



Referenzdesigns

März 2011

## Lampenvorschaltgeräte für Straßenbeleuchtung mit LEDs

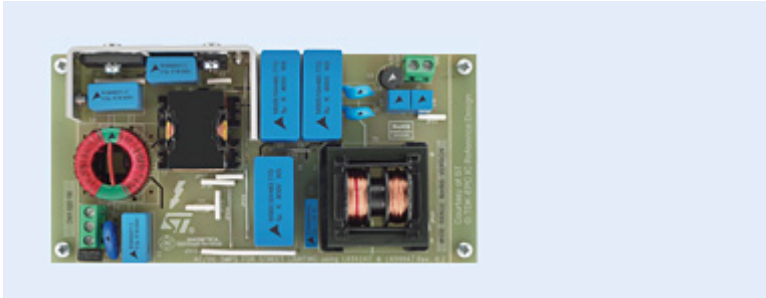
**TDK-EPC hat gemeinsam mit STMicroelectronics ein Referenzdesign für LED-Lampenvorschaltgeräte von Straßenbeleuchtungssystemen entwickelt. TDK-EPC bietet dafür alle wesentlichen passiven elektronischen Bauelemente wie Kondensatoren, Varistoren und Induktivitäten. Die Stromversorgung hat eine Leistung von 130 W bei einer Ausgangsspannung von 48 V.**

LEDs sind bekannt für ihren hohen Wirkungsgrad und ihre lange Lebensdauer. Deshalb werden sie in der Beleuchtungstechnik immer beliebter und gelten als Innovationstreiber. Der Grund: sie leisten einen entscheidenden Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs von Leuchten für den Innen- und Außenbereich. Dies gilt auch für die Straßenbeleuchtung, wo Wirkungsgrad, Lebensdauer, Wartung und Energieverbrauch bei der Senkung der Gesamtkosten eine wesentliche Rolle spielen. Um den wartungsfreien Betrieb sicher zu stellen, muss ein entsprechendes Vorschaltgerät für eine LED-Lampe einen ebenso hohen Wirkungsgrad und eine ähnlich lange Lebensdauer wie die LEDs aufweisen.

### Zweistufiges Referenzdesign

Das neue Referenzdesign von TDK-EPC und STMicroelectronics (Abbildung 1) besteht aus zwei Stufen: einer Frontend-PFC-Stufe (Power Factor Correction) mit dem Controller L6562AT von STMicroelectronics und einem LLC-Resonanzwandler auf Basis des Leistungshalbleiters L6599AT.

Abbildung 1: Hauptplatine mit Gleichrichter und PFC-Stufe und Resonanzwandler



Durch die Verwendung von EPCOS Folien-Kondensatoren wird eine sehr hohe Zuverlässigkeit und Langlebigkeit erreicht.

Zu den wesentlichen Eigenschaften dieses Designs zählen der sehr hohe Wirkungsgrad von über 90 Prozent, ein breiter Eingangsspannungsbereich, bei dem die Netz-Wechselspannung zwischen 85 V und 305 V liegen kann, sowie die hohe Zuverlässigkeit und Langlebigkeit. Da die Zuverlässigkeit von Stromversorgungen auch von Elektrolyt-Kondensatoren und deren Ausfallrate abhängt, weist dieses Referenzdesign einen innovativen Ansatz auf: Statt Elektrolyt-Kondensatoren werden ausschließlich Folien-Kondensatoren für die Glättung und Speicherung im Zwischenkreis verwendet. Darüber hinaus haben die Entwickler das Derating der Bauelemente berücksichtigt, so dass sich die Beanspruchung der Bauelemente gemäß der Empfehlung MIL-HDBK-217D verringert. Mit der Nutzung der neuen Halbleiter L6562AT und L6599AT von STMicroelectronics wurde auch die Anzahl der aktiven Bauelemente minimiert, wodurch sich die MTBF (Mean Time Between Failures) erhöht und gleichzeitig die Bauelemente-Gesamtkosten optimiert werden. Wegen dem hohen Wirkungsgrad der Schaltung ist für die PFC-Stufe nur ein kleiner Kühlkörper erforderlich. Ferner ist das Referenzdesign gegen Überlast oder Kurzschluss, Leerlauf in jeder Stufe oder Überspannung am Eingang geschützt. Nach einem Fehler startet das System automatisch neu.

## Applications & Cases

### Wesentliche Charakteristika

- Erweiterter europäischer Wechselspannungsbereich am Eingang von 85 bis 305 V bei einer Frequenz von 45 bis 55 Hz
- Ausgangsspannung: 48 V bei 2,7 A
- Lange Lebensdauer durch EPCOS Folien-Kondensatoren
- Netz-Oberschwingungen gemäß EN61000-3-2 Klasse C
- Wirkungsgrad bei nominaler Last: über 90 Prozent
- Elektromagnetische Verträglichkeit gemäß EN55022-Class-B, EN55015
- Sicherheit: Doppelte Isolation gemäß EN60950, SELV

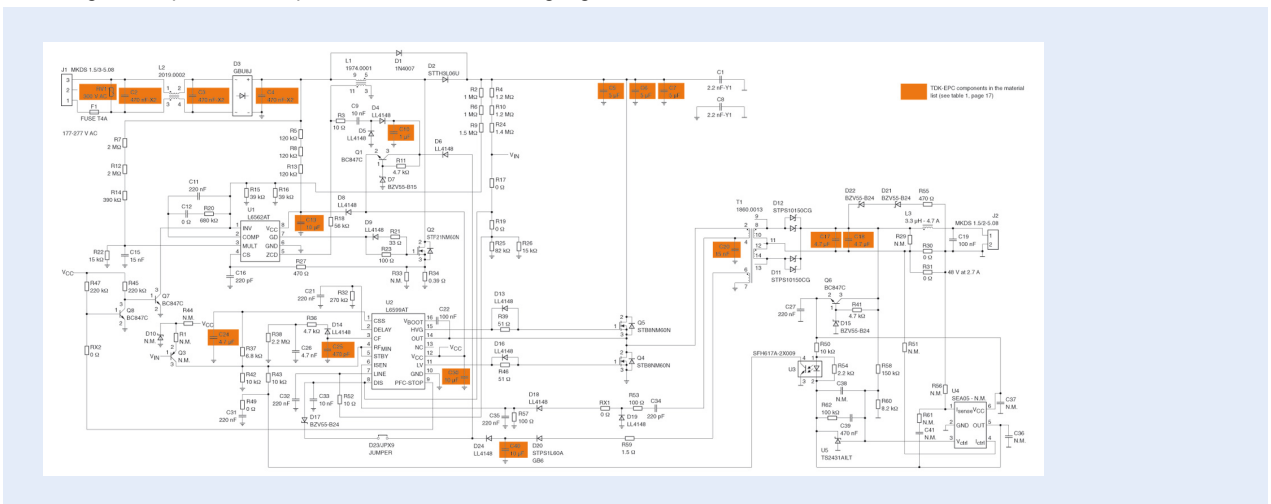
### Stufe 1: PFC-Schaltung

Die PFC-Stufe, die im Transition-Mode arbeitet, versorgt als Vorregler die Resonanzstufe mit Energie. Die Spannung beträgt dabei 450 V. Bei der PFC-Leistungsstufe handelt es sich um einen herkömmlichen Boost-Wandler (Hochsetzsteller), der mit dem Ausgang der Gleichrichterbrücke verbunden ist. Zu ihm gehören auch die Boost-Induktivität, die Gleichrichterdiode und die Ausgangskondensatoren. Die PFC-Ausgangskondensatoren sind EPCOS Folien-Kondensatoren mit 5 µF/800 V. Als Boost-Schalter dient ein MOSFET. Das Board ist mit einem Eingangs-EMV-Filter ausgestattet, der die von der Boost-Stufe verursachten Störungen herausfiltert. Die PFC erfolgt durch den Controller L6562AT, ein kleiner und preisgünstiger Controller, der über den für Anwendungen im Außenbereich notwendigen breiten Temperaturbereich arbeitet.

### 2. Stufe: Resonanzwandler

Der Schaltregler L6599AT übernimmt die aktive Funktion im Abwärtswandler. Er umfasst alle Funktionen, die zur korrekten Regelung des Resonanzwandlers notwendig sind. Das Taktverhältnis ist konstant 50 Prozent, Regelgröße ist die Frequenz. Beim Transformator kommt der Integrated Magnetic Approach mit integrierter Serieninduktivität zum Einsatz. Eine externe Induktivität für die Erzeugung der Resonanz ist damit überflüssig. Für die Sekundärwicklung fiel die Wahl auf eine Transformator-Konfiguration mit Mittenabgriff und Leistungs-Schottky Gleichrichtern des Typs STPS10150CG. Auch hier glätten wieder EPCOS Folien-Kondensatoren mit einer Kapazität von 4,7 µF/63 V. Ein kleiner LC-Filter, der die hochfrequente Welligkeit unterdrückt, vervollständigt den Ausgangsteil. Die Regelung und Stabilisierung der Ausgangsspannung erfolgt über ein Rückkopplungs-Netzwerk. Abbildung 2 zeigt den kompletten Schaltplan der Stromversorgung, Tabelle 1 die Materialliste.

Abbildung 2: Kompletter Schaltplan der LED-Stromversorgung



## Applications & Cases

Tabelle 1: Materialliste der TDK-EPC Produkte

Referenz	Wert, Typ	Abmessungen (B × H); RM [mm], EIA-Form	Beschreibung, Bestellnummer
C2	470 nF - X2	9,0 x 18,0; 15	MKP, B32922C3474K000
C3	470 nF - X2	9,0 x 18,0; 15	MKP, B32922C3474K000
C4	470 nF - X2	9,0 x 18,0; 15	MKP, B32922C3474K000
C5	5 µF	14 x 31,5; 27,5	MKP, 800 V, B32774D8505K000
C6	5 µF	14 x 31,5; 27,5	MKP, 800 V, B32774D8505K000
C7	5 µF	14 x 31,5; 27,5	MKP, 800 V, B32774D8505K000
C10	1 µF	1206	MLCC, 50 V, X7R, C3216X7R1H105KT
C13	10 µF	1210	MLCC, 25 V, X7R, C3225X7R1E106M
C17	4,7 µF	7,8 x 7,8; 5	MKT, 63 V, B32529D0475M000
C18	4,7 µF	7,8 x 7,8; 5	MKT, 63 V, B32529D0475M000
C20	15 nF	5 x 18; 15	MKP, 1000 V, B32652A0153K000
C24	4,7 µF	0805	MLCC, 6,3 V, X5R, C2012X5R0J475KT
C25	470 pF	0805	MLCC, 50 V, COG, C2012C0G1H471JT
C30	10 µF	1210	MLCC, 25 V, X7R, C3225X7R1E106KT
C40	10 µF	2220	MLCC, 50 V, X7R, C5750X7R1H106M
RV1	300 V AC	15 x 5; (D X B), 7,5	Metalloxid-Varistor, B72214S0301K101

### Wirkungsgrad-Messung

Tabelle 2 veranschaulicht den Gesamtwirkungsgrad, der bei einer Netz-Wechselspannung von 230 V/50 Hz und 115 V/60 Hz mit unterschiedlichen Lasten ermittelt wurde. Bei einer Netz-Wechselspannung von 115 V und Vollast beträgt der Gesamt-Wirkungsgrad 90,96 Prozent, bei einer Netz-Wechselspannung von 230 V steigt er auf 93,39 Prozent. Misst man den Wirkungsgrad bei 25, 50, 75 und 100 Prozent Last gemäß dem ES-2-Standard und berechnet den durchschnittlichen Wirkungsgrad, so ergibt sich bei einer Netz-Wechselspannung von 230 V ein Wert von 91,04 Prozent sowie von 89,52 Prozent bei 115 V. Somit kann der Wandler nicht nur unter Vollast mit einem hohen Wirkungsgrad arbeiten, sondern auch bei geringerer Belastung, wie sie beispielsweise beim starken Dimmen von LEDs auftritt.

Tabelle 2: Wirkungsgrade bei unterschiedlichen Lastverhältnissen

Testbedingungen	230 V, 50 Hz					115 V, 60 Hz				
	V <sub>out</sub> [V]	I <sub>out</sub> [A]	P <sub>out</sub> [W]	P <sub>in</sub> [W]	η [%]	V <sub>out</sub> [V]	I <sub>out</sub> [A]	P <sub>out</sub> [W]	P <sub>in</sub> [W]	η [%]
25% Last	47,58	0,689	32,8	37,87	86,57	47,59	0,689	32,8	37,87	86,58
50% Last	47,57	1,378	65,6	71,66	91,48	47,58	1,378	65,6	72,93	89,90
75% Last	47,56	2,008	95,5	102,9	92,75	47,56	2,001	95,2	105,0	90,64
100% Last	47,55	2,708	128,8	137,6	93,38	47,56	2,703	128,6	141,33	90,96
<b>Durchschnittl. Wirkungsgrad</b>					<b>91,04</b>					<b>89,52</b>