und 4 arbeiten mit linearen Endstufen bis maximal 15-V-Ausgangsspannung, entsprechend 12-V-Akku-Nennspannung. Dabei teilt sich der maximal mögliche Ladestrom von 1 A auf die beiden gleichzeitig arbeitenden Ausgänge auf. Wird zum Beispiel für Kanal 3 ein Ladestrom von 500 mA programmiert, so stehen für Kanal 4 ebenfalls 500 mA zur Verfügung. Kanal 4 kann hingegen 800 mA liefern, wenn Kanal 3 nur mit 200 mA belastet wird.

Jeweils im Bereich der Ausgangsbuchsen zeigt eine Leuchtdiode an, ob der zugehörige Kanal aktiv arbeitet oder nicht. Das ALC 7000 Expert ist zum Laden von Nickel-Cadmium(NC)- und Nickel-Metallhydrid(NiMH)-Akkus geeignet. Die Ausgangskanäle 1 und 2 können Akkus mit Nennspannungen bis 24 V laden, während für Kanal 3 und 4 die maximal zulässige Akku-Nennspannung 12 V beträgt.

Grundeinstellung

Das ALC 7000 Expert wird mit dem links unten angeordneten Netzschalter eingeschaltet, worauf die darüber angeordnete Kontroll-LED die Betriebsbereitschaft signalisiert. Die Stromversorgung erfolgt direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz bei maximal 70-VA-Leistungsaufnahme. Nach dem Einschalten erfolgt zunächst eine kurze Initialisierungphase, in der der

Mikrocontroller alle zur Verfügung stehenden Segmente aktiviert (Abbildung 1). Danach wird die zuletzt genutzte und abgespeicherte Gerätekonfiguration (vor dem Ausschalten) wieder übernommen, da zum Speichern der letzten Daten bei einem Spannungsausfall ein ferroelektrisches EEPROM integriert ist.

Tritt eine Spannungsunterbrechung (Netzausfall) während eines Bearbeitungsvorgangs auf, so nimmt das ALC 7000 Expert seine Tätigkeit wieder unmittelbar nach Wiederkehr der Netzspannung auf.

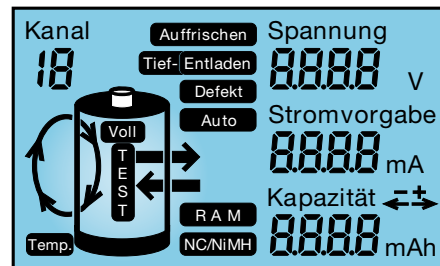


Bild 1: Anzeige aller zur Verfügung stehender Segmente

Eingabe der Akku-Daten

Sobald ein Akku an ein Ausgangsbuchsenpaar eines Ladekanals angeschlossen wird, erkennt dies der Mikroprozessor des ALC 7000 Expert und aktiviert diesen Kanal mit der zugehörigen Display-Anzeige. Wird hingegen die Programmierung eines anderen Kanals mit angeschlossenen Akku gewünscht, so ist die Taste „Kanal“ so oft zu betätigen, bis die Kanalnummer im Display erscheint.

Nach einer kurzen Betätigung der Taste „Eingabe“ wird das Gerät in den Eingabemodus für die Akku-Nennkapazität umgeschaltet. Auf dem Display ist dann nur noch die zuletzt für diesen Kanal programmierte Nennkapazität mit dem Eingabesymbol zu sehen. Im Bereich der Akku-Nennkapazität erstreckt sich der zulässige Einstellbereich von 0,01 Ah bis 99,99 Ah.

Mit den Cursor-Tasten ist der eingestellte Wert dann auf folgende Weise veränderbar:

Zunächst blinkt die niederwertigste rechte Stelle der Kapazitätsanzeige. Mit Hilfe der Pfeiltasten „↑“ und „↓“ erfolgt nun die Einstellung des Zahlenwertes für dieses Digit. Danach wird mit der „←“-Taste auf die nächste Stelle (2. von rechts) umgeschaltet, die daraufhin blinkt. Nach der Zifferneinstellung mit den Tasten „↓“ und „↑“ wird dann zur nächsten Stelle weitergestellt, bis die Nennkapazitätseingabe abgeschlossen ist. Zum Korrigieren des gerade eingestellten Kapazitätswertes ist die Taste „←“ so oft zu betätigen bis die zu ändernde Stelle blinkt, und mit den Tasten „↓“ und „↑“ wird der neue Zahlenwert

eingestellt. Abgeschlossen wird die Nennkapazitäts-Eingabe mit einer kurzen Betätigung der Eingabetaste. Das Programm schaltet dann auf den nächsten Menüpunkt zur Vorgabe der Akku-Nennspannung weiter.

In den meisten Fällen ist hier überhaupt keine Eingabe erforderlich, da der Prozessor den Spannungswert anhand der am angeschlossenen Akku gemessenen Spannung automatisch ermittelt. Korrekturen sind nur dann erforderlich, wenn der Prozessor den Wert aufgrund von zu großen Spannungsabweichungen, z. B. bei einem tiefentladenen Akku, nicht richtig ermitteln kann.

Mit den Cursor-Tasten „↓“ und „↑“ ist die Spannungsvorgabe in 1,2-V-Schritten veränderbar. Wird zuerst die „←“ Taste betätigt, so ist anstatt der Akkuspannung die Zellenzahl einzugeben. Nach einer erneuten, kurzen Betätigung der Eingabetaste wird die eingestellte Akku-Nennspannung übernommen und das Gerät springt in den Betriebsmode zur Lade-/Entladestromvorgabe.

Stromvorgabe

Die Programmierung des Lade- und Entladestromes erfolgt analog zu der Nennkapazitätseinstellung mit den Cursor-Tasten. Wir beginnen dabei mit dem Ladestrom, wobei auf dem Display „Stromvorgabe“ und der Zahlenwert des zuletzt für diesen Kanal programmierten Ladestromes abzulesen ist.

Mit einer weiteren Betätigung der Eingabetaste ist dann die Vorgabe des Entladestromes möglich. Neben „Stromvorgabe“ und dem Zahlenwert erscheint zusätzlich auf dem Display „Entladen“. Nach Einstellung des Zahlenwertes in der gleichen Weise wie beim Ladestrom wird mit der Eingabetaste die komplette Eingabe der Akku-Daten abgeschlossen.

Programme zur Akku-Pflege

Das Mehrfach-Ladegerät ALC 7000 Expert ist mit umfangreichen Funktionen zur Akku-Pflege ausgestattet. Die Auswahl der gewünschten Funktion erfolgt mit Hilfe der Taste „Funktion“. Auch hier schaltet jeder Tastendruck zur nächsten Funktion weiter, wobei die Anzeige mit eindeutigen graphischen Symbolen im Display erfolgt.

Laden

In dieser Funktion führt das Gerät eine Ladung des angeschlossenen Akkus gemäß der eingestellten Werte durch. Vor Ladebeginn ist keine Entladung erforderlich, trotzdem wird der Akku unabhängig von einer eventuell vorhandenen Restladung auf 100% seiner tatsächlichen Kapazität aufgeladen. Neue Akkus können dabei zum Teil mehr als die angegebene Nennkapazität speichern, während ältere Akkus diese nicht mehr erreichen.

Nach Eingabe der Akku-Daten und Auswahl der Funktion LADEN wird der Ladevorgang mit der „Start/Stop“-Taste aktiviert. Solange der angeschlossene Akku geladen wird, leuchtet die zum jeweiligen Kanal gehörende Kontroll-LED. Wenn der Akku bzw. der Akkupack seine maximal speicherbare Kapazität erreicht hat, zeigt das Display „VOLL“ und die grüne Kontroll-LED über den zugehörigen Anschlussbuchsen erlischt. Nun erfolgt eine zeitlich unbegrenzte Impuls-Erhaltungsladung, um durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste wieder auszugleichen. So darf der Akku für unbegrenzte Zeit am eingeschalteten Ladegerät angeschlossen bleiben.

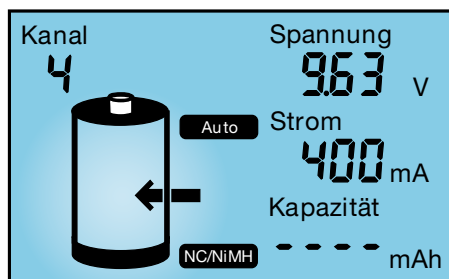


Bild 2: Laden

Entladen

Ausgehend vom Lademode wird durch einmaliges Betätigen der Taste „Funktion“ auf Entladen umgeschaltet. Diese Funktion wird durch einen aus dem Akku weisenden Pfeil im Display symbolisiert. Nach Betätigen der „Start/Stop“-Taste erfolgt eine Entladung bis zur jeweiligen Entladeschluss-Spannung von 1 V je Zelle mit dem programmierten Entladestrom. Den Abschluss des Entladevorganges kennzeichnet das Symbol „Entladen“ im Display. Die aus dem Akku entnommene Kapazität ist direkt auf dem Display abzulesen.

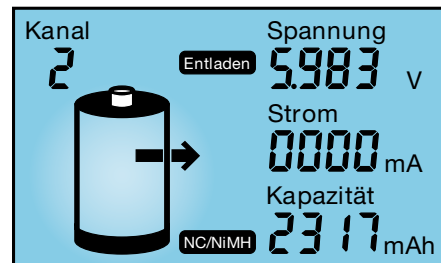


Bild 3: Entladen

Entladen/Laden

Diese Funktion wird im Display durch einen Lade- und Entladepfeil grafisch dargestellt. Sobald die Starttaste betätigt wird, beginnt zuerst der Entladevorgang zur

Vorentladung des angeschlossenen Akkus. Wenn der Akku die Entladeschluss-Spannung von 1 V je Zelle erreicht hat, startet automatisch der Ladevorgang mit dem programmierten Ladestrom. Durch eine regelmäßige Vorentladung kann bei NC-Akkus zuverlässig der Memory-Effekt verhindert werden. Den Abschluss des Ladevorganges bildet wieder die Funktion der Impuls-Erhaltungsladung.

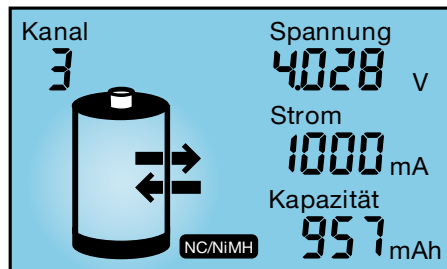


Bild 4: Entladen/Laden

Test

Die Funktion „Test“ dient zur Messung der Akku-Kapazität. Üblicherweise wird die Messung der Akku-Kapazität unter Nennbedingungen durchgeführt, da die aus einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. Oft gilt bei NC-Zellen die Kapazitätsangabe bei einem Ladestrom, der 20% der Nennkapazitätsangabe (C/5) entspricht. Ein 1-Ah-Akku wäre dann z. B. mit einem Strom von 200 mA zu entladen.

Um die Kapazität zu ermitteln, wird der Akku zuerst vollständig aufgeladen. Daran schließt sich die Entladung unter den zuvor eingestellten Nennbedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Entladeschluss-Spannung.

Den Abschluss dieser Funktion bildet das Aufladen des Akkus mit automatischem Übergang auf Impuls-Erhaltungsladung. Dieser Zustand wird durch das „VOLL“-Symbol im Display angezeigt.



Bild 5: Test

Zyklen/Regenerieren

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, sind meistens nicht in der Lage, die volle Kapazität zur Verfügung zu stellen. Die Funktion „Zyk-

len" dient nun in erster Linie zur Belegung von derartigen Akkus. Das Programm führt automatisch so lange den Lade-/Entladezyklus mit dem vorgegebenen Lade- und Entladestrom durch, bis keine Kapazitätssteigerung mehr festzustellen ist. Nach Ablauf des Programmes wird die maximale Kapazität auf dem Display angezeigt und die danach automatisch startende Impuls-Erhaltungsladung gleicht Ladeverluste durch Selbstentladung wieder automatisch aus.

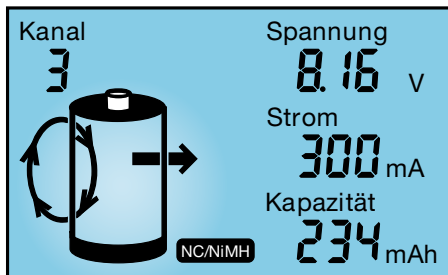


Bild 6: Zyklen

Auffrischen

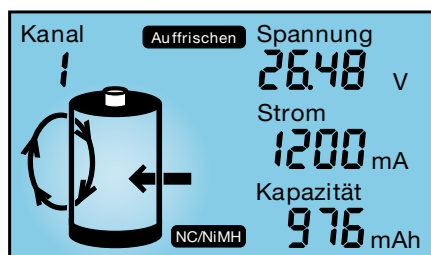
Diese Funktion des ALC 7000 Expert ist in erster Linie für schadhafte Akkus vorgesehen, die nach Durchlaufen dieses Programmes meistens wieder für eine weitere Verwendung zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für tiefentladene und überlartete Akkus, aber auch Akkus, die einen Zellenschluss aufweisen, sind danach häufig wieder zu nutzen.

Zuerst überprüft das Programm, ob eine Akku-Spannung vorhanden ist oder nicht und beseitigt gegebenenfalls einen internen Schluss mit starken Stromimpulsen. Danach führt das ALC 7000 Expert automatisch drei Lade-/Entladezyklen durch.

Der erste Zyklus wird dabei mit einem Strom durchgeführt, der 10% der Nennkapazität vorgabe entspricht. Da die Ladekurve eines derart vorgeschädigten Akkus oft nicht mehr den typischen Verlauf aufweist, ist beim ersten Ladezyklus die $-\Delta U$ -Erkennung abgeschaltet. Da nun eine timergesteuerte Ladung erfolgt, ist die richtige Nennkapazität vorgabe wichtig.

Die beiden danach folgenden Ladezyklen werden mit den programmierten Lade-/Entladeströmen durchgeführt, wobei die $-\Delta U$ -Erkennung wieder aktiviert ist.

Nach Abschluss des Auffrisch-Vorgang-



ges wird auf dem Display „VOLL“ angezeigt und der Akku mit der Impuls-Erhaltungsladung ständig im voll geladenen Zustand gehalten.

Blockschaltbild

Anhand des in Abbildung 8 dargestellten Blockschaltbildes, ist das Zusammenwirken der verschiedenen digitalen und analogen Stufen und somit die Funktionsweise der Schaltung am einfachsten zu verdeutlichen.

Wie im Blockschaltbild zu sehen ist, arbeitet das ALC 7000 Expert mit einem Zwei-Prozessor-System. Der erste, links eingezeichnete Prozessor, ist dabei für die Ansteuerung des LC-Displays und für die Bedienung des Gerätes und somit auch für die Abfrage der Bedientasten zuständig.

Der Hauptprozessor, ungefähr in der Bildmitte, übernimmt dann die Steuerung von sämtlichen Ladefunktionen. Des Weiteren kann dieser Prozessor über die RS-232-Schnittstelle mit einem externen PC kommunizieren.

Im 512-Byte-EEPROM, das im oberen Bereich des Blockschaltbildes eingezeichnet ist, sind sämtliche programmierten Akku-Daten für die einzelnen Ladekanäle und die gewünschten Funktionen abgespeichert, sodass das Gerät z. B. nach einem Stromausfall die Arbeit direkt wieder aufnehmen kann. Neben den Back-Up-Informationen befinden sich auch sämtliche Kalibrierparameter für die einzelnen Lade-/Entladekanäle im EEPROM. Die Kommunikation zwischen dem Prozessor und dem EEPROM erfolgt über den I²C-Bus.

Über PWM-Signale (Pulsweiten-Modulation) werden die einzelnen Lade- und Entladeregler mit den zugehörigen Endstufen vom Prozessor gesteuert.

Für die beiden Hochstrom-Ladeausgänge mit bis zu 30-V-Ladespannung (Kanal 1 und Kanal 2) ist zur Verringerung der Verlustleistung ein sekundär getakteter Schaltregler eingebaut. Über einen Umschalter versorgt dieser dann die zugehörigen Ausgangskanäle sequenziell.

Für die Ladeausgänge von Kanal 3 und Kanal 4 sind hingegen linear geregelte Endstufen vorhanden, da hier nur Ausgangsspannungen bis zu 15 V möglich sind und der maximal zulässige Ausgangsstrom von 1 A wesentlich geringer ist.

Die Abfrage von sämtlichen Messwerten erfolgt über einen vom Hauptprozessor gesteuerten Analog-Multiplexer. Dieser schaltet die strom- und spannungsproportionalen Messspannungen dann zum integrierten Analog/Digitalwandler mit 14-Bit-Genauigkeit durch. Über den A/D-Wandler erhält der Prozessor sämtliche Informationen in digitaler Form. Auch die Temperaturabfrage der Endstufe erfolgt über diesem Weg.

Unten links im Blockschaltbild ist das 70-VA-Netzteil des ALC 7000 Expert dargestellt. Neben den Versorgungsspannungen für die Steuerelektronik werden hier auch die Ladespannungen erzeugt. Nachdem das Blockschaltbild nun einen ersten Überblick über die Funktionsweise dieses innovativen Ladegerätes verschafft hat, wenden wir uns im zweiten Teil („ELV-Journal“ 6/2000) detailliert der Schaltungstechnik zu. ELV

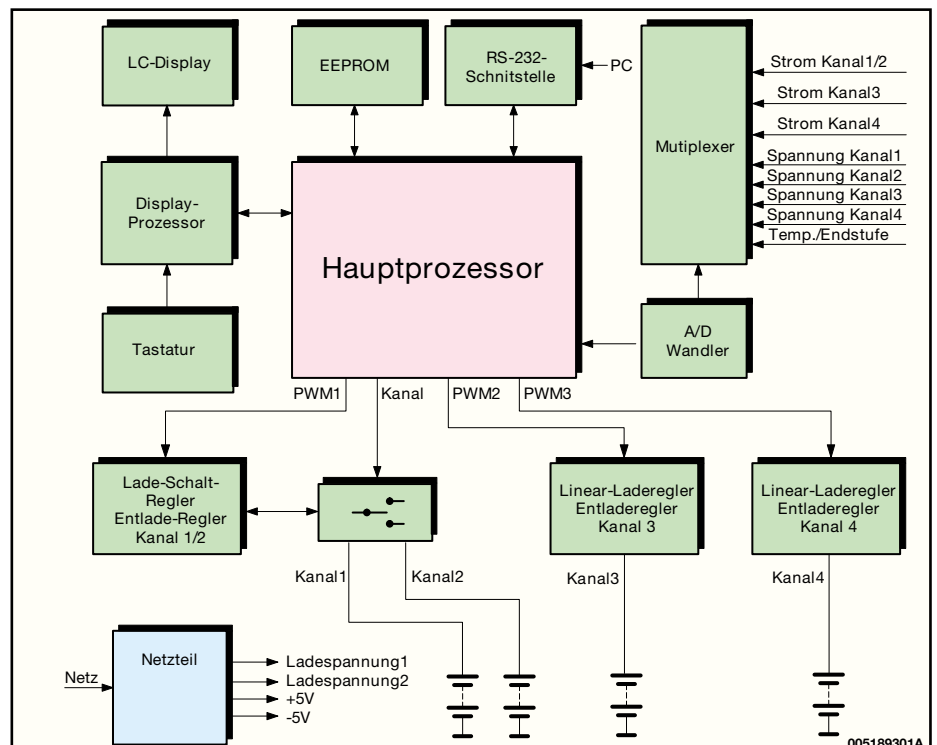


Bild 8: Blockschaltbild des ALC 7000 Expert