



Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 12 Teil 1

Schonende Akku-Schnell-Ladung aus dem Kfz-Bordnetz. Aufgrund der 12V-Spannungsversorgung ist dieses innovative mikroprozessorgesteuerte Universal-Lade-/Entladegerät besonders für den mobilen Einsatz im Hobby- und Freizeitbereich interessant, in Verbindung mit einem Festspannungs-Netzgerät (z. B. 13,8 V, mind. 1,6 A) ist auch der Einsatz am 230V-Netz möglich.

Allgemeines

Ob im Camping-, Wohnmobil- oder Modellbaubereich, überall wo netzunabhängig Rundzellen geladen werden sollen, bietet sich der Einsatz des MLE 12 an.

Die Schaltung basiert im wesentlichen auf dem 10.000fach bewährten Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 6. Der zentrale Mikrocontroller übernimmt das Lade- und Entlademanagement, wobei der Span-

nungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit einer Genauigkeit von 14 Bit überwacht wird.

Das sowohl für NC- als auch NiMH-Akkus geeignete Ladegerät ist in der Lage, bis zu vier Rundzellen und zwei 9V-Blockakkus vollkommen unabhängig voneinander gleichzeitig zu laden.

Die Akkus werden dank des mikroprozessorgesteuerten Lademanagements auf 100 % der tatsächlichen Akku-Kapazität geladen, und zwar unabhängig vom

aktuellen Ladezustand zu Beginn der Ladung.

Eine intelligente Ladeerkennung schützt sicher vor Überladung, und durch die zusätzliche Entlademöglichkeit wird der Memory-Effekt bei NC-Zellen vermieden.

Ein integrierter Step-Down-Schaltregler sorgt für einen hohen Wirkungsgrad, und eine integrierte Temperaturschutzschaltung schützt das Ladegerät zuverlässig vor Überhitzung.

Nur unter optimalen Ladebedingungen sind mehr als 3.000 Lade-/Entladezyklen moderner NC- und NiMH-Akkus möglich, während sogenannte „Billig-Lader“ die Lebenserwartung drastisch verkürzen können.

Ladeverfahren

Die Ladeerkennung des MLE 12 arbeitet nach dem Prinzip der negativen Spannungsdifferenz ($-\Delta U$ -Verfahren). Der integrierte Mikrocontroller überwacht den Spannungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit 14-Bit-Genauigkeit.

Zur Auswertung der Ladekurve dienen mehrere aufeinanderfolgende Meßwerte. Sobald am Ende der Ladekurve ein Abfallen der Zellenspannung um mehr als 3 mV registriert wird, hat der Akku exakt 100% seiner speicherbaren Energie aufgenommen. Der Schnell-Ladevorgang wird beendet und auf Erhaltungsladung umgeschaltet. Abbildung 1 zeigt dann den typischen Ladespannungsverlauf an einer NC-Zelle.

Durch Selbstentladung entstehende Ladungsverluste werden durch den Erhaltungslade-Modus automatisch ausgeglichen. Die Akkus können nun (im vollgeladenen Zustand) unbegrenzt im Ladegerät verbleiben, ohne die Gefahr einer Überladung.

Damit Übergangswiderstände an den Akku-Kontakten oder Spannungsabfälle innerhalb des Akkus das Meßergebnis nicht beeinflussen, erfolgt die Abtastung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Aufgrund des Ladeverfahrens spielt der aktuelle Ladezustand eines neu eingelegten Akkus keine Rolle. Um jedoch den bei NC-Akkus häufig auftretenden „Memory-Effekt“ zu verhindern, ist es sinnvoll, vor jedem 5. bis 10. Ladezyklus eine Vorentladung bis zur Entladeschlußspannung von ca. 0,9 V vorzunehmen.

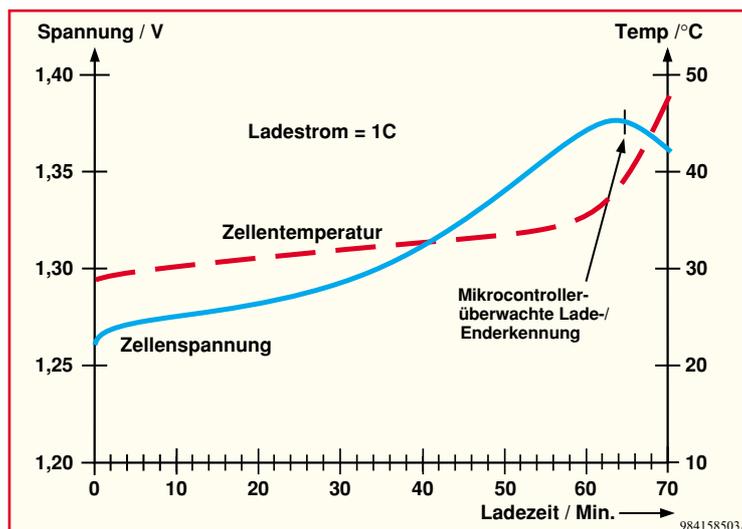
Der Ladestrom des MLE 12 beträgt bei Mono- und Baby-Akkus ca. 1 A, bei Mignonzellen ca. 700 mA, und Mikrozellen werden im Mittel mit 200 mA geladen.

Auch im Bereich der 9V-Block-Akkus bietet das MLE 12 eine innovative Technologie. Die ansonsten selbst bei teuren Ladegeräten meist nur über einen Vorwiderstand zur Strombegrenzung geladenen 9V-Akkus werden ebenfalls mikroprozessorgesteuert geladen und entladen.

Bedienung

Da die gesamte Ladesteuerung des MLE 12 durch den Mikrocontroller vollautomatisch übernommen wird, ist außer dem Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht keine Bedienung erforderlich. Mit dem Einsetzen des Akkus startet der Prozessor den Ladevorgang automatisch, und

Bild 1:
Typischer
Ladespannungs-
verlauf an
einer NC-
oder NiMH-
Zelle



unabhängig vom Restladezustand erfolgt eine Ladung auf 100 % der zur Verfügung stehenden Akkukapazität. Kapazitätsreserven bei neuen Akkus werden voll ausgeschöpft, und ältere Akkus, die die Nennkapazität nicht mehr erreichen, werden vor einer Überladung geschützt.

Der Entladevorgang zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Akkus ist per Tastendruck startbar, wobei eine rote Kontroll-LED den Entladevorgang signalisiert. Sobald der letzte zu entladende Akku die Entladeschlußspannung erreicht hat, erfolgt automatisch die Aktivierung des Lademodes. Im Lademodus leuchtet die zum jeweiligen Ladeschacht gehörende grüne Kontroll-LED grundsätzlich für die Zeit, in der Ladestrom in den Akku hineinfließt. Der Ladezustand des Akkus ist somit leicht an der zum jeweiligen Ladeschacht gehörenden Kontroll-LED erkennbar.

Die sequentielle Abfrage der Ladeschächte erfolgt beim MLE 12 in einem fest vorgegebenen Zeitraster. Beim Ladeverfahren des MLE 12 ist die Erkennung eines neu eingesetzten Akkus grundsätzlich erst mit der Meßwertabfrage am betreffenden Ladeschacht, d. h. bis zu 18 Sekunden verzögert, möglich. Sobald am Ladeschacht eine Spannung von >100 mV anliegt, wird der Akku geladen. Bedingt durch das Meßverfahren kann nach Entneh-

men eines noch nicht vollständig geladenen Akkus die betreffende Kontroll-LED ebenfalls noch bis zu 18 Sekunden weiter aufleuchten.

Nach der Ladeerkennung, d. h. im Erhaltungslade-Modus, leuchtet die zum betreffenden Ladeschacht gehörende Lade-Kontroll-LED im gleichen Zeitraster nur noch kurz auf. Der Akku ist nun voll geladen.

Tiefentladene Akkus mit weniger als 100mV-Zellenspannung weisen in den meisten Fällen einen internen Schluß auf und sind daher nicht mehr verwendbar.

Aufgrund des relativ langen Zeitintervalls bei der Meßwertabfrage des MLE 12 ist unter Umständen eine „Wiederbelebung“ eines derartigen Akkus nach folgender Vorgehensweise möglich. Zuerst wird ein einwandfrei arbeitender Akku in den

Technische Daten: Lade-Entladegerät MLE 12

- 6 voneinander unabhängige Ladeschächte (4 x Rundzellen, 2 x 9V-Block-Akkus)
- Ladbare Akkutypen: Mono, Baby, Mignon, Micro, 9V-Block
- Ladeströme (ca.):
- Mono, Baby bis 1 A - Mignon 700 mA
- Micro 200mA-9V-Block bis 50 mA
- Lade-Enderkennung durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve ($-\Delta U$ -Ladeverfahren)
- Stromlose Akku-Spannungserfassung (Übergangs- und Innenwiderstände haben kaum Einfluß) für präzise Meßergebnisse
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen Vorentlademöglichkeit per Tastendruck
- Erhaltungsladung mit 1/100-Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 6 LEDs (grün): Laden, 1 LED (rot): Entladen
- Temperatur-Schutzschaltung
- Betriebsspannung: 9 V bis 16 V DC
- Stromaufnahme: max. 1,6 A (bei 13,8 V)
- Abmessungen: 230 x 66 x 115 mm

Ladeschacht eingesetzt. Sobald die Lade-Kontroll-LED leuchtet, ist der eingesetzte Akku schnell gegen den tiefentladenen bzw. defekten Akku auszutauschen. Dieser Akku wird nun bis zur nächsten Meßwertabfrage mit dem Ladestrom beaufschlagt. Hat sich nun am Akku eine Zellenspannung von >100 mV aufgebaut, wird der Ladevorgang fortgesetzt, während anderenfalls die Kontroll-LED wieder erlischt. Baut sich nach 3 bis 4 „Auffrisch“-Versuchen keine Zellenspannung auf, ist kein „Wiederbeleben“ möglich, und der Akku muß entsorgt werden.

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden bzw. tiefentladene Akkus weisen häufig einen hohen Innenwiderstand auf, der mit dem Beaufschlagen des Ladestromes dann relativ rasch wieder abnimmt. Der Ladespannungsverlauf an der Zelle folgt dann nicht mehr der typischen Kurve, so daß ein frühzeitiges Umschalten in den Erhaltungslade-Modus möglich ist. Durch kurzes „An-tippen“ der Entlade-Taste bietet das MLE 12 die Möglichkeit, die gespeicherten Meßwerte zurückzusetzen. Der Ladevorgang beginnt dann von neuem.

Schaltung

Die Schaltung des MLE 12 entspricht,

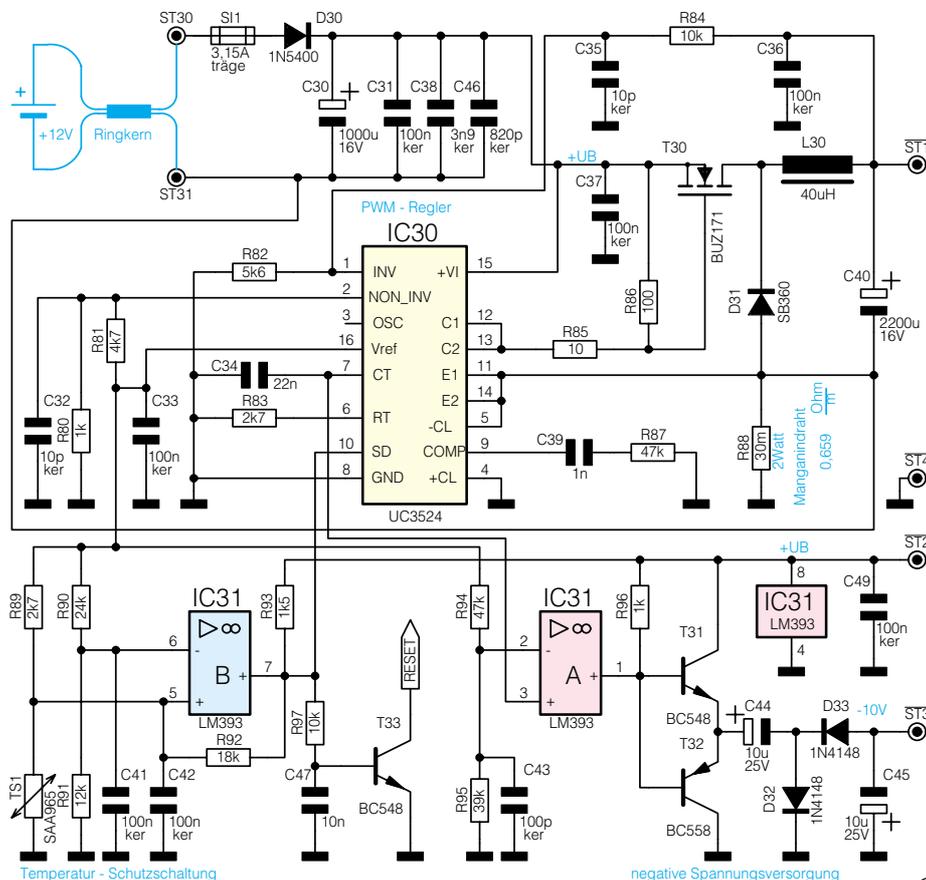


Bild 2: Spannungsversorgung mit PWM-Step-Down-Wandler

mit Ausnahme der Spannungsversorgung, im wesentlichen der Schaltung des bewährten Lade-/Entladegerätes MLE 6.

Betrachten wir zuerst die in Abbildung 2 dargestellte Spannungsversorgung, die mit einem PWM-Step-Down-Wandler realisiert wurde.

Der hier verwendete Baustein des Typs UC 3524 enthält sämtliche aktiven Komponenten, die zum Aufbau eines PWM-Schaltreglers erforderlich sind.

Zunächst stellt dieses IC an Pin 16 eine Referenzspannung von 5 V bereit, die unter anderem auch den Spannungsteiler R 80 und R 81 speist. Die Spannung am Spannungsteilerabgriff wird auf den nicht invertierenden Eingang des in IC 30 integrierten Fehlerverstärkers geführt und dient als Sollwertvorgabe.

Der Ist-Wert vom Netzteil Ausgang gelangt zum Vergleich über den Spannungsteiler R 82, R 84 auf den invertierenden Eingang. Der an Pin 9 mit einer RC-Kombination beschaltete Reglerausgang ist gleichzeitig der Eingang des integrierten Komparators.

Durch die externe Beschaltung des Oszillators an Pin 6 und Pin 7 (R 83, C 34), wird die Schaltfrequenz des Wandlers bestimmt.

Zwei im Baustein enthaltene Treibertransistoren liegen mit den Kollektoren an

Pin 12 und Pin 13 und mit den Emittern an Pin 11 und Pin 14 des ICs. Diese Treiber dienen direkt zur Steuerung des P-Kanal-Leistungs-FET T 30.

Die Erfassung des Ausgangsstromes erfolgt über den Shunt-Widerstand R 88, so daß eine zum Ausgangsstrom proportionale Spannung an Pin 5 des Bausteins anliegt. Der Ausgangsstrom wird automatisch begrenzt, sobald die Spannung an Pin 5 200 mV gegenüber Schaltungsmasse erreicht.

Bei durchgesteuertem Leistungs-FET fließt der Strom über die Speicherdrossel L 30 zum Ausgang. Aufgrund der dabei in L 30 gespeicherten Energie, bleibt der Stromfluß bei gesperrtem FET dann über die Schottky-Diode D 31 aufrecht erhalten. Die mit C 40 geglättete Ausgangsspannung ist abhängig vom Tastverhältnis des PWM-Signals, mit dem der Leistungs-FET gesteuert wird.

Da zum Betrieb der Ladeelektronik auch eine negative Spannung von -5 V erforderlich ist, wurde mit IC 31 A, T 31 und T 32 ein einfacher DC/DC-Wandler realisiert. Dazu wird die an Pin 7 des UC 3524 anstehende, zur Schaltfrequenz proportionale, Sägezahnspannung auf den nicht invertierenden Eingang des Komparators IC 31 A geführt und die Komparatorschwelle mit R 94, R 95 auf ca. 2,27 V gelegt.

Am Ausgang des Komparators (Pin 1) und somit auch an den Emittern der Treibertransistoren, erhalten wir dann ein Rechteck-Signal mit einem Tastverhältnis von ungefähr 1:1.

Dieses Rechteck-Signal wird mit C 44 und D 32 auf Massepotential geklemmt und mit D 33 gleichgerichtet. Nach der Pufferung mit C 45 erhalten wir dann die unstabilierte, negative Betriebsspannung.

Eine weitere, mit IC 31 B aufgebaute Komparatorschaltung arbeitet als elektronische Temperatursicherung. Mit steigender Endstufentemperatur erhöht sich der Widerstand des am Kühlkörper montierten Temperatursensors TS 1 und somit auch die Spannung an Pin 5 des IC 31 B.

Der Komparatorausgang wechselt von „low“ nach „high“, sobald die Spannung an Pin 5, die mit R 90 und R 91 eingestellte Komparatorschwelle übersteigt.

Für eine ausreichende Schalthysterese sorgt der Widerstand R 92, so daß die Temperatursicherung bei ca. 80° C anspricht und bei Unterschreiten von 55° C den PWM-Controller am Shut-Down-Eingang (Pin 10) wieder freigibt. Über R 97 und T 33, wird gleichzeitig der Mikrocontroller des Ladeteils im Reset-Zustand gehalten.

Die ausführliche Beschreibung der eigentlichen Ladeschaltung und des Nachbaus erfolgt im „ELVjournal“ 5/98. **ELV**