

Wie man Blei Batterien schnell und zuverlässig laden kann

G.Wiesspeiner

Die CCS Ladetechnik hat sich hunderttausendfach im Bereich von NC/NMH Akkus bewährt. Durch die einzigartige Erkennung der 100%igen Voll-Ladung ist es nicht nur möglich Akkus in Minuten aufzuladen, sondern gleichzeitig die Kapazität zu erhalten und außerdem die Lebensdauer deutlich zu erhöhen.

Mit dem neuen Ladecontroller CCS9620SL (Bild) können nun auch bei Blei bzw. Blei/Gel (Sealed Lead Acid) und anderen Akkutechnologien Resultate erzielt werden, die bisher für unerreichbar gehalten wurden. (Tabelle CCS-Vorteile)

CCS-Vorteile
✓ 100% Effizienz
✓ 100% Vollerkennung
✓ 0-100% in 90 Minuten
✓ keine Gasung
✓ Akkutyp unabhängig
✓ Zyklen oder Standby Betrieb



CCS-Ladetechnik:

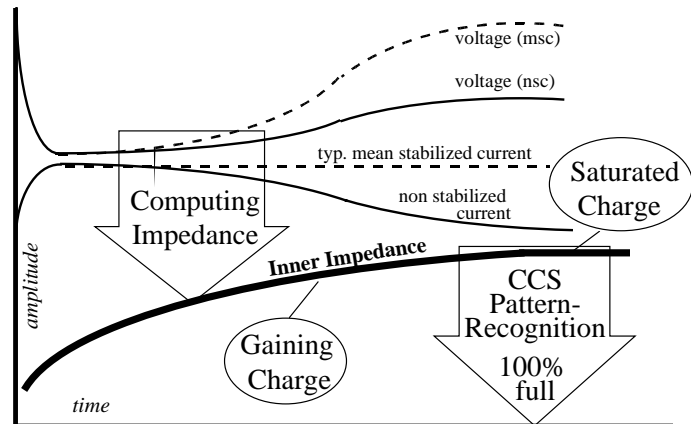
Im Gegensatz zu allen anderen Methoden (Tabelle: Abschaltmethode/Kriterium), die eine genaue Abstimmung auf den Akku erfordern, basiert das patentierte CCS Verfahren auf einem elektrischen Modell (Wechselstromersatzschaltbild)

des Akkus, welches völlig unabhängig von der Akku-Art und Type, der Kapazität und den Kapazitätsschwankungen und sogar unabhängig von der Akkutechnologie (NC, NMH, Pb, Li, ZnO, RAM, etc.) ist. Nach diesem Ersatzschaltbild ermittelt der CCS-Ladecontroller fortlaufend die **Innere Impedanz** des Akkus zwischen Elektroden und Elektrolyt (nicht zu verwechseln mit dem Innenwiderstand) und erkennt den Vollzustand mittels digitaler Musteranalyse, wenn der Akku aufhört den Strom in Ladung umzusetzen und die innere Impedanz in die Sättigung geht. (siehe Diagramm nächste Seite).

Das von BTI patentierte Modell ist selbstadaptierend. Es sind keine Voreinstellungen nötig, weil sich das CCS Abschaltkriterium dem momentanen Akkuzustand (Typ, Eigenschaften, Restladung, Temperatur, Alterung, äußere Einflüsse) weitestgehend anpaßt. Eine einfache Zweidrahtleitung genügt zum Anschluß des Akkus. Zusätzliche Sensoren (zBsp. Temperatursensoren) werden nicht benötigt. Damit tritt das Dilemma der Temperaturüberwachung an der falschen Zelle erst gar nicht auf!

Abschaltmethode	Kriterium
Zeitabschaltung	Vorentladung notwendig
Ladungszähler	Vorentladung notwendig
Temperaturmessung	Überladung unvermeidbar
Delta Peak	Überladung unvermeidbar
Spannungsmessung	unsicher und fehlerhaft
Mindeststrom	lange Ladedauer, fehlerhaft
CCS	100% Vollerkennung

Die innere Impedanz beschreibt den Ladevorgang am zuverlässigsten, weil sie dort ermittelt wird, wo die Ladung passiert: Zwischen Elektroden und Elektrolyt. Daher ist das Verfahren auch in "verbotenen" Extrembereichen, wie bei Temperaturen von -20° bis $+60^{\circ}$, anwendbar.



Laden von Blei-Gel Akkus:

Bevorzugt werden Blei/Gel- Akkus auf Konstantspannung geladen wobei der Strom anfänglich begrenzt wird. Das Ladeende ist erreicht, wenn der Strom gegen Null geht. Um die dabei entstehenden sehr langen Ladezeiten zu verringern wird manchmal in einer ersten Stufe mit höherem Strom vorgeladen und in einer weiteren Stufe mit kleinerem Strom bis zur Ladeschlussspannung nachgeladen. Obwohl diese Lademethoden scheinbar einfach sind, kommt es zu Problemen, weil die Ladeschlussspannung zwar theoretisch dem Datenblatt des Akkuherstellers entnommen werden kann, jedoch in der Praxis weitestgehend unbestimmbar ist. Die Ladeschlussspannung ist nicht nur abhängig vom Ladestrom, von der Elektrolytkonzentration, der Rezeptur des Herstellers für Elektroden und Elektrolyt, und der Temperatur, sondern auch, entsprechend dem Vorgeschehen bzw. der Vorbehandlung, von Akku zu Akku verschieden.

ACHTUNG: Steuerung der Ladeschlussspannung

Unter gleichen Lade- und Umgebungsbedingungen können bei derselben Akkutype Exemplarsstreuungen von bis zu 10% auftreten. Während der eine Akku abschaltet und noch nicht geladen ist, erreicht der andere die Ladeschlussspannung nie und wird überladen bis der Elektrolyt verdampft.

Die präzise Abschaltung beim 100% Vollzustand, unabhängig von den Akku-Eigenschaften, äußeren Einflüssen oder Vorbedingungen ist den Anwendern der CCS-Ladetechnik in den Bereichen Medizin, Sicherheitstechnik und Telekommunikation, Modellbau und Amateurfunk vor allem für das schnelle und gleichzeitig zuverlässige Laden von NC/NMH Akkus bekannt. Mit dem neuen Ladecontroller CCS9620SL werden diese hervorragenden Eigenschaften nun auch für Blei-Gel Akkus genützt.

Ladeschaltung mit CCS9620

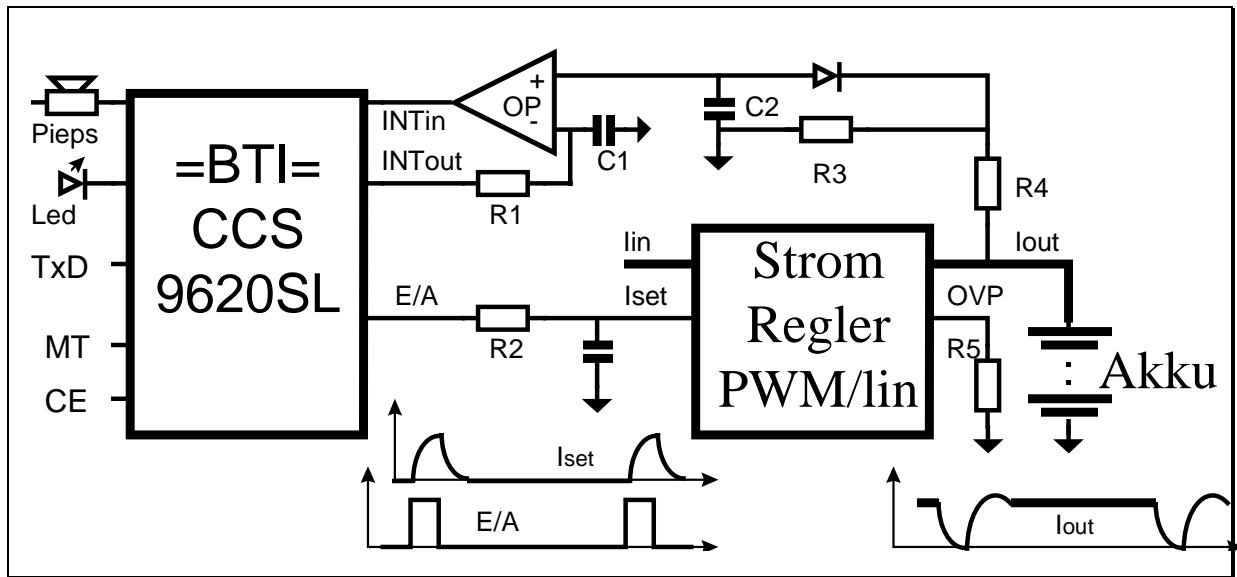
Die Schaltung besteht aus:

A) einem Lade-Contoller-Teil, der folgende Aufgaben erledigt:

- *Stromeinstellung und Modulation*
- *Erkennung des !00% Vollzustandes und Abschaltung*
- *Nachladung und Erhaltungsladung*
- *Erkennung und Anzeige defekter Akkus*
- *Datenübertragung Ladekurve*

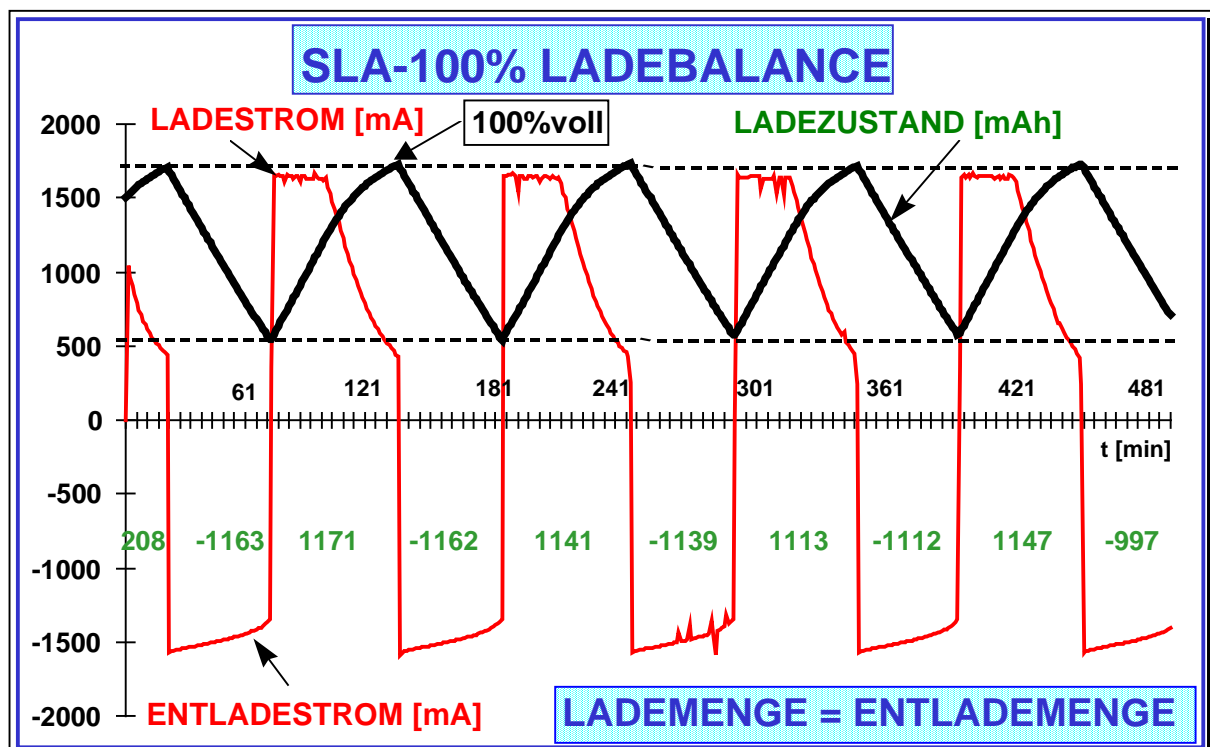
B) einem Leistungsteil zur

- *Erzeugung des Ladestroms Iout nach Iset*
- *Limitierung von Ladestrom und Ladespannung*



Das Bild zeigt das vereinfachte Prinzipschaltbild. Zur Berechnung der Inneren Impedanz benötigt das CCS-Verfahren einen veränderlichen Ladestrom I_{out} , der vom CCS9620 vom E/A-Pin über R2C als I_{set} dem Stromregler (PWM) vorgegeben wird (inverses Verhalten). R3/R4 und R5 dient zur Anpassung an beliebige Zellenanzahl (Nennspannung). Die Anschlüsse Led und Pieps dienen der Ladezustandsanzeige. An den MT-Eingangpins läßt sich die Ladezeit zwischen 0,5 bis 8h programmieren oder an CE unterbrechen. Über TxD wird fortlaufend die Ladespannungskurve ausgegeben, allerdings wird zur Codeübersetzung in RS232-ASCII ein spezieller PPM-Demodulatorchip benötigt.

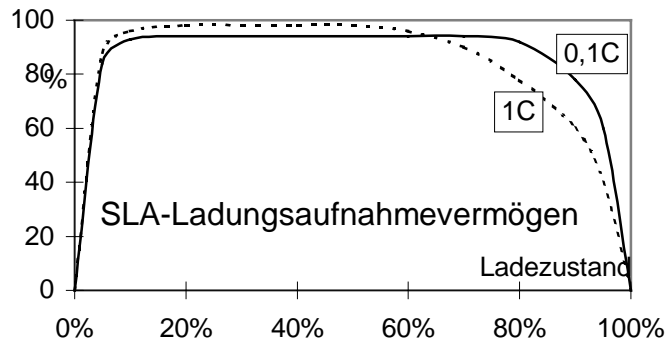
Die detaillierten Schaltungsunterlagen können dem Datenblatt und den Applikationsvorschlägen von BTI entnommen werden.



Ergebnis

Das Diagramm (SLA-100% Ladebalance) zeigt an 5 aufeinanderfolgenden Lade/Entladezyklen den Verlauf von Ladestrom und Ladezustand für einen Panasonic Sealed Lead Acid Akku mit 1,8Ah Kapazität. Der abnehmende Ladestrom im letzten Drittel erinnert an einfache "Taper-off-charger". Der Unterschied besteht jedoch in der richtigen Wahl des Abschaltzeitpunktes bei meist wesentlich höheren Ladeströmen, die gleichzeitig unabhängig vom tatsächlichen Wert des Stromes bzw. der Spannung sowie unabhängig von irgendwelchen Voreinstellungen sind.

Allerdings muß gegen Ladeende der Ladestrom reduziert werden, einerseits weil die Fähigkeit des Akkus Ladung aufzunehmen mit zunehmender Ladung abnimmt und andererseits um Gasung und die damit verbundenen Nachteile zu vermeiden. Erst damit kann der fast unglaubliche Ladewirkungsgrad von 99,9%(!) erreicht werden (Messwerte aus obigem Diagramm).



$$\text{Ladewirkungsgrad}[\%] = \frac{\text{Entladekapazität}[\text{Ah}]}{\text{Ladekapazität}[\text{Ah}]} * 100\%$$

$$\text{CCS - Ladewirkungsgrad} = \frac{4,572}{4,576} \geq 99,9\%$$

AUTOR:

G. Wiesspeiner, Tel. +43-316-873 7392, email: WP@BMT.tu-graz.ac.at
Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik, TU-Graz, Inffeldgasse 18, A-8010 Graz
Ludwig Boltzmann Institut für Technische Lebenshilfen

Weitere Informationen zur CCS Ladetechnik:

BTI-Büro für Technologie und Innovation, Rudolfstraße 14, A8010 Graz,
Tel. +43-316-326 031 FAX +43-316-381 808, email: BTI_CCS@compuserve.com
INTERNET: http://ourworld.compuserve.com/homepages/bti_ccs

Literatur:

- G. Wiesspeiner: „Einsatz der CCS-Lade-Elektronik zur Optimierung von Produkten und Produktion“ ÖVE Schriftenreihe Nr.8, ME Informationstagung Mikroelektronik 1995 - VIET 1995, Seite 207-212
- G. Wiesspeiner: „CCS (Computer Charge System) im Vergleich mit anderen Ladeverfahren“ Tagungsband Entwicklerforum: Batterien und Ladekonzepte, Seite 155-161, Design & Elektronik, 25. April 1995
- D. Linden: "Handbook of Batteries", Mc Graw Hill 1995, ISBN 0-07-037921-1
- G. Wiesspeiner: „Die größten Irrtümer der Ladetechnik“ Tagungsband Entwicklerforum: Batterien und Ladekonzepte, Design & Elektronik, 30. April 1996, Seite 25-32
- P. Schneider: „Akkus wirklich voll zu laden ist kein Zufallsereignis mehr“ Tagungsband Entwicklerforum: Batterien und Ladekonzepte, Design & Elektronik, 30. April 1996 Seite 33-38
- G. Wiesspeiner: „Moderne Ladetechnik zwischen Zuverlässigkeit und Lebensrettung“, Tagungsband Entwicklerforum: Batterien und Ladekonzepte, Design & Elektronik, 10. April 1997 Seite 113-118