

## Langzeitstabilität für AC/DC-Netzteile – eine Stromversorgung für die Medizintechnik

In modernen Operationssälen spielt die Stromversorgung eine zentrale Rolle: Sie muss zuverlässig und effizient arbeiten. TDK-Lambda zeigt im folgendem Beitrag anhand eines praktischen Anwendungsbeispiels eines LED-Operationslichts, welche Überlegungen vorab erfolgen müssen, wie die Umsetzung aussehen kann und worin genau die Herausforderungen bestehen.

*Autor: Peter R. Runz*

In medizintechnischen Applikationen gilt wie in vielen anderen Branchen auch: Vor der Beratung, welche die richtige Stromversorgung ist, muss eine genaue Betrachtung der Applikation erfolgen. Im hier untersuchten Anwendungsbeispiel handelt es sich um Operationsleuchten, in die der Medizingerätehersteller LED-Technologie integrierte. Im Betrieb traten signifikante Schwierigkeiten mit der Entwärmung der AC/DC-Netzversorgung auf. Probleme bereitete dem Hersteller auch, die EMV-Bedingungen (Elektromagnetische Verträglichkeit) zu erfüllen.

### Auf dem Operationstisch

Die mehrfarbigen vorselektierten LEDs werden auf Leuchtenkörper montiert und so gruppiert, dass sie sich im Winkel zum Stativ verstellen lassen. Das auf den Patienten gerichtete Licht kann der Operateur in der Einfallsrichtung variieren, um Abschattungen bei der Operation zu vermeiden, beispielsweise im Thorax. Darüber hinaus wird das Nachjustieren von Lichtintensität und Lichtfarben beim Diagnostizieren und Operieren möglich. Nachdem die Stative zunächst nur als Lichtträger Einsatz fanden, gab es im späteren Verlauf die Ausstattung des Stativ-Handgriffs mit einer Kamerafunktion. Mittels eines CCD-Chips lassen sich Bild- und Videodaten des Patienten aufnehmen und auf einen Monitor übertragen. Der Chirurg erhält so detaillierte, vergrößerte Aufnahmen, die ihm das Erstellen der Diagnose erleichtern. Eine Bildweiterverarbeitung in ein Graustufenmodell ermöglicht es, Gewebearten zu unterscheiden. Die Tumor-Erkennung wird durch das Verfahren erheblich vereinfacht. Das Medizinteam kann die gewonnenen Bild- oder Videodaten an eine entfernte Stelle übertragen. Nach diesem Prinzip erfolgt auch die begleitende Echtzeitberatung eines Berliner Herzspezialisten bei der Operation eines Patienten in München. Ein weiteres Szenario: Medizinstudenten können zu Lehrzwecken in einem Raum fernab die Operation mitverfolgen und auf diese Art eine praxisnahe Ausbildung durchlaufen, ohne die Sterilität des Operationssaals zu beeinträchtigen oder den Operateur abzulenken. Sehr wichtig: Anwendungen dieser Art fordern hohe Zuverlässigkeit und Langzeitstabilität – das gilt auch für das eingesetzte AC/DC-Netzteil.

### Drum prüfe, wer sich ... bindet

Mit dem ursprünglich eingesetzten Netzgerät traten nach Inbetriebnahme der CCD-Kamera unerwünschte Störungen auf dem generierten Bild auf, die sich auch nach mehrfachen Korrekturversuchen nicht beheben ließen. TDK-Lambda führte als ersten Schritt zur Fehlerbehandlung eine genaue Analyse und Bewertung der Anforderungen und der Umgebungsbedingungen durch. Als Ergebnis entstand eine Netzteilspezifikation.

Im Fokus standen:

- ■ technische Details wie Dauer- und Spitzenlast-Anforderungen,
- ■ thermische Umgebungsbedingungen,
- ■ die Einbau-Situation des Netzteils sowie

## ■ ■ akustische Bedingungen bei der Operation.

Die zunächst nur theoretisch betrachteten Schallwerte der Lüfter (dB) wurden unterstützend durch praktische Hörversuche mit freistehenden und eingebauten eigenentwickelten Netzgeräten vervollständigt. Im Weiteren erfolgte eine systemorientierte Analyse der Isolationsstrecken der gesamten Leuchte, vom Netzanschluss bis hin zum Chirurgen und zum Patienten. Die entsprechende Risikoanalyse, stellt einen wichtigen Parameter im Hinblick auf die normgerechte Zulassung der Leuchte nach der Medizingeratenorm IEC/EN 60601-1 dar.

### Erste Wahl sein

Nach der Bemusterung der medizintechnisch zugelassenen AC/DC-Stromversorgung HWS300/ME begann TDK-Lambda mit ersten Tests. Die Ingenieure integrierten nach ausgiebigen Prüfungen das HWS300/ME; es besitzt eine kompakte Bauform mit integriertem Lüfter und verfügt über die notwendige medizinische Zulassung. Es ist mit einer sogenannten PV-Option ausgestattet (Programmable Voltage), die einen weiten Ausgangsspannungs-Einstellbereich ermöglicht. Dieser ist bei einer solchen Applikation hilfreich, weil die vielfach kombinierten LED-Typen (-Farben) zu Ketten geschaltet sind und dann in Strängen gruppiert werden. Das Ziel der Leuchtenentwickler war es, eine hohe Lumenzahl und große Farbqualität zu erreichen. Zusätzlich bringt die Anordnung und Verschaltung der LEDs eine erhöhte Sicherheit gegen den Ausfall der OP-Leuchte. Für die Stromversorgung selbst bedeutete es, dass es obligatorisch war auf Kundenwünsche bei der Ausgangsspannung flexibel zu reagieren. Anfangs betrug die Geräteausgangsspannung 48 V, später folgten Geräte mit 40 V. Die Spannungswerte richten sich nach den Anforderungen. Festlegungen sind hier schwierig, da sich die Werte durch stetige Weiterentwicklungen in der LED-Chip-Technik oder durch alternative Anordnungen beziehungsweise Verkettung von mehr oder weniger LEDs verändern. Vielfache oder Summenwerte der entsprechenden Diodenspannungen ergeben den spezifizierten Wert  $U_{out}$  für die AC/DC-Netzversorgung. Die beim HWS-Netzgerät mögliche PV-Option erlaubt es, schnell zu reagieren. Die Nominalspannung liegt bei den Geräten der 300- und 600-W-Klasse in einem Bereich von 20 bis 120 %, bei 48-V-Geräten sind es 20 bis 110 %. Bei den HWS-1000- und 1500-W-Geräten ist die PV-Option standardmäßig implementiert. Die HWS-Serie gewährt eine lebenslange Garantie.

### Keine Qual bei der Wahl

Für etwaige Systemtests und beispielsweise für das Optimieren der LED-Kombinationen auf Versuchsleiterplatten offerierte TDK-Lambda für die Laborarbeit auch einstellbare Geräte der Reihen Genesys (750...15 kW) und ZUP/Z+ (200...800 W). Sie können Spannung von  $0...U_{max}$  liefern, lassen sich aber auch als Stromquelle einsetzen. Dieser Mehrwert steht Kunden schon während des Entwickelns eines Medizingerätes zur Verfügung. Die LED-Leuchtenkörper gab es zunächst nur in größeren Konfigurationen für OP-Säle oder für Herzzentren. Doch auch Kliniken und kleinere Praxen wie Zahn- oder Hausarzt zählen zur Zielgruppe. Sie benötigen allerdings kleinere Varianten, die mit einem oder drei statt mit fünf Leuchtenkörpern auskommen. Die Vorteile sind offensichtlich: Der Chirurg kann unter deutlich besseren thermischen Bedingungen arbeiten, da LEDs spürbar weniger Energie in Wärme umsetzen als herkömmliche Lichttechnik. Das ermöglicht dem Medizinpersonal ein entspannteres und konzentrierteres Arbeiten und Operieren, wenn notwendig über mehrere Stunden hinweg und dies bei vorteilhaftem Licht – bedingt durch optimierte Lumenanzahl und Farbtemperatur. Für mobile, fahrbare und kleine Leuchtenvarianten eignen sich die HWS- und HWS/ME-Medizingeräte, da sie im Leistungsspektrum von 15 bis 1500 W arbeiten. Für ein Sonderleuchtenmodell fiel die Wahl auf die ebenfalls mit medizinischer Zulassung versehene EFE300M-Reihe, die mit höherer Leistungsdichte aufwarten kann, aber einen externen Luftstrom benötigt.

### Gut versteckt

Die Montage der lüftergekühlten 300-W-HWS-Geräte erfolgt in der Regel in den Decken von OP-Sälen oder im Kopfteil des OP-Leuchtenstativs, so dass eine akustische Distanz zum Chirurgen wie auch zum Patienten

gegeben ist. Da dies nicht immer möglich ist, entwickelte man eine rein konvektionsgekühlte Netzteillösung ohne Lüfter. Doch es gab noch eine Anforderung: Das Bremsen der schweren Deckenstative sollte nicht mehr wie bisher von Hand, sondern künftig elektrisch erfolgen. Mechanisch große Konfigurationen führen zu relativ hohem Kraftaufwand beim Bedienen der Leuchte. Hingegen lassen sich elektrisch gebremste Systeme deutlich komfortabler und sicherer handhaben. Als AC/DC-Versorgung setzte TDK-Lambda seine Geräteserie CFE400M ein. Die Geräte stellen 300 W bei reiner Konvektion, bis zu 400 W bei einem relativ schwachen externen Luftstrom von 1,5 m/s dauerhaft und bis zu 450 W Leistung für kurzzeitige Impulsbelastungen (Peak) bereit. Die Geräteserie ist nach der Medizinzulassung IEC/EN 60601-1 (3rd Edition) spezifiziert, kommt mit geringem Leckstrom aus und ist digital gesteuert. Dadurch kann die CFE400M mehrere Betriebsmodi fahren und arbeitet auch im Nicht- oder Teillastbereich effizient; ihr Wirkungsgrad reicht bis 94 %. Der Wert des Wirkungsgrades über einen weiten Lastbereich ist für Techniker wichtig, da zu Beginn einer Entwicklung selten die späteren Lastbedingungen bekannt sind. Dazu zählen die Anzahl der Steuerkarten oder der Pumpen, Antriebe und Stell-Motoren.

## **Variantenreichtum durch Know-How**

Einige Medizinkunden greifen auf modulare Konzepte zurück und gestalten ihre Gerätefamilien so wirtschaftlich und wettbewerbsfähig. Sie erstellen einen Grundrahmen oder eine Basiskonfiguration, die später einen Ausbau, entsprechende Erweiterungen und flexible modulare Anbauten bis hin zur Maximal Konfiguration erlauben. Arbeitet eine Stromversorgung nur über 20 % ihres Lastbereichs effizient, dann muss der Anwender für verschiedene Leistungsklassen auf unterschiedliche Gerätefamilien zurückgreifen, anstatt bei einer einheitlichen Stromversorgung zu bleiben. Er steht vor der Wahl, die Möglichkeiten seines medizinischen Systems nicht optimal auszuschöpfen oder viele Modellvarianten zu generieren, die wiederum die Lager- und Inventory-Kosten in die Höhe treiben. Die CFE400M ist eine breit anwendbare und effiziente Stromversorgung, die der Ökodesignrichtlinie entspricht, den Climate-Savers-Gold-Standard erfüllt und fünf Jahre Garantie hat. Die Netzteile kommen mit der kompakten Fläche von 4 x 7 Zoll (100 x 177,8 mm<sup>2</sup>) aus. Für den Kunden bedeutet das weniger Entwicklungszyklen sowie Einsparungen bei Entwicklungskosten und -Ressourcen. Ferner verringert Effizienz beim Netzgerät die thermische Belastung der umliegenden Baugruppen.

## **Wenn der Wirkungsgrad zählt**

Wenn man aber nur die Wirkungsgradwerte an sich betrachtet, so scheinen die Unterschiede zunächst gering, 94 % klingen nur unwesentlich besser als 86 % Wirkungsgrad. Bei einer Nominalleistung von 400 W entstehen bei 94 % Wirkungsgrad aber 25,5 W Verlustleistung, während sie bei 86 % Wirkungsgrad schon 65,1 W beträgt. Das effizientere Netzteil erzeugt 60,8 % weniger Verlustleistung- das ist weniger als die Hälfte. Da hier deutlich weniger Wärmeverluste weggekühlt werden müssen, bleibt das System bei gleicher Nominallast deutlich kühler, was eine längere Lebensdauer begünstigt. Dem Versorgungsnetz wird bei gleicher Nennlast messbar weniger Leistung entnommen. Es ergibt sich so eine relevante Energieeinsparung über die gesamte Betriebsdauer. Ein etwas höherer Anschaffungspreis amortisiert sich daher schnell.

Der Autor: Diplom-Ingenieur Peter R. Runz ist Market Development Manager bei TDK-Lambda in Achern.

## **Kontakt:**

TDK-Lambda Germany GmbH  
Karl-Bold-Straße 40  
D-77855 Achern

Tel: +49 (0)7841 - 666 -0

Email: [info@de.tdk-lambda.com](mailto:info@de.tdk-lambda.com) - [www.de.tdk-lambda.com](http://www.de.tdk-lambda.com)