



# Akku-Lade-Meßgerät ALM 9010

**Ladetechnologie der absoluten Spitzenklasse. Im Bereich der Akku-Lade-Meßgeräte-Serie von ELV nimmt das neu entwickelte ALM 9010 die Spitzenposition ein.**

**Mit 5 A Ladestrom und bis zu 20 A Entladestrom bleiben kaum noch Wünsche offen. Neben ausgezeichneten Leistungsmerkmalen und hohem Bedienungskomfort bietet das ALM 9010 eine Vielzahl von nützlichen und wichtigen Funktionen zur Akkupflege.**

## Allgemeines

Moderne Akkusysteme, insbesondere auch im Modellbau- und Werkzeugbereich, lassen immer höhere Lade- und Entladeströme zu. Leider wird häufig durch ungeeignete Lademethoden die Lebensdauer der teuren Energiespeicher stark reduziert.

Die bei vielen Elektrowerkzeugen und anderen netzunabhängigen Systemen mitgelieferten „Billig-Ladegeräte“ ermöglichen meistens keine ausreichende Akkupflege. Des Weiteren sind die Ladezeiten häufig unzumutbar. Das gleiche gilt auch bei Antriebsakkus im Modellbaubereich, wo der Akku so schnell wie möglich wieder geladen zur Verfügung stehen soll.

Schädigenden Einfluß auf die Lebensdauer des Akkus haben insbesondere Tiefentladung und Überladung. Eine intelligente Überwachung des Ladevorgangs sorgt daher für eine lange Akku-Lebensdauer und bietet darüber hinaus hohen Bedienungskomfort.

Das ALM 9010 basiert auf der bewährten Technik des ALM 7010 und ist geeignet zum vollautomatischen Laden, Entladen, Testen, Warten und Auffrischen von NC-, NiMH- und Bleiakkus. Für den Anschluß des ALM 9010 an einen PC ist eine serielle RS232-Schnittstelle an der Geräte-

rückseite vorhanden. Als Zubehör steht eine komfortable Auswerte-Software zur Erfassung und Auswertung von Meßwerten zur Verfügung. Damit ist dann eine genaue Analyse einzelner Akkus bzw. Akku-Packs zur Beurteilung der Einsatzfähigkeit unter bestimmten vorgegebenen Bedingungen möglich. Darüber hinaus ist das ALM 9010 komplett über die Software steuerbar.

Eine selbst zu erstellende Datenbank ermöglicht die komfortable Verwaltung der vorhandenen Akkus, wobei auch das Exportieren in andere Programme möglich ist.

Im Ladeteil ist das ALM 9010 mit einem PWM-Leistungs-Schaltregler ausgestattet, der für eine geringe Verlustleistung sorgt. Besonders bei hohen Ladeströmen und geringer Zellenzahl bietet der Schaltregler Vorteile gegenüber einem Linearregler.

Das ALM 9010 ist in der Lage, sowohl Einzelzellen als auch bis zu 20 in Reihe geschaltete Zellen mit maximal 5 A zu laden.

Im Entladeteil sorgt ein großzügig dimensioniertes Lüfteraggregat für den Abtransport von mehr als 150 W Wärmeleistung, so daß Akkus mit bis zu 20 A Entladestrom testbar sind.

Zum weiteren Komfort tragen die beiden getrennten Ladeausgänge bei, die sequen-

tiell bearbeitet werden. Es sind dabei zwei vollkommen unterschiedliche Akkus oder Akku-Packs gleichzeitig anschließbar.

## Ladeverfahren

Das ALM 9010 arbeitet bei NC- und NiMH- Akkus nach neuester Ladetechnologie mit Ladeerkennung durch Spannungsgradienten-Auswertung und  $\Delta U$ -Ladeverfahren. Dabei erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akkutyp gehörenden Ladekurve mit 14 Bit Genauigkeit.

Spannungsabfälle am Innenwiderstand des Akkus oder an den Anschlußklemmen spielen keine Rolle, da die Spannungserfassung grundsätzlich im stromlosen Zustand erfolgt.

Neben der Ladeerkennung durch die Spannungsgradienten-Auswertung und  $\Delta U$ -Erkennung verfügt das ALM 9010 zusätzlich über einen Sicherheitstimer, der entsprechend der Nennkapazitätseingabe gesetzt wird. Der Timer läßt bis zu 50 % Kapazitätsreserven zu. Weiterhin führt ein Kurzschluß am Ladeausgang oder ein Überschreiten der zulässigen Maximalspannung zum Abschalten des betreffenden Ladekanals.

Aufgrund des Ladeverfahrens ist keine Vorentladung des Akkus erforderlich, je-

doch bei NC-Akkus zur Vermeidung des „Memory-Effektes“ in regelmäßigen Zeitabständen empfohlen.

Bei der Spannungsgradienten-Auswertung wird am Ende der Ladekurve der Umkehrpunkt der Spannungssteigerung ausgewertet. Sobald der Umkehrpunkt erreicht wird, schaltet das Gerät auf Übergangsladung um. Dem nun zu 90 % geladenen Akku wird noch 10 % Energie zugeführt, bevor eine automatische Umschaltung auf Erhaltungsladung erfolgt.

Ist bei einem Akku mit ungewöhnlichem Spannungsverlauf die Spannungsgradienten-Auswertung nicht möglich, so erfolgt die Abschaltung nach dem  $-\Delta U$ -Verfahren bei 5 mV Spannungsabfall. Nach der Beendigung der Schnell-Ladung wird auch hier automatisch in den Erhaltungslade-Modus umgeschaltet, um durch Selbstentladung entstandene Ladungsverluste auszugleichen.

Ein Super-Schnelladmodus, bei dem Ladeströme zulässig sind, die der 4fachen Nennkapazität entsprechen, ist aus Sicherheitsgründen nur mit extern angeschlossenem Temperatursensor aktivierbar.

Bei Ladeströmen, die mehr als der halben Nennkapazitätsangabe entsprechen, erfolgt zu Beginn des Ladeprozesses ein Sanft-Anlauf. Ladbar sind Akkus mit Nennkapazitäten zwischen 0,1 Ah und 600 Ah.

Blei- und Bleigelakkus werden beim ALM 9010 nach dem Konstant-Spannungsverfahren mit Strombegrenzung geladen.

Die Temperatur des Netztransformators und der Lade-/Entladestufe werden ständig vom Mikrocontroller überwacht.

Bei Übertemperatur wird die gerade ablaufende Funktion unterbrochen, und auf dem 7-Segment-Display erscheint die Anzeige „HOT“. Nach Abkühlen der Endstufe oder des Transformators wird die zuletzt bearbeitete Funktion automatisch weiter ausgeführt.

## Blockschaltbild

Einen ersten Überblick über die Baugruppen des ALM 9010 verschafft das in Abbildung 1 dargestellte Blockschaltbild. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, ist der ungefähr in Bildmitte dargestellte Mikrocontroller das Schlüsselbauelement des ALM 9010, wo praktisch alle „Fäden“ zusammenlaufen.

Eine der wesentlichen Aufgaben des Controllers ist neben der Steuerung der Lade- und Entladestufen die Erfassung der analogen Meßwerte. Über den A/D-Wandler des ALM 9010 werden die Strom- und Spannungswerte am Akku, die Endstufentemperatur, die Trafotemperatur und die Temperatur eines extern angeschlossenen Temperatur-Sensors erfaßt.

Weitere Aufgaben des Controllers sind

die Bedien- und Anzeigefunktionen des ALM 9010.

Das links eingezeichnete EEPROM dient in erster Linie zum Backup der Bedienelemente und zur Meßwertspeicherung.

## Bedienung

Trotz der umfangreichen Funktion ist die Bedienung des ALM 9010 einfach und übersichtlich. Nach dem Anschluß an ein 230V-Wechselspannungsnetz ist das Gerät mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Netzschalter einzuschalten.

Das mit einem ferroelektrischen EEPROM ausgestattete ALM 9010 nimmt grundsätzlich die zuletzt programmierten Einstellungen wieder an. Das Backup der Bedienelemente und Speichern der letzten Daten erfolgt auch bei einem Spannungsausfall oder bei einer Netztrennung selbst über Jahre.

Netzunterbrechnungen während eines Bearbeitungsvorganges werden auch automatisch abgefangen. Das Gerät nimmt seine Tätigkeit unmittelbar nach Wiederkkehr der Netzspannung in der eingestellten Funktion an der Stelle wieder auf, an der die Unterbrechnung erfolgte.

## Eingabe der Akku-Daten

Mit der oberhalb der Ausgangsbuchsen angeordneten Taste ist zunächst der gewünschte Ladekanal auszuwählen, wobei über dem jeweils angewählten, d. h. aktivierten Ausgangsbuchsenpaar eine Kontroll-LED leuchtet.

Als nächstes erfolgt die Erfassung des Akku-Typs mit Hilfe der rechts neben dem 4stelligen Display angeordneten Cursor-tasten. Die Anzeige erfolgt links neben dem Display durch entsprechend beschriftete Kontroll-LEDs und zusätzlich auf dem 4stelligen 7-Segment-Display.

Durch Betätigen der Taste „Eingabe“

wird die Einstellung übernommen und in den Eingabe-Modus für die Akku-Nennkapazität umgeschaltet. Die Einstellung ist in allen Funktionen (Ausnahme Auffrischen) nur mit angeschlossenem Akku möglich.

Sollte der angeschlossene Akku defekt oder tiefentladen ( $< 100$  mV) sein, so ist zuerst die Funktion „Auffrischen“ zu wählen.

Der Einstellbereich der Akku-Nennkapazität erstreckt sich von 0,1 Ah bis 599,9 Ah, wobei bis 99,99 Ah die Auflösung 0,01 Ah beträgt und darüber 0,1 Ah.

Veränderbar ist der eingestellte Wert auf folgende Weise:

Zunächst wird mit Hilfe der Pfeiltasten „ $\uparrow$ “ und „ $\downarrow$ “ 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 „ $\leftarrow$ “-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 „ $\leftarrow$ “-Taste wird jeweils zur nächsten Stelle weitergeschaltet.

Der eingestellte Kapazitätswert kann selbstverständlich jederzeit wieder geändert werden, indem durch Betätigen der Taste „Eingabe“ das ALM 9010 in den Eingabemodus für die Akku-Nennkapazität gebracht wird.

Befindet sich das ALM 9010 noch im Programmiermode für die Akku-Nennkapazität und soll der gerade eingestellte Wert korrigiert werden, ist zunächst die „ $\leftarrow$ “-Taste so oft zu betätigen, bis die entsprechende Stelle des Displays blinkt. Beendet wird die Programmierung der Nennkapazität mit der Eingabetaste durch Umschalten auf den nächsten Menüpunkt (Akku-Nennspannung).

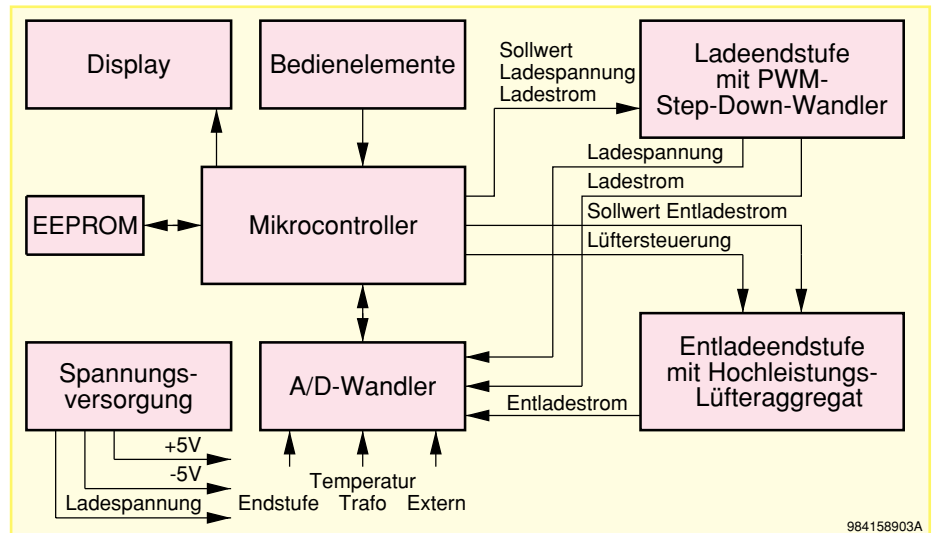


Bild 1: Blockschaltbild des ALM 9010

Entsprechend der eingestellten Akku-Nennkapazität wird auch der Sicherheitstimer des ALM 9010 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 9010 zum Tragen: Am angewählten Kanal muß bereits ein Akku angeschlossen sein. Der Prozessor bestimmt die Nennspannung des angeschlossenen Akkus dann innerhalb weniger Sekunden automatisch.

Die automatische Spannungserkennung wird grundsätzlich nur dann aktiviert, wenn vorher der Akkutyp oder die Nennkapazität verändert wurden.

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.

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 9010 nicht mehr in der Lage ist, die korrekte Nennspannung zu ermitteln. Des weiteren können Zellendefekte zu Fehleinstufungen führen.

Wird zuerst die „←“-Taste betätigt, so ist anstatt der Akkuspannung die Zellenzahl einzugeben.

Bei der manuellen Einstellung werden gemäß der zuvor angewählten Akku-Typen 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, sofern sich das ALM 9010 nicht in der Funktion „Auffrischen“ befindet. Die beson-

ders 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. Wird eine entsprechende Einstellung beim ALM 9010 gewählt, erfolgt neben der Entladung auch die Aufladung mit dem zugehörigen Strom.

**C/20:** Hierbei wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der, gemessen in Ampere, einem Zwanzigstel seiner Nenn-Kapazität (gemessen in Amperestunden) entspricht. Ein Akku mit einer Kapazität von z. B. 200 mAh würde also mit 10 mA geladen, ein solcher von 80 Ah mit 4 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, der 10 % der Nennkapazität entspricht.

**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 entladenen Akkus auf rund 7 h. Sofern eine intelligente Lade-Enderkennung wie beim ALM 9010 erfolgt, sind alle gängigen Ak-

kus beschleunigt ladbar. Die herstellerseitige Kapazitätsangabe von NC-Akkus wird übrigens häufig auf einen 5stündigen Entladevorgang bezogen, so daß C/5 ebenfalls eine markante Größe in der Akkutechnik darstellt.

**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 Betriebsmode dürfen nur schnellladefähige Akkus eingesetzt werden. Die Ladung eines 500mAh-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.

Bei der manuellen Stromvorgabe sind unterschiedliche Lade- und Entladeströme programmierbar. Die Eingabe erfolgt mit den Cursortasten in der gleichen Weise wie bei der Akku-Nennkapazitätsvorgabe.

In der Funktion Laden-/Entladen leuchten die beiden LEDs „Laden“ und „Entladen“ gleichzeitig auf, wobei zuerst der Ladestrom zu programmieren ist. Dies wird durch helles Aufleuchten der entsprechenden LED angezeigt. Durch eine kurze Betätigung der Taste „Funktion“ wird auf die Eingabe des Entladestromes umgeschaltet, signalisiert durch helles Aufleuchten der „Entlade-LED“.

In den Funktionen Test, Wartung und Zyklen wird der zu programmierende Lade- oder Entladestrom durch zusätzliches Aufleuchten der entsprechenden LED angezeigt.

Ladeströme, die mehr als dem Zahlenwert der Nennkapazität entsprechen, sind nur mit extern angeschlossenen Temperatursensor programmierbar.

Im „ELVjournal“ 5/98 erfolgt die Beschreibung der weiteren Bedienung sowie die ausführliche Schaltungsbeschreibung dieses innovativen Ladegerätes. 

### Technische Daten: ALM 9010

Ladestrom: .....	10 mA bis 5 A
Entladestrom: .....	10 mA bis 20 A
Anzahl Ladeausgänge: .....	2
Anschließbare Akku-Kapazitäten: .....	0,1 Ah bis 599,9 Ah
Lade-Enderkennung: .....	Spannungsgradientenauswertung und - $\Delta U$ -Erkennung
Schutzschaltungen: .....	Temp. Trafo, Temp. Endstufe, Temp. Akku (Super-Schnell-Lade-Modus)
Versorgungsspannung: .....	230 V~/50 Hz
Lade-/Entladeendstufe mit Hochleistungs-Lüfteraggregat	
Abmessungen (B x H x T): .....	350 x 104 x 210 mm