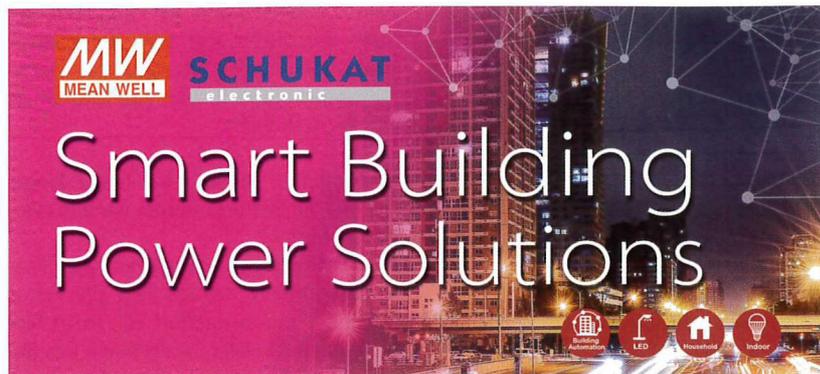


Elegante Lösung – digitale Lichtsteuerung mit KNX

Digitale Beleuchtungssteuerung über LED-Netzteile mit KNX-Schnittstelle

Frank Stocker

Schukat electronic Vertriebs GmbH, Monheim am Rhein



Bilder (Quelle: MEAN WELL/Schukat)

Die funktionale digitale Lichtsteuerung DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ist in Europa und weltweit weit verbreitet. Spezifiziert ist DALI durch eine Reihe technischer Standards in der internationalen Norm IEC 62386. Die Konformität von DALI-Produkten mit diesen Standards stellt sicher, dass Geräte verschiedener Hersteller zusammenarbeiten können und eine Kompatibilität im Gesamtsystem ermöglichen.

Ein anderer Ansatz der digitalen Lichtsteuerung, der deutlich mehr Möglichkeiten als der DALI-Standard bietet, ist die Verwendung von KNX Systemen in der Gebäudeautomation. Um hier die Interoperabilität verschiedener Hersteller sicherzustellen und einen reibungslosen Betrieb im Endsystem zu gewährleisten, werden auch bei KNX die Geräte durch dritte neutrale Prüflabore auf die KNX-Standards getestet.

Da die Auswahl an LED-Netzteilen mit DALI-Schnittstelle bisher größer als an KNX-LED-Netzteilen war, wurden diese oftmals über ein KNX-Dali-Gateway in moderne KNX-Gebäudeautomationssysteme eingebunden. Inzwischen gibt es jedoch eine Vielzahl an Konstantstrom- und Konstantspannungs-Netzteilen, etwa von MEAN WELL, die eine direkte Einbindung von LED-Netzteilen in den KNX-Bus ermöglichen. Einen großen Vorteil durch die direkte Nutzung der integrierten KNX-Schnittstelle verspricht nicht nur die größere Zahl an wählbaren Funktionalitäten bei den Produkten, sondern vor allem das Dimmverhalten.

Weitere Unterschiede zwischen einer direkten Einbindung in den KNX-Bus und der Verwendung eines zusätzlichen KNX-DALI-Gateways auf Systemebene sowie Vorteile des KNX-Systems zeigt (Bild 1).

Minimales Dimmlevel

Das menschliche Auge nimmt Veränderungen des Lichtpegels nicht linear wahr. Zudem treten leichte Wahrnehmungsschwankungen zwischen verschiedenen Beobachtern auf, was zu einer Differenz zwischen gemessenen und wahrgenommenen Lichtstärken führt. (Bild 2)

Um ein bestmögliches visuelles Dimmverhalten zu erzielen und dem Anwender unterschiedliche Optionen zu bieten, stehen bei KNX-LED-Netzteilen wie den PWM-Serien von MEAN WELL drei unterschiedliche wählbare Dimmkurven in der ETS-Anwendungsdatenbank zur Ver-

fügung. Diese sind als lineare Dimmkurve, DALI-Dimmkurve und logarithmische Dimmkurve (log) über die grafische Benutzeroberfläche der Software wählbar. Die DALI-Dimmkurve basiert auf einer in der DALI-Norm spezifizierten Formel, die dem Anwender ein hervorragendes Dimmerlebnis bietet. Die Lichtdifferenz zwischen den Dimmstufen ist so ausgelegt, dass sie konstant bleibt und das minimale Dimmlevel gemäß DALI-Standard 0,1% beträgt. Dieses Dimmlevel entspricht ungefähr 3% des wahrgenommenen Lichts durch das menschliche Auge.

Die logarithmische Kurve gibt das logarithmische Verhalten an. Das minimale Dimmlevel der log-Kurve beträgt nur 0,01%, was 1% des wahrgenommenen Lichts entspricht. Die Auswahlmöglichkeit eines derart geringen Dimmlevels erlaubt den Einsatz in Anwendungen, bei denen eine sehr geringe Lumineszenz erforderlich ist. Dem Anwender steht es frei, eine dieser drei Kurven zu wählen, um für die jeweilige Anwendung das beste Ergebnis zu erzielen. (Bild 3)

Ein Praxisbeispiel für die Lichtleistung beim tiefen Dimmen wurde unter Verwendung eines 24V-LED-Streifens durchgeführt, wie in Bild 4 dargestellt. Bei Verwendung des identischen Netzteils und identischen LED-Streifens zeigt sich, dass eine deutlich niedrigere Lichtintensität mit der Log-Kurve des KNX-Treibers PWM von MEAN WELL statt mit der Dimmkurve nach DALI-Standard erreicht wird. Die Bilder wurden mit einer Kamera aufgenommen, die das vom menschlichen Auge wahrgenommene

	KNX LED Driver	DALI Gateway + LED Driver
System cost	KNX direct, lower cost	Need DALI gateway, higher cost
Reliability	Each device is independent, single damage does not affect the normal operation of the system	DALI gateway failure, the entire lighting system is out of control
Compatibility	KNX ensures the compatibility	Different brands of DALI gateways have compatibility issues with DALI LED Driver
Number of nodes	256 (1 bus Line, TP1-256)	64 (1 DALI bus line)
Transmission distance	700m	300m
Communication rate	9600 bps	1200 bps
Configuration convenience	KNX Database(ETS)	KNX Database(ETS) + DALI setting
Security	Expandable KNX Secure	None
Other	Ex: Operation time/ Power consumption	None

Bild 1. Vorteile der direkten Verwendung von LED-Netzteilen mit KNX-Schnittstelle (links) gegenüber der Einbindung von LED-Netzteilen über ein KNX-Dali Gateway (rechts).

Frank Stocker, Field Application Engineer Power Supplies bei der Schukat electronic Vertriebs GmbH in Monheim am Rhein

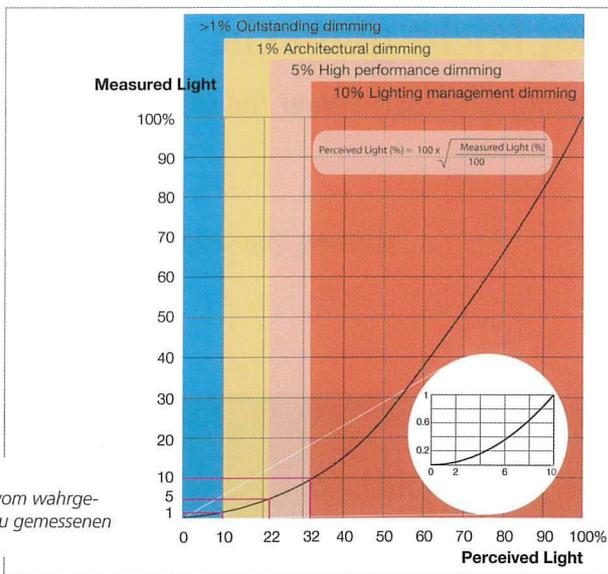


Bild 2. Unterschied vom wahrgenommenen zu gemessenen Licht.

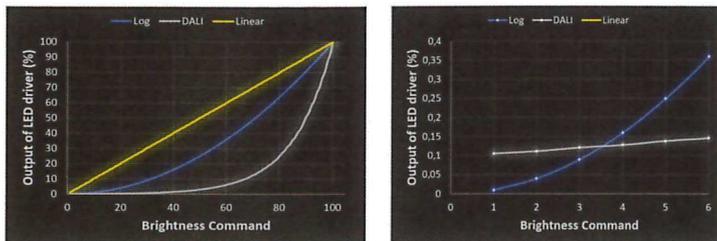


Bild 3. Wählbare Dimmkurven (Log/DALI/Linear) für Netzteile der Serien PWM mit KNX-Schnittstelle von MEAN WELL (links) und Auszug aus der Kurve für den unteren Dimmbereich (rechts).

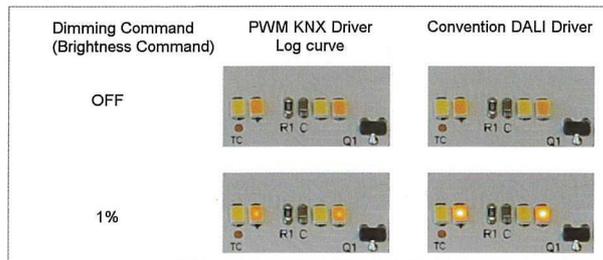


Bild 4. Testergebnis der Leistung beim tiefen Dimmen: 0,01% (links) und 0,1% (rechts), Ausgang vom KNX- und DALI-Treiber bzw. vom gleichen Dimmbefehl.

Licht nicht darstellen kann. Bei visueller Kontrolle können sogar noch offensichtlichere Unterschiede entstehen. Die logarithmische Kurve eignet sich gut für einige Anwendungen wie etwa das Kino, bei denen eine sehr geringe Lichtintensität erforderlich ist.

PWM-Dimmfrequenz

Die Änderung des Lichtpegels von Konstantspannungs-LED-Leuchten wird im Allgemeinen durch die Pulsweitenmodulation (PWM) realisiert. Dafür erfolgt eine Anpassung des Tastverhältnisses des Stroms, was zu Änderungen des durchschnittlichen LED-Stroms führt. Dimmung per PWM eignet sich für Anwendungen, bei denen hohe Ansprüche an das Dimmverhalten gelten. Für die PWM-Dimmung ist jedoch eine hohe Frequenz

erforderlich, um das Lichtflimmern sowie Stroboskopeffekte zu vermeiden und gleichzeitig minimale Auswirkungen auf die LED-Farbtemperatur zu erhalten. Handelsübliche DALI-LED-Treiber besitzen eine feste Ausgangsfrequenz von mehreren hundert Hertz, je nach Design der Hersteller. Auch wenn höhere Frequenzen bevorzugt werden, beeinträchtigen diese möglicherweise die Produktzuverlässigkeit, da hier mehr Schaltverluste an den Komponenten im Netzteil entstehen können.

Bei den Netzteilen mit KNX-Schnittstelle und 60, 120 oder 200 Watt der PWM-Serie von MEAN WELL kann der Anwender dank eines speziellen Designs die Ausgangsfrequenz per Software zwischen 200 Hz und 4000 Hz ändern. Diese Netzteile sparen Frequenzen von unter 80 Hz aus, bei denen sichtbares Flimmern vom menschlichen Auge wahrgenommen werden kann. Damit erfüllen die Netzteile mit maximal 4000 Hz PWM-Frequenz nicht nur die Empfehlungen der IEEE 1789-2015 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Empfehlungen für Modulationsfrequenzen/Flicker für LED-Beleuchtungs- und Dimmeranwendungen), welche bereits ab 3000 Hz kein Gesundheitsrisiko für den menschlichen Körper aufzeigen. Sie erfüllen ebenso die Vorgaben und Grenzwerte nach dem Messverfahren „SVM“ (Stroboscopic Visibility Measure) der neuen ERP-Ökodesign-Richtlinie für LED-Netzteile. Die neue Verordnung (EU) 2019/2020 tritt mit dem 1. September 2021 in Kraft.

Die Formel für die Quantifizierung des SVM ergibt das gewichtete Spektrum, das für alle Frequenzkomponenten bis 2000 Hz summiert wird. Dabei entspricht Ci der relativen Amplitude der i-ten Fourier-Komponente und Ti der Sichtbarkeitsschwelle für den Stroboskopeffekt für eine Sinuswelle bei der Frequenz der i-ten Fourier-Komponente. (Formel 1)

$$SVM = \sqrt[3,7]{\sum_{i=1}^{N(\leq 2 \text{ kHz})} \left(\frac{C_i}{T_i}\right)^{3,7}}$$

In der Verordnung (EU) 2019/2020 ist für die Ermittlung des SVM, der kleiner 1 sein muss, nur die Erfüllung der Bedingung unter Vollast geregelt. Dennoch ist es wichtig, Stroboskopeffekte auch unter Teillastbedingungen, etwa bei gedimmten Geräten, zu vermeiden. Relevant wird das unter anderem in Lichtinstallationen im industriellen Umfeld, wo das menschliche Auge bewegliche Teile aufgrund des Phänomens als ruhend wahrnehmen könnte. In diesem Fall drohen schwerwiegende Unfälle. Mit 4000 Hz geht die PWM-Frequenz der Netzteile jedoch weit über den Wert des im SVM berücksichtigten Frequenzbereiches hinaus.

Anwendung und Verfügbarkeit

Konstantspannungs-Netzteile kommen in vier Arten von LED-Anwendungen zum Einsatz:

- Bei LED-Streifen (typische Anwendung)
- Als Ersatz für die konventionelle Speisung von 12-VAC-Leuchten in traditioneller Bauform mit LED-Technologie
- Zur direkten DC-Speisung, z. B. bei 24-VDC-LED-Spots
- Zum Betreiben von Konstantstromleuchten per nachgeschaltetem DC/DC-Konverter.

So funktioniert der Anschluss: Nach der Programmierung per ETS (Engineering Tool Software) erfolgt die Platzierung des Netzteils an seiner endgültigen Position. Diese sollte möglichst



Bild 5. Zwei der typischen Anwendung von CV-LED-Netzteilen.

weit entfernt von externen Wärmequellen liegen, um die temperaturabhängige Betriebserwartung nicht zu verkürzen. Vor dem Anschluss ans Versorgungsnetz werden die DC-Seite und das BUS-Kabel angeschlossen. Zu beachten ist hier lediglich, dass nur LED-Leuchten und keine konventionellen Halogenleuchten mit den LED-Netzteilen betrieben werden. Durch das PTC-Verhalten der Halogenleuchten kann es je nach Auslastung des Netzteils zu Startproblemen durch den hohen Einschaltstrom kommen.

Eine Auswahl an hochwertigen KNX-Konstantspannungsnetzteilen (PWM-60KN, PWM-120KN und ab Juni 2021 PWM-200KN) sowie LED-Konstantstromserien mit integrierter KNX-Schnittstelle (LCM-25KN, LCM-40KN, LCM-60KN) entwickelt der Hersteller MEAN WELL. Das Portfolio umfasst zudem weitere KNX-Netzteile und universelle Schaltaktoren, eine Vielzahl an LED-Netzteilen und Einschaltstrombegrenzern ebenso wie Hutschienennetzteile der Überspannungskategorie III, die in der Unterverteilung Verwendung finden. Der Hersteller verfügt über 35 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Stromversorgungen und LED-Treibern für unterschiedliche Anwendungen in der Beleuchtung und Gebäudeautomatisierung. Für den einfachen und schnellen Vertrieb in Deutschland und Österreich verlässt sich MEAN WELL seither auf seinen autorisierten KNX-Distributor Schukat electronic, mit dem der Hersteller seit über 20 Jahren zusammenarbeitet. Bei Schukat sind alle Netzteile ab Lager erhältlich, zudem berät das technische Vertriebsteam des Distributors bei kundenspezifischen Fragen rund um das Thema Stromversorgung sowie darüber hinaus.

Fazit

Werden DALI-Netzteile per Gateway in konventionellen KNX-Installationen verwendet oder LED-Netzteile per Triac-Dimmung gesteuert, was einen zusätzlichen Phasenabschnitts- oder Phasenanschnittsdimmer erfordert, sind komplizierte und teure Systeme nötig. Einen eleganteren Weg zur Ansteuerung von LED-Lampen sowie große Flexibilität bietet die direkte Einbindung von LED-Netzteilen in den KNX-Bus. Die Konstantspannungsnetzteile der PWM-Serien stellen eine optimierte Lösung dar, um nicht nur Inkompatibilitäten zwischen DALI-Gateway und Treiber zu vermeiden, sondern auch um mehr Funktionen zugunsten des Beleuchtungssystems bereitzustellen. Darüber hinaus wird das Gesamtsystem durch den Wegfall von Gateways oder Dimmern schlanker, was Kosten reduziert.