



Blei-Akku-Ladegerät mit Überwinterungs-Automatik

Zur optimalen Pflege von Blei- und Blei-Gel-Akkus bietet das BAL 7000 neben der Lade- und Erhaltungsladefunktion zusätzlich noch eine Überwinterungs-Automatik.

Allgemeines

Für ein langes „Akkuleben“ ist unbedingt die richtige Pflege notwendig. Dies trifft besonders für die zum Teil recht teuren Blei- und Blei-Gel-Akkus zu. Nicht selten findet man diese Akkus auch in Anwendungen, die einen längeren Zeitraum im Jahr (z. B. im Winter) nicht benötigt werden wie z. B. beim Einsatz in Booten, Motorrädern, Akkumähern usw.

Um die maximal mögliche Lebensdauer von Akkus zu nutzen, die längeren „Ruhepausen“ ausgesetzt sind, reicht es im allgemeinen nicht aus, diese Akkus außerhalb der „Nutzungssaison“ nur mit einer Erhaltungsladung zu beaufschlagen.

Zur Unterbindung einer Verhärtung und Passivierung der Bleiplatten ist es vielmehr sinnvoll, in regelmäßigen Zeitabständen eine definierte Ladungsmenge (10 % bis 40 % der Nennkapazität) zu entnehmen und anschließend eine Aufladung durchzuführen. In der übrigen Zeit wird der Akku dann mit einer Erhaltungsladung immer im optimal geladenen Zustand gehalten.

Mit dem BAL 7000 ist die „Wartung“ sowohl bei 6V- als auch bei 12V-Pb-Akkus vollautomatisch durchführbar. Das Wartungsintervall kann dabei wahlweise eine Woche, zwei Wochen oder vier Wochen betragen. Des weiteren ist die Kapazität, die dem Akku nach Ablauf des Zeitintervalls entzogen wird, in 4 Stu-

Technische Daten: Blei-Akku-Ladegerät BAL 7000

Ladbare Akkutypen: 6V- und 12V-Blei-Akkus (Blei-Gel, Blei-Säure)
Ladeverfahren: Konstantspannung mit Strombegrenzung
Erhaltungsladespannungen: 6,69 V, 13,38 V (2,23 V je Zelle)
Ladestrom: max. 3,5 A
Wartungszyklus: einstellbar 1 Woche, 2 Wochen, 4 Wochen
Entladekapazität: einstellbar 1,25 Ah, 2,5 Ah, 5 Ah, 10 Ah
Entladestrom: ca. 1 A
Anzeigen: Laden, Entladen
Weitere Leistungsmerkmale: Tiefentladeschutzschaltung, Temperaturüberwachung der Endstufe und des Netztrafos, kurzschlußfester Ausgang, Verpolungsschutz durch Schmelzsicherung, Wartungsintervall abschaltbar
Abmessungen (BxHxT): 272 x 92 x 150 mm

fen zwischen 1,25 Ah und 10 Ah einstellbar.

Das ELV-Blei-Akku-Ladegerät BAL 7000 ist mit einem 90VA-Netztransformator ausgestattet, der auch bei Dauerbetrieb genügend Leistungsreserven bietet. Zur Verringerung der Verlustleistung während des Ladevorgangs arbeitet das Gerät mit einem sekundärgetakteten Schaltregler.

Die Bedienung des Ladegerätes ist dank der übersichtlich angeordneten Bedienelemente sehr einfach.

Solange sich der Umschalter „Überwinterung“ in der Schalterstellung „Aus“ befindet, arbeitet das BAL 7000 ausschließ-

lich als Ladegerät mit Erhaltungsladefunktion. In dieser Funktion sind lediglich der Akku polaritätsrichtig an die zugehörigen Anschlußbuchsen (Polklemmen) anzuschließen und mit dem Kippschalter „Spannung“ die Akku-Nennspannung (6 V oder 12 V) auszuwählen.

Befindet sich der Umschalter „Überwinterung“ in der Schalterstellung „Ein“, ist zusätzlich die Einstellung des Wartungsintervalls und der Entladekapazität erforderlich.

Sowohl der Ladevorgang als auch die Entladung während des Wartungsintervalls werden durch entsprechende Kontroll-LEDs angezeigt. Wahlweise kann das Überwinterungs-Intervall mit einem Lade- oder mit einem Entladezyklus begonnen werden.

Im Normalfall startet das BAL 7000 den Ladevorgang automatisch, sobald der Akku angeschlossen wird, bei zuvor eingeschaltetem Ladegerät. Wenn hingegen vor dem Anlegen der Netzspannung an das BAL 7000 der Akku angeklemt und der Überwinterungs-Mode gewählt wurde, startet das BAL 7000 nach dem Einschalten zuerst mit einem Entladevorgang.

Die Tiefentladung eines angeschlossenen Akkus ist aufgrund einer integrierten

Tiefentladungs-Schutzschaltung grundsätzlich ausgeschlossen.

Beim BAL 7000 wird der Blei-Akkumulatormotor bei konstanter Spannung geladen. Die Spannungsbegrenzung erfolgt automatisch bei der Erhaltungsladespannung von 2,23 V je Zelle. Mit dieser Zellenspannung darf der Pb-Akku unbegrenzt beaufschlagt werden, ohne daß die Gefahr einer Überladung besteht oder daß Ausgleichladungen erforderlich sind. Des Weiteren kann ein bis zur Entladeschlussspannung

Durch Überwinterungs-Automatik optimale Pflege von Blei-Akkus, die längeren „Ruhepausen“ ausgesetzt sind

oder auch nur teilweise entladener Pb-Akku bei einer konstanten Spannung von 2,23 V je Zelle vollständig geladen werden. Liegt die Erhaltungsladespannung unter 2,20 V, so sind von Zeit zu Zeit Ausgleichladungen erforderlich.

Da aufgrund einer sehr steilen Stromspannungskurve ein entladener oder teilentladener Pb-Akku einen sehr hohen Ladestrom aufnehmen kann, ist zusätzlich eine Ladestrombegrenzung auf 3,5 A vorhanden.

Nach Anschließen eines entladenen Akkus arbeitet das Ladegerät zunächst als Stromquelle. Übersteigt der vom Ladegerät angebotene Strom die Aufnahmefähigkeit des Akkus, tritt der charakteristische Stromabfall auf. Der Ladestrom sinkt nun kontinuierlich bis zum Erhaltungsladestrom, der wiederum vom Zustand des Akkus, vom Alter und von der Umgebungstemperatur abhängig ist.

Nach der Betrachtung der grundsätzlichen Funktionsweise kommen wir nun zur detaillierten Schaltungsbeschreibung.

Schaltung

Die Gesamtschaltung des BAL 7000 ist in Abbildung 1 gezeigt. Wir beginnen die

detaillierte Beschreibung mit der im oberen Bereich des Schaltbildes dargestellten Spannungsversorgung und dem sekundärgetakteten Schaltregler.

Die von den Netzanschlußklemmen (KL 1) kommende 230V-Netzwechselspannung gelangt über SI 1 auf die Primärwicklung des 90VA-Netztransformators. Die Sekundärwicklung gibt eine Wechselspannung von 24 V mit 3,5A-Strombelastbarkeit ab.

Nach der Brückengleichrichtung mit D 1 bis D 4 gelangt die unstabilisierte Gleichspannung auf den Pufferelko C 5, Pin 1 des Festspannungsreglers IC 1, Pin 15 des Schaltreglers (IC 2) und über D 20 auf die Ladeendstufe. D 20 verhindert in diesem Zusammenhang bei Netzausfall die Entladung des angeschlossenen Akkus.

Ausgangsseitig liefert IC 1 eine stabilisierte Spannung von 5 V, die zur Versorgung sämtlicher digitalen und analogen Baugruppen des BAL 7000, mit Ausnahme des Schaltreglers, dient.

Der PWM-Schaltregler wurde mit dem Baustein SG 3524, dessen innere Struktur in Abbildung 2 zu sehen ist, realisiert. Dieser Chip enthält sämtliche aktiven Komponenten, die zum

Aufbau eines PWM-Schaltreglers erforderlich sind.

An Pin 16 stellt der SG 3524 eine Re-

ferenzspannung von 5 V zur Verfügung, die zur Speisung der mit R 1 bis R 5 aufgebauten Spannungsteiler dient.

Die je nach Akkutyp mit R 1 oder R 3 eingestellte Referenzspannung gelangt auf den nicht-invertierenden Eingang des in IC 2 integrierten Fehlerverstärkers (Sollwert).

Der Ist-Wert am Ausgang des BAL 7000 wird über den mit R 6, R 8 aufgebauten Spannungsteiler auf den invertierenden Eingang (Pin 1) zurückgeführt.

Der Regler vergleicht ständig die Eingangsgrößen miteinander und steuert über seinen an Pin 9 mit einer RC-Kombination beschalteten Ausgang den integrierten Komparator und somit das PWM-Ausgangssignal (Puls-/Pausenverhältnis).

Die Schaltfrequenz des Step-Down-Wandlers wird durch die externe Oszillatorbeschaltung an Pin 6 und Pin 7 (R 7, C 7) bestimmt.

2 integrierte Treibertransistoren an Pin 11 bis Pin 14 dienen zur Steuerung des selbstsperrenden P-Kanal-Leistungs-FET T 1.

Mit Hilfe des Shunt-Widerstandes R 13 erfolgt die Erfassung des Ladestromes. Über den mit R 34, R 35 aufgebauten

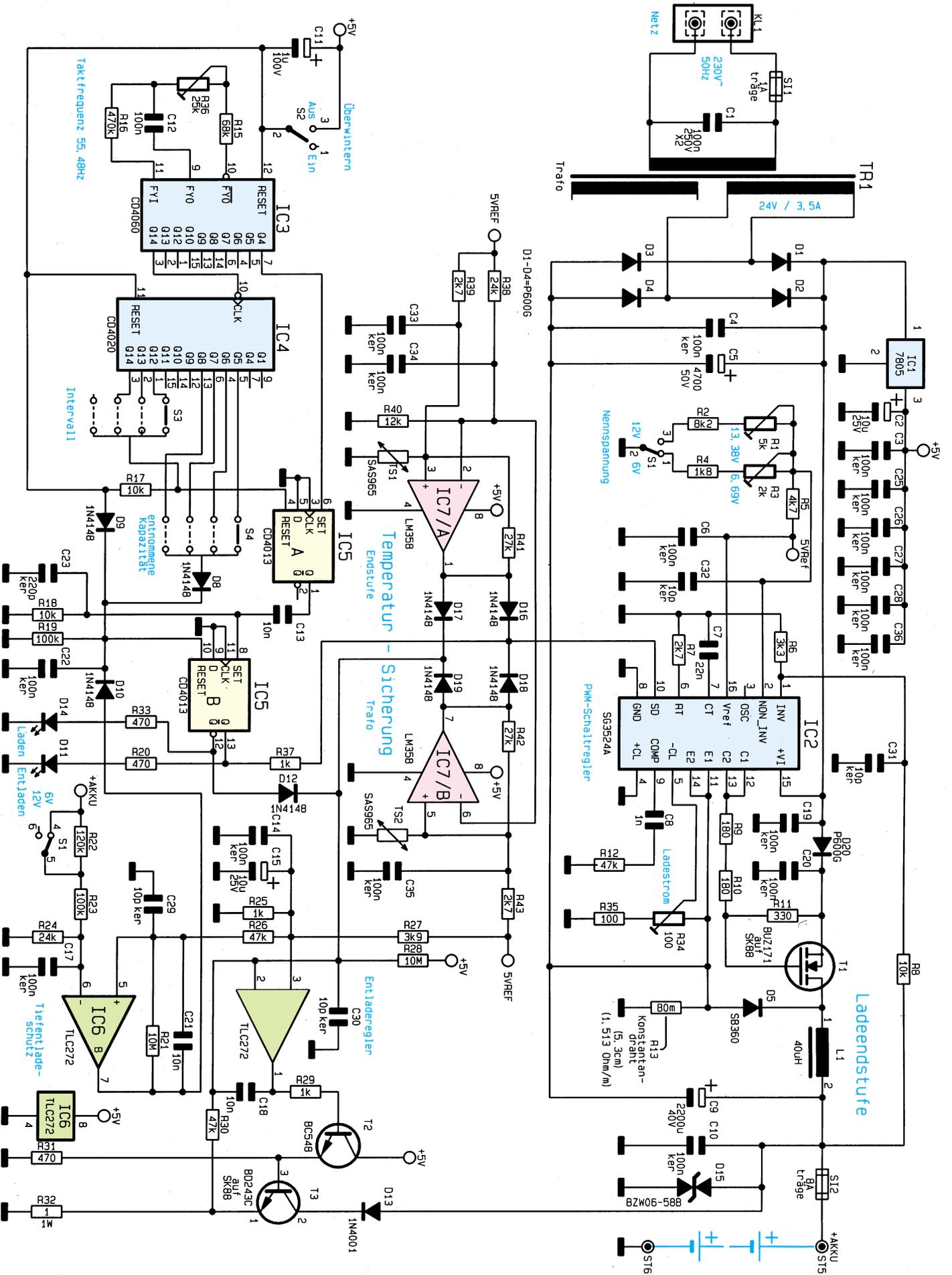


Bild 1: Schaltbild des Blei-Akku-Ladegerätes

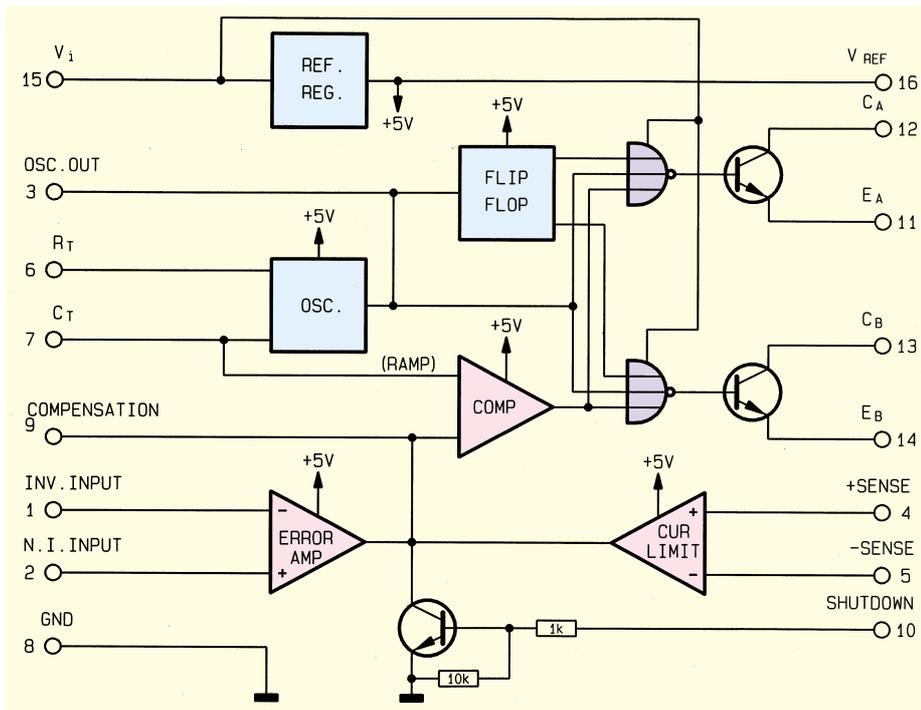


Bild 2: Innere Struktur des SG 3524

Spannungsteiler gelangt eine zum Ladestrom proportionale Spannung auf die chipinterne Strombegrenzungsschaltung (Pin 5). Sobald die Spannungsdifferenz zwischen Pin 4 (Schaltungsmasse) und Pin 5 (-CL) 200 mV übersteigt, wird der Ausgangsstrom des PWM-Schaltreglers begrenzt.

Solange der PWM-Ausgang des SG 3524 den P-Kanal-Leistungs-FET (T 1) durchsteuert, fließt der Ladestrom über T 1, die Speicherdrossel L 1 und SI 2 zum Akku und über den Shunt-Widerstand R 13 zurück.

Aufgrund der in L 1 gespeicherten Energie bleibt der Stromfluß bei gesperrtem FET über die schnelle Schottky-Diode D 5 aufrechterhalten. Ausgangsstrom und Ausgangsspannung sind vom Tastverhältnis des PWM-Signals abhängig. Mit Hilfe des Pufferelkos C 9 erfolgt die Glättung der Ausgangsspannung.

Die Schmelzsicherung SI 2 dient ausschließlich zum Schutz der Ladeendstufe und des angeschlossenen Akkus bei einer Verpolung.

Störimpulse werden mit Hilfe der Transil-Schutzdiode D 15 eliminiert.

Die zyklische Entladung des angeschlossenen Bleiakkus erfolgt mit Hilfe der mit IC 6 A, T 2 und T 3 aufgebauten Konstantstromsenke.

Der Entladeregler ist freigegeben, solange IC 5 A, Pin 12 Low-Pegel führt. Eine zum Entladestrom proportionale Spannung wird am Entladeshunt R 32 gewonnen. Diese Meßspannung (Ist-Wert) wird über R 30 dem invertierenden Eingang des IC 6 A zugeführt und mit dem Soll-Wert

an Pin 3 (nicht-invertierender Eingang) verglichen. Die Sollwert-Vorgabe von 1 V erfolgt mit Hilfe des Spannungsteilers R 27, R 25.

Der Ausgang des IC 6 A steuert über R 29 den Emitterfolger T 2 und dieser wiederum den Leistungstransistor T 3. Über R 30 ist der Regelkreis letztendlich wieder geschlossen.

Um den angeschlossenen Akku vor Tiefentladungen zu schützen, ist mit IC 6 B eine entsprechende Schutzschaltung aufgebaut. Über die Spannungsteilerkette R 22 bis R 24 gelangt die zur Akkuspannung proportionale Meßspannung auf den invertierenden Eingang des IC 6 B. Sobald die Spannung an Pin 6 unterhalb der an Pin 5 anliegenden Referenzspannung sinkt, wechselt der Ausgang des Komparators von „low“ nach „high“ und setzt über D 10 das Flip-Flop IC 5 B zurück. Über die Diode D 12 erfolgt dann die Sperrung des Entladereglers IC 6 A.

Zur Überwachung der Temperatur des Netztransformators und der Endstufe dienen 2 mit IC 7 A, B identisch aufgebaute Überwachungsschaltungen.

Betrachten wir dazu die mit IC 7 A und externer Beschaltung aufgebaute Komparatorschaltung, deren Temperatursensor TS 1 am Kühlkörper der Leistungstransistoren angeordnet ist.

Mit steigender Kühlkörpertemperatur erhöht sich der Widerstand des Temperatursensors und somit auch die Spannung an IC 7 A, Pin 3. Sobald die Spannung an Pin 3 die mit R 38, R 40 am invertierenden Eingang (Pin 2) eingestellte Spannung übersteigt, wechselt der Komparatoraus-

gang (Pin 1) von „low“ nach „high“. R 41 sorgt für eine ausreichend große Schalthysterese, so daß die Schutzschaltung bei ca. 80 °C anspricht, und erst nach Abkühlen des Kühlkörpers auf ca. 60°C wird die Schutzschaltung deaktiviert.

Die mit IC 7 B aufgebaute Schaltung zur Überwachung der Trafotemperatur arbeitet in der gleichen Weise. Bei Übertemperatur werden über D 16 bis D 19 sowohl der Lade- als auch der Entladezweig gesperrt.

Zur automatischen Steuerung des „Überwinterungszyklus“ dient die mit IC 3 bis IC 5 und externen Komponenten realisierte Schaltung. Die Generierung der zur Steuerung erforderlichen Taktfrequenz von 55,48 Hz erfolgt mit dem im 14stufigen Binärzähler (IC 3) integrierten RC-Oszillator.

Die frequenzbestimmenden Bauelemente sind C 12, R 15 und der Spindeltrimmer R 36, mit dem die Frequenz genau abgleichbar ist.

Mit Hilfe der beiden in Reihe geschalteten Binärzähler IC 3 und IC 4 wird die Grundfrequenz weiter heruntergeteilt. Beim Zählerstand „8“ wechselt der Logikpegel an IC 3, Pin 7 (Q 4) von „low“ nach „high“ und setzt das D-Flip-Flop IC 5 A. Über C 13 gelangt dadurch ein kurzer Setzimpuls auf den Set-Eingang des IC 5 B, dessen Ausgänge nun den Ladekanal sperren und den Entladekanal aktivieren. Gleichzeitig erlischt die Ladekontroll-LED D 14, und die Entladekontroll-LED D 11 leuchtet.

Je nach Schalterstellung des Schiebeschalters S 4 wird der Entladevorgang beendet, wenn Q 5, Q 6, Q 7 oder Q 8 von „low“ nach „high“ wechseln und über S 2, D 8 das D-Flip-Flop IC 5 B an Pin 10 zurücksetzen.

Für die weitere theoretische Betrachtung nehmen wir an, daß sich der Schiebeschalter S 3 in der untersten, nicht benutzten Schalterstellung befindet. Dann wechselt nach 7 Tagen der Ausgang Q 12, nach 14 Tagen der Ausgang Q 13 und nach 4 Wochen der Logik-Pegel am Ausgang Q 14 des IC 4 von „low“ nach „high“.

Abhängig von der Schalterstellung des Schiebeschalters S 3 werden nach einer Woche, zwei Wochen oder vier Wochen die Zählerbausteine IC 3, IC 4 und die in IC 5 integrierten Flip-Flops zurückgesetzt, und der komplette Zyklus beginnt von neuem.

C 11 sorgt für einen definierten Power-On-Reset, und mit S 2 ist der Überwinterungszyklus abschaltbar.

Im Anschluß an diese ausführliche Schaltungsbeschreibung folgt im zweiten, abschließenden Teil die Darstellung vom Nachbau und Abgleich des Blei-Akku-Ladegerätes BAL 7000. ELV