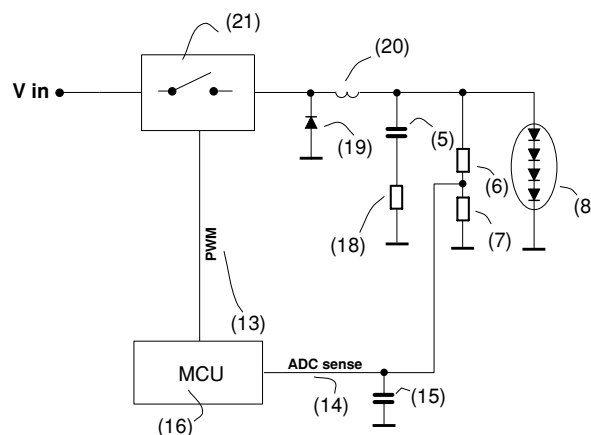


Schaltung zum Betrieb und der Vermessung einer oder mehrerer LEDs mit Mikrocontroller und zur Berechnung der Junction Temperatur.

Um eine LED mit hoher Lichtstärke sicher betreiben zu können, muss die Temperatur der LED mit überwacht werden, um so die Junction-Temperatur der LED unterhalb einer schädigenden Grenztemperatur zu halten. Diese Grenztemperatur liegt üblicherweise bei 150°C.



Figur 1

Eine oder mehrere LEDs werden in Ihrer Spannung durch einen Spannungsteiler mit einem ADC Eingang überwacht und können durch einen Schalttransistor von ihrer Versorgung getrennt werden. Das getaktete Abschalten wird zum Dimmen der LED benutzt. Unmittelbar nach Abschaltung entlädt ein kleiner Messkondensator, der parallel zu der LED oder LEDs geschaltet ist, seine Ladung über die LEDs, so dass die Spannung der LEDs bei geringer Stromstärke unmittelbar nach dem Abschalten ermittelt werden kann, welche ein Mikrocontroller zur Temperaturberechnung auswertet.

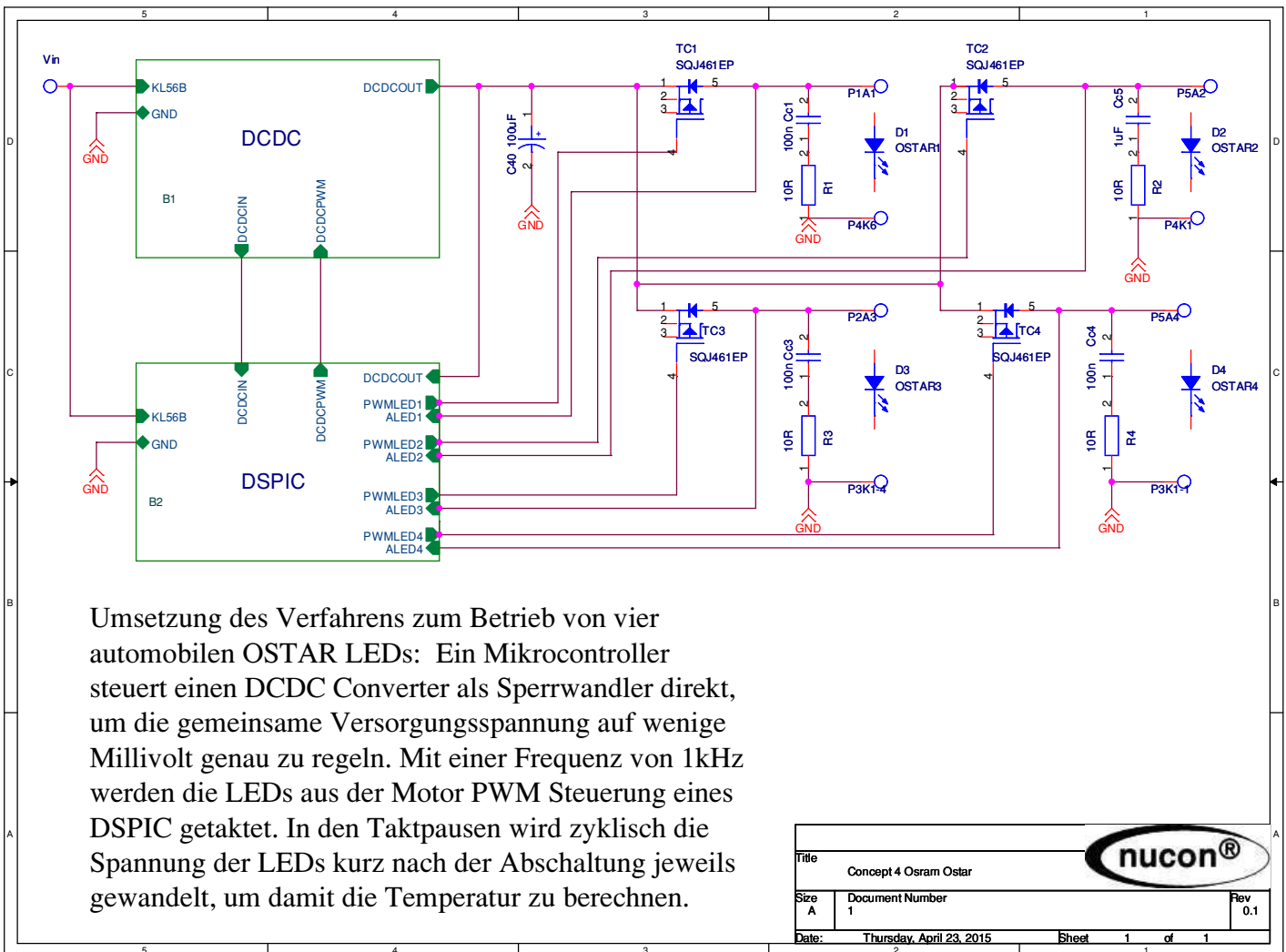
Das neue Verfahren DE202014001507U1 schaltet nicht wie z.B. bei dem Patent von NXP auf einen kleinen Referenzstrom um, um einen Spannungswert für die Temperaturberechnung zu ermitteln, sondern nimmt einen Wert jeweils nach einer festen Zeit nach dem Abschalten des Versorgungstransistors auf. Dadurch kann die zur Messung notwendige Taktpause sehr kurz gehalten werden!

Das Verfahren wurde in einer Recherche des Gebrauchsmusters vom Deutschen Patentamt als Neu geprüft und in Deutschland 10 2014 019 434.5 sowie in den USA US503186120 daraufhin zum Patent angemeldet.

Die Innovation wurde am Anfang in der Ausführung als direkter Buckwandler 12V auf 1-2 LEDs der Typen Cree XML, Oslon square und Avago umgesetzt.

Danach wurde ein Muster zur Erprobung mit einem Multichip CXA3050 (Betriebsspannung ca. 37V) von Cree aufgebaut. Diese Cluster LED bietet die Möglichkeit der Montage eines Temperaturfühlers direkt auf dem Chip-Träger. Damit konnte die erreichbare Genauigkeit auf ca. plus/minus 3 Grad über den vollen Temperaturbereich bei 0.3 A & 0.7 A verifiziert werden.

Das Messen der Junction Temperatur selbst ist mit herkömmlichen Mitteln nicht möglich, da ein Temperaturfühler nicht direkt auf den Chip gebracht werden kann. Der Wärmewiderstand der Junction zum Träger ist ebenfalls ein Wert mit Toleranz, so dass bei Volllastbetrieb einer LED hier leichte Unterschiede der Junctiontemperatur von LEDs untereinander auftreten müssen.



Die Software zur Ermittlung der Temperatur der vier LEDs arbeitet dabei wie folgt :

Messung von $V_{LEDON_{1234}}$ = Betriebsspannung der LED₁₂₃₄ kurz vor der Abschaltung
und $V_{LEDOFF_{1234}}$ = Spannung unmittelbar nach Abschaltung der LED₁₂₃₄

Die Näherung der Temperatur wird mit einer Geraden vorgenommen, bei der die Konstante C für alle LEDs die Gleiche ist. Die OFFSET-Konstante ist wie bei Temperaturfühlern üblich eine individuelle Konstante, die das Steuergerät in einem Autokalibriervorgang nachführen könnte.

$$T_{1234} = A_{LED_{1234}} - C * V_{LEDOFF_{1234}} \quad \text{mit } A_{LED_{1234}} = \text{OFFSET-Konstante}$$

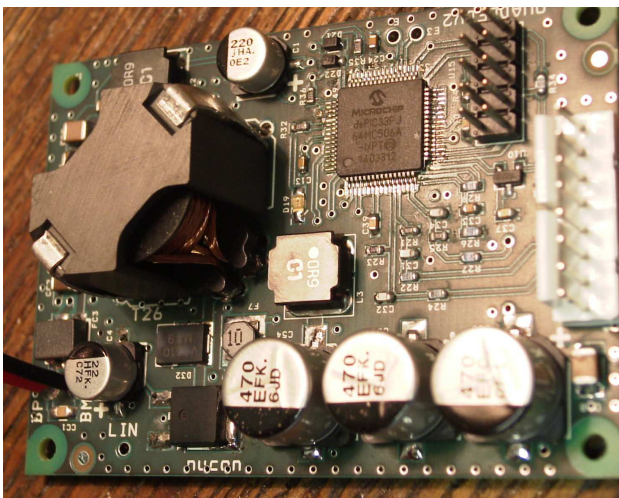
In einem zweiten Schritt wird der Wert der Temperatur auf die Spannungshöhe der Betriebsspannung korrigiert.

$$T_{1234} = T_{1234} - ((K1 - V_{LEDON_{1234}}) * B1 + (K2 - V_{LEDON_{1234}}) * B2 + \dots)$$

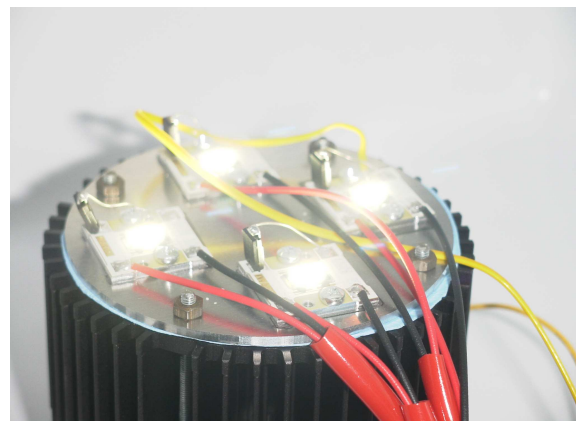
Jetzt kann die Software die DCDC Steuerung ändern, um z.B. die Stromhöhe der LEDs konstant zu halten. Falls die LEDs auf einem gemeinsamen Kühlkörper sitzen, ist dieses relativ gut möglich.

Die hauptsächliche Leistungsregelung, bzw. die thermische Regelung der LEDs erfolgt durch die Dimmung der LEDs über die PWM der LED Kanäle.

Das Verfahren lieferte automatisch aus dem empirischen Bestimmen der Konstanten C den im Osram Datenblatt angegebenen thermischen Widerstand der OSTAR-LEDs von ca. 3.3K/W.



Prototyp für vier OSTAR LEDs mit RM8



Die OSTAR LEDs wurden mit Graphen Folie thermisch gekoppelt und auf einem gemeinsamen Kühlkörper montiert und vermessen.

Die vier Kanal Umsetzung des Verfahrens mit einem gemeinsamen DCDC Converter konnte zur Temperatur Messung der vier LEDs ebenfalls auf $p/m 3^\circ$ umgesetzt werden.

Aus der Brummspannung des Messkondensators kann außerdem der individuelle Strom der LEDs in der Nähe des Sollwertes von 0.7 Amp mit einer Genauigkeit von 5% errechnet werden.

Das Temperaturmessverfahren der LEDs ist von der DCDC Converter Steuerung her gesehen eine unabhängige Anwendung, dabei wird die Taktung der LED zur Dimmung benutzt. Die Ausführung und konkrete Steuerung der LEDs kann unterschiedlich gestaltet werden.

Die Ausführung des aktuellen Prototypen verlief bereits erfolgreich. Gleichwohl zeigt diese Entwicklung weitere sinnvolle Verbesserungsmöglichkeiten in der Zukunft. Dies bezieht sich auf die allgemeine Verbesserung im Leistungsflussaufnahmeverhalten der Gesamtschaltung, die durch unterschiedliche Dimmkombinationen eine pulsierende Stromaufnahme des DCDC Converters bewirken kann, die das Regelverhalten insgesamt erschweren. Durch die folgenden Schritte sollte dieses Verhalten erheblich verbessert werden:

Der DCDC Converter sollte eine ca. 1Volt höhere Spannung generieren als die vier OSTAR LEDs als minimale Spannung zum Erreichen von z.B. 0.7 Ampere benötigen. Die vier Verbindungsleitungen von dem DCDC Konverter zu den einzelnen LEDs sollten dann eine stromgeregelte bzw. strombegrenzende Schaltung bzw. Schaltregelung erhalten, so dass alle vier LEDs mit dem genau gleichen LED Amplituden Strom laufen. Hierdurch wird eine leicht unterschiedliche Toleranz der LEDs zueinander ausgeglichen, so dass eine leicht unterschiedliche Leistung verursacht durch leicht unterschiedliche Amplitude der Ströme, nicht durch Software ausgeglichen werden muss. Außerdem wird eine Verbesserung bzw. automatisches Kurzschlussverhaltens der Ausgangskanäle damit umgesetzt.

Für die Anwendung bzw. Integration in andere Systeme, wie z.B. LED Beleuchtung, die aus einer Lio-Batterie versorgt wird, kann eine andere Art einer Versorgung gewählt werden. Auch hier ist das Verfahren einfach möglich, da es lediglich darauf ankommt eine abschaltbare Funktion der Versorgung der LED zu haben. Diese Option bieten fast alle analogen LED-Treiber-ICs mit eigenem Enable-PIN standardmäßig an, so dass eine Entladungsvorgang eines Kondensators zur Vermessung der LED problemlos erreicht werden kann.

Die für das Verfahren nötigen Funktionen des Micrcontrollers entsprechen den bei fast allen Controllern vorhandenen Basisfunktionen eines Timermoduls mit Triggerausgang, so dass die Auslastung des Controlers zur Berechnung der Temperatur sehr gering ist. Sie ist so gering, dass der Controller das Ermitteln der Temperatur eigentlich nebenbei erledigt und sich der eigentlichen Hauptaufgabe z.B. das Steuern und Regeln des Schaltnetzteils der Versorgung zuwenden kann.