



# Reflex-Lader RLG 7000 Teil 2

**Das ELV-Reflex-Ladegerät RLG 7000 arbeitet mit dem patentierten Reflex-Ladecontroller von ICS und verfügt über eine komfortable Bedienung mit hinterleuchtetem LC-Display. Je nach Zellenzahl sind Ladeströme bis zu 6 A und bis zum 4-fachen Wert der Akku-Nennkapazitätsangabe möglich. Wir kommen nun zur detaillierten Schaltungsbeschreibung gefolgt vom Nachbau und der Inbetriebnahme im „ELVjournal“ 3/2002.**

## Schaltung

Das Gesamtschaltbild des Reflex-Ladegerätes wurde zur besseren Übersicht in 3 Teilschaltbilder, die wiederum in sich geschlossene Funktionsgruppen bilden, aufgeteilt. Die Schaltbilder bestehen aus der eigentlichen Ladeschaltung, der Mikroprozessor-Steereinheit und der Spannungsversorgung. Die Komponenten der Mikroprozessor-Steereinheit mit dem Multifunktions-Display sind auf der Frontplatte untergebracht, während alle übrigen Komponenten sich auf der großen Basisplatte befinden.

## Ladeschaltung

Wir beginnen die Schaltungsbeschreibung nun mit der in Abbildung 6 dargestellten Ladeschaltung, dessen zentrales Bauelement der komplexe Ladecontroller des Typs ICS 1702 ist. Dieses Bauelement ist für die komplette Ladesteuerung des Gerätes zuständig, sodass sich der Schaltungsaufwand in Grenzen hält. Die Schaltung wurde so ausgelegt, dass Akkus bzw. Akkupacks von 1 bis 16 Zellen ladbar sind. Der max. Ladestrom beträgt 6 A und das Netzteil stellt eine Ladeleistung von max. 60 VA zur Verfügung. Zur Verringerung

der Verlustleistung arbeitet die Ladeendstufe mit einem PWM-Schaltregler.

Der zu ladende Akku wird mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 angeschlossen. Zur Spannungserfassung wird die Akkuspannung zunächst mit Hilfe des Spannungsteilers R 18, R 19 durch 11 geteilt und dann über den Pufferverstärker IC 13 C auf einen 16-stufigen, schaltbaren Spannungsteiler gegeben. Je nach Zellenzahl des angeschlossenen Akkus wird mit den CMOS-Analogschaltern IC 4 und IC 5 dann der entsprechende Teilungsfaktor ausgewählt.

Die Steuerung der CMOS-Schalter übernimmt wiederum der Mikrocontroller der

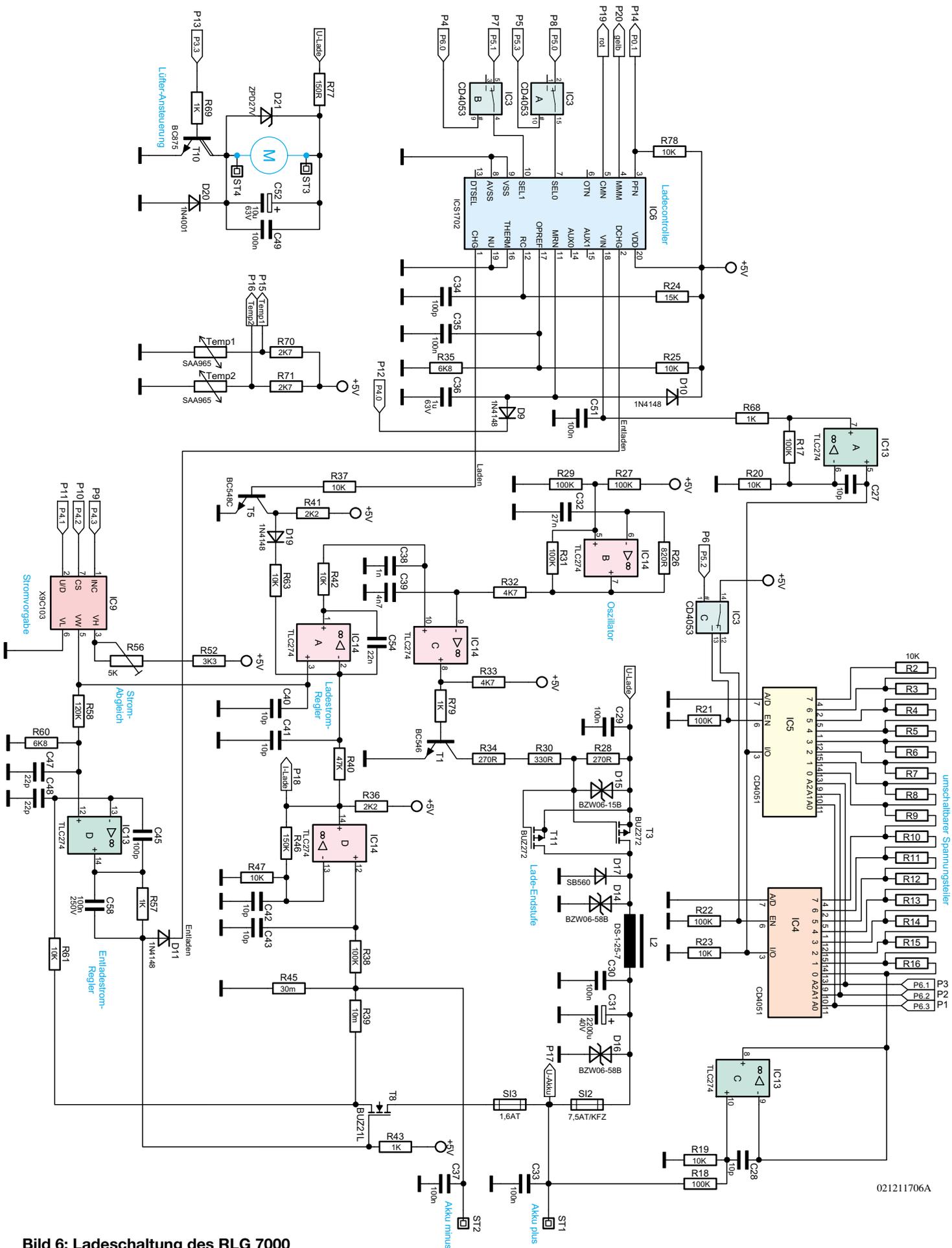


Bild 6: Ladeschaltung des RLG 7000

Bedieneinheit. Mit dem CMOS-Schalter IC 3 C erfolgt die Auswahl, ob IC 4 oder IC 5 aktiv ist.

Am Ausgang (Pin 3) von IC 4, IC 5 erhalten wir grundsätzlich die durch den Faktor 11 geteilte Spannung einer Zelle, die mit dem Operationsverstärker IC 13 A wiederum um den gleichen Faktor (11) verstärkt wird. An Pin 7 dieses OPs steht somit immer die zu einer Zelle des angeschlossenen Akkus proportionale Spannung an. Über das Störunterdrückung dienende R/C-Glied (R68, C51) gelangt diese Spannung dann auf den Messeingang (Pin 18) des Ladecontrollers IC 6.

Mit Hilfe des Spannungsteilers R 25, R 35 wird eine Referenzspannung an Pin 17 des Ladecontrollers eingestellt. Die zu einer Zelle des angeschlossenen Akkus proportionale Spannung an Pin 18 wird ständig mit der Spannung an Pin 17 verglichen, die gleichzeitig die max. Zellenspannung darstellt. Sobald die Spannung an Pin 18 diesen Wert überschreitet, geht der Controller von einem offenen Ausgang aus und führt eine Neuinitialisierung durch.

Der integrierte Taktoszillator des Bausteins ist an Pin 12 extern zugänglich und wird lediglich mit einer RC-Kombination (R 24, C 34) beschaltet. Sämtliche angegebene Zeiten beziehen sich auf eine Oszillatorfrequenz von 1 MHz.

Der Master-Reset-Eingang (Pin 11) ist für einen definierten Power-On-Reset mit D 10 und C 36 beschaltet. Die Freigabe des Ladecontrollers vom Steuerprozessor erfolgt über die Diode D 9. Solange der Reset-Pin auf Low-Potential gehalten wird, bleibt der Ladecontroller gesperrt.

Die Auswahl der insgesamt 9 zur Verfügung stehenden Laderaten des ICS 1702 erfolgt an den Trinär-Eingängen SEL 0 (Pin 7) und SEL 1 (Pin 10) des Bausteins. Vom Steuercontroller werden über die CMOS-Schalter IC 3 A, B die in Tabelle 1 dargestellten Laderaten vorgegeben. Je nach Laderate erhalten die Eingänge SEL 0 und SEL 1 High-Pegel, Low-Pegel oder bleiben offen.

An Pin 3 bis Pin 5 stehen die Status-Ausgänge des Ladecontrollers zur Verfügung. Diese Ausgänge können direkt mit Leuchtdioden beschaltet werden, wobei zunächst der Pegel an Pin 3 von „Low“ nach „High“ wechselt, wenn am Ladeausgang ein Akku mit zulässiger Spannung angeschlossen ist. An den Ausgängen Pin 4 und Pin 5 sind die auf der Frontplatte angeordneten Leuchtdioden D 1 und D 6 angeschlossen. Die rote LED (D 6) leuchtet während der Phase des Soft-Starts und des Schnell-Ladevorgangs und D 1 zeigt die Übergangs- und Erhaltungsladung an.

Die Steuerung der Ladeendstufe wird über Pin 1 vorgenommen und während der kurzen Phase der Entladestromimpulse

wechselt der Logikpegel an Pin 2 von „Low“ nach „High“.

Betrachten wir nun die Lade-Endstufe, die als PWM-Schaltregler arbeitet und ausschließlich mit konventionellen Bauelementen realisiert ist.

Mit IC 14 B ist zunächst ein Oszillator aufgebaut, der die Schaltfrequenz des Reglers bestimmt. Durch die externe Beschaltung mit den Widerständen R 27, R 29 und R 31 arbeitet der Operationsverstärker IC 14 B zunächst als Inverter mit Schmitt-Trigger-Funktion. R 26 im Gegenkopplungszweig und C 32 erweitern die Schaltung dann zu einem Multivibrator. Auf Grund der Dimensionierung liegt die Schaltfrequenz bei ca. 22 kHz.

Das an Pin 7 anstehende rechteckförmige Oszillatorsignal gelangt auf den mit R 32, C 39 aufgebauten Tiefpass, der für einen sägezahnförmigen Spannungsverlauf am invertierenden Eingang (Pin 9) des Komparators IC 14 C (Stellglied) sorgt.

Die Schaltschwelle des Komparators wird durch die Gleichspannung an Pin 10 bestimmt, die über R 42 vom Ausgang des mit IC 14 A aufgebauten Reglers kommt. In Verbindung mit dem Sägezahnsignal an Pin 9 ergibt sich am Ausgang (Pin 8) dann das pulsweitenmodulierte Signal.

Mit diesem Signal werden über T 1 die selbstsperrenden P-Kanal-Leistungs-FETs (T 3, T 11) gesteuert.

An den Leistungstransistoren entsteht nur wenig Verlustleistung, da diese entweder vollständig durchgesteuert oder gesperrt sind. Das Puls-Pausenverhältnis des mit ca. 22 kHz getakteten Ausgangssignals bestimmt dabei letztendlich den Ausgangsstrom des Ladeausgangs.

Weitere wichtige Bauelemente der Leistungs-Endstufe des Step-Down-Wandlers sind die Speicherdrossel L 2 und die Schottky-Diode D 17. Solange T 3, T 11 durchgeschaltet sind, fließt ein Strom über die Speicherdrossel L 2 zum Akku bzw. Akkupack und über den Shunt-Widerstand R 45 zur Schaltungsmasse zurück.

In der darauf folgenden Phase wird der FET gesperrt. Aufgrund der in L 2 gespeicherten Energie bleibt der Stromfluss über die Diode D 17 aufrecht erhalten (Gegeninduktion).

Die Sicherung SI 2 dient zum Schutz des angeschlossenen Akkus bei Verpolung oder einem Defekt in der Endstufe. Der Lade-Strom erzeugt am Shunt-Widerstand R 45 einen proportionalen Spannungsabfall, der über R 38 den nicht invertierenden Eingang von IC 14 D zugeführt wird. Auf Grund der Dimensionierung im Rückkopplungszweig nimmt dieser OP eine 16-fache Verstärkung vor.

Das Ausgangssignal wird dann dem mit IC 14 A aufgebauten Regler zugeführt, dessen Sollwert-Vorgabe an Pin 3 erfolgt.

Die Erzeugung der Sollwert-Spannung erfolgt mit Hilfe des elektronischen Potentiometers IC 9, der über 100 programmierbare Schalterstellungen verfügt. R 56 dient in diesem Zusammenhang zum Abgleich des Maximalwertes. Der Regler vergleicht ständig diesen Sollwert mit dem Istwert an Pin 2 und steuert über seinen Ausgang (Pin 1) das Stellglied IC 14 C.

Über T 5 mit externen Komponenten wird der Ladekanal ein- und ausgeschaltet.

Durch ein „High“-Signal an Pin 2 des Ladecontrollers erfolgt die Freigabe des mit IC 13 D und externen Komponenten aufgebauten Entladestromreglers. Solange dieser Port „Low“-Pegel führt, bleibt der Leistungs-FET (T 8) über die Diode D 11 gesperrt.

Während des sehr kurzen, zyklischen Entladevorgangs entsteht am Entlade-Shunt R 39 eine direkt zum Entladestrom proportionale Messspannung, die über R 61 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 13 D geführt wird. Der Regler vergleicht nun diese Messspannung mit der Sollwert-Vorgabe an Pin 12 von IC 13 D.

Der OP-Ausgang steuert über R 57 den Entladetransistor T 8, sodass der Regelkreis wieder geschlossen ist.

Die temperaturüberwachte Endstufe ist mit einem Lüfter ausgestattet. Der an ST 3 und ST 4 angeschlossene Lüfter wird dabei über den Darlington-Transistor T 10 eingeschaltet, der wiederum vom Steuerprozessor (IC 1, Port 3.3) gesteuert wird. D 20 schützt den Transistor T 10 vor Gegeninduktionsspannungen des Lüftermotors.

Spannungsspitzen in der Endstufe werden mit Hilfe der Transil-Schutzdioden D 14 bis D 16 unterdrückt.

---

## Mikroprozessor-Steuereinheit

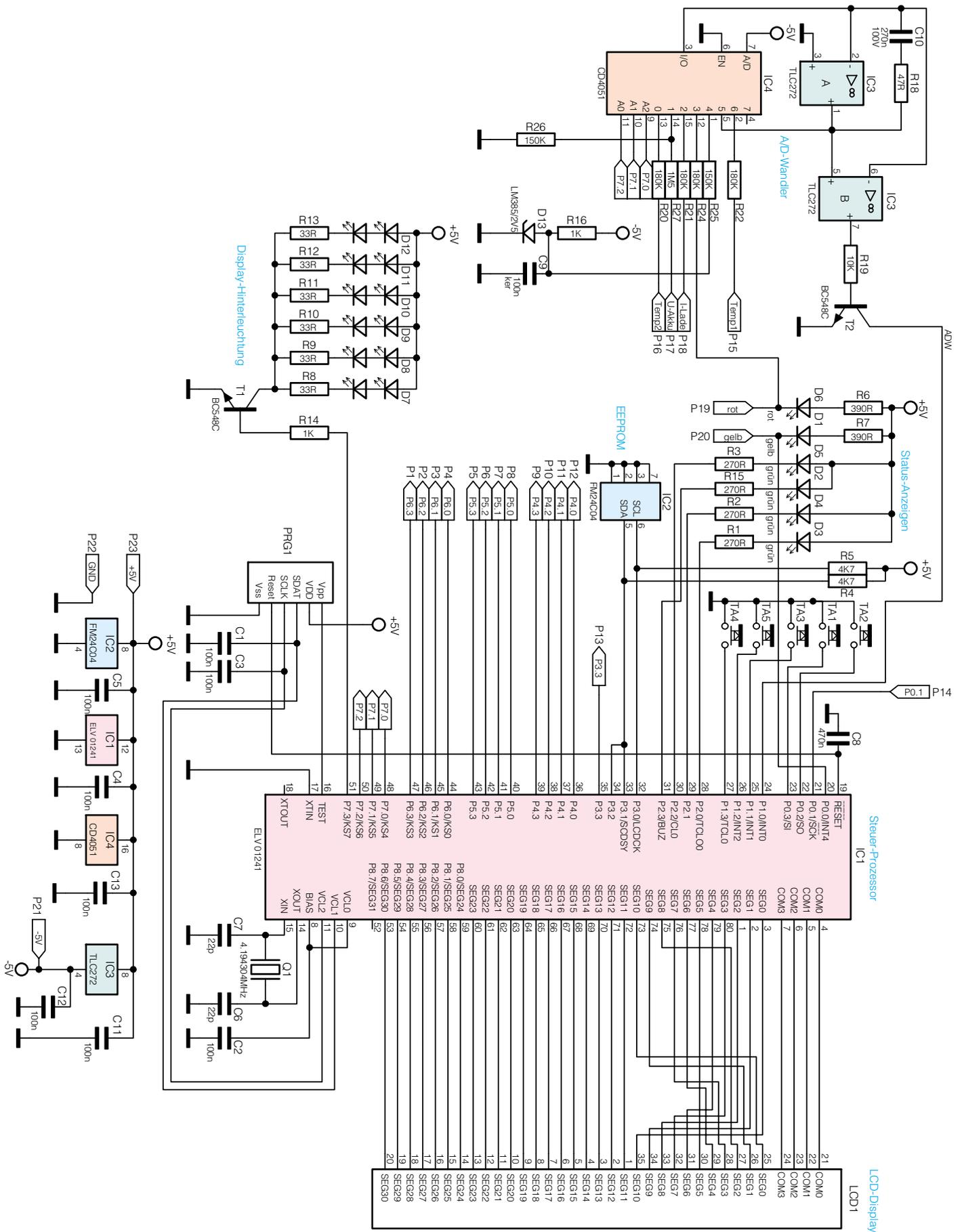
---

Die Mikroprozessor-Steuereinheit des Reflex-Ladegerätes ist in Abbildung 7 zu sehen. Das rechts eingezeichnete Display mit 30 Segmentleitungen und 4 Ebenen (COMs) ist direkt mit den entsprechenden Ports des Prozessors verbunden.

Weitere Anzeigeelemente des RLG 7000 sind die Leuchtdioden D 2 bis D 5, die ebenfalls direkt von IC 1 gesteuert werden und die beiden vom Ladecontroller (IC 6) gesteuerten LEDs D 1 und D 6.

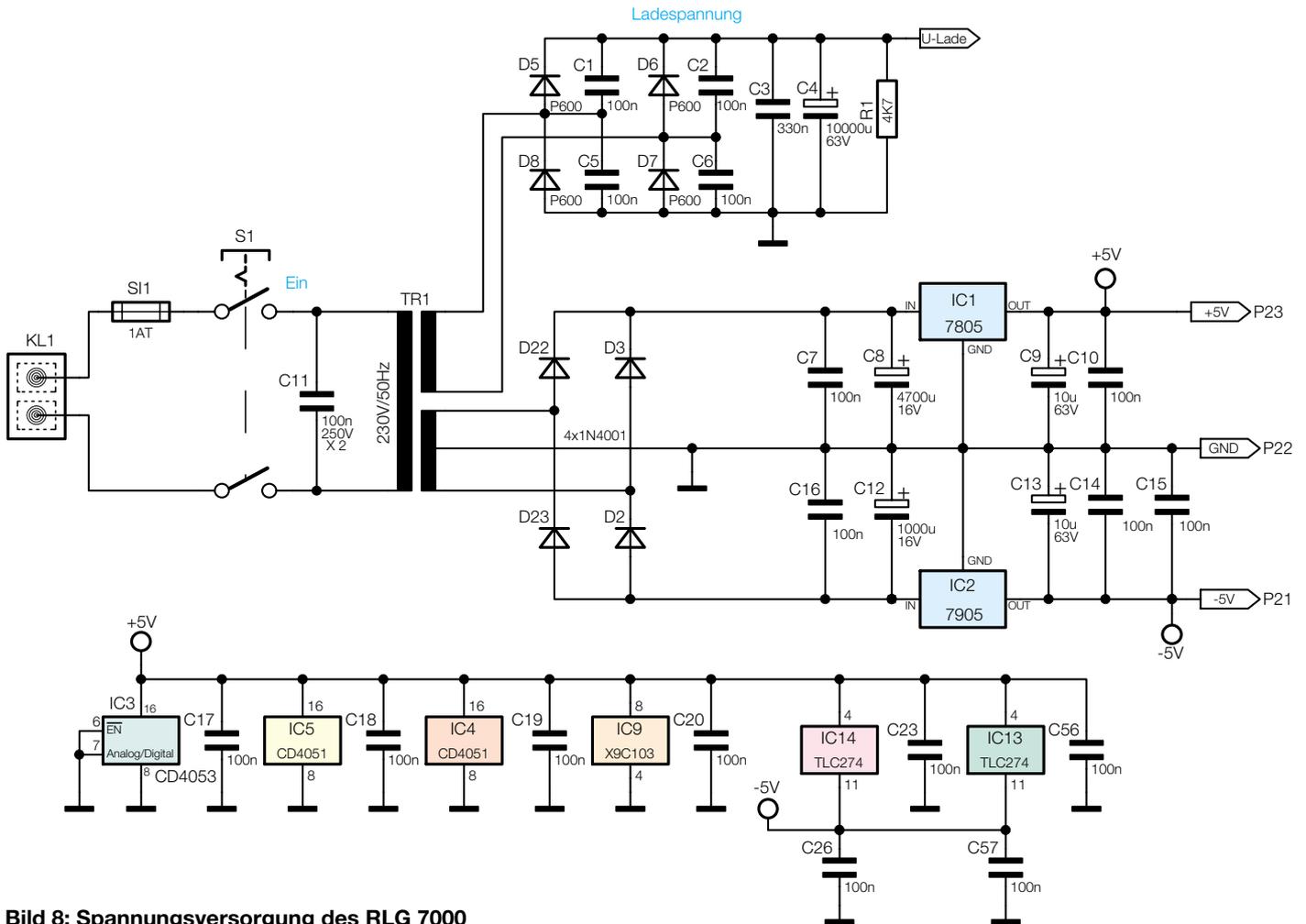
An Bedienelementen stehen beim RLG 7000 neben dem Netzschalter 5 Taster zur Verfügung, die direkt mit Port 1.1 bis Port 1.3 sowie Port 0.2 und Port 0.3 verbunden sind. Die mit internen Pullup-Widerständen versehenen Ports werden bei Tastenbetätigungen nach Masse gezogen.

Der an Pin 14 und Pin 15 zur Verfügung stehende Taktoszillator des Controllers ist mit dem 4,19-MHz-Quarz Q 1 und den



021211807A

Bild 7: Mikroprozessor-Steuereinheit des RLG 7000



**Bild 8: Spannungsversorgung des RLG 7000**

beiden Kondensatoren C 6 und C 7 beschaltet.

Ein ferroelektrisches EEPROM (IC 2) ist über die I<sup>2</sup>C-Bus-Leitungen SCL und SDA mit Port 3.0 bis Port 3.2 des Steuerprozessors verbunden. In erster Linie dient das EEPROM zum Backup der Einstellungen bei einem Stromausfall.

6 Side-Looking-Lamps (D 7 bis D 12) dienen zur Displayhinterleuchtung. Diese werden über Port 7.3 sowie T 1 gesteuert, wobei die Widerstände R 8 bis R 3 zur Strombegrenzung dienen.

Die Abfrage der analogen Messwerte des RLG 7000 wird mit einem A/D-Wandler vorgenommen, der nach dem Dual-Slope-Verfahren arbeitet.

Die Grundelemente dieses, trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers, sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC 3 A und der Komparator IC 3 B. Grundvoraussetzung bei diesem 2-Rampen-Wandler ist, dass die Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Die eigentliche Messwert-Abfrage sowie die Messung der Referenzspannung von -2,5 V erfolgt über den 8fach-Analogschalter IC 4 im Multiplexverfahren. Von

Pin 3 gelangen die Messspannungen dann auf den Integratoreingang.

Die Auswahl des Messeingangs erfolgt über Port 7.0 bis 7.2 des Steuerprozessors. Die beiden Temperatur-Sensoren Temp. 1 und Temp. 2 sind zur Temperaturüberwachung am Netztransformator und an der Endstufe angeordnet.

Der nachgeschaltete Komparator (IC 3 B) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. T 2 erzeugt dann eine Spannungsflanke an Port 1.0 des Mikrocontrollers IC 1.

Mit D 13 wird die für die Wandlung erforderliche Referenzspannung von -2,5 V generiert.

## Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung des RLG 7000 ist in Abbildung 8 dargestellt. Die Netzwechselspannung wird an die Schraubklemme KL 1 angelegt und gelangt über die Sicherung SI 1 sowie den 2-poligen Netzschalter S 1 auf die Primärwicklung des Netztransformators. Der X2-Kondensator C 11 dient in diesem Zusammenhang zur Störunterdrückung.

Die im oberen Bereich eingezeichnete

Sekundärwicklung liefert die Ladespannung.

Nach der sekundärseitigen Gleichrichtung mit D 5 bis D 8 übernimmt der Elko C 4 die Pufferung der unstabilierten Spannung. Die direkt parallel zu den Dioden liegenden Keramikkondensatoren verhindern Störspitzen im Schaltbereich der Dioden, und C 3 dient zur weiteren Störunterdrückung. Die untere Sekundärwicklung speist 2 Gleichrichter-Schaltungen, aufgebaut mit D 3, D 22, C 8 und D 2, D 23, C 12. An C 8 erhalten wir dann eine unstabilierte positive Versorgungsspannung und an C 12 eine negative Spannung in der gleichen Größenordnung.

Diese Spannungen versorgen die beiden Spannungsregler IC 1 und IC 2, wo nach der Stabilisierung am Ausgang von IC 1 +5 V und am Ausgang von IC 2 - 5 V zur Schaltungsversorgung zur Verfügung stehen. Die Keramikkondensatoren (100 nF/ker) dienen zur Störunterdrückung und sind direkt an den Versorgungspins der entsprechenden integrierten Schaltkreisen angeordnet. Der praktische Aufbau dieses interessanten Ladegerätes wird im „ELVjournal“ 3/2002 ausführlich beschrieben. **ELV**