

Akku-Lade-Meßgerät ALM 7000

Zum vollautomatischen Laden, Entladen, Testen, Warten, Auffrischen von NC- und Bleiakkus wurde dieses komfortable, prozessorgesteuerte Lade- und Meßgerät konzipiert. Es können Akkus mit Kapazitäten von 0,1 Ah bis hin zu 1000 Ah (!) angeschlossen werden.

Allgemeines

Die Leistungsfähigkeit von Akkus - seien es nun Blei- oder Nickel-Cadmium-Typen - ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Zuverlässigkeit der damit versorgten Geräte.

Das neue, von ELV entwickelte Akku-Lade-Meßgerät ALM 7000 ermöglicht ein optimiertes, prozessorgesteuertes Laden, Entladen, Testen, Warten und Auffrischen (Regenerieren) aller gängigen Akkutypen. Besonders interessant ist hierbei auch die Möglichkeit, defekte Akkus „wiederzubeleben“.

Bevor wir uns der interessanten Technik dieses komfortablen Gerätes zuwenden, wollen wir zunächst die Bedienung und grundsätzliche Funktionsweise ausführlich erläutern.

Diejenigen unter unseren Lesern, die sich für vertiefende Hintergrundinformationen rund um den Akku interessieren, seien auf den Artikel „Akku-Kapazitäts-Meßgerät

AKM 7000“ in ELVjournal 2/90 verwiesen.

Bedienung und Funktion

Das ALM 7000 ist für den Anschluß aller handelsüblichen NC- und Bleiakkus ausgelegt, wobei deren Kapazität sich im Bereich zwischen 0,1 Ah und 1000 Ah bewegen darf. An 2 separat anwählbare Ausgangsbuchsenpaare sind jeweils sowohl einzelne Zellen als auch Akkupacks anschließbar. Die kleinste Spannung stellt somit eine einzelne NC-Zelle mit 1,2 V dar, während die größte vom ALM 7000 zu verarbeitende Spannung einem 12zelligem Bleiakku mit rund 24 V (= 12 x 2 V) entspricht. Kommen wir nachfolgend zur detaillierten Beschreibung.

Grundeinstellung

Mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Netztastrer 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 aufgetreten ist. Hierfür sorgt ein separat gepufferter Speicher. Tritt eine Netzunterbrechung 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 oder bei entleerten Pufferakkus (nach mehrmonatiger Netztrennung) nimmt das Gerät folgende Grundeinstellung an: Laden, I/10, U_{nenn}, Kanal 1, NC. Die zugehörigen Leuchtdioden sind eingeschaltet, und das Display zeigt Bindestriche.

Eingabe der Akku-Daten

Mit der Taste „Akku“ wird zwischen den einzelnen Eingabemodi für die Akku-Daten und den Ladekanal umgeschaltet.

Der jeweils aktivierte Eingabemodus wird durch die 4 darüber angeordneten Leuchtdioden angezeigt, wobei jede Betätigung von „Akku“ eine Position weiter schaltet.

In der Stellung „Kanal“ kann zwischen dem ersten und dem zweiten Ausgang gewählt werden, und zwar durch Betätigung der über den Buchsen angeordneten Taste „1 - 2“. Über dem jeweils angewählten Ausgangsbuchsenpaar leuchtet eine Kontroll-LED.

Als nächstes wird durch Betätigen der Taste „Akku“ auf die **Erfassung des Akkutyps** umgeschaltet und dieser mit Hilfe der rechts neben dem 5stelligen Display angeordneten beiden Cursortasten angewählt. Die obere Cursortaste schaltet auf „Pb“, die untere auf „NC“ um. Die Anzeige erfolgt links neben dem Display durch entsprechend beschriftete Kontroll-LEDs.

Wird eine der genannten Cursortasten zweimal kurz nacheinander betätigt, so sind beide Kontroll-LEDs (NC und Pb) 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, bisher wenig verbreitete oder unbekannte Akku-Systeme systemoptimal zu programmieren und zu laden.

Als nächstes wird, durch erneutes Betätigen der „Akku“-Taste, auf den Eingabemodus für die **Akku-Nennkapazität** umgeschaltet, wobei die LED „Kapazität“ aufleuchtet. Der Einstellbereich erstreckt sich bis hin zu 999,99 Ah, bei einer Auflösung von 0,01 Ah. Verändert wird der eingestellte Wert in gewohnter Weise mit den beiden rechts neben dem Display angeordneten Cursortasten durch Herauf- oder Herunterzählen. Bei jeder Tastenbetätigung ändert sich der Anzeigewert um eine Stufe, nach längerem Festhalten der Taste stellt sich dagegen ein rasches Durchlaufen der Werte ein, so daß in kurzer Zeit der gesamte mögliche Anzeigebereich überstrichen werden kann.

Kommen wir nun zur Einstellung der **Akku-Nennspannung**. Hierzu wird zunächst die Taste „Akku“ erneut betätigt, und die LED „U_{nenn}“ leuchtet auf.

An dieser Stelle kommt bereits eines der zahlreichen Komfortmerkmale des ALM 7000 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, Kapazität sowie die aktuell gemessene Ladespannung berücksichtigt.

Sollte der Akku tiefentladen oder der Wert aufgrund von zu großen Spannungsabweichungen nicht zweifelsfrei ermittelt

bar sein, bleibt das Display erloschen, und die Akku-Nennspannung wird über die genannten Cursortasten manuell programmiert.

Die erste Betätigung einer der beiden Cursortasten bricht den automatischen Auswählvorgang sofort ab, worauf die manuelle Spannungseingabe erfolgen kann. Auf diese Weise kann erforderlichenfalls auch eine Korrektur des ermittelten Spannungswertes vorgenommen werden, falls das Gerät eine offensichtliche Fehl-Einstellung vorgenommen hat (kann in Ausnahmefällen z. B. bei Teil-Zellendefekten auftreten). Bei der manuellen Einstellung werden gemäß der zuvor angewählten Akku-Type (NC oder Pb) Schritte von 1,2 V bzw. 2 V vorgegeben.

Einstellen des Ladestroms

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

I/20: Hierbei wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen (je nach eingestellter Funktion), der, gemessen in Ampère, einem Zwanzigstel seiner Nennkapazität (gemessen in Ampèrestunden) entspricht. Ein Akku mit einer Kapazität von z. B. 100 mAh würde also mit 5 mA geladen, ein solcher von 80 Ah mit 4 A. Dies ist ein besonders schonendes Ladeverfahren und sorgt für eine bestmögliche Kapazitätsausnutzung, nimmt aber natürlich relativ lange Zeit in Anspruch (ca. 30 h).

I/10: In dieser Stellung wird ein angeschlossener Akku bereits doppelt so schnell wie bei I/20 geladen oder entladen, d. h. der Strom entspricht einem Zehntel des Nennkapazitäts-Zahlenwertes. Dieser Ladestrom wird von den meisten Akkuherstellern auch angegeben und stellt ebenfalls ein noch durchaus schonendes Lade-/Entladeverfahren dar.

I/5: In dieser Stellung wird ein angeschlossener Akku mit einem Strom geladen, der einem Fünftel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht. Dieser etwas erhöhte Ladestrom ist für die meisten Akkus noch durchaus vertretbar und verkürzt die Ladezeit auf rund 7 Stunden. Ein in dieser Form zu ladender Akku muß aber in jedem Fall auch wirklich „leer“ sein, denn im Überladungsfall wird die überschüssige Energie in einem solchen Tempo als Wärme frei, daß der Akku sie nicht mehr abführen kann, sich somit überhitzt und schlimmstenfalls sogar explodiert.

I/1: In dieser Stellung, die auch als Schnellladung bezeichnet wird, erfolgt das Auf- oder Entladen des angeschlossenen Akkus innerhalb von nur einer Stunde. Der Akku wird hierbei mit einem Strom beaufschlagt,

der dem Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht. Für „normale“ Akkus ist die Schnell-Ladung extrem belastend und nicht empfehlenswert, während speziell darauf ausgelegte Typen sie durchaus zulassen und hierdurch bereits nach einer Stunde wieder einsatzbereit sind, wenn auch nur mit ca. 60 % ihrer Nennkapazität.

Zuvor ist aus den genannten Gründen unbedingt eine Entladung vorzunehmen oder sicherzustellen.

Nach erfolgter Schnellladung (I/1), ebenso wie bei Ladung mit I/5, schaltet das ALM 7000 anschließend automatisch für 5 Stunden auf I/10 um, damit die gespeicherte Energie sich weiter aufbauen kann, sofern der Akku nicht unmittelbar vom Gerät abgenommen wird.

Manuell: In dieser Stellung kann der gewünschte Ladestrom mit Hilfe der beiden Cursortasten eingestellt werden. Sobald ein Ladestrom vorgewählt wird, der zahlenmäßig größer oder gleich einem Fünftel der Nenn-Kapazität ist (I/5), wird vom ALM 7000 automatisch vor dem Aufladen ein Entladezyklus gestartet, damit, angesichts des großen Ladestroms, eine schädliche Überladung des angeschlossenen Akkus ausgeschlossen ist.

Damit die Eingabe des gewünschten Ladestromes schnell möglich ist, beschleunigt sich der Zählvorgang, sofern eine der beiden Cursortasten länger festgehalten wird - genau wie auch in den anderen Fällen der Display-Einstellung.

Zeit: Gleichzeitig mit der manuellen Ladestrom-Einstellung berechnet der Prozessor automatisch über die eingestellte Kapazität die erforderliche Ladezeit. Diese kann dann durch erneuten Druck der Taste „Strom“ im Display abgelesen werden.

Zusätzlich ist in diesem Modus mit Hilfe der Cursortasten auch die Ladezeit vorwählbar (wenn z. B. der Akku nach 3 Stunden wieder benötigt wird). In diesem Fall berechnet der Prozessor dann den dafür benötigten Ladestrom. Die jeweils letzte Eingabe (Ladestrom oder Ladezeit) besitzt für den Prozessor Gültigkeit und führt zur Berechnung der jeweils anderen Größe.

Errechnet der Prozessor Ladeströme größer oder gleich I/5, so wird dies durch Blinken der Anzeige signalisiert, da dem Laden in diesem Fall wie bereits beschrieben noch eine etwaige Entladung der Akku-Restenergie vorangehen muß, was die insgesamt benötigte Bearbeitungszeit des Akkus entsprechend erhöht.

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“ kann der Lademodus vorgewählt werden. Auch hier

wird bei jedem Tastendruck auf die nächste Funktion umgeschaltet.

Laden: In der oberen Stellung (LED „Laden“ leuchtet auf) wird ein angeschlossener Akku gemäß der eingestellten Werte aufgeladen. Hierbei wird grundsätzlich davon ausgegangen, daß der Akku mit Beginn des Ladevorgangs vollständig entladen war. Nach Abschluß der Ladezeit schaltet das ALM 7000 automatisch auf Erhaltungsladung um. Der dann noch fließende Rest-Ladestrom entspricht einem Hundertstel des Zahlenwerts der Nennkapazität.

Es ist einem Akku nicht nur sehr abträglich, sondern sogar mit ernstlichen Gefahren verbunden, wenn mit hohen Ladeströmen eine Überladung erfolgt. Die genannte Funktion „Laden“ wird vom ALM 7000 daher nur dann zugelassen, wenn die eingestellten Ladeströme kleiner sind als I/5. Anderenfalls ist diese Funktion nicht anwählbar, und es wird aus Sicherheitsgründen zunächst immer eine Entladung vorgenommen.

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 7000 eine Entladung des angeschlossenen Akkus bis zur jeweiligen Ladeschlussspannung vor, unter Berücksichtigung der vorgewählten Daten (Entladestrom = Ladestrom). Den Abschluß des Entladevorgangs kennzeichnet das Blinken der LED „Entladen“.

Entladen/Laden: In dieser Funktion wird zunächst eine Entladung, wie vorstehend beschrieben, vorgenommen und anschließend der oben ausgeführte Ladeprozeß durchgeführt. Auch hier geht das ALM 7000 nach abgeschlossener Ladung in den Erhaltungsladungs-Modus über.

Der Abschluß des Ladevorgangs, d. h. die Funktion der Erhaltungsladung wird durch Blinken der LED „Entladen/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 „I/10“ anzuwählen. Bei Solar-Akkus wird häufig auch die Angabe „I/20“ eingesetzt, während NC-Akkus oft auch auf „I/5“ bezogen sind. Entsprechend der benötigten Angabe ist mit der Taste „Strom“ die Einstellung zu wählen.

In der Einstellung „Test“ wird nun zunächst eine Entladung durchgeführt, wodurch sich definierte Anfangsbedingungen einstellen. Anschließend wird dann unter Nennbedingungen ein Ladevorgang mit 50%iger Überladung vorgenommen, so daß auch etwaige Kapazitätsreserven zuverlässig erfaßt werden können. Daran schließt sich die Entladung unter Nenn-Bedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Rest-Ladespannung. Auf dem Display erscheint dann die gemessene Akku-Kapazität.

Zum Abschluß erfolgt dann wieder ein Aufladen mit anschließender Erhaltungsladung. Sobald das ALM 7000 auf Erhaltungsladung umschaltet, beginnt die LED „Test“ zu blinken und signalisiert damit das Ende des Testvorgangs. Die gemessene Akku-Kapazität bleibt auf dem Display angezeigt.

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 monatlichem Abstand einen kompletten Entlade-/Ladezyklus zu durchfahren, während der Akku ansonsten mit einer Erhaltungsladung beaufschlagt wird. Dieses Verfahren bietet für Blei-Akkus optimale Voraussetzungen zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit.

In der Einstellung „Wartung“ erfolgt ein entsprechender Ablauf vollautomatisch, wobei während jedes Zyklus die Akku-Kapazität gemessen und während der gesamten Zeit angezeigt wird.

Auffrischen: In dieser Einstellung wird vom ALM 7000 zunächst geprüft, ob aufgrund des aktuellen Innenwiderstandes des angeschlossenen Akkus ein langsames „Erholen“ oder ein impulsartiges „Wiederbeleben“ die Nutzbarkeit des Akkus wiederherstellen kann.

Bei einem hohen Innenwiderstand geht das ALM 7000 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 I/20 durchgeführt, der zweite mit I/5, der dritte und letzte mit I/10. Die dann gemessene Akku-Kapazität wird angezeigt.

Im Anschluß daran wird mit I/20 aufge-

laden und auf Erhaltungsladung umgeschaltet.

Sind im angeschlossenen Akku Teildeckelte und Kurzschlüsse vorhanden, so nimmt das ALM 7000 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. Nach Abschluß des Auffrisch-Vorgangs, d. h. beim Übergang auf die Erhaltungsladung, beginnt die LED „Auffrischen“ zu blinken.

Start des Ladevorgangs

Zur Ausführung der per Taster „Funktion“ vorgewählten Operation muß der betreffende Akku an den Buchsen des zugehörigen Ladekanals (Kanal 1 oder Kanal 2) angeschlossen sein. Durch Betätigen der Taste „Start“ (rechts neben den Cursortasten für die Display-Einstellung) wird die Ladefunktion gestartet. Ist die eingestellte oder errechnete Ladezeit um, 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.

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 7000 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 7000 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 sind im ALM 7000 zwei Sensoren integriert, welche die Temperatur des Transformators und der Endstufe überwachen. Tritt eine Überhitzung auf (zu hohe Umgebungstemperaturen oder ein sonstiger 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 7000 seine Arbeit genau an der Stelle wieder auf, an der die Unterbrechung erfolgte.

Digital-Anzeige

Während der Abarbeitung der eingestellten Funktion erscheint auf dem 5stelligen Display des ALM 7000 jeweils die bis zur vollständigen Programmausführung noch verbleibende Zeit. Bei einem Entladevorgang kann es sich hierbei jedoch nur um die voraussichtliche Zeitspanne handeln, denn diese hängt ja unter anderem von der tatsächlichen, nicht genau bekannten Akkukapazität ab.

Beim Ladevorgang wird die noch verbleibende Ladezeit dagegen stets exakt angezeigt.

Zur Kontrolle der verschiedenen Parameter während des Ladevorgangs wurde eine Mehrfachbelegung des Displays vorgesehen, auswählbar über die Taste „Akku“. Ohne Betätigung dieser Taste wird, wie oben bereits erwähnt, die Restzeit angezeigt, und die LED „Kanal/Ladezeit“ leuchtet auf.

Betätigen der Taste „Akku“ führt zum Wechsel auf die LED „Typ/Ladestrom“, und der aktuelle Ladestrom erscheint auf dem Display.

Ein weiterer Druck auf die besagte Taste bringt die Akku-Nennkapazität zur Anzeige, ein nochmaliger Druck dagegen läßt die LED „ $U_{\text{nenn}}/U_{\text{aktuell}}$ “ aufleuchten. Auf dem Display kann jetzt die momentan am Akku anliegende Spannung abgelesen werden.

Betrieb mit 2 Akkus

Als weitere wichtige Besonderheit bietet das ALM 7000 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 bei der durch die Taste „Akku“ angewählten Programmierposition „Kanal 1/2“ nun mit der zugehörigen Taste „1-2“ 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, 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 7000, der in einer permanenten, stündlich abwechselnden Erhaltungsladung von Akku 1 und Akku 2 mit 1/100 besteht (Ausnahme: Funktion „Entladen“).

Sobald ein Kanal unbeschaltet ist (Akku nicht angeschlossen oder zu einem beliebigen Zeitpunkt abgeklemmt), wird der verbleibende Akku dann permanent bedient. Das ALM 7000 prüft hierzu in regelmäßigen Abständen, ob ein Akku angeschlossen ist.

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 sekundenlanges Festhalten der Start-Taste abgebrochen und gelöscht werden. Alsdann kann eine Neuprogrammierung erfolgen.

Trotz fortlaufender Funktion kann aber selbstverständlich der jeweils zweite, momentan gerade nicht beaufschlagte Ladekanal in der beschriebenen Weise angewählt und programmiert werden.

Besonderheiten

Einige der herausragenden Komfortmerkmale des ALM 7000 wurden im Verlauf der Bedienungsbeschreibung bereits erläutert, wobei die komplexen Programmabläufe zum Teil natürlich nur gestrafft darstellbar sind. Insgesamt bietet das ALM 7000 eine optimierte Akku-Behandlung, die alle praktisch realistischen Anwendungsfälle abdeckt.

Weitere, die Bedienung des Gerätes nicht direkt betreffende Merkmale sind z. B. die regelmäßige Überprüfung des Akku-Innenwiderstandes, wodurch krassen Fehleinstellungen vorgebeugt werden kann. Wird z. B. 100 mAh einprogrammiert und ein 1-Ah-Akku angeschlossen, so gibt das ALM 7000 unmittelbar nach Betätigen der Start-Taste eine Fehlermeldung aus, bei der im Display 5 Bindestriche erscheinen und die Kontroll-LED „Kapazität“ aufblinkt. In der Funktion „Auffrischen“ führt dieses Merkmal allerdings nicht zum Abbruch, sondern der Akku wird in der entsprechenden Weise „wiederbelebt“.

Des weiteren mißt das ALM 7000 fortlaufend die Akku-Spannung und wertet diese aus. Sobald vom Gerät anhand des Ladekurvenverlaufs Anzeichen für den Voll-Ladezustand registriert werden, erfolgt ein vorzeitiger Abbruch des Ladevorgangs. In ähnlicher Weise führt auch ein abrupter Anstieg der Ladespannung über mehr als 5 Sekunden Dauer zum Abbruch des Vorgangs. Hierdurch ergibt sich eine erhöhte Ladesicherheit, etwa auch im Hinblick auf Störimpulse, Wackelkontakte o. ä.

Wird andererseits eine wesentlich zu niedrige Akkuspannung registriert (z. B. <200 mV), so erscheint auf der Anzeige die Angabe „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 7000 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 Akkunennspannung von 24 V; d. h. die maximal mögliche Ladespannung beträgt 30 V). Damit auch Akkus mit größeren Kapazitäten geladen werden können, nimmt das ALM 7000 automatisch eine Erhöhung der Ladezeit vor, d. h. ein Akku mit der ungewöhnlich hohen Kapazität von 1000 Ah kann ebenfalls über das ALM 7000 vollgeladen werden, jedoch wäre hierfür eine Zeit von rund 2 Wochen anzusetzen. Gleiches gilt für den Entladevorgang.

Die Begrenzung auf die genannten Maximalwerte nimmt das ALM 7000 automatisch vor und optimiert daraufhin die Parameter für die Bearbeitung größerer Akkus.

Nachdem wir uns ausführlich mit den umfangreichen Möglichkeiten des ALM 7000 befaßt haben, wenden wir uns als nächstes der Schaltungstechnik dieses interessanten, prozessorgesteuerten Akku-Lade- und -Meßgerätes zu.

Zur Schaltung

Zur besseren Übersicht ist die Schaltung des ALM 7000 in die folgenden 4 Funktionsgruppen aufgeteilt:

Bild 1: Stromversorgungs- und Leistungsteil

Bild 2: Prozessoreinheit

Bild 3: Digital-Anzeigeeinheit

Bild 4: Relais-Schalteil.

Bild 1: Stromversorgungs- und Leistungsteil

Die 230V-Netzwechselspannung wird der Schaltung an den Platinenanschlußpunkten ST 201 und ST 202 zugeführt und gelangt über den Netzschalter S 201 und die Schmelzsicherung SI 201 auf die Primärwicklung des 100VA-Transformators.

Die erste Sekundärwicklung gibt eine Spannung von 2×9 V bei einer Strombelastbarkeit von 0,5 A ab und dient zur Speisung der Steuerelektronik sowie des Digital-Displays. Hierzu wird zunächst eine Gleichrichtung und Pufferung mit D 201 - D 204 sowie C 201 - C 204 vorgenommen.

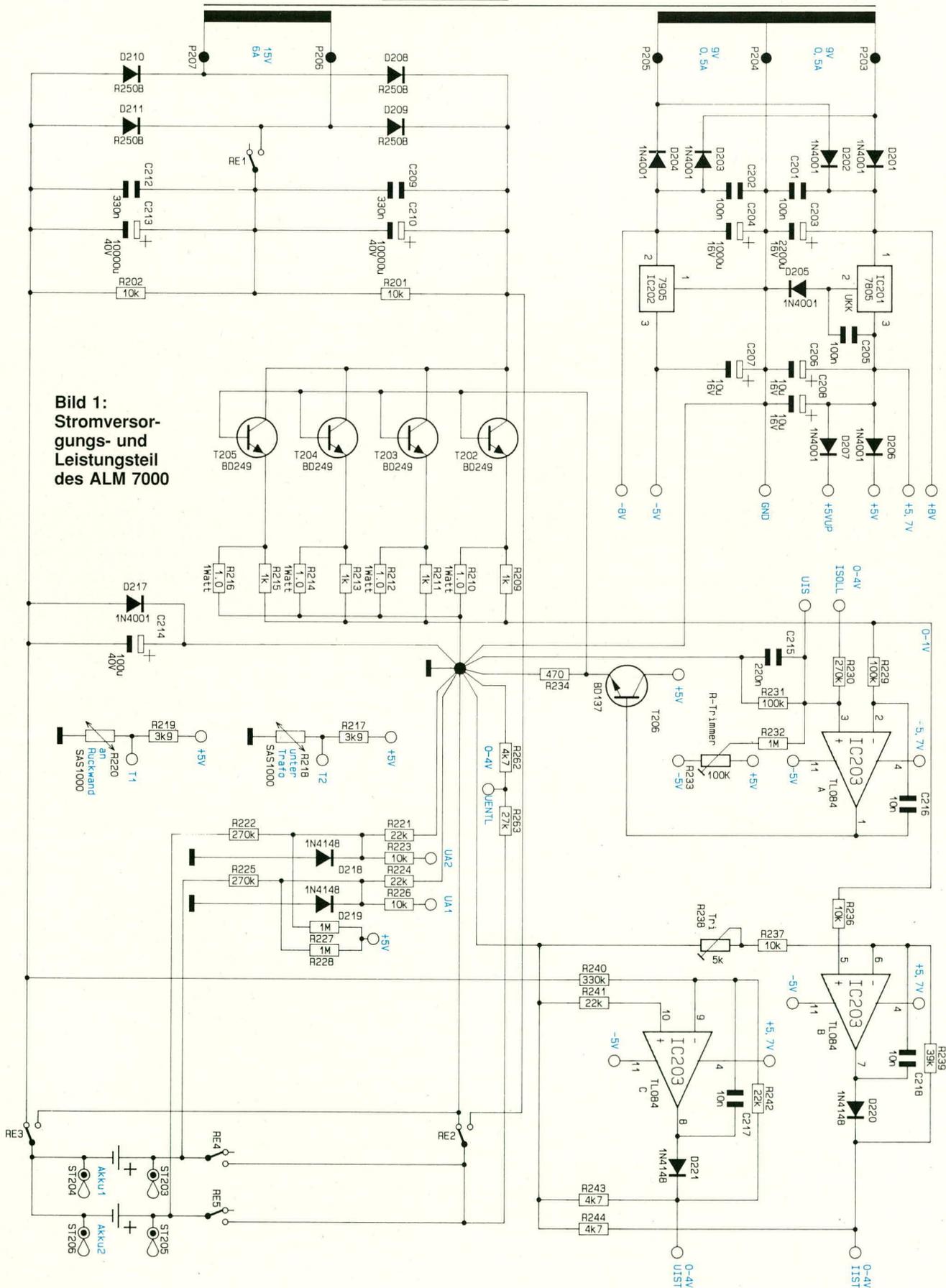
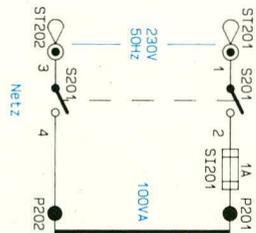


Bild 1:
Stromversorgungs- und Leistungsteil des ALM 7000

Zur Versorgung der gesamten Steuer- elektronik mit Prozessoreinheit, Schaltteil und Digitalanzeigen sind fünf verschiedene Spannungen erforderlich. Nach der Gleichrichtung stehen zunächst unstabilisiert ca. +8 V und -8 V bereit. Hiermit werden die in Bild 4 gezeigten Relais sowie die Stabilisierungs-ICs gespeist.

Mit dem Festspannungsregler IC 201 des Typs 7805 sowie der in die Ground-Leitung eingefügten Diode D 205 wird an dessen Ausgang (Pin 3) eine positive Festspannung von 5,7 V erzeugt. Sie dient zum Betrieb der Operationsverstärker IC 203 A, B, C und darf wegen des erforderlichen Ausgangshubs nicht nennenswert unter 5,7 V liegen.

Die Prozessoreinheit benötigt jedoch recht genau 5 V, weshalb die durch D 205 erzielte Spannungserhöhung mit D 207 wieder kompensiert wird, so daß an der Katode dieser Diode nun die erforderliche Prozessor-Versorgungsspannung bereitsteht (+5 V U_P).

Temperaturschwankungen, welche auf die Diodenflußspannung einen nennenswerten Einfluß ausüben, sind bei dieser Konstellation allein schon deshalb unerheblich, weil man in der Praxis davon ausgehen kann, daß beide beteiligten Dioden stets ungefähr die gleiche Temperatur besitzen. Reduziert sich also die Spannung an D 205 um 50 mV (entsprechend einer Temperaturerhöhung von 25°C auf 50°C), so sinkt die Spannung an Pin 3 des IC 201 ebenfalls um 50 mV, was für den Betrieb des IC 203 vollkommen unerheblich ist. Gleichzeitig sinkt auch die Flußspannung an D 207, d. h. die hinter ihr gemessene Spannung von +5 V bleibt weitgehend konstant.

Die zweite positive 5V-Versorgungsspannung wird mit D 206 entkoppelt (für die dasselbe gilt wie für D 207) und dient zur Versorgung der restlichen Elektronik. C 205 bis C 208 bewirken eine allgemeine Stabilisierung und Pufferung.

Mit dem zweiten Festspannungsregler, IC 202 des Typs 7905, wird eine separate negative 5V-Spannung zum Betrieb des IC 203 generiert.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung des Leistungsteils mit der vorgeschalteten analogen Regelung, die wir ebenfalls in Abbildung 1 finden.

Von der zweiten Sekundärwicklung mit einer Leistung von 15 V/6 A gelangt die Wechselspannung auf den Brückengleichrichter, bestehend aus D 208 - D 211. Eine Pufferung und Siebung wird mit den Kondensatoren C 209 - C 213 vorgenommen, wo folglich die unstabilisierte Versorgungsspannung ansteht. R 201 und R 202 sorgen bei geöffnetem Kontakt des Relais RE 1 für eine ungefähr gleichmäßige Spannungsaufteilung. Werden größere Ausgangsspannungen als 15 V benötigt, so

wird dieser Kontakt auf Veranlassung des Prozessors geschlossen, und der Gleichrichterteil arbeitet als Spannungsverdoppler, so daß Ausgangsspannungen bis zu 30 V verfügbar sind, allerdings bei halbiertem Strombelastbarkeit.

Die Endstufe ist als Längsregler ausgeführt und mit den Darlington-Leistungstransistoren T 202 - T 205 aufgebaut. In deren Emitter-Leitung sind die Widerstände R 210, R 212, R 214 sowie R 216 eingefügt, wodurch sowohl unterschiedliche Transistordaten ausgeglichen werden als auch eine dem Ausgangsstrom proportionale Meßspannung gewonnen wird.

Diese auf die Schaltungsmasse (positive Ausgangsspannung) bezogene Meßspannung gelangt über die zur Entkopplung dienenden Vorwiderstände R 209, R 211, R 213 sowie R 215 auf den invertierenden (-)Eingang (Pin 2) des für die Stromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 203 A. Der Rückkopplungskondensator C 216 unterdrückt in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 229 eine eventuelle Schwingneigung dieses OPs.

Der vorstehend beschriebene, ausgangsstromproportionale Ist-Wert der Steuerungsspannung wird nun verglichen mit dem Soll-Wert, d. h. mit der vom Prozessor kommenden Vorgabe des fließenden Ausgangsstroms. Dieser Vorgabewert wird IC 3 A über den Spannungsteiler R 230, R 231 am nicht-invertierenden (+)Eingang (Pin 3) zugeführt. C 215 sorgt für eine zusätzliche Entstörung. Die Einstellung und Generierung des Soll-Wertes erklären wir im Rahmen der Beschreibung der Prozessoreinheit noch ausführlich.

Der Ausgang (Pin 1) des IC 203 A steuert den Emitterfolger T 206 an, welcher wiederum die 4 Basen der Entstufentransistoren treibt. Auf diese Weise ist der Regelkreis nun geschlossen.

Zur Veranschaulichung spielen wir nachfolgend einen kompletten Regelzyklus durch:

Gehen wir davon aus, daß bei zunächst stabilem Ausgangsstrom eine plötzliche Störung des Gleichgewichtszustandes auftritt, indem der Ausgangsstrom leicht absinkt. Die Folge ist eine Verkleinerung des Spannungsabfalls an den 4 Emitter-Widerständen R 210, R 212, R 214, R 216, woraufhin die Spannung an Pin 2 des IC 203 sinkt. Bei gleichbleibender Sollspannungsvorgabe an Pin 3 dieses ICs wird nun der Ausgang (Pin 1) in Richtung höherer Spannungswerte streben. Dadurch wiederum erhöht sich über T 206 der Basisstrom in die Endstufentransistoren, und der zuvor leicht abgesunkene Ausgangsstrom steigt wieder an. Wir sehen daraus die stabilisierende Wirkung dieses Regelkreises.

Da auch der zentrale Mikroprozessor eine Information über den aktuellen Ausgangs-

strom benötigt, wird die zugehörige, proportionale Steuerungsspannung nicht allein über R 229 auf Pin 2 des IC 203 A gegeben, sondern gelangt über R 236 zusätzlich auf den nicht-invertierenden (+)Eingang (Pin 5) des IC 203 B. Hier erfolgt in Verbindung mit R 237 - R 239 eine Verstärkung, wodurch sich ein Umsetzfaktor von 1 V/A ergibt, d. h. die dem A/D-Wandler des Mikroprozessors zugeführte Steuerungsspannung besitzt bei maximalem Ausgangsstrom von 4 A eine Höhe von exakt 4 Volt. Der erforderliche Skalierfaktor wird später mit R 238 noch genau abgeglichen.

Zusätzlich zur Ist-Strom-Information bekommt der Prozessor auch den jeweiligen Ausgangsspannungswert mitgeteilt. Die Spannung wird hierzu über R 240, R 241 den Eingängen des IC 203 C zugeführt, wobei R 242 den Verstärkungsfaktor festlegt. Auch hier ist der Umsetzfaktor so festgelegt, daß die zum Prozessor geführte Meßspannung bei maximaler Ausgangsspannung des ALM 7000 4 V nicht überschreitet. Im Entlade-Modus wird die Akkuspannung über R 262 und R 263 gemessen und dem Prozessor über U_{ENTL} zugeführt.

Neben den Informationen über Ausgangsspannung und -strom benötigt das Prozessorsystem genaue Kenntnis über die typischen Spannungen der angeschlossenen Akkus. Diese werden mit Hilfe der Widerstandsmatrix R 221 bis R 228 generiert und dem Prozessorsystem über UA 1 und UA 2 zugeführt. D 218 und D 219 dienen dem Schutz vor Überspannung.

Als weitere Sicherungsmaßnahme wird mit den Sensoren R 218 und R 220 die Temperatur des Transformators bzw. der Alu-Kühlkörper an der Gehäuserückwand erfaßt. Die zugehörigen Informationen an den Meßpunkten T 1 und T 2 gelangen dann ebenfalls zum Prozessorsystem.

Zum Abschluß der Beschreibung von Teilschaltbild 1 gehen wir noch auf die Akku-Anschaltung ein. In der eingezeichneten Stellung der Relais RE 2 und RE 3 wird wahlweise Akku 1 oder Akku 2 geladen, je nachdem, ob zusätzlich RE 4 oder RE 5 eingeschaltet ist. Der Leistungsteil des ALM 7000 arbeitet jetzt als „normales“ Ladegerät. Schalten RE 2 und RE 3 dagegen um, so stellt die Endstufe des ALM 7000 die Belastungsstromquelle für den jeweils eingeschalteten Akku dar, d. h. er wird entladen. Die jeweilige Abfolge wird vom zentralen Prozessorsystem exakt gesteuert.

Im zweiten Teil dieses Artikels wird die recht umfangreiche Schaltungsbeschreibung mit der Darstellung von Prozessoreinheit, Digital-Anzeigeeinheit und Relais-Schaltteil abgeschlossen, gefolgt von Nachbau und Inbetriebnahme.