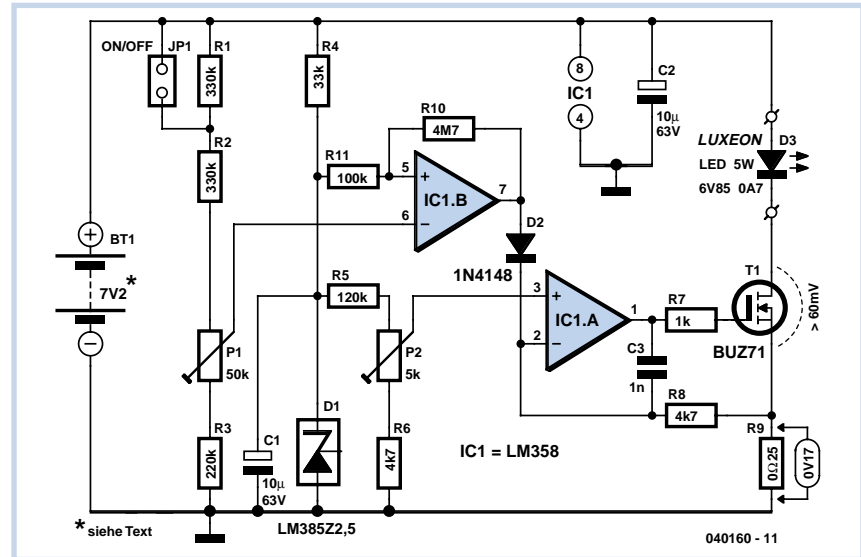


Effiziente Stromquelle für Power-LEDs

Von Jürgen Heibredner

Um lange Freude an Power-LEDs zu haben, ist es wichtig, dass die LED mit dem für sie spezifizierten optimalen Strom betrieben wird, schon aus Gründen des Wirkungsgrades und der Helligkeit. Auf keinen Fall aber mit mehr Strom als erlaubt, da sich dies deutlich auf die Lebensdauer auswirkt. Ein Netzteil, ein Akku oder eine Batterie als Spannungsquelle und ein kleiner Vorwiderstand genügen diesen Anforderungen nur schlecht, da am Vorwiderstand Energie verheizt wird und andererseits, wird der Vorwiderstand aus diesen Gründen klein gewählt, schon kleine Spannungsänderungen große Stromunterschiede bewirken können. LEDs haben ja bekanntlich einen geringen differentiellen Innenwiderstand in der Nähe ihres optimalen Arbeitspunkts. Also muss etwas mehr an Elektronik die Anforderungen integrieren, die ein simpler Vorwiderstand nicht unter einen Hut bekommt.

Die nahe liegende Lösung für einen sehr konstanten Strom trotz einer leicht schwankenden Versorgungsspannung wäre eine konventionelle stabilisierte Stromquelle. Leider vergeudet diese an ihrem Längstransistor unnötig Energie und so wäre der Charme einer Halbleiterleuchte zum Teil perdu. Die fehlende Effizienz kann man allerdings mit modernen Bauelementen nachrüsten, wenn man z.B. einen Leistungs-MOS-FET als Längstransistor verwendet. Dann nämlich entstehen Leistungsverluste lediglich an einem eventuellen Messwiderstand für den fließenden Strom und am relativ klein wählbaren „On“-Widerstand eines Schalttransistors. Die hier vorgeschlagene Schaltung steuert eine handelsübliche Luxeon-LED mit Hilfe eines BUZ71. Ein 5-Watt-Exemplar einer solchen LED benötigt 0,7 A. An R9 fallen also mit 0,175 V Spannung Ver-



luste von gerade 122 mW an. T1 hat einen typischen Widerstand im durchgeschalteten Zustand von 85 mΩ. Hier ist also im Idealfall mit ca. 60 mV Spannungsabfall und so mit Verlusten von mindestens 42 mW zu rechnen. Die Versorgungsspannung kann also idealtypisch um 230 mV höher als die Nennspannung der LED (6,85 V) gewählt werden. Um etwas Reserve zu haben, sind 7,2 V und damit 0,35 V für T1 + R9 ein guter Kompromiss. Rein zufälligerweise kommt eine Batterie aus sechs NiCd- oder NiMH-Akkus unter Belastung auf ziemlich genau diesen Wert...

Und was für ein weiterer Zufall: Ein unstabiles Netzteil aus einem 6-V-Trafo mit Brückengleichrichtung und Sieb-Elko liegt unter Belastung ebenfalls ziemlich genau im Zielgebiet. Der Trafo sollte dann mit ca. 7,5 VA gewählt werden. Als Siebung tut es ein Elko mit 2200 µF/16 V.

Nun noch zu Funktion: Als Referenz dient D1. An ihr fallen 2,5 V ab. IC1b dient zusammen mit T1 als Stromquelle. Der Strom kann mit P2 zwischen 360 mA und

750 mA eingestellt werden. Mit dem eigentlich übrigen Opamp IC1a wurde noch eine Unterspannungsabschaltung ermöglicht, die verhindert, dass ein angeschlossener Akku tiefentladen wird. Der Abschaltpunkt wird mit P1 festgelegt. IC1a ist als Komparator mit kleiner Hysterese beschaltet. Wird sein Ausgang „high“, so wird IC1b über D2 vorgegaulert, der Strom durch R9 wäre zu hoch, weshalb es die LED abschaltet. Das Gleiche passiert, wenn R1 nicht via Schalter kurzgeschlossen ist. Für die Zwecke der Schaltung tun es übrigens nur Opamps, deren Eingangsstufen als PNP-Transistoren ausgeführt sind.

Noch eine kurze Energiebilanz: Verwendet man sechs Akkus, dann dürfte die mittlere Entladespannung etwa um 7,4 V liegen. Zieht man die Nennspannung der LED ab, bleiben 0,55 V übrig, die Verluste produzieren. Davon entfallen ca. 0,4 W auf T1, der deshalb nicht einmal gekühlt werden muss. Der Wirkungsgrad ist mit über 90% sehr gut.