

Bachelorarbeit

Entwicklung einer LED Matrix und eines LED Treibers für den ETIT Demonstrator

Wintersemester 25/26

Lars Dresel, M.Sc.; lars.dresel@lea.tu-darmstadt.de



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

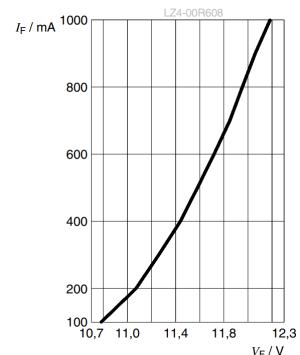
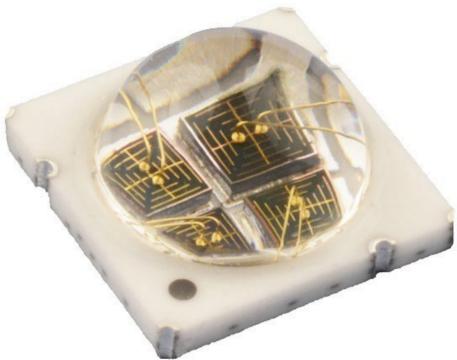
Für den ETIT-Demonstrator soll ein Solarkraftwerk entwickelt werden. Dafür wird eine künstliche Sonne benötigt, die aus mehreren Hochleistungs-LEDs besteht und auf eine Fläche von Solarzellen abstrahlt.

Die Abschlussarbeit gliedert sich in zwei Hauptteile: Zum einen soll ein LED-Treiber in Form eines DC/DC-Wandlers auf einer Platine entwickelt werden, der eine Reihe von LEDs ansteuert. Diese Platine wird über einen AC/DC-Wandler direkt an das Stromnetz angeschlossen. Zum anderen soll eine zweite Platine entworfen werden, die aus mehreren Power-LEDs besteht und mit einem geeigneten Kühlkörper ausgestattet wird.

Für die Ansteuerung von Hochleistungs-LEDs ist eine geregelte Stromversorgung erforderlich, die einen einstellbaren Konstantstrom bereitstellt. Da Dioden und LEDs eine charakteristische, temperaturabhängige Strom-Spannungs-Kennlinie (I-V-Kennlinie) besitzen, führt eine konstante Spannung zu einer Temperaturänderung in der LED. Über ihre Kennlinie nimmt die LED den entsprechenden Strom auf; mit steigender Temperatur erhöht sich dieser aufgrund des negativen Temperaturkoeffizienten. Daher müssen LEDs mit einer Konstantstromquelle betrieben werden.

Da LEDs einen Wirkungsgrad von etwa 40% besitzen, wird ein erheblicher Teil der aufgenommenen Leistung in Wärme umgewandelt. Diese Wärme kann aufgrund der geringen Abmessungen der LEDs zu lokalen Temperatur-Hotspots führen. Eine erhöhte LED-Temperatur verringert zudem die Lichtausbeute und senkt den Wirkungsgrad weiter ab. Aus diesem Grund ist die Implementierung einer geeigneten Kühlung sowie die Durchführung einer thermischen Simulation notwendig.

Das für den ETIT-Demonstrator vorgesehene Solarkraftwerk soll ein realistisches Sonnenlichtszenario abbilden. Dazu können farbige LEDs mit unterschiedlichen Wellenlängen eingesetzt werden. Über zusätzliche Treiberstufen und eine geeignete Regelung mittels Mikrocontroller lässt sich so die Farbtemperatur anpassen und verschiedene Tageslichtsituationen simulieren.



Ziel dieser Arbeit ist der Entwurf zweier Platinen sowie die Durchführung einer thermischen und optischen Simulation. Zum einen soll eine Platine entwickelt werden, die eine Reihe von LEDs mit einem konstanten Strom versorgt. Zum anderen soll eine Platine entworfen werden, die einen LED-Treiber integriert und an das Niederspannungsstromnetz angeschlossen wird.

Bonus: Optional kann ein Mikrocontroller mit PWM Ansteuerung für die LED Treiber programmiert werden. Dadurch sollen sich unterschiedliche Farbmuster und Farbtemperaturen der LEDs realisieren lassen.

1 LED Treiber (DC/DC Wandler)

Die LEDs sollten nach Recherche ausgewählt werden und in einem breiten Lichtspektrum strahlen. Hierfür sollten mehrere LEDs in Reihe geschaltet werden und der Strom über ein Potentiometer eingestellt werden, um so die Lichtleistung einzustellen. In der nachfolgenden Tabelle werden beispielhaft einige Werte für einen potentiellen LED Treiber genannt (können sich noch ändern).

- Vorwärts- /Ausgangstrom: $I_F = 300 \text{ mA}$ bis 1200 mA einstellbar, konstant
- Eingangsspannung: $V_{F,\max} = 75 \text{ V}$
- Vorwärts- /Ausgangsspannung: $V_{F,\max} = 70 \text{ V}$
- Lichtspektrum: $\lambda = 350 \text{ nm}$ bis 1000 nm
- Kühlung wird benötigt

2 AC/DC Wandler (Full Bridge Rectifier)

Die LED Treiber sollen von einem AC/DC Wandler versorgt werden, der primärseitig

- Eingangsspannung (Netz): $V_{in,rms} = 230 \text{ V}$
- Ausgangsleistung (abhängig von der Wahl der LEDs): $P_{out} = 5 \text{ W}$ bis 10 W
- Ausgangsspannung: $V_{out} = 48 \text{ V}$

3 Aufgaben

- Literaturrecherche, Analyse der bekannten Schaltungen
- Aufbau eines Simulationsmodells der LED mit thermischer Abhängigkeit und der verwendeten Schaltertopologien (Plecs)
- Simulation des emittierten Lichts (LightTools)
- Thermische Simulation und Entwurf einer geeigneten Kühlung der LEDs (CST Studios)
- Entwicklung der Platinen (LED Treiber und LED Matrix)
- Messung und Evaluation der entworfenen Platinen
- Dokumentation und Bericht der Durchführung (Thesis)

4 Kenntnisse und relevante Vorlesungen für diese Abschlussarbeit

- Leistungselektronik I
- ETIT I & II
- Elektronik
- ggf. Lichttechnik