

Akademische Fliegergruppe Karlsruhe e.V.

**LADEKUH<sup>©</sup> 2000**



**Sechsfach-Automatik-Bleiakkuladegerät für 12V**



# **Benutzer- und Wartungshandbuch**

## Wichtig: - Vor Gebrauch unbedingt lesen!

Wir gratulieren Ihnen zum Erwerb dieser LADEKUH 2000 und bedanken uns, dass ihre Wahl auf ein Erzeugnis der Akaflieg Karlsruhe fiel. Sie erhalten hiermit ein hochwertiges Produkt geistiger Kreativität „Made in Germany“. Dieses Produkt wird ihnen - richtige Handhabung und Pflege vorausgesetzt - viel Freude bereiten. Diese LADEKUH 2000 stellt das Beste dar, was derzeit in dieser Art in der Akaflieg erhältlich ist.

**Anwendung dieser Betriebsanleitung:** Lesen sie diese Anleitung von oben bis unten durch. Für Anfänger auf diesem Gebiet spielt es dabei keine Rolle, falls Sie bestimmte Vorgänge nicht vollständig verstanden haben. Belassen sie diese Anleitung in der Nähe der LADEKUH" 2000 und ihre Kenntnisse werden sich mit der Zeit erweitern. Erfahrene Anwender finden in den Ergänzungsblättern im Anschluss an diese Anleitung detailliertere Tips zum Umgang mit diesem Produkt und über dessen Funktionsweise. Anfänger sollten diese Abschnitte ebenfalls durchlesen. Wenn Sie mit ihrer LADEKUH 2000 vertrauter sind, werden sie überrascht sein, wie viel Sie hier verstehen .

**Produktbeschreibung:** Es handelt sich um eine LADEKUH 2000, hergestellt nach modernsten Verfahren, in einem edlen, selbststehendem Gehäuse, ca. 5kg schwer, mit fest angebrachten Ladekabeln für 6 Bleiakkumulatoren, und einer selbsterklärenden, intuitiven Benutzerführung, so dass auch dem Ungeübten das Erlernen des Umgangs mit diesem Produkt moderner Spitzentechnologie sofort fehlerfrei gelingt und keine Einarbeitungszeit erforderlich ist.

**Benutzung:** Wir empfehlen diese LADEKUH 2000 (nach Lektüre dieser Dokumentation) an einem trockenen, sicheren, staubfreien Ort aufzustellen und das Netzkabel anzuschliessen. Dieses sollte unbedingt verwendet werden, da es das Laden der Akkumulatoren ungemein beschleunigt. Wir bitten sie zu beachten, dass diese LADEKUH 2000 sowohl gelben als auch Strom jeder anderen Farbe verträgt. Auch müssen sie nicht darauf achten, dass es sich bei dem verwendeten Strom um Markenstrom eines bestimmten Energieversorgers handelt. Schliessen sie dann einen oder auch bis zu sechs Bleiakkumulatoren an die dafür gedachten Anschlusskabel an, die dank einer neuen, patentierten Technik alle an der Gehäuseaussenseite frei zugänglich sind. Das Aufleuchten der jeweiligen grünen LED zeigt den eingeleiteten Ladevorgang an. Die LED erlischt erst, wenn der Akku vollkommen geladen und der der Laderegler in den Erhaltungsladungsmodus geschaltet hat. Dies wird begleitet durch ein unbeschreibliches Glücksgefühl des Benutzers über den geladenen Akkumulator. Ein Überladen des Akkumulators ist nicht möglich, genausowenig, wie das versehentliche Laden eines verpolten oder defekten. Ebenso wenig führt eine Unterbrechung der Stromversorgung der LADEKUH 2000 zu Problemen, abgesehen von einer, unter Umständen erheblichen Verlangsamung des Ladevorgangs.

**Vorsichtsmassnahmen:** Jedoch sollte die LADEKUH 2000 weder unter Wasser, noch in korrosiven, flüssigen Medien betrieben werden. Auch sollte kein Wasser, Benzin oder andere Flüssigkeiten, wie etwa Bier, probiotischer Yoghurt oder Apfelsaft aus gewaltfrei aufgezogenen Äpfeln in die LADEKUH 2000 gelangen. Dies führt zu einem sofortigem Erlöschen jeglicher Gewährleistungsansprüche und vielleicht zu kräftiger Rauchentwicklung. Auch sollten sie die LADEKUH 2000 nicht fallen lassen.

**Hot-Line-Service:** Sollte trotz Beachten der Bedienvorschriften einmal eine Störung im Betrieb ihrer LADEKUH 2000 auftreten, so steht ihnen unser kostenloser Hot-Line-Service zur Verfügung. Voraussetzung ist, dass sie der legale Besitzer dieser LADEKUH 2000 sind und sie auf ihren Namen registriert ist. Von 7:30 Uhr bis 23:30 Uhr erreichen sie unsere Hotline unter ++49 721 6084466 (in Karlsruhe als besonderer Service sogar zum Ortstarif), danach wenden sie sich an den Vorstand der Akaflieg oder jeden ihnen bekannten Akaflieger.

•**Wartung, Pflege und Lagerung:** Eine LADEKUH 2000 ist ein wartungsfreundliches Produkt. Alle Aussenseiten sind glattflächig und leicht zu reinigen. Benutzen sie hierzu aber keine aggressiven Reinigungsmittel, sondern lediglich ein feuchtes antistatisches Tuch. Das Innenleben der LADEKUH 2000 ist quasi wartungsfrei und sollte nur von eingens dafür geschultem Personal gewartet werden. Zu diesen Arbeiten gehört das eventuelle Wechseln der internen Sicherungen (1A Träge) oder eine Nachjustierung des Ladungserhaltungs-Spannungsniveaus an dem jeweiligen Cermet-Spindeltrimmer, was aber bei korrekter Pflege und normalem Betrieb erst nach 10 Jahren nötig werden sollte. •

•  
Bewahren sie ihre LADEKUH 2000 nur in trockenen, staubfreien Räumen frei schwebend auf. Setzen sie diese LADEKUH 2000 auf keinen Fall direkter UV-, Röntgen- oder Gamma- Strahlung aus und meiden sie Temperaturen von mehr als 310 K und weniger als 270 K . Stellen sie nichts auf dem Gehäuse ab, auch keinen Unrat oder sonstigen Müll, der bei ihnen anfällt. Ein Nichtbeachten dieser Vorschriften führt zu einem unmittelbaren Erlöschen jeglicher Garantieansprüche ! •

•  
**Umweltbeitrag:** Diese LADEKUH 2000 ist auf chlorfrei gebleichten Leiterplatten aufgebaut. Alle verwendeten Bauelemente stammen aus artgerechter Aufzucht. Sie verbraucht nur gerade soviel Strom wie zum ihrem Betrieb notwendig. Sie verweigert Atomstrom und gefährdet weder Delphine, Regenwälder oder den seltenen Albtal-Schlaf-Wolf. Durch ein neuartiges Verfahren konnte sogar auf Tierversuche verzichtet werden. •

•  
**Haftungsausschluss:** Die Akaflieg übernimmt keine Haftung für direkte Schäden oder Folgeschäden die sich aus der Benutzung dieser LADEKUH 2000 ergeben, und zwar ungeachtet der Schadensursache. Der Benutzer der LADEKUH 2000 erklärt sich mit dieser Regelung einverstanden, •

•  
**Garantie:** Wir gewähren eine 90-Tage Garantie für diese LADEKUH 2000. Sie erlischt allerdings wenn: •

- a.) Die LADEKUH 2000 ans Netz angeschlossen wird.
- b.) sie irgendwo stehend oder liegend aufbewahrt wird.
- c.) Kabel geknickt oder herausgerissen sind. •
- d.) gegen die Wartungs- und Pflegevorschriften verstossen wurde. •

•  
Schicken sie die LADEKUH 2000 im Falle einer gerechtfertigten Beanstandung an •

LADEKUH-INDUSTRY-SERVICES  
P.O. Box 08-15  
Lah Deh Qu  
Indonesien •

•  
Schildern sie ihr Problem bitte kurz auf indonesisch. Sollte ihre Beanstandung wirklich gerechtfertigt sein dann reparieren wir das Gerät - kostenpflichtig - und senden es innerhalb von höchstens 5 Monaten - unfrei - an sie zurück. •

•  
Wir hoffen diese LADEKUH 2000 wird ihnen viel Freude bereiten und sie kaufen wieder mal was bei uns. •

•  
Ihr Akaflieg-Elektronik-Team.

## FUNKTIONSWEISE:

Bei der verwendeten Ladereglerschaltung handelt es sich um einen sog. Dual Level Float Charger auf Basis des Bausteins UC 3906, der die meisten benötigten Funktionen für diese Aufgabe zur Verfügung stellt (Siehe auch Datenblatt im Anhang für weitere Informationen). Das bedeutet, der Lader verwendet abhängig vom Ladezustand zwei verschiedene Ladespannungen. Eine maximale Ladespannung (Überladung) in der Hauptladephase, die ca. 14,7V beträgt und über feste Widerstände eingestellt ist (besser gesagt die Differenz zur Ladungserhaltungsspannung) und die Ladungserhaltungsspannung von ca. 13,7 V die angelegt wird nachdem der Akku in der Überladephase (bis max 14,7V) weniger als 1 / 0 des maximalen Ladestroms  $I_{\max}$  aufnimmt und die über den Spindeltrimmer jeder Ladeschaltung justierbar ist.

### Ladeprinzip:

Ladeschluss-Spannung 14,7 V @ 25°C

Ladungserhaltungsspannung 13,7 V @ 25°C

Temperaturkompensation passt die Spannung der Umgebungstemperatur an, so wie es die Akkus erfordern.

Der Lader durchläuft 3-4 Ladezustände:

1. ggf. 25mA „Tröpfelladung“ bei Akkus unter ca. 11 V, um zu verhindern, dass defekte Akkus „gekocht“ werden oder dass bei Kurzschluss hohe Ströme fließen.
2. Hauptladephase mit Strombegrenzung auf ca. 0,8A bis zum Erreichen von ca. 13,8V.
3. Kontrollierte „Überladung“, auf 14,7 V um Akku 100% zu laden (Empfehlung der Akkuhersteller), bis Strom auf ca. 1 / 0 des Maximalen Ladestroms abgefallen ist.
4. Ladungserhaltung bei 13,7 V.

Die LED leuchtet in Phasen 1,2 und 3.

### Kurze Funktionsbeschreibung der Schaltung.

Hier folgt eine kurze Funktionsbeschreibung der Schaltung, die bei Problemen hilfreich sein könnte. Weitere, detailliertere Informationen finden sich im beigelegten Datenblatt des IC.

Der Ladestrom/ die Ladespannung wird durch die PNP-Darlingtontransistoren BD 644 eingestellt, die zur besseren Kühlung ans Gehäuse geschraubt sind. Der Basisstrom wird vom IC, eingestellt, der den Spannungsabfall über dem Messwiderstand  $R_s$  und damit den Ladestrom misst. Die Ladespannung wird über den Spannungsteiler  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C/R_D$  gemessen und verschiedenen Eingängen am Lade IC zugeführt. Der Spannungsteiler liegt nicht direkt gegen Masse sondern gegen den Open Kollektor Ausgang „/POWER IND“, Pin 7, was zum Zweck hat einen Rückstrom aus dem Akku bei fehlender Versorgungsspannung zu unterbinden, da Pin 7 nur auf Massepotential liegt, wenn Eingangsspannung vorhanden ist. Pin 10 ist ein Open-Collector Ausgang und liegt auf Massepotential, wenn die Ladereglerlogik in der Hauptladephase ist. D.h. dann sollte man hier ca 0V gegen Masse messen. Ansonsten sind es ca 2,3 V, d.h. die Spannung der internen Referenzspannung, auf die Pin 13 (voltage sense) eingeregelt wird. Genauso misst man an Pin 1 (current sense out, open-collector) bzw., Pin 8 (Over charge terminate) die miteinander verbunden sind in der Hauptladephase ca 0V gegen Masse und wenn der Strom auf  $0,25V/R_s$  d.h. ca 0,8A zurückgegangen ist und der Open-collector „auf“, geht ca 17V über den externen Pull-up-Widerstand. Über den Operationsverstärker UA741, der als Komparator geschaltet ist wird die LED angesteuert, die dann leuchtet, wenn die Spannung am Pin 8 / 1 auf Massepotential ist. Pin 11 (Trickle Bias) liefert über  $R_T$  ca 25mA

Tröpfelladungsstrom, um tiefentladenen Akkus über die 10-IVV zu heben, bei denen der Komparator hinter Pin 12 (Charge enable) den Basisstrom für den Transistor, und damit den Ladestrom freigibt. Bei defekten Akkus oder Kurzschlüssen hingegen wird so eine Ladung verhindert. Die Schaltung des Dämpfungskondensators C2 auf den Knotenpunkt von  $R_C$ ,  $R_D$  und  $R_B$  statt gegen Masse wie im Datenblatt beschrieben, führt zu einem kurzen Spannungseinbruch am Voltage Sense Eingang (Pin 13) wenn der Current Sense Ausgang low geht, so dass die Ladezustandslogik wieder auf Over Charge zurückspringt, was sie sonst nicht sicher tut, wenn man einen nicht ganz leeren Akku anhängt (d.h. einen mit mehr als  $0,9 \cdot 13,8V = 12,4V$ ).

## WARTUNG:

An Wartungsarbeiten fallen nach längerer Betriebsdauer evtl. folgende an:

- **Wechseln der Sicherungen:**

Die **externe Hauptsicherung** befindet sich an der Gehäuserückseite. Ihr Wert sollte **0,8 A T** betragen

Die internen Sicherungen befinden sich auf den beiden Ladereglerplatinen und zwar für jeden Akku eine. Ihr Wert beträgt **1 A T**.

Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass eine dieser Sicherungen ausfällt, da die Laderegelung von sich aus eine Strombegrenzung besitzt und es nur durch Kurzschlüsse innerhalb der Schaltung oder des Gerätes überhaupt zu einem Auslösen der Sicherung kommen kann.

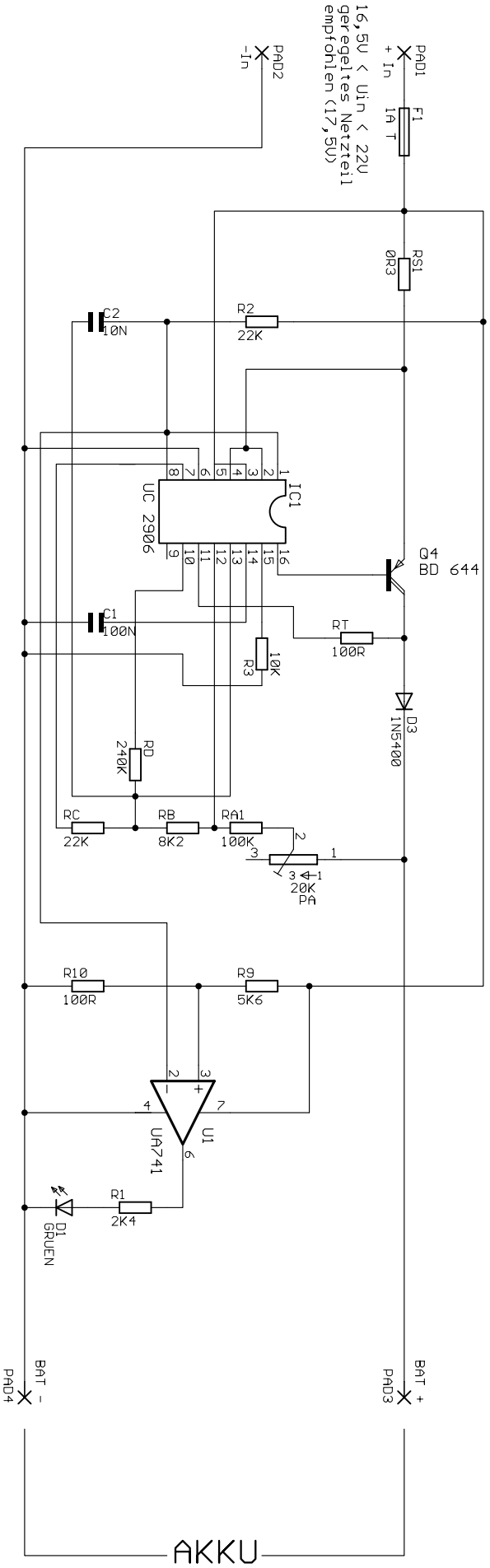
- **Nachjustieren der Ladungserhaltungsspannung:**

Die Ladungserhaltungsspannung ist diejenige Spannung, die im Ladezustand 4, d.h. nach der Ladung des Akkus bei erloschener LED am Akku anliegt. Sie sollte bei Raumtemperatur ca. **13,7 V** betragen. Einstellen lässt sich diese Spannung für jeden Ladeausgang einzeln an dem jeweiligen Spindeltrimmer auf der Ladereglerplatine.

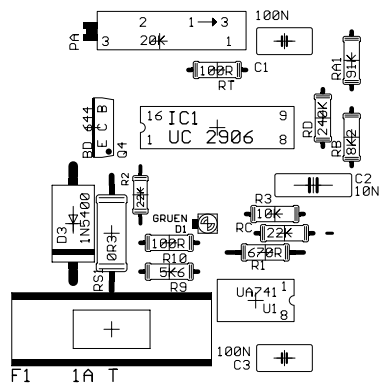
Diese Spannung liegt auch am Ausgang an, wenn kein Akku angehängt ist. Man kann sie also justieren, wenn entweder ein voller Akku (LED aus) oder keiner am Ausgang hängt.

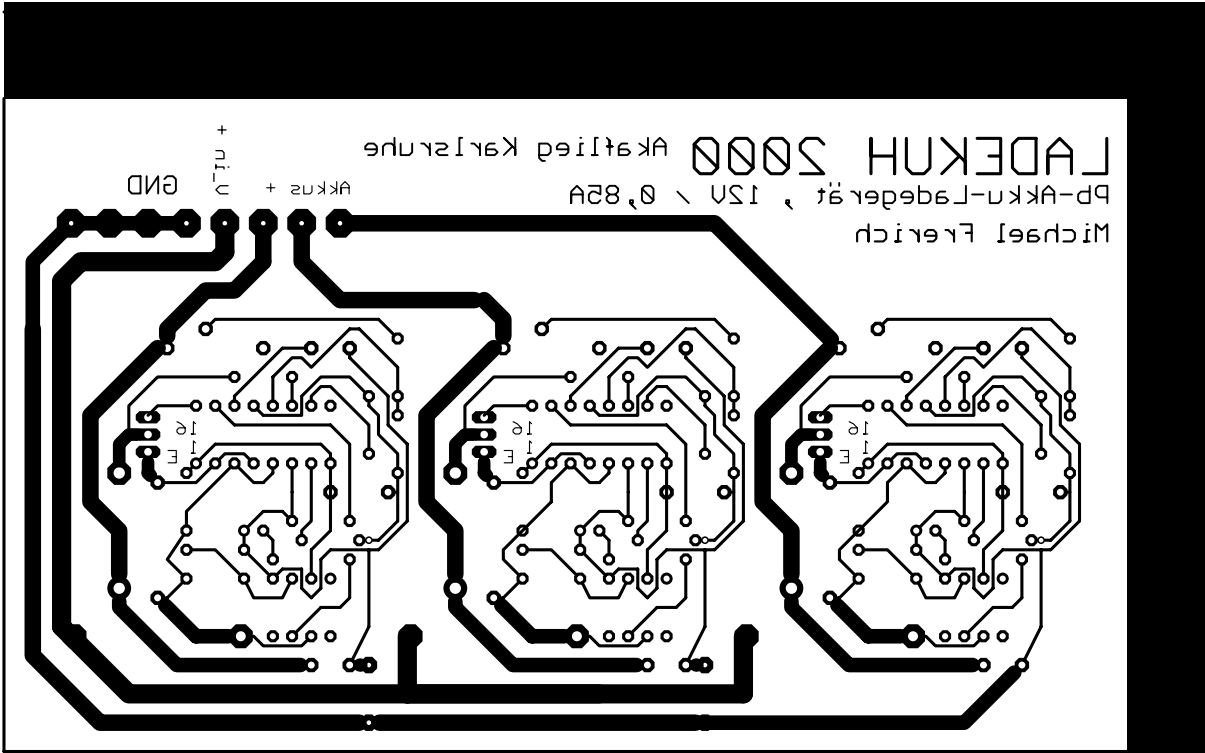
Michael Frerich

Schaltung eines einzelnen Ladekreises. (Nur für je einen Akku !)

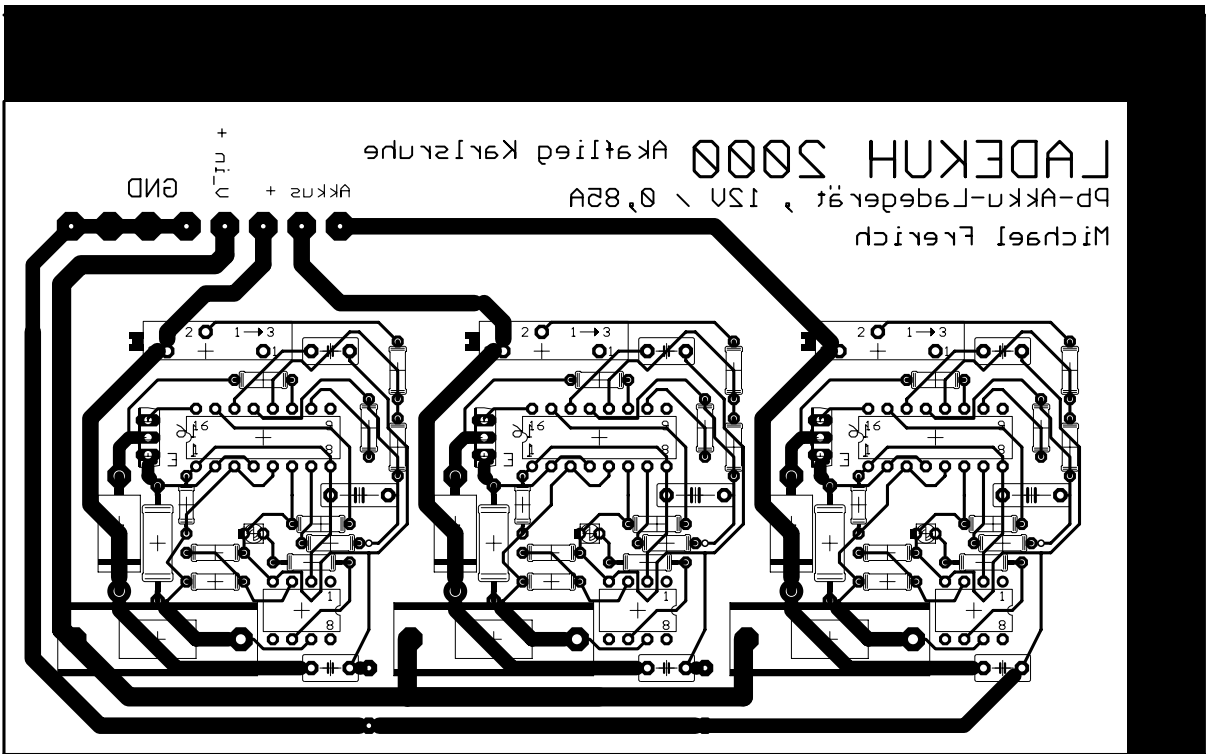


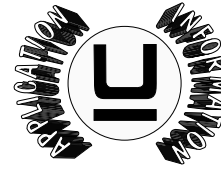
LADEKUH-2000		
Michael Frerich		
TITLE: ladekuh3		
Document Number:		REV:
Date: 2/14/2001 12:06:59		Sheet: 1/1











## Sealed Lead-Acid Battery Charger

### FEATURES

- Optimum Control for Maximum Battery Capacity and Life
- Internal State Logic Provides Three Charge States
- Precision Reference Tracks Battery Requirements Over Temperature
- Controls Both Voltage and Current at Charger Output
- System Interface Functions
- Typical Standby Supply Current of only 1.6mA

### DESCRIPTION

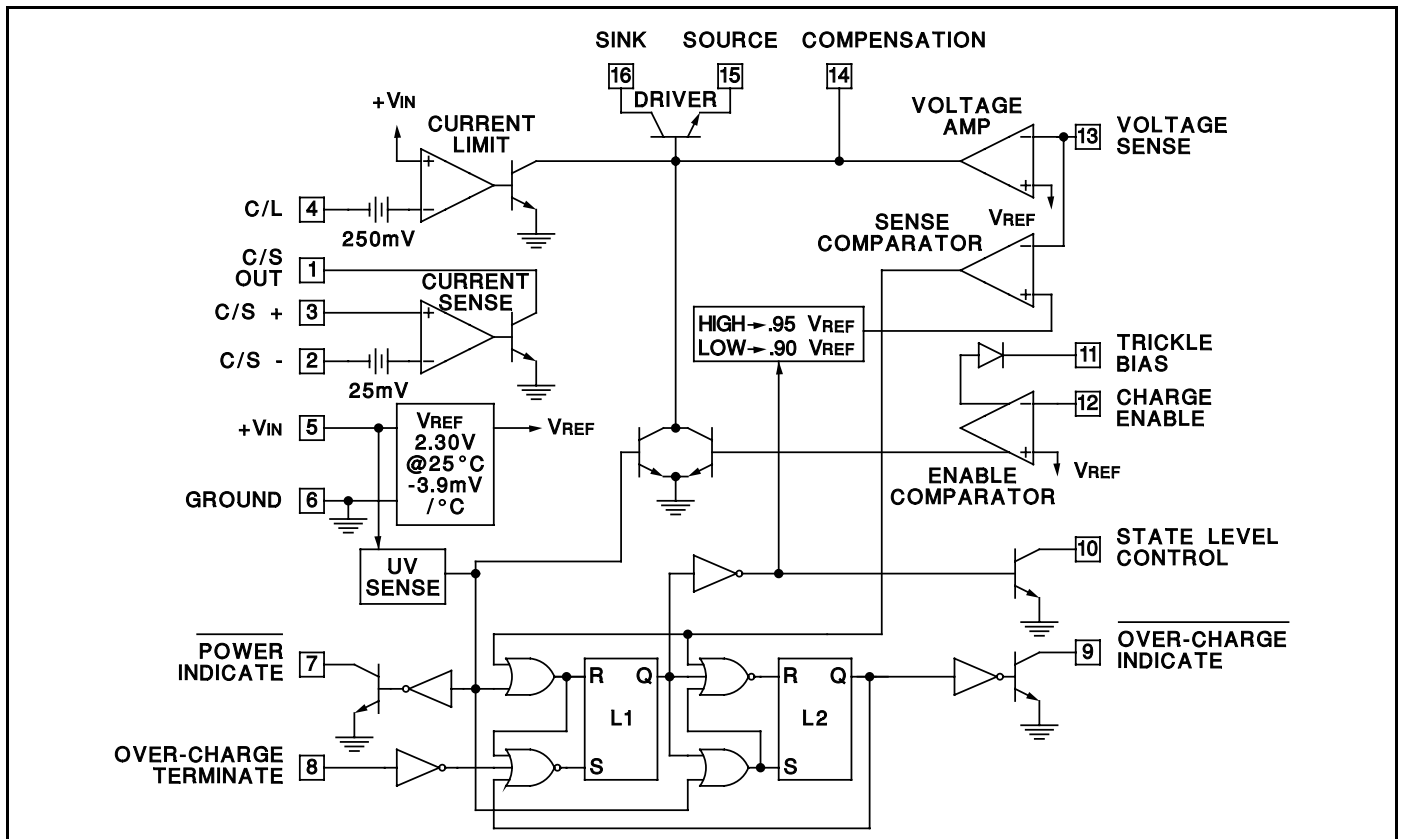
The UC2906 series of battery charger controllers contains all of the necessary circuitry to optimally control the charge and hold cycle for sealed lead-acid batteries. These integrated circuits monitor and control both the output voltage and current of the charger through three separate charge states; a high current bulk-charge state, a controlled over-charge, and a precision float-charge, or standby, state.

Optimum charging conditions are maintained over an extended temperature range with an internal reference that tracks the nominal temperature characteristics of the lead-acid cell. A typical standby supply current requirement of only 1.6mA allows these ICs to predictably monitor ambient temperatures.

Separate voltage loop and current limit amplifiers regulate the output voltage and current levels in the charger by controlling the onboard driver. The driver will supply up to 25mA of base drive to an external pass device. Voltage and current sense comparators are used to sense the battery condition and respond with logic inputs to the charge state logic. A charge enable comparator with a trickle bias output can be used to implement a low current turn-on mode of the charger, preventing high current charging during abnormal conditions such as a shorted battery cell.

Other features include a supply under-voltage sense circuit with a logic output to indicate when input power is present. In addition the over-charge state of the charger can be externally monitored and terminated using the over-charge indicate output and over-charge terminate input.

### BLOCK DIAGRAM



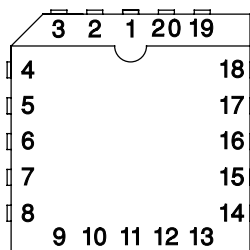
**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** (Note 1)

Supply Voltage (+VIN) . . . . . 40V  
 Open Collector Output Voltages . . . . . 40V  
 Amplifier and Comparator Input Voltages . . . -0.3V to +40V  
 Over-Charge Terminate Input Voltage . . . . -0.3V to +40V  
 Current Sense Amplifier Output Current . . . . . 80mA  
 Other Open Collector Output Currents . . . . . 20mA  
 Trickle Bias Voltage Differential with respect to VIN . . -32V  
 Trickle Bias Output Current . . . . . -40mA  
 Driver Current . . . . . 80mA  
 Power Dissipation at TA = 25°C (Note 2) . . . . . 1000mW  
 Power Dissipation at Tc = 25°C (Note 2) . . . . . 2000mW  
 Operating Junction Temperature . . . . . -55°C to +150°C  
 Storage Temperature . . . . . -65°C to +150°C  
 Lead Temperature (Soldering, 10 Seconds) . . . . . 300°C

*Note 1: Voltages are referenced to ground (Pin 6). Currents are positive into, negative out of, the specified terminals.*  
*Note 2: Consult Packaging section of Databook for thermal limitations and considerations of packages.*

**DIL-16, SOIC-16 (TOP VIEW)****J or N Package, DW Package**

C/S OUT	1	16	DRIVER SINK
C/S -	2	15	DRIVER SOURCE
C/S +	3	14	COMPENSATION
C/L	4	13	VOLTAGE SENSE
+VIN	5	12	CHARGE ENABLE
GROUND	6	11	TRICKLE BIAS
POWER INDICATE	7	10	STATE LEVEL CONTROL
OVER-CHARGE TERMINATE	8	9	OVER-CHARGE INDICATE

**CONNECTION DIAGRAMS****PLCC-20, LCC-20  
(TOP VIEW)****Q, L Packages**

PACKAGE PIN FUNCTION	
FUNCTION	PIN
N/C	1
C/S OUT	2
C/S-	3
C/S+	4
C/L	5
N/C	6
+VIN	7
GROUND	8
POWER INDICATE	9
OVER CHARGE TERMINATE	10
N/C	11
OVER CHARGE INDICATE	12
STATE LEVEL CONTROL	13
TRICKLE BIAS	14
CHARGE ENABLE	15
N/C	16
VOLTAGE SENSE	17
COMPENSATION	18
DRIVER SOURCE	19
DRIVER SINK	20

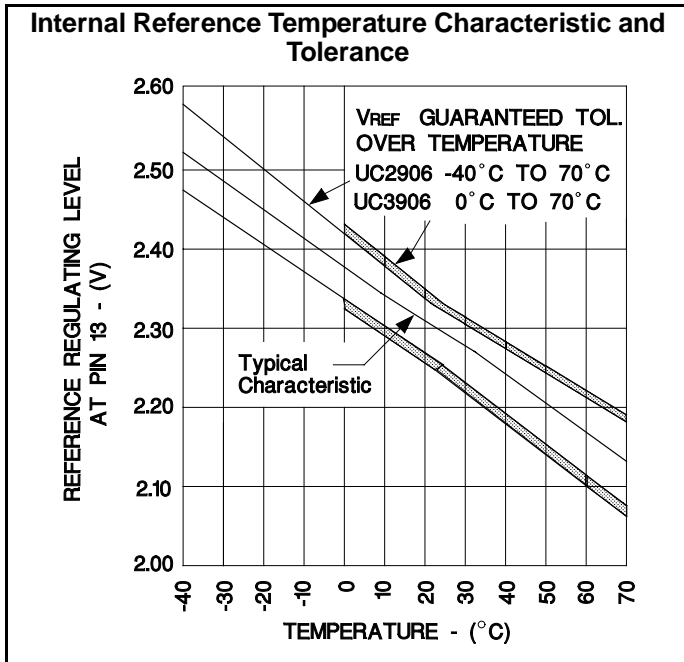
**ELECTRICAL CHARACTERISTICS:** Unless otherwise stated, these specifications apply for TA = -40°C to +70°C for the UC2906 and 0°C to +70°C for the UC3906, +VIN = 10V, TA = TJ.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	UC2906			UC3906			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Supply								
Supply Current	+VIN = 10V		1.6	2.5		1.6	2.5	mA
	+VIN = 40V		1.8	2.7		1.8	2.7	mA
Supply Under-Voltage Threshold	+VIN = Low to High	4.2	4.5	4.8	4.2	4.5	4.8	V
Supply Under-Voltage Hysteresis			0.20	0.30		0.20	0.30	V
Internal Reference (VREF)								
Voltage Level (Note 3)	Measured as Regulating Level at Pin 13 w/ Driver Current = 1mA, TJ = 25°C	2.275	2.3	2.325	2.270	2.3	2.330	V
Line Regulation	+VIN = 5 to 40V		3	8		3	8	mV
Temperature Coefficient			-3.9			-3.9		mV/°C
Voltage Amplifier								
Input Bias Current	Total Input Bias at Regulating Level	-0.5	-0.2		-0.5	-0.2		μA
Maximum Output Current	Source	-45	-30	-15	-45	-30	-15	μA
	Sink	30	60	90	30	60	90	μA
Open Loop Gain	Driver current = 1mA	50	65		50	65		dB
Output Voltage Swing	Volts above GND or below +VIN		0.2			0.2		V

*Note 3. The reference voltage will change as a function of power dissipation on the die according to the temperature coefficient of the reference and the thermal resistance, junction-to-ambient.*

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS:** Unless otherwise stated, these specifications apply for  $T_A = -40^{\circ}\text{C}$  to  $+70^{\circ}\text{C}$  for the UC2906 and  $0^{\circ}\text{C}$  to  $+70^{\circ}\text{C}$  for the UC3906,  $+V_{IN} = 10\text{V}$ ,  $T_A = T_J$ .

PARAMETER	TEST CONDITIONS	UC2906			UC3906			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Driver								
Minimum Supply to Source Differential	Pin 16 = +VIN, IO = 10mA		2.0	2.2		2.0	2.2	V
Maximum Output Current	Pin 16 to Pin 15 = 2V	25	40		25	40		mA
Saturation Voltage			0.2	0.45		0.2	0.45	V
Current Limit Amplifier								
Input Bias Current			0.2	1.0		0.2	1.0	μA
Threshold Voltage	Offset below +VIN	225	250	275	225	250	275	mV
Threshold Supply Sensitivity	+VIN = 5 to 40V		0.03	0.25		0.03	0.25	%/V
Voltage Sense Comparator								
Threshold Voltage	As a function of VREF, L1 = RESET	0.945	0.95	0.955	0.945	0.95	0.955	V/V
	As a function of VREF, L1 = SET	0.895	0.90	0.905	0.895	0.90	0.905	V/V
Input Bias Current	Total Input Bias at Thresholds	-0.5	-0.2		-0.5	-0.2		μA
Current Sense Comparator								
Input Bias Current			0.1	0.5		0.1	0.5	μA
Input Offset Current			0.01	0.2		0.01	0.2	μA
Input Offset Voltage	Referenced to Pin 2, IOUT = 1mA	20	25	30	20	25	30	mV
Offset Supply Sensitivity	+VIN = 5 to 40V		0.05	0.35		0.05	0.35	%/V
Offset Common Mode Sensitivity	CMV = 2V to +VIN		0.05	0.35		0.05	0.35	%/V
Maximum Output Current	VOUT = 2V	25	40		25	40		mA
Output Saturation Voltage	IOUT = 10mA		0.2	0.45		0.2	0.45	V
Enable Comparator								
Threshold Voltage	As a function of VREF	0.99	1.0	1.01	0.99	1.0	1.01	V/V
Input Bias Current		-0.5	-0.2		-0.5	-0.2		μA
Trickle Bias Maximum Output Current	VOUT = +VIN – 3V	25	40		25	40		mA
Trickle Bias Maximum Output Voltage	Volts below +VIN, IOUT = 10mA		2.0	2.6		2.0	2.6	V
Trickle Bias Reverse Hold-Off Voltage	+VIN = 0V, IOUT = -10μA	6.3	7.0		6.3	7.0		V
Over-Charge Terminate Input								
Threshold Voltage		0.7	1.0	1.3	0.7	1.0	1.3	V
Internal Pull-Up Current	At Threshold		10			10		μA
Open Collector Outputs (Pins 7, 9, and 10)								
Maximum Output Current	VOUT = 2V	2.5	5		2.5	5		mA
Saturation Voltage	IOUT = 1.6mA		0.25	0.45		0.25	0.45	V
	IOUT = 50μA		0.03	0.05		0.03	0.05	V
Leakage Current	VOUT = 40V		1	3		1	3	μA



## OPERATION AND APPLICATION INFORMATION

### Dual Level Float Charger Operations

The UC2906 is shown configured as a dual level float charger in Figure 1. All high currents are handled by the external PNP pass transistor with the driver supplying base drive to this device. This scheme uses the TRICKLE BIAS output and the charge enable comparator to give

the charger a low current turn on mode. The output current of the charger is limited to a low-level until the battery reaches a specified voltage, preventing a high current charging if a battery cell is shorted. Figure 2 shows the state diagram of the charger. Upon turn on the UV sense circuitry puts the charger in state 1, the high rate bulk-charge state. In this state, once the enable threshold has been exceeded, the charger will supply a peak current that is determined by the 250mV offset in the C/L amplifier and the sensing resistor  $R_s$ .

To guarantee full re-charge of the battery, the charger's voltage loop has an elevated regulating level,  $V_{oc}$ , during state 1 and state 2. When the battery voltage reaches 95% of  $V_{oc}$ , the charger enters the over-charge state, state 2. The charger stays in this state until the OVER-CHARGE TERMINATE pin goes high. In Figure 1, the charger uses the current sense amplifier to generate this signal by sensing when the charge current has tapered to a specified level,  $I_{ocT}$ . Alternatively the over-charge could have been controlled by an external source, such as a timer, by using the OVER-CHARGE INDICATE signal at Pin 9. If a load is applied to the battery and begins to discharge it, the charger will contribute its full output to the load. If the battery drops 10% below the float level, the charger will reset itself to state 1. When the load is removed a full charge cycle will follow. A graphical representation of a charge, and discharge, cycle of the dual lever float charger is shown in Figure 3.

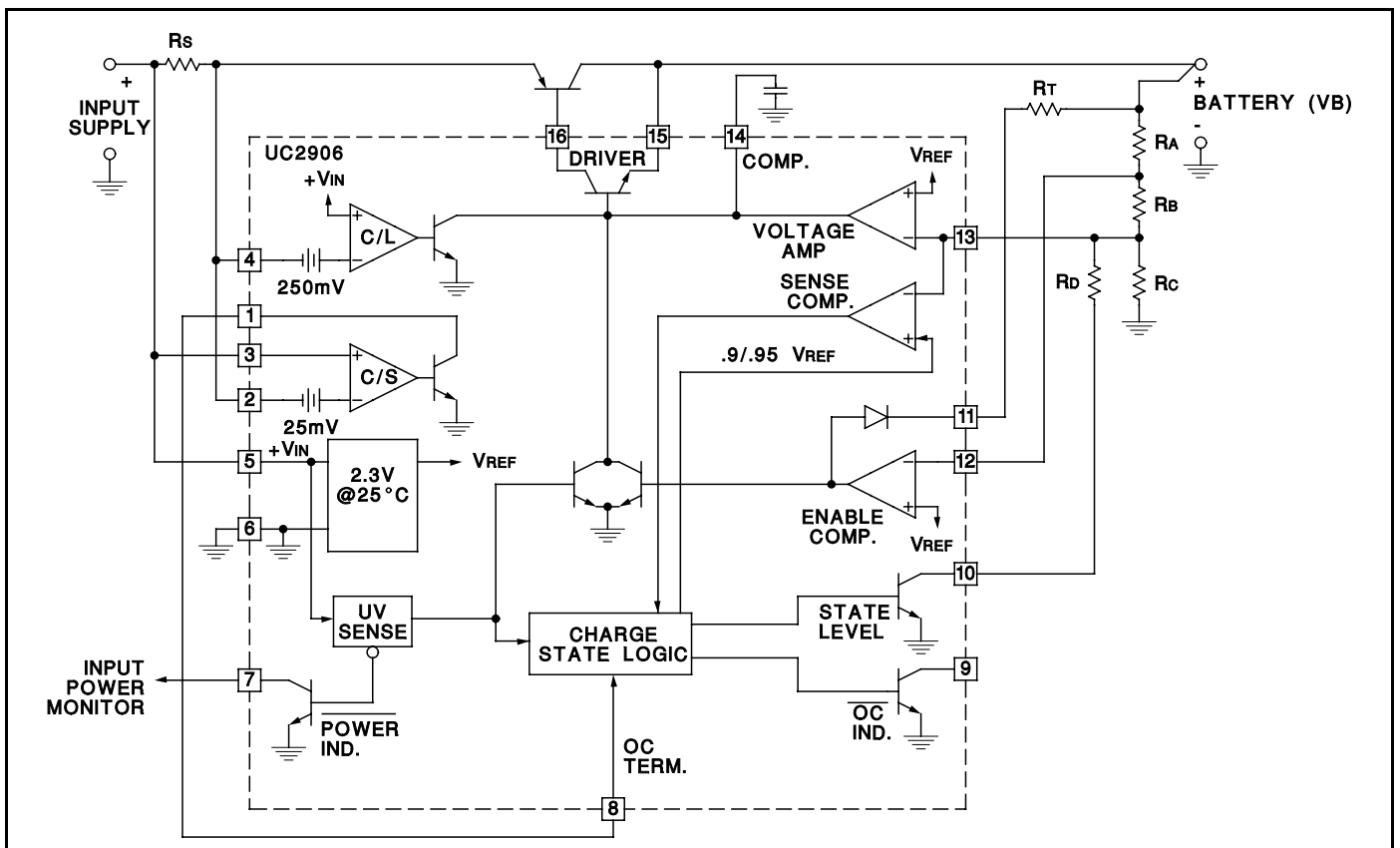
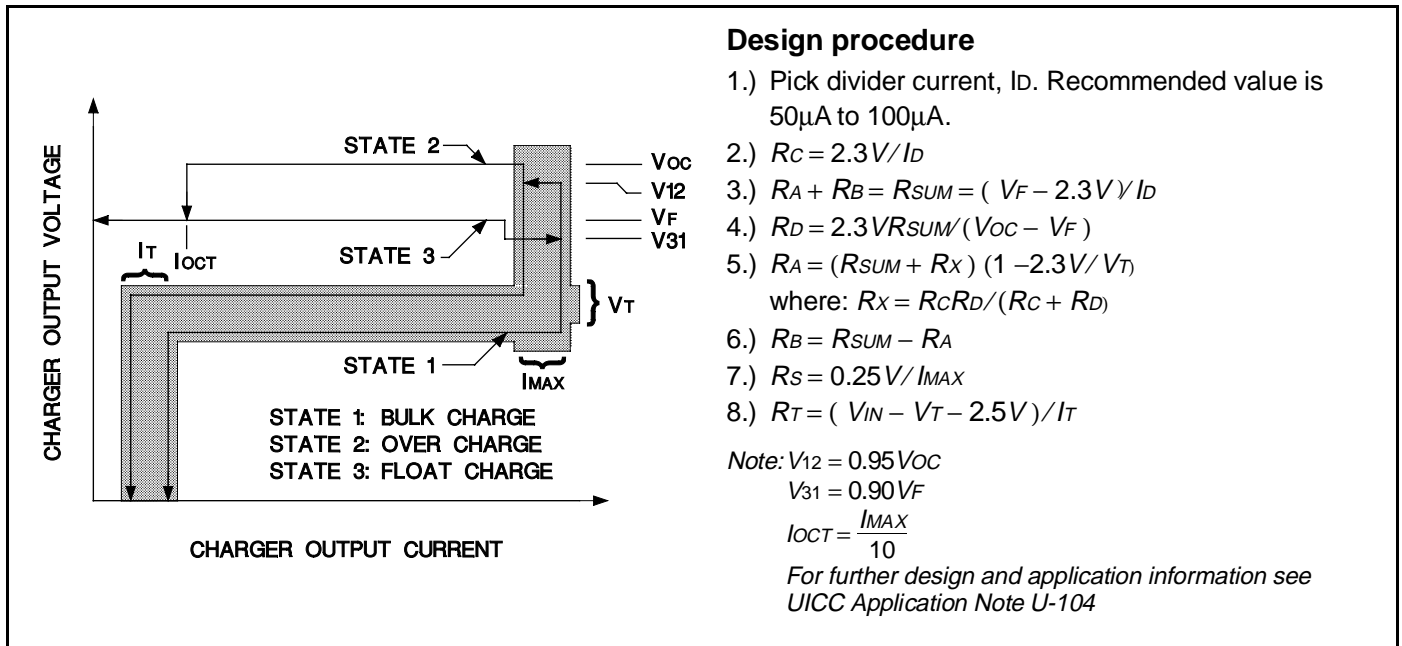
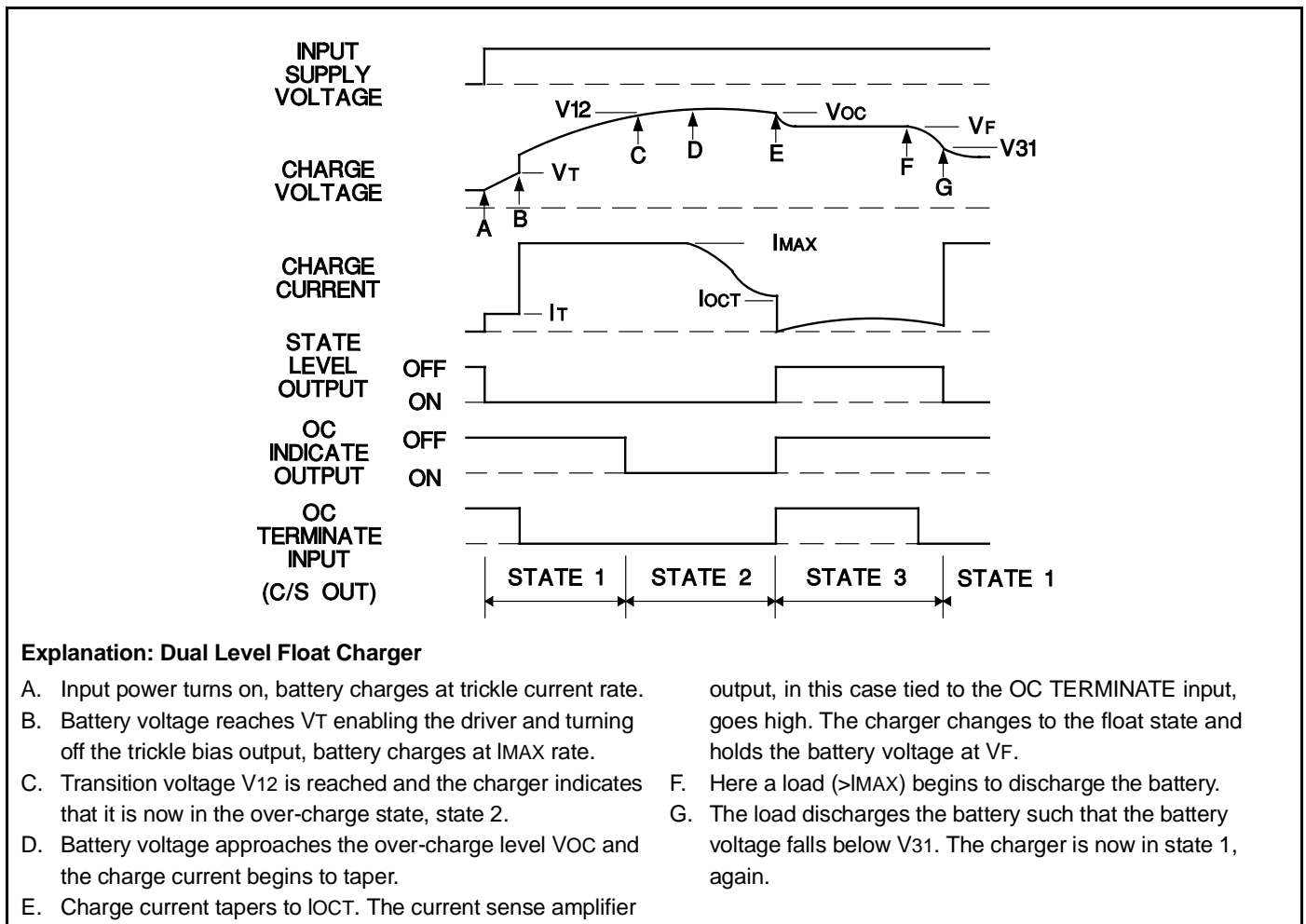


Figure 1. The UC2906 in a Dual Level Float Charger

## OPERATION AND APPLICATION INFORMATION (continued)



**Figure 2.** State Diagram and Design Equations for the Dual Level Float Charger



**Figure 3.** Typical Charge Cycle: UC2906 Dual Level Float Charger

**OPERATION AND APPLICATION INFORMATION** (continued)**Compensated Reference Matches Battery Requirements**

When the charger is in the float state, the battery will be maintained at a precise float voltage,  $V_F$ . The accuracy of this float state will maximize the standby life of the battery while the bulk-charge and over-charge states guarantee rapid and full re-charge. All of the voltage thresholds on the UC2906 are derived from the internal reference. This reference has a temperature coefficient that tracks the temperature characteristic of the optimum-charge and hold levels for sealed lead-acid cells. This further guarantees that proper charging occurs, even at temperature extremes.

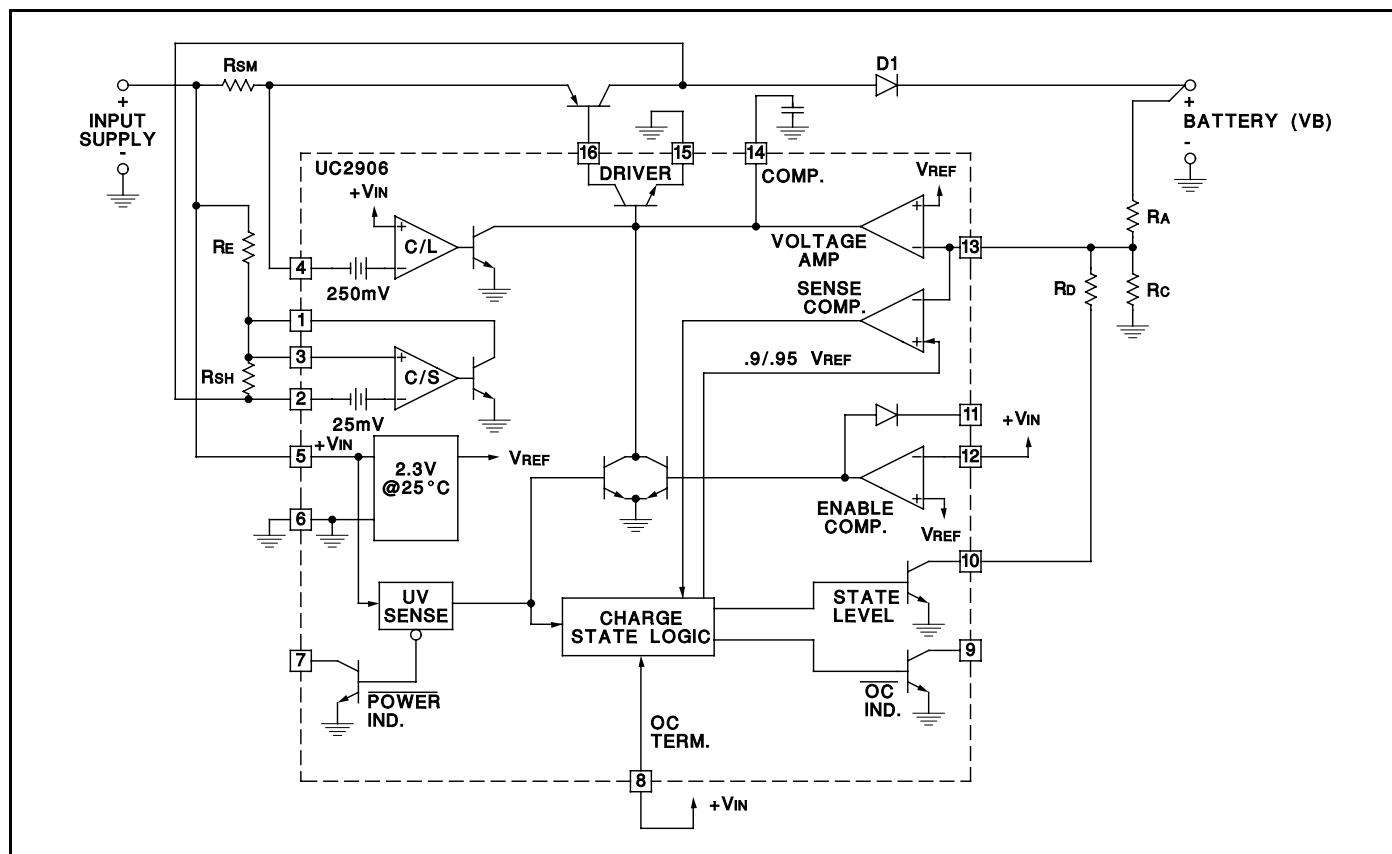
**Dual Step Current Charger Operation**

Figures 4, 5 and 6 illustrate the UC2906's use in a different charging scheme. The dual step current charger is useful when a large string of series cells must be charged. The holding-charge state maintains a slightly elevated voltage across the batteries with the holding current,  $1H$ . This will tend to guarantee equal charge distribution between the cells. The bulk-charge state is similar to that of the float charger with the exception that when  $V_{12}$  is reached, no over-charge state occurs since Pin 8 is tied high at all times. The current sense amplifier is used to regulate the holding current. In some applications a series resistor, or external buffering transistor, may be required

at the current sense output to prevent excessive power dissipation on the UC2906.

**A PNP Pass Device Reduces Minimum Input to Output Differential**

The configuration of the driver on the UC2906 allows a good bit of flexibility when interfacing to an external pass transistor. The two chargers shown in Figures 1 and 4 both use PNP pass devices, although an NPN device driven from the source output of the UC2906 driver can also be used. In situations where the charger must operate with low input to output differentials the PNP pass device should be configured as shown in Figure 4. The PNP can be operated in a saturated mode with only the series diode and sense resistor adding to the minimum differential. The series diode, D1, in many applications, can be eliminated. This diode prevents any discharging of the battery, except through the sensing divider, when the charger is attached to the battery with no input supply voltage. If discharging under this condition must be kept to an absolute minimum, the sense divider can be referenced to the POWER INDICATE pin, Pin 7, instead of ground. In this manner the open collector off state of Pin 7 will prevent the divider resistors from discharging the battery when the input supply is removed.



**Figure 4.** The UC2906 in a Dual Step Current Charger

OPERATION AND APPLICATION INFORMATION (continued)

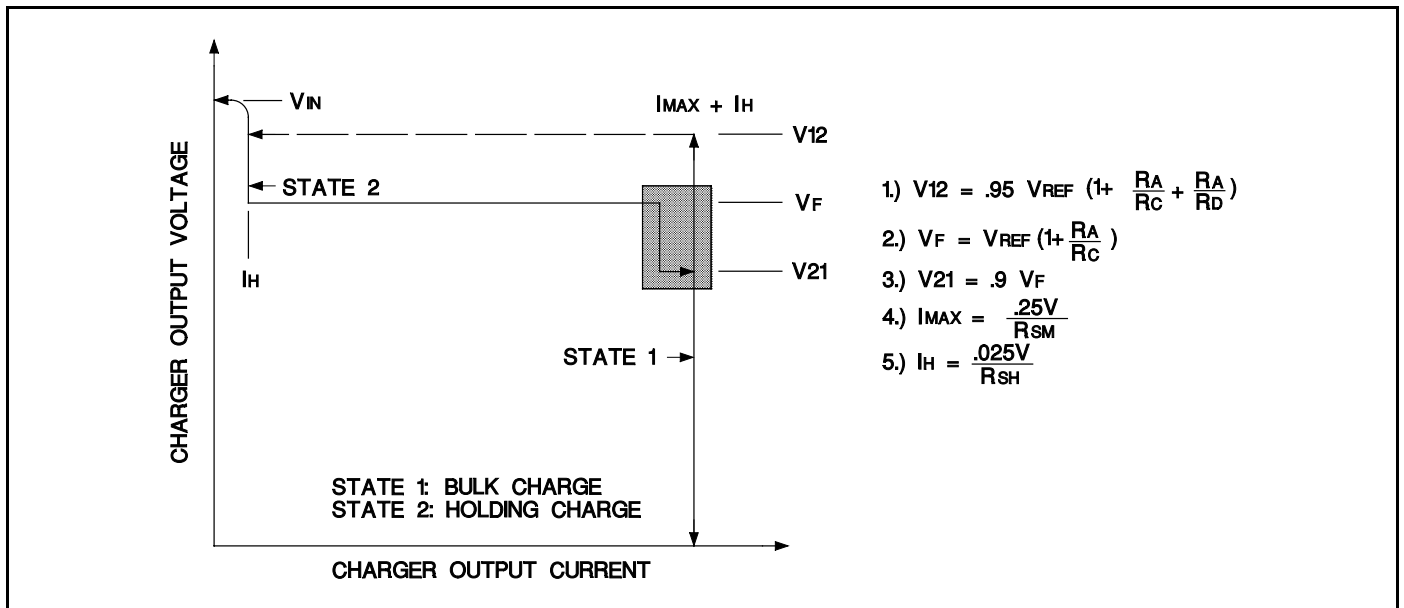


Figure 5. State Diagram and Design Equations for the Dual Step Current Charger

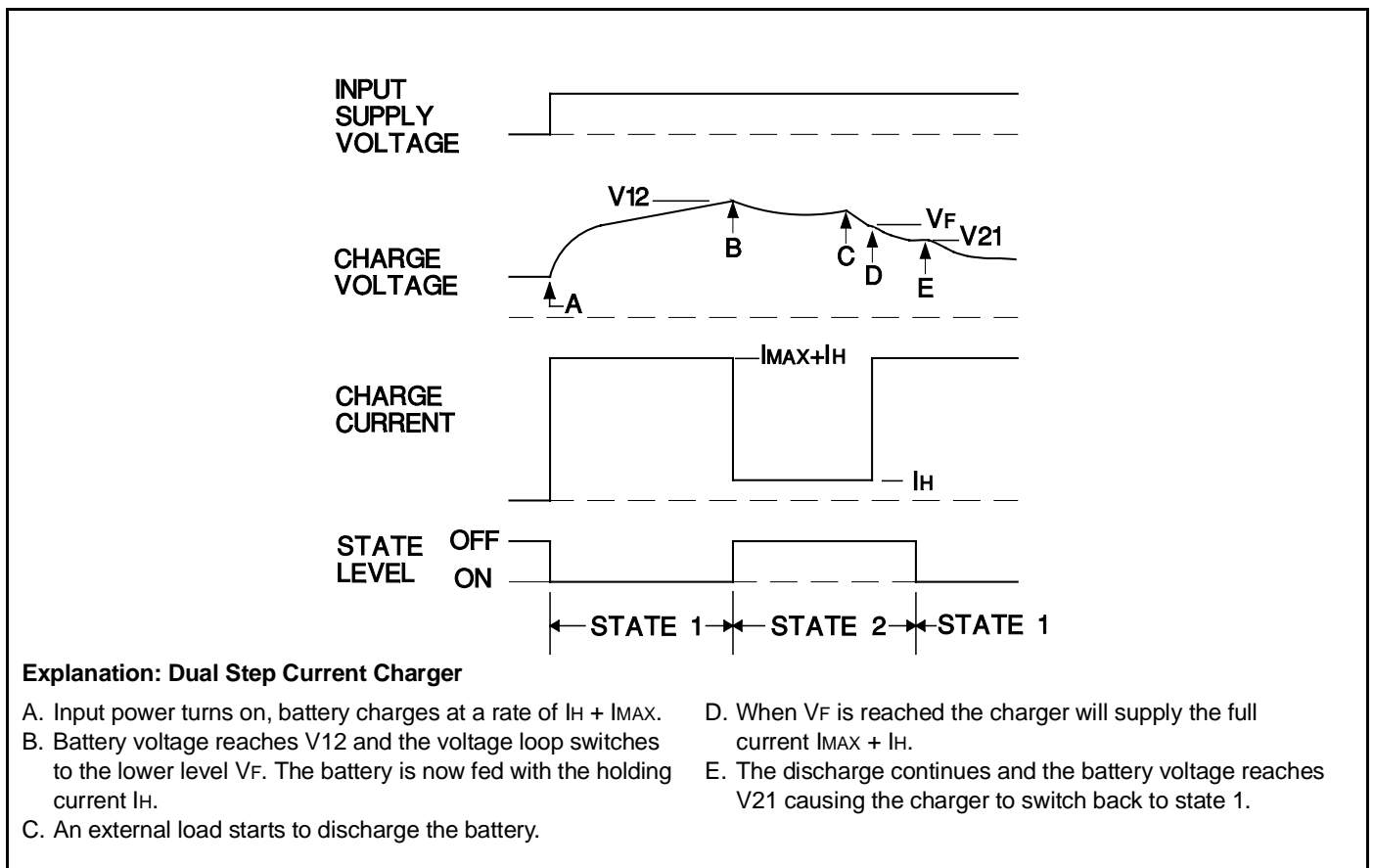


Figure 6. Typical Charge Cycle: UC2906 Dual Step Current Charger



## **IMPORTANT NOTICE**

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.