

Beleuchtungsapplikationen für hohe Ausfall- und Betriebserwartung

LED-Schaltnetzteile in eine KNX Gebäudeautomatisierung einbinden

Frank Stocker

Schukat electronic Vertriebs GmbH, Monheim am Rhein



Auf dem Markt gibt es eine unüberschaubare Anzahl an LED-Netzteilen. Diese bringen jedoch meist nicht die Voraussetzungen mit, um sie direkt in eine KNX Gebäudeautomation zu integrieren. So kommen in der LED-Beleuchtung zum Beispiel Schaltaktoren zum Einsatz.

Der Bedarf an Komfort, Vielseitigkeit, Sicherheit und möglichst niedrigem Energieverbrauch in Wohn- und Geschäftshäusern wächst in den letzten Jahren rasant. In modernen Gebäuden kommt oft eine komplexe Gebäudeautomatisierung zum Einsatz, die Heizung, Lüftung, Klimaanlage, Jalousien, Zugangskontrolle und vieles mehr überwacht und steuert. Vor allem aber die Beleuchtung spielt hier eine sehr wichtige Rolle. Mit einer intelligenten Steuerung lassen sich bis zu 80 % Energie einsparen, sofern moderne Automatisierungssysteme wie KNX Verwendung finden.

Schaltaktoren und Relais-Qualität

Die Schnittstelle zwischen einem digitalen KNX System und analogen elektrischen Geräten bildet ein KNX Schaltaktor, er wandelt die von Sensoren, Automatschaltern und Zeitschaltuhren empfangenen Befehle in Aktionen um.

■ Frank Stocker, Field Application Engineer Power Supplies bei Schukat, Monheim am Rhein

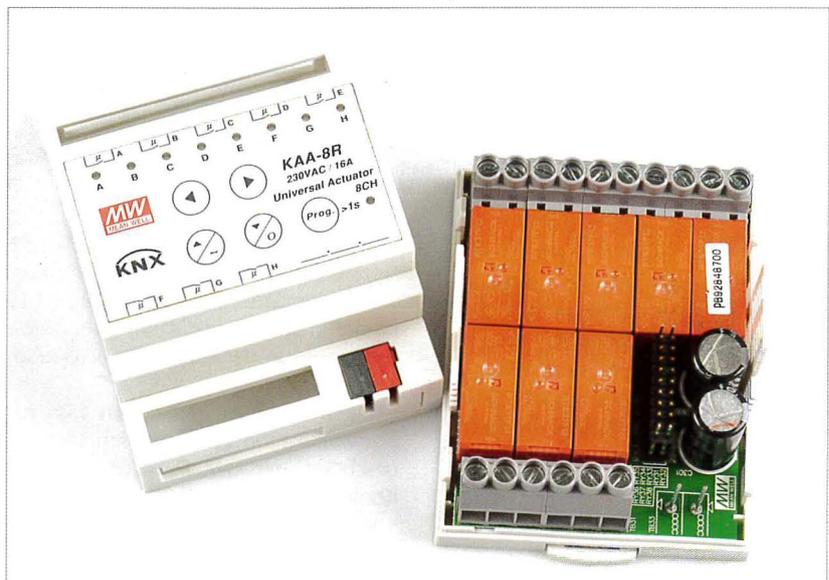


Bild 1. 8-fach-KNX-Universalschaltaktor mit 4 TE Breite des Herstellers MEAN WELL, bestückt mit hochwertigen elektromechanischen Relais. Bilder (Quelle: Schukat)

Zur gängigen wirtschaftlichen Lösung gehört es derzeit, einen Schaltaktor mit hochwertigen elektromechanischen Relais zu bestücken, um möglichst jede Art von angeschlossenen Lasten schalten zu können. (Bild 1)

Der Schlüssel für die Gewährleistung einer hohen Zuverlässigkeit von Schaltaktoren, die in einer anspruchsvollen KNX Gebäudeautomation erwartet wird, ist ein qualitativ hochwertiges Relais. Die

Leistung und Lebensdauer von Relais definiert mitunter die Norm EN60669-1 (Schalter für Haushalt und ähnliche ortsfeste elektrische Installationen, Teil 1).

Hier spezifiziert Teil 19.1 den Normalbetrieb des Relais, das dazu bestimmt ist, eine Nennlast mit $\cos f = 0,6$ zu schalten. Die Vorgabe lautet, mindestens 40.000 Schaltzyklen zu erreichen. Je nach Anforderung der Anwendung beträgt die typische Nennstromstärke 16 A oder 10 A.

■ Früherer Aufbau



Bild 2. Verzicht auf Gateways durch den Einsatz von LED-Netzteilen mit integrierter KNX-Schnittstelle.

■ Neuer Aufbau



Für das Schalten von Lasten mit hohen Einschaltströmen, z. B. Leuchtstofflampen (AX-Last), gilt nach DIN EN 60669 ein Test mit 140 μF Last als Mindestanforderung. Hier muss das Relais einer Anzahl von mindestens 10.000 Schaltzyklen standhalten.

LED-Schaltnetzteile zählen aufgrund ihres Schaltungsdesigns zu den kapazitiven Lasten. Da LED-Treiber als Lasten jedoch keine explizite Erwähnung in der Norm finden, macht es Sinn, bei angeschlossenen LED-Treibern als Last auf den Teil 19.2 der EN60669-1 zu verweisen. Dieser bezieht sich auf 220 μF kapazitive Last und bietet somit einen höheren Leistungspuffer als Teil 19.1.

Eine weitere für die KNX-Gebäudeautomation relevante Norm ist die EN 60947-4-1 für elektromechanische Schütze und Motorstarter.

Sie wird z. B. neben der EN60669-1 bei Schaltaktoren von MEAN WELL berücksichtigt und in den technischen Datenblättern aufgeführt.

Die Tests der EN 60947-4-1 sind dazu da um typische Anwendungen zu simulieren, z. B. Motorlasten (Industrie) oder Leuchtstofflampen (Wohnen). Im industriellen Bereich haben sich die Spezifikationen AC1 und AC3 als Schaltleistungsspezifikationen etabliert.

- AC1: Nicht-induktive oder leicht induktive Lasten, bezogen auf das Schalten von ohmschen Lasten, $\cos \phi = 0,8$
- AC3: Anlassen und Ausschalten von Käfigläufermotoren während des Betriebes, bezogen auf die (induktive) Motorlast, $\cos \phi = 0,45$
- AC5a: Schalten von elektrischen Entladungslampen
- AC5b: Schalten von Glühlampen

Die oben genannten Bedingungen sollten mit einer Schaltanzahl von mindestens 6000 Operationen erfüllt sein. Wird eine höhere Anzahl von LED-Netzteilen installiert, gilt es bei der Verwendung von Schaltaktoren auf die maximalen Einschaltströme und technischen Parameter der verwendeten Relais zu achten. Darüber hinaus haben die Einschaltströme auch einen Einfluss auf die Auswahl des geeigneten Sicherungsautomaten sowie auf die Verwendung eines zusätzlichen Einschaltstrombegrenzers. Dieser kann die Kosten für die Installation durch die Verwendung kleinerer Sicherungs-

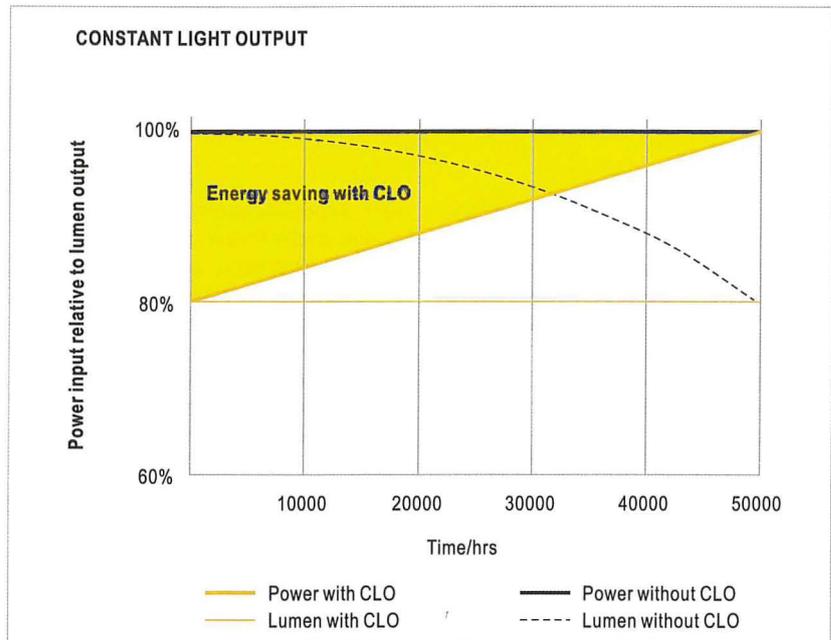


Bild 3. Über den Constant-Lumen-Output wird der unvermeidliche Helligkeitsverlust einer LED-Leuchte über ihre Betriebszeit durch eine kontinuierliche Stromanpassung am LED-Netzteil kompensiert.

ungsautomaten, kleinerer Querschnitte und weniger Sicherungskreise deutlich verringern. Einschaltstrombegrenzer für kapazitive Lasten von 2500 bis 6000 μF bietet der Hersteller MEAN WELL mit den Serien ICL-16 und ICL-28 an.

Dimmbare LED-Netzteile ohne KNX Schnittstelle einbinden

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, über einen Dimmaktor (KAA-4R4V-10 von MEAN WELL) LED-Netzteile mit analoger 1- bis 10V-Dimm-Schnittstelle, oder über ein KNX-DALI-Gateway LED-Netzteile mit DALI-Schnittstelle in die KNX-Installation einzubinden. Durch die große Auswahl an LED-Netzteilen lässt sich hierfür einfach ein elektrisch bzw. mechanisch passendes Netzteil für jede Art von Anwendung finden. Bei den in der Unterverteilung installierten Dimmaktoren können die Leitungswege zur Leuchte aber teils sehr lang sein, was beim analogen 1- bis 10-Volt-System Nachteile mit sich bringen kann. Auch die Identifizierung und Adressierung der einzelnen Leuchten gestaltet sich über ein KNX-DALI-Gateway teils sehr zeitaufwändig. Zudem stellt ein zentrales

KNX-DALI-Gateway eine potentielle Fehlerquelle für das gesamte Beleuchtungssystem dar und erschwert das Erfassen von Daten, wie den Stromverbrauch der Beleuchtungseinrichtung.

In Anwendungen, bei denen es Leistungsbedarf und Abmessungen zulassen, sollte daher nach Möglichkeit direkt ein LED-Netzteil mit KNX Schnittstelle zum Einsatz kommen, um zusätzliche Dimmaktoren oder Gateways zu vermeiden. (Bild 2)

Solche führt der Hersteller MEAN WELL sowohl für Konstantspannungsapplikationen mit 60 W und 120 W Ausgangsleistung (PWM-120KN und PWM-60KN Serie) als auch für Konstantstromanwendungen mit 25, 40 und 60 W Ausgangsleistung (LCM-25KN, LCM-40KN und LCM-60KN).

Weitere Lösungen wie PWM-180KN befinden sich derzeit in der Entwicklung. Die Konstantspannungsnetzteile lassen sich, per Software hochfrequent bis maximal 4 kHz einstellbar, über einen PWM-Ausgang dimmen, während die Konstantstromnetzteile über einen analogen stromgedimmten Ausgang verfügen. Neben der optionalen linearen oder logarithmischen Dimmkurve bieten sie diverse

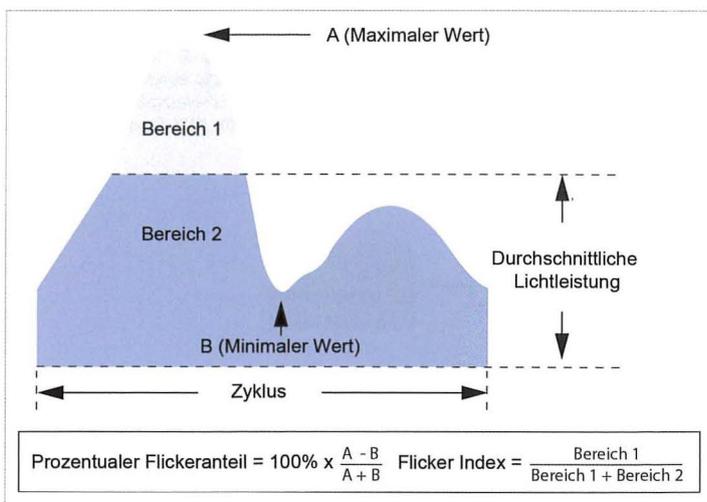
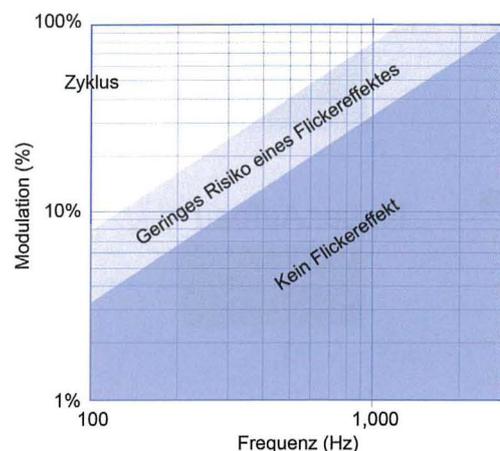


Bild 4+5. Errechnung des Flicker-Index und prozentualen Flickeranteils bei Helligkeitsschwankungen, zum Beispiel bei einer LED-Leuchte (links), und empfohlener Flicker-Faktor in Abhängigkeit der Frequenz zur Minimierung gesundheitsschädlicher Effekte (rechts).



weitere Funktionen sowie die Stromregelung des Constant Lumen Output (CLO), die einen konstanten Lichtstrom ermöglichen. Zudem sind die Netzteile der LCM-KN Serien mit einer integrierten Tasterchnittstelle ausgestattet.

Insbesondere in anspruchsvollen Beleuchtungsapplikationen sind eine hohe Ausfallsicherheit (MTBF, Mean Time Between Failures) und eine hohe Betriebserwartung unerlässlich. Bei korrekter Installation bieten LED-Netzteile eine Betriebserwartung von 50.000 Stunden oder mehr, auch der LED-Chip hat lange Betriebserwartungen. Jedoch verliert die LED mit der Betriebszeit an Helligkeit, weshalb der CLO hier zur Kompensation gegensteuert. Der variabel voreingestellte Ausgang des LED-Netzteils passt sich der Alterung der LED-Chips an und regelt entsprechend die Ausgangsleistung analog nach. Damit lässt sich auch über einen langen Betriebszeitraum eine konstante Helligkeit halten. (Bild 3)

Flickereffekt

Da der DC-Ausgang von LED-Schaltnetzteilen verunreinigt bzw. durch Wechselspannungs-/Wechselstromanteile überlagert ist, ergibt sich ein unterschiedlich starker Stromfluss durch den LED-Chip sowie eine direkte Helligkeitsänderung der Leuchte. Diese Helligkeitsschwankungen werden als Flicker bezeichnet und mit einem Flickerindex bzw. einem Prozentanteil Flicker beziffert. (siehe Bild 4+5). Je höher die dem DC-Ausgang überlagerten Wechselstroman-

teile (Modulationsgrad) ausfallen, desto stärker ist der Flicker.

Bei LED-Netzteilen mit PWM-Ausgang (Pulsweitenmodulation) kann sich die Flickersituation beim Dimmen drastisch verschlechtern, da das Takten des Ausgangs eine 100-prozentige Modulation darstellt und sich somit ein 100-prozentiger Flickeranteil ergibt. Dieser negative Flickereffekt lässt sich nur durch eine entsprechend hohe Schaltfrequenz des PWM-Ausgangs kompensieren. Während das menschliche Auge den Flickereffekt oftmals nicht bewusst wahrnimmt, offenbart sich z. B. bei Videoaufnahmen mit dem Smartphone ein minderwertiges und flackerndes Netzteil, das auch Kopfschmerzen, Müdigkeit und Konzentrationsstörungen verursachen kann. Ein starker Flicker kann zudem stroboskopische Effekte hervorrufen, sodass z. B. sich drehende Teile in industriellen Produktionsstätten für das menschliche Auge wie ruhende Objekte erscheinen – schwere Arbeitsunfälle können die Folge sein. Mit dem Standard IEEE 1789 hat das Institute of Electrical and Electronics Engineers eine Empfehlung veröffentlicht, die dabei hilft, Beeinträchtigungen des Flicker auf den menschlichen Körper zu minimieren. (Bild 4+5) Um solche Beeinträchtigungen gänzlich zu vermeiden, sollten nicht gedimmte Netzteile bzw. Netzteile mit linearer Dimmung einen Current Ripple von weniger als 2,5 % aufweisen. Bei PWM-gediminten LED-Netzteilen mit 100% Modulation sollte die PWM-Frequenz über 1,2 kHz betragen.

Eine Frage der Größe

Die Installation von KNX Geräten einschließlich KNX Stromversorgung und Schaltaktoren erfolgt in der Regel oft in einem Schaltschrank innerhalb eines Gebäudes. Um eine einheitliche Installation zu gewährleisten, ist die mechanische Dimensionierung dieser Geräte nach der Norm DIN 43880 auszulegen. Die Breite der KNX Geräte für die Hutschiene definieren sogenannte Teilungseinheiten, wobei eine Teilungseinheit (TE) nicht mehr als 18 mm betragen sollte. Da der Platz in Schaltschränken der Unterverteilungen meist stark begrenzt ist, sind möglichst schmal ausgelegte Geräte erforderlich. Hier eignen sich z. B. die 8-Kanal-Schaltaktoren, 4-Kanal-Dimmaktoren und das 1280 mA starke KNX Netzteil mit Diagnosefunktion des Herstellers MEAN WELL mit nur 4 TE Breite, ebenso das 640 mA-KNX-Netzteil mit nur 3 TE. Das schafft Platz für viele weitere KNX Geräte im Schaltschrank und ermöglicht vielseitige Funktionen für moderne Gebäude.

Als größter europäischer MEAN WELL-Distributor bietet Schukat electronic die KNX Produkte des Herstellers ab Lager an. Bei Fragen zu den KNX Produkten, dem weiteren Produktportfolio inklusive klassischer LED-Netzteile und AC/DC-Hutschienennetzteile sowie zu Ergänzungsprodukten wie Einschaltstrombegrenzern berät das technische Vertriebsteam des Unternehmens.