

Akku-Lade-Meßgerät ALM 7002



Als Nachfolger des 1000fach bewährten ALM 7001 stellen wir Ihnen mit dem ALM 7002 eine konsequent weiterentwickelte Version vor, die mikroprozessorgesteuert nach neuester Ladetechnologie arbeitet. Das Gerät ist geeignet zum vollautomatischen Laden, Entladen, Testen, Warten und Auffrischen von NC-, NiMH- und Blei-Akkus.

Allgemeines

Akkus werden in immer mehr Geräten eingesetzt und sind der wichtigste Bestandteil einer mobilen Stromversorgung. Leider wird die Lebensdauer des zum Teil recht teuren Akkupacks in Camcordern, Mobiltelefonen, Elektrowerkzeugen usw. häufig durch ungeeignete Lademethoden stark reduziert. Auch die im Modellbaubereich eingesetzten Akkus erreichen häufig bei weitem nicht die maximal mögliche Anzahl an Lade- und Entladezyklen. Besonders Tiefentladung und Überladung haben einen schädigenden Einfluß auf die Lebensdauer der verschiedenen Energiespeicher.

Wird bei den unterschiedlichen Akkusystemen auch eine Schnell-Ladung bis herunter zu Zeiten von 15 Minuten gewünscht, so kommt man um eine intelligente Überwachung des Ladevorgangs nicht mehr herum.

Besonders empfindlich reagieren die aufgrund ihrer besseren Umweltverträglichkeit und erheblich höheren Kapazität beliebten Nickel-Metall-Hydrid-Akkus (NiMH) auf Überladung. Die Ladeerkennung ist daher besonders wichtig, wobei mehrere Abschaltkriterien gleichzeitig aus Sicher-

heitsgründen empfehlenswert sind.

Basierend auf einer völligen Neuentwicklung auf dem neuesten Stand der Technik, ermöglicht das ALM 7002 ein optimales, prozessorgesteuertes Laden, Entladen, Testen, Warten und Auffrischen von NC-, NiMH- und Blei-Akkus. Das ALM 7002 arbeitet zur Verringerung der Verlustleistung mit einem sekundärgetakteten Schaltregler.

Zur Erhöhung der Ladeeffektivität erfolgt die Akkuladung nach einem speziellen Ladeprinzip. Während des Ladevorganges mit einem hohen Strom erfolgt periodisch nach einer kurzen Pause ein kurzer Entladeimpuls mit noch höherem Strom.

Die durch Elektrolyseprozesse an den Elektroden entstehenden Sauerstoffbläschen, die wiederum zur Erhöhung des Innenwiderstandes und somit zur stärkeren Erwärmung der Zelle führen, werden durch den umgekehrten Stromfluß abgebaut (Rekombination).

Nach einer weiteren relativ kurzen Pause, die u. a. auch zur Messung der Akkuspannung genutzt wird, beginnt ein neuer Ladezyklus, wie zuvor beschrieben.

Das beim ALM 7001 eingesetzte Timerprinzip kann zum Laden der überladungsempfindlichen NiMH-Akkus nicht mehr optimal eingesetzt werden, da die bei neu-

en Akkus vorhandenen Kapazitätsreserven damit nicht nutzbar sind und ältere Akkus evtl. überladen werden.

Das Timer-Prinzip setzt vor Beginn der Ladung grundsätzlich eine Entladung des Akkus bis zur Entladeschlussspannung voraus. Dadurch wird eine eventuell vorhandene Restenergie unnötig in Wärme umgesetzt und die Gesamtladezeit verlängert.

Beim ALM 7002 wird die Steigung der Akku-Spannung während des Ladevorganges ausgewertet und durch Gradientenbildung der Umkehrpunkt der Spannungssteigung ausgewertet. Sobald die Steigung $\Delta U/\Delta t$ null ist, wird die Schnell-Ladung beendet und automatisch auf Erhaltungsladung umgeschaltet.

Ist z. B. bei einem defekten Akku keine Spannungsgradientenauswertung möglich, so erfolgt die Beendigung des Ladevorganges nach dem Prinzip der negativen Spannungsdifferenz ($-\Delta U$ -Ladeverfahren). Aufgrund des geringen Spannungsabfalls nach dem Maximum bei NiMH-Zellen erfolgt die Abschaltung bereits bei einem $-\Delta U$ von 0,25 %.

Sollte weder die Spannungsgradientenbildung noch die $-\Delta U$ -Auswertung möglich sein, so beendet ein Sicherheitstimer den Ladevorgang.

Als weiteres Abschaltkriterium für eine

Schnell-Ladung gilt eine erhebliche Überschreitung der absoluten Ladeschlussspannung.

Durch eine stromlose Erfassung der Spannungswerte werden Spannungsabfälle innerhalb des Akkus und an den Anschlußleitungen bzw. an den Übergangswiderständen zwischen Anschlußklemmen und Akku ausgeschaltet.

Grundsätzlich ist beim ALM 7002 keine Vorentladung des Akkus erforderlich. Zur Verhinderung des Memoryeffektes bei NC-Akkus ist jedoch in regelmäßigen Abständen eine Entladung bis zur Entladeschlussspannung empfehlenswert.

Über einen extern anschließbaren Temperatursensor ist zusätzlich die Akkutemperatur abfragbar. Sowohl die Überschreitung der maximal zulässigen Zelltemperatur als auch ein erheblicher Temperaturanstieg am Akkugehäuse führen dann zur Beendigung des Schnell-Ladevorgangs.

Durch einen sanften Anlauf zu Beginn des Schnell-Ladeprozesses (bis 10 % Ladungsinhalt) wird eine optimale Schonung des angeschlossenen Akkus erreicht.

Nach Erkennen des Abschaltkriteriums bei der Schnell-Ladung wird noch 10 %

Energie als Übergangsladung zugeführt.

Danach schaltet das ALM 7002 zur Vermeidung des Memoryeffektes auf Erhaltungsladung mit C/100-Ladeimpulsen um.

Bevor wir uns der innovativen Technik dieses komfortablen Gerätes zuwenden, wollen wir zunächst die Bedienung ausführlich erläutern.

Bedienung und Funktion

Wie beim ALM 7001 ist das neu entwickelte ALM 7002 für den Anschluß aller handelsüblichen Nickel-Cadmium- (NC) und Blei-Akkus ausgelegt. Zusätzlich sind jetzt auch die umweltfreundlichen Nickel-Metall-Hydrid-Akkus und die unter der Bezeichnung Lead-acid-Battery bekannten Blei-Gel-Akkus optimal ladbar. Die Kapazität des angeschlossenen Akkus darf dabei im Bereich von 0,1 Ah bis 1000 Ah liegen, wobei einzelne NC- bzw. NiMH-Zellen mit 1,2V-Zellenspannung genauso anschließbar sind wie 12zellige Blei-Akkus mit 24 V (27,6V-Ladeschlussspannung).

Grundeinstellung

Mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Netztastr wird das Gerät eingeschaltet. Die Stromversorgung erfolgt direkt aus dem 230V-Wechselspannungsnetz, bei einer maximalen Leistungsaufnahme von 100 VA.

Nach dem Einschalten nimmt das Gerät die zuletzt programmierten Einstellungen wieder an, und zwar auch dann, wenn zwischenzeitlich eine Netztrennung selbst über Jahre aufgetreten ist. Zum Backup der Bedienelemente und zum Speichern der letzten Daten bei einem Spannungsausfall dient ein ferroelektrisches EEPROM.

Tritt eine Netunterbrechung während eines Bearbeitungsvorgangs auf, so nimmt das Gerät seine Tätigkeit unmittelbar nach Wiederkehr der Netzspannung exakt an der Stelle wieder auf, an der die Unterbrechung erfolgte.

Beim allerersten Einschalten nimmt das Gerät folgende Grundeinstellung an:

Laden, C/10, Ausgang 1, NC/NiMH, Anzeige: Akkuspannung. Die zugehörigen Leuchtdioden sind eingeschaltet, und das Display zeigt Bindestriche.

Eingabe der Akku-Daten

Mit der oberhalb der Ausgangsbuchsen angeordneten Taste ist zunächst der gewünschte Ladekanal auszuwählen, wobei

„↑“ und „↓“ die niederwertigste (rechte) Stelle eingestellt. Während der Programmierung blinkt dabei die betreffende Stelle. Ist die Einstellung des rechten Digits abgeschlossen, so wird durch Betätigung der „←“-Taste auf die nächste Stelle (zweite von rechts) umgeschaltet. Zur Signalisierung der Programmierbereitschaft blinkt nun diese Stelle. Analog zur ersten Stelle erfolgt auch hier die Zifferneinstellung mit den beiden Pfeiltasten. Durch weitere Betätigungen der „←“-Taste wird jeweils zur nächsten Stelle weitergeschaltet.

Der eingestellte Kapazitätswert kann selbstverständlich jederzeit wieder geändert werden, indem durch Betätigen der Taste „Eingabe“ das ALM 7002 in den Eingabemodus für die Akku-Nennkapazität gebracht wird.

Befindet sich das ALM 7002 noch im Programmiermode für die Akku-Nennkapazität und soll der gerade eingestellte Wert korrigiert werden, ist zunächst die „←“-Taste so oft zu betätigen, bis die rechte Stelle des Displays blinkt. Alsdann kann

nun wiederum durch Betätigen einer der beiden Pfeiltaste zunächst die rechte Stelle der Akku-Nennkapazität einge-

stellt werden usw. Beendet wird die Programmierung der Nennkapazität durch Weiterschalten auf den nächsten Menüpunkt (Akku-Nennspannung).

Entsprechend der eingestellten Akku-Nennkapazität wird auch der Sicherheitstimer des ALM 7002 gesetzt, wobei maximal 50 % Kapazitätsreserven berücksichtigt werden.

Kommen wir nun zur Einstellung der Akku-Nennspannung.

An dieser Stelle kommt bereits eines der zahlreichen Komfortmerkmale des ALM 7002 zum Tragen: Sofern am ausgewählten Kanal bereits ein Akku angeschlossen ist, wird er jetzt mit einem Strom beaufschlagt, der 5 % des Kapazitäts-Zahlenwertes entspricht. Der Prozessor bestimmt die erforderliche Nennspannung dann innerhalb weniger Sekunden automatisch, wobei er die bereits erfolgten Eingaben von Akkutyp, Nennkapazität sowie die aktuell gemessene Ladespannung berücksichtigt.

Sollte der Akku tiefentladen oder der Wert aufgrund von zu großen Spannungsabweichungen nicht zweifelsfrei ermittelbar sein, kann die Akku-Nennspannung über die genannten Cursortasten manuell programmiert werden.

Die erste Betätigung einer der beiden Cursortasten bricht den automatischen Auswahlvorgang sofort ab, worauf die

Modernste Ladetechnologie und innovative Ladeverfahren erlauben ein optimiertes Schnell-Laden von handelsüblichen NC-, NiMH-, Blei-Gel- und Blei-Säure-Akkus

über dem jeweils angewählten, d. h. aktivierten Ausgangsbuchsenpaar eine Kontroll-LED leuchtet.

Als nächstes wird durch Betätigen der Taste „Eingabe“ auf die Erfassung des Akku-Typs umgeschaltet und dieser mit Hilfe der rechts neben dem 4stelligen Display angeordneten Cursortasten angewählt. Die Anzeige erfolgt links neben dem Display durch entsprechend beschriftete Kontroll-LEDs.

Werden beide Cursortasten 1 Sekunde lang gleichzeitig gedrückt, so sind alle Kontroll-LEDs links neben dem Display erloschen. In dieser Funktion kann eine Akku-Nennspannung auch manuell vorgegeben werden, und zwar mit einer Auflösung von 0,1 V. Dadurch besteht die Möglichkeit, auch etwaige neue oder bisher wenig verbreitete Akku-Systeme systemoptimal zu programmieren und zu laden.

Als nächstes wird durch erneutes Betätigen der „Eingabe“-Taste auf den Eingabemodus für die Akku-Nennkapazität umgeschaltet, wobei die LED „Nennkapazität“ aufleuchtet. Der Einstellbereich erstreckt sich bis hin zu 999,9 Ah. Bei einer Nennkapazität von 0-99,99 Ah beträgt die Auflösung 0,01 Ah und darüber 0,1 Ah.

Veränderbar ist der eingestellte Wert auf folgende Weise:

Zunächst wird mit Hilfe der Pfeiltasten

manuelle Spannungseingabe erfolgen kann. Auf diese Weise kann erforderlichenfalls auch eine Korrektur des ermittelten Spannungswertes vorgenommen werden, falls das Gerät eine offensichtliche Fehleinstufung vorgenommen hat. Zu Fehleinstufungen kann es kommen, wenn Akkupacks mit großen Zellenzahlen verwendet werden. Hierbei kann die Akkuspannung je nach Ladezustand um Werte größer 1,2 V (Nennspannung einer NC-Zelle) schwanken, wodurch das ALM 7002 nicht mehr in der Lage ist, die korrekte Nennspannung zu ermitteln. Des Weiteren können Teilzellendefekte zu Fehleinstufungen führen.

Bei der manuellen Einstellung werden gemäß der zuvor angewählten Akku-Typen Schritte von 1,2 V bzw. 2 V vorgegeben.

Einstellen des Ladestroms

Bei Geräten, die aufgrund hoher Stromaufnahme mit einem Akkusatz nur eine relativ kurze Nutzungsdauer zulassen, sind Ladezeiten von 7 bis 14 Stunden nicht mehr zeitgemäß und vertretbar. Da besonders bei Elektrowerkzeugen und im Modellbau die schnelle Verfügbarkeit der Energiequelle eine wichtige Rolle spielt, wurde beim ALM 7002 viel Wert auf ein intelligentes Schnell-Ladekonzept unter Berücksichtigung aller Sicherheitskriterien gelegt. Zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades erfolgt die Stromzufuhr sinnvollerweise über einen Schaltregler.

Mit der Taste „Strom“ wird der gewünschte Ladestrom in Abhängigkeit von der Akku-Nennkapazität ausgewählt. Die besonders gängigen Lade- bzw. Entladestromwerte sind dabei direkt anwählbar.

Da die Kapazität eines Akkus keine konstante Größe ist, sondern u. a. entscheidend von der Entladestromstärke abhängt, sind besonders bei der Akku-Kapazitätsmessung definierte Entladeströme erforderlich. Je nach Akkutyp liegen den Kapazitätsangaben unterschiedliche Entladeströme zugrunde. Ein besonders gängiger Wert ist bei der Kapazitätsermittlung eines Blei-Akkus die Entladung mit einem 20stündigen Entladestrom nach DIN 72311.

C/20: Hierbei wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen (je nach eingestellter Funktion), der, gemessen in Ampere, einem Zwanzigstel seiner Nennkapazität (gemessen in Amperestunden) entspricht. Ein Akku mit einer Kapazität von z. B. 100 mAh würde also mit 5 mA geladen, ein solcher von 40 Ah mit 2 A. Aufgrund der langen Ladezeit von ca. 30 h ist dieser geringe Ladestrom nur bei Akkus

mit sehr hoher Kapazität und im Testbetrieb sinnvoll.

C/10: In dieser Stellung wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Zehntel seiner Nennkapazität entspricht. Unter Berücksichtigung eines Ladefaktors von 1,4 ist ein angeschlossener und völlig entladener NC- oder NiMH-Akku dann 14 h mit diesem Strom zu laden. Dieser Ladestrom wird von den meisten Akkuherstellern auch angegeben, da selbst eine längere Überladung gefahrlos möglich ist, auch wenn dies keinesfalls zur langen Lebensdauer des Energiespeichers beiträgt. Einfache, nur mit einem Vorwiderstand ausgestattete Ladegeräte liefern in der Regel ebenfalls einen Ladestrom von C/10.

C/5: Ein angeschlossener Akku wird nun mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Fünftel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht. Dieser, auch als beschleunigtes Laden bezeichnete, Ladestrom verkürzt die Ladezeit eines völlig

Zuverlässige Ladeerkennung durch Spannungsgradientenmessung, $-\Delta U$ -Erkennung und zusätzlichen Sicherheitstimer

entladenen Akkus auf rund 7 h. Sofern eine intelligente Lade-Enderkennung wie beim ALM 7002 erfolgt, sind alle gängigen Akkus beschleunigt ladbar.

C/1: In dieser Stellung, die auch als Schnell-Ladung bezeichnet wird, erfolgt das Auf- oder Entladen des angeschlossenen Akkus innerhalb von nur einer Stunde auf ca. 70 bis 90 % der Nennkapazität. Der Akku wird hierbei mit einem Strom beaufschlagt, der dem Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. Im Anschluß hieran erfolgt eine Übergangsladung bis auf 100%-Akkukapazität. Nahezu alle handelsüblichen NC-Akkus sind heute schnell-ladefähig.

Super-Schnell: Im Super-Schnell-Lademodus wird ein angeschlossener Akku maximal mit einem Strom beaufschlagt, der dem 4fachen Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. In diesem Betriebsmodus dürfen nur schnell-ladefähige Akkus eingesetzt werden. Die Ladung eines 500mA/h-NC-Akkus erfolgt im Super-Schnell-Lademodus mit einem Ladestrom von 2 A. Nach ca. 15 Minuten hat der Akku bereits den größten Teil der zugeführten Energie gespeichert. Durch eine anschließende Übergangsladung wird der Akku dann auf 100%-Kapazität gebracht.

Aus Sicherheitsgründen ist der Super-Schnell-Lademodus nur mit extern angeschlossenen Temperatursensor aktivierbar. Ein guter thermischer Kontakt zwischen Akku-Gehäuse und Sensor ist

unbedingt sicherzustellen.

Manuell: In dieser Stellung ist der gewünschte Ladestrom mit Hilfe der beiden Cursortasten einstellbar.

Damit die Einstellung des gewünschten Ladestromes schnell möglich ist, erfolgt die Eingabe analog zu der Kapazitätseinstellung, dies gilt auch für alle anderen Fälle der Display-Einstellung.

Ladekanal ausschalten: Wird die Taste „Strom“ erneut betätigt, so sind alle darüber angeordneten LEDs erloschen, und der angewählte Ladekanal ist abgeschaltet.

Einstellen der Ladefunktion

Mit der Taste „Funktion“ wird der Lademodus vorgewählt. Auch hier schaltet jeder Tastendruck zur nächsten Funktion weiter.

Laden: In der oberen Stellung (LED „Laden“ leuchtet auf) wird ein angeschlossener Akku gemäß der eingestellten Werte aufgeladen.

Beim ALM 7002 ist vor Ladebeginn keine Entladung erforderlich. Der Akku wird unabhängig von einer eventuell vorhandenen Rest-

ladung auf 100 % seiner tatsächlichen Kapazität aufgeladen. Neuwertige Akkus können dabei durchaus mehr als die jeweils angegebene Nennkapazität speichern, während ältere Akkus die Nennkapazität nicht mehr erreichen. Das ALM 7002 ermöglicht unabhängig vom Zustand des Akkus eine optimale Kapazitätsnutzung.

Abgesehen von einer manuellen Unterbrechung wird der Lade- bzw. Schnellladevorgang nach folgenden Kriterien automatisch beendet:

1. Steigungsumkehr der Ladekurve ($dU/dt = 0$).
2. Negative Steigung der Zellenspannung ($-\Delta U$).
3. Ablauf der maximalen Ladezeit (Sicherheitstimer).
4. Überschreitung der maximal erlaubten Ladeschlussspannung.
5. Überschreitung der max. zulässigen Akkutemperatur (nur mit externem Temperatursensor).
6. Anstieg der Akku-Gehäusetemperatur ($1^\circ\text{C}/1 \text{ Min.}$, nur mit externem Temperatursensor).

Nach Abschluß der Ladezeit schaltet das ALM 7002 automatisch auf Impulserhaltungsladung (Trickle Charge) um. Der dann noch fließende Rest-Ladestrom entspricht einem Hundertstel des Zahlenwertes der Nennkapazität.

Der Abschluß des Ladevorgangs wird durch Blinken der LED „Laden“ signalisiert.



Entladen: Durch einmalige Betätigung der Taste „Funktion“ wird auf „Entladen“ umgeschaltet. In dieser Position nimmt das ALM 7002 eine Entladung des angeschlossenen Akkus bis zur jeweiligen Entladeschlussspannung vor, unter Berücksichtigung der vorgewählten Daten (Entladestrom = Ladestrom). Den Abschluß des Entladevorgangs kennzeichnet das Blinken der LED „Entladen“.

Nach Abschluß des Entladevorganges wird die Akkukapazität vom ALM 7002 automatisch gespeichert und erscheint auf dem Display. Zusätzlich leuchtet die LED „Kapazität“.

Entladen/Laden: In dieser Funktion leuchten die beiden LEDs „Laden“ und „Entladen“ gleichzeitig auf, und es wird zunächst eine Entladung, wie vorstehend beschrieben, vorgenommen und anschließend der oben ausgeführte Ladeprozeß durchgeführt. Auch hier geht das ALM 7002 nach abgeschlossener Ladung in den Erhaltungsladungs-Modus über.

Der Abschluß des Ladevorgangs, d. h. die Funktion der Erhaltungsladung, wird durch Blinken der LED „Laden“ signalisiert.

Test: In dieser Einstellung wird die Akku-Kapazität unter Nennbedingungen getestet. Hierzu muß man wissen, daß die einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. In der Praxis bedeutet dies eine Erhöhung der verfügbaren Akku-Kapazität, wenn der Entladestrom verringert wird, und umgekehrt.

Aus diesem Grunde wird die technische Angabe der Akku-Kapazität ergänzt durch die ihr zugrundeliegende Entladezeit (z. B. 12 V/44 Ah bei 10stündiger Entladung oder 12 V/48 Ah bei 20stündiger Entladung).

Weit verbreitet ist die Angabe der Akku-Kapazität unter Zugrundelegung einer 10stündigen Entladezeit. In diesem Falle wäre mit der Taste „Strom“ der Wert „C/10“ anzuwählen. Bei Solar- bzw. Blei-

Akkus wird häufig auch entsprechend DIN 72311 die Angabe „C/20“ eingesetzt, während NC-Akkus oft auch auf „C/5“ bezogen sind.

Der jeweils erforderliche Entladestrom ist mit der Taste „Strom“ zu wählen.

In der Funktionseinstellung „Test“ wird zunächst der Akku auf seine tatsächlich verfügbare Kapazität, d. h. bis zur Steigungsumkehr der Ladekurve und anschließender Übergangsladung aufgeladen. Danach schließt sich die Entladung unter den zuvor eingestellten Nennbedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Entladeschlussspannung.

Ist in der Funktionseinstellung „Test“ weder eine Steigungsumkehr in der Ladekurve noch ein Abschalten nach dem -AU-Verfahren möglich, so schaltet der Sicherheitstimer unter Berücksichtigung einer 50%-Kapazitätsreserve den Ladevorgang ab.

Zum Abschluß erfolgt dann wieder ein Aufladen mit anschließender Erhaltungsladung. Sobald das ALM 7002 auf Erhaltungsladung umschaltet, beginnt die LED „Test“ zu blinken und signalisiert damit das Ende des Testvorgangs. Nach Abschluß des Testvorganges wird die Akkukapazität vom ALM 7002 automatisch gespeichert und erscheint direkt auf dem 4stelligen Display, wobei die LED „Kapazität“ leuchtet.

Wartung: Diese Funktion ist vor allem für Blei-Akkus sinnvoll, die „überwintern“ sollen. Zur Unterbindung einer Verhärtung und Passivierung der Blei-Platten reicht es bei Pb-Akkus im allgemeinen nicht aus, diese nur mit einer Erhaltungsladung zu beaufschlagen. Vielmehr empfiehlt es sich, in etwa wöchentlichem Abstand eine 10%ige Entladung mit anschließender Aufladung durchzuführen, während der Akku ansonsten mit einer Erhaltungsladung beaufschlagt wird. Dieses Verfahren bietet für Blei-Akkus optimale Voraussetzungen zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit.

In der Einstellung „Wartung“ erfolgt ein entsprechender Ablauf vollautomatisch.

Auffrischen: In dieser Einstellung wird vom ALM 7002 zunächst geprüft, ob aufgrund des aktuellen Innenwiderstandes des angeschlossenen Akkus ein langsames „Erholen“ oder ein impulsartiges „Wiederbeleben“ die Nutzbarkeit des Akkus wieder herstellen kann.

Bei einem hohen Innenwiderstand geht das ALM 7002 davon aus, daß aufgrund eines eingetretenen Memory-Effektes im Verlauf von 3 Entlade-/Ladezyklen eine deutliche Verbesserung der im Akku speicherbaren Kapazität möglich ist. Der erste Entlade-/Ladevorgang wird mit C/20 durchgeführt, der zweite mit C/5, der dritte und letzte mit C/10.

Während des letzten Entladezyklus mit C/10 wird die Akku-Kapazität gemessen, abgespeichert und angezeigt.

Sind im angeschlossenen Akku Teildefekte und Kurzschlüsse vorhanden, so nimmt das ALM 7002 ein Auffrischen über starke Stromimpulse vor, die einen etwaigen internen Schluß beseitigen können. Im Anschluß daran läuft der Auffrischvorgang wie beschrieben ab.

Durch die dargestellten Maßnahmen ist in vielen Fällen eine Erhöhung der Akku-Kapazität möglich, und zum Teil können auch schadhafte Akkus für eine weitere Verwendung zurückgewonnen werden.

Aufgrund des fest vorgegebenen Bearbeitungsablaufes kann die Funktion „Auffrischen“ vom Akku-Lade-Meßgerät nur ausgeführt werden, wenn die entsprechenden Bearbeitungsströme auch bereitgestellt werden können. Durch den maximalen Ladestrom von 4A bei Nennspannungen von bis zu 12 V ist die Funktion „Auffrischen“ nur bis zu einer Akkukapazität von 15 Ah möglich. Bei Nennspannungen über 12 V läßt das ALM 7002 eine maximale Kapazität von 7,5 Ah zu. Nach Abschluß des Auffrisch-Vorganges, d. h.

beim Übergang auf die Erhaltungsladung, beginnt die LED „Auffrischen“ zu blinken.

Zyklen

Die Funktion „Zyklen“ dient in erster Linie zur Belebung von Akkus, die über einen längeren Zeitraum gelagert und nicht genutzt wurden. Das Programm führt in dieser Funktion so lange den Lade-/Entladezyklus durch, bis eine nennenswerte Kapazitätssteigerung der bei jedem Entladezyklus gemessenen Kapazität nicht mehr festzustellen ist.

Das Programm „Zyklen“ wird am Ende des nächsten Ladezyklus abgebrochen, wenn während der laufenden Funktion die Funktionstaste „Funktion“ länger als 1 Sekunde betätigt wird.

Nach Beendigung des „Wiederbelebensprogramms“ blinkt die LED „Zyklen“.

Start des Ladevorgangs

Zur Ausführung der per Taster „Funktion“ vorgewählten Operation muß der betreffende Akku an die Buchsen des zugehörigen Ladekanals (Kanal 1 oder Kanal 2) angeschlossen sein.

Durch Betätigen der Taste „Start“ (unter den Cursortasten für die Display-Einstellung) wird die Ladefunktion gestartet. Nach Beendigung des Ladevorgangs beginnt die entsprechende Funktions-LED als Kennzeichnung einer Erhaltungsladung zu blinken. Der Akku wird jetzt mit einem Strom, dessen Zahlenwert einem Hundertstel der Akku-Nennkapazität entspricht, weitergeladen (Impuls-Erhaltungsladung).

Eine Ausnahme bildet die Funktion „Entladen“. In diesem Fall erfolgt natürlich keine Erhaltungsladung.

Abbruch des Ladevorgangs

Wird während des laufenden Betriebes die Start-Taste betätigt, so unterbricht dies den jeweiligen Lade- oder Entladevorgang. Die zugehörige Funktions-LED blinkt zu Kontrollzwecken. Eine erneute kurze Betätigung der Taste läßt das ALM 7002 die Funktion fortführen.

Eine Betätigung der Start-Taste länger als 1 Sekunde bewirkt den kompletten Abbruch des laufenden Vorgangs, d. h. der Akku ist stromlos.

Befindet sich das ALM 7002 bereits in der Erhaltungsladungs-Phase, so bewirkt auch eine kurze Betätigung der Start-Taste einen kompletten Abbruch dieser Funktion, d. h. der Akku wird ebenfalls stromlos.

Als besondere Sicherheitsmaßnahme wird die Temperatur der ALM 7002-Endstufe mit Hilfe eines Temperatursensors überwacht.

Tritt eine Überhitzung auf (zu hohe Umgebungstemperaturen oder ein sonsti-

ger Defekt), so wird der gerade laufende Lade- oder Entladevorgang unterbrochen. Auf dem Display erscheint die Anzeige „CELS“. Normalisiert sich die Temperatur wieder, so nimmt das ALM 7002 seine Arbeit genau an der Stelle wieder auf, an der die Unterbrechung erfolgte.

Digital-Anzeige

Während der Abarbeitung der eingestellten Funktion erscheint auf dem 4stelligen Display des ALM 7002 jeweils die mit der Taste „Anzeige“ ausgewählte Größe. Als weiteres Komfortmerkmal besitzt das ALM 7002 einen Funktions-Speicher, d. h., nach dem Einschalten des Gerätes wird die letzte Geräteeinstellung automatisch wieder angenommen.

Betrieb mit 2 Akkus

Als weitere wichtige Besonderheit bietet das ALM 7002 die Möglichkeit, gleichzeitig 2 Akkus anzuschließen, die auch vollkommen verschiedene Daten aufweisen dürfen.

Die Programmierung der Ladefunktion für Kanal 2 erfolgt in der eingangs beschriebenen Weise; lediglich wird nun mit der zugehörigen Taste oberhalb der Ausgangsbuchsen auf Kanal 2 geschaltet. Alle weiteren Funktionen sind in der beschriebenen Weise, vollkommen unabhängig vom ersten Kanal, programmierbar.

Sobald nun die Taste „Start“ gedrückt wird, beginnt der Programmablauf mit der Aktivierung von Kanal 1, und der erste Akku wird geladen, während der zweite stromlos ist. Nach Beendigung des Ladevorgangs für Akku 1 wird dann automatisch auf Kanal 2 und dessen Akku umgeschaltet und anschließend das unter Kanal 2 eingestellte Programm abgearbeitet. Akku 1 ist während dieser Zeit stromlos.

Ist auch der Ladevorgang des zweiten Akkus abgeschlossen, beginnt ein neuer Betriebsmodus des ALM 7002, der in einer permanenten, stündlich abwechselnden Erhaltungsladung von Akku 1 und Akku 2 mit einem Strom, der einem Fünftel der Nennkapazität (C/50) entspricht. (Ausnahme: Funktion „Entladen“).

Programmierung während des Betriebes

Während eines laufenden Entlade- oder Ladevorgangs ist eine Veränderung von dessen Programmierung nicht möglich. Hierzu muß der laufende Vorgang zunächst durch Betätigen und Festhalten (1 Sek.) der Start-Taste abgebrochen und gelöscht werden. Alsdann kann eine Neuprogrammierung erfolgen.

Trotz fortlaufender Funktion kann aber selbstverständlich der jeweils zweite, momentan gerade nicht aktivierte Ladekanal programmiert werden.

Hierbei geht man wie folgt vor:

Zunächst wird durch kurzzeitiges Drücken der „Start“-Taste der momentan laufende Ladevorgang unterbrochen. Als Zeichen hierfür blinkt jetzt in der rechten LED-Spalte die entsprechende Funktions-LED. Anschließend wird mit dem zugehörigen Taster auf den zweiten Ladekanal umgeschaltet, um anschließend die Akkudaten in gewohnter Weise einzugeben.

Nach Abschluß der Programmierung des zweiten Kanals fährt der Programmablauf des ersten Kanals durch Betätigen der Start-Taste fort. Ist die Bearbeitung des ersten Kanals abgeschlossen, wird automatisch der zweite Kanal mit dem vorher eingegebenen Programmablauf aktiviert.

Besonderheiten

Einige der herausragenden Komfortmerkmale des ALM 7002 wurden im Verlauf der Bedienungsbeschreibung bereits erläutert, wobei die komplexen Programmabläufe zum Teil natürlich nur gestrafft darstellbar sind. Insgesamt bietet das ALM 7002 eine optimierte Akku-Behandlung, die alle praktisch realistischen Anwendungsfälle abdeckt.

Umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen, wie z. B. die ständige Überwachung der Akkuspannung und eine Watchdog-Schaltung sorgen für die optimale Betriebssicherheit des ALM 7002.

So führt neben den üblichen Abschaltkriterien ein abrupter Spannungsanstieg der Ladespannung genauso zur Sicherheitsabschaltung wie eine wesentlich zu niedrige Zellenspannung (<200 mV). In beiden Fällen erscheint auf dem Display „ACCU“, und die gerade ausgeführte Funktion wird abgebrochen. Hierdurch werden etwaige Kurzschlüsse in der Versorgungsleitung oder auch Defekte, die während des Ladevorgangs auftreten könnten, abgefangen.

Leistungsdaten

Bis zu einer Spannung von ca. 15 V liefert das ALM 7002 einen maximalen Ladestrom von 4 A (für Akkus bis zu einer Nennspannung von rund 12 V), während darüber hinaus ein maximaler Ladestrom von 2 A möglich ist (bis hin zu einer Akku-Nennspannung von 24 V; d. h., die maximale mögliche Ladespannung beträgt 26,7 V).

Akkus mit größeren Kapazitäten bis hin zu 1000 Ah sind mit dem ALM 7002 zwar ladbar, jedoch sind dann entsprechend lange Lade- und Entladezeiten anzusetzen.

Nachdem wir uns ausführlich mit den umfangreichen Möglichkeiten des ALM 7002 befaßt haben, wenden wir uns im nächsten Teil der Schaltungstechnik dieses interessanten, prozessorgesteuerten Akku-Lade- und -Meßgerätes zu. 