

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

Keywords

EL6851
DMX
DMX512A
RS485
Showtechnik
Beleuchtung
LED
Lichtsteuerung
Lichttechnik
Master
Slave
XLR
Licht
Beleuchtung
Show

Schnelle Kommunikation mit DMX-Welt

Dieses Application Example beschreibt DMX – Standard-Übertragungsprotokoll der Lichttechnik – und die DMX-EtherCAT-Klemmen von Beckhoff EL6581 (-0000: Master, -0010: Slave), mit denen die PC- und EtherCAT-basierte Steuerungstechnik für Show-, Bühnen- Effekt- und Schauspiel-Anwendungen einsetzbar ist.

DMX

DMX ist das Standardprotokoll für die Ansteuerung von Geräten der professionellen Bühnen- und Effektbeleuchtung, die beispielsweise zur dynamischen Beleuchtung von Show- und Verkaufsräumen sowie für exklusive Licht- und Farbspiele in prestigeträchtigen Gebäuden, wie Hotels und Veranstaltungszentren, eingesetzt werden. Als das Bussystem der professionellen Beleuchtungstechnik arbeitet DMX mit RS485-Physik. DMX steht für „Digital Multiplexing“ und ermöglicht serielle Datenübertragung bei einer Datenrate von 250 kBit/s. Bei DMX-Slave-Geräten in Form von statischen Lichtquellen (bspw. Spots) werden Farbmischungs- und Helligkeitswerte übermittelt. Bei bewegten Lichtquellen (bspw. Moving Heads und Scanner) werden zusätzlich Winkel für Pan/Tilt (Neigen/Schwenken) und im Gerät gespeicherte Bewegungsprofile kommuniziert. Der Topologieaufbau entspricht einer Daisy-Chain-Verkabelung (alle Slaves einer Universe in Reihe), die Slaves verfügen daher über ein Input- und einen Output-Port. Zur Verkabelung werden dreipolige XLR-Stecker genutzt.

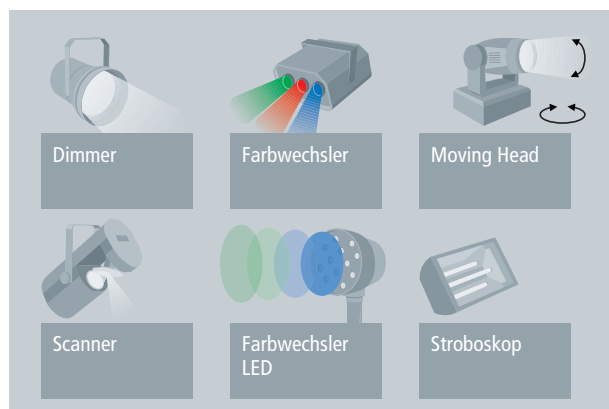


Abb. 1 Typische DMX-Slave-Geräte

Application Note DK9221-0211-0029

Licht



Abb. 2 Akzentbeleuchtung mit DMX

Eigenschaften des Bussystems

Übertragung nach RS485

DMX verwendet zur Datenübertragung die serielle RS485-Physik, bei der die Information (DMX-Frame) auf zwei Leitungen als Differenzsignal übertragen wird. RS485 ist relativ unempfindlich gegen EMV-Störungen. Ein DMX-Frame umfasst max. 512 Byte, wobei ein Byte als Kanal, Slot oder Value (Wert) bezeichnet wird. Um das System trotz serieller Übertragung performant zu halten, sendet die Steuerung bei 250 kBaud einen Frame an alle Teilnehmer (Broadcast). Jedem Teilnehmer wird bei der Konfiguration des DMX-Stranges ein bestimmter Adressbereich zugewiesen, deshalb übernimmt ein Teilnehmer aus dem Frame nur den Teil der Daten, die in dem ihm zugewiesenen Adressbereich abgelegt sind. Bedingt durch die RS485-Physik sind maximal 32 Slaves an einem Strang ohne Repeater möglich.

Ausnutzung des Frames

Der bis zu 512 Byte lange Frame des DMX-Protokolls wird auch als „Universe“ bezeichnet, ein Byte innerhalb der Universe als „Kanal“. Dieser Kanal bildet eine bestimmte Geräteeinstellung in 256-facher Abstufung (8 Bit) ab, bspw. Dimmen, Farbe, Fokus etc. Eine Universe umfasst also bis zu 512 Kanäle, was theoretisch 512 DMX-Slaves entsprechen würde. Jedoch ist RS485 physikalisch auf 32 Slaves limitiert und bei bewegten Lichtquellen nehmen weitere Parameter wie Neigen, Schwenken und Geschwindigkeit (in 8- oder 16-Bit-Auflösung) zusätzliche Kanäle in Anspruch. Sind viele bewegte DMX-Slave-Geräte (hohe Kanalanzahl durch viele Features) an einem DMX-Master bzw. einer Universe angeschlossen, sind 512 Kanäle u. U. nicht für die

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

Maximal-Anzahl von 32 Slaves ausreichend. In solchen Anwendungsfällen müssen mehrere DMX-Universen parallel geschaltet werden.

Übertragungsrate

Wird mit voller Framelänge gesendet, benötigt DMX für die Übertragung der Daten ca. 22 ms, was einer Refresh-Rate von 44 Hz entspricht. Das menschliche Auge würde Lichtänderungen bei dieser niedrigen Frequenz als „unharmonisch“ und „unstetig“ wahrnehmen. Erst über einer Frequenz von 200 Hz erscheinen Übergänge bei Auf-/Abblendungen gleichmäßig. Die für harmonische Blenden-/Lichtänderungen benötigte Übertragungsgeschwindigkeit ist allein durch die Verringerung der Nutzdatenmenge pro Universe möglich, wodurch die Übertragungsdauer des Frames reduziert wird.

Verhältnis Übertragungsrate/Nutzdatenmenge	
Kanalanzahl	Refresh-Rate
512	~44 Hz
64	~300 Hz
16	~1000 Hz

Hinweis:
Nicht alle DMX-Slave-Geräte können mit beliebig hohen Refresh-Raten arbeiten, da die interne Datenverarbeitung teilweise zu langsam ist.

Abb. 3 Refresh-Raten-Erhöhung bei DMX

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

DMX und EtherCAT | Die DMX-EtherCAT-Klemme EL6851 von Beckhoff

Für professionelle Beleuchtungstechnik und effektvolle Lichtspiele bietet der Beckhoff-I/O-Baukasten die DMX-Klemme EL6851 auf EtherCAT-Basis. Die EtherCAT-Technologie ist durch niedrige Zykluszeiten von bis zu 100 μ s bei gleichzeitig hohen Datenraten der ideale Backbone für die Verbindung von DMX-Universen. Insbesondere bei Lichtinszenierungen für professionelle Shows, Theater- und Schauspielaufführungen kommen viele DMX-Slaves zum Einsatz, die auf Grund der physikalischen bzw. performancebedingten Einschränkungen auf mehrere Universen verteilt werden müssen.

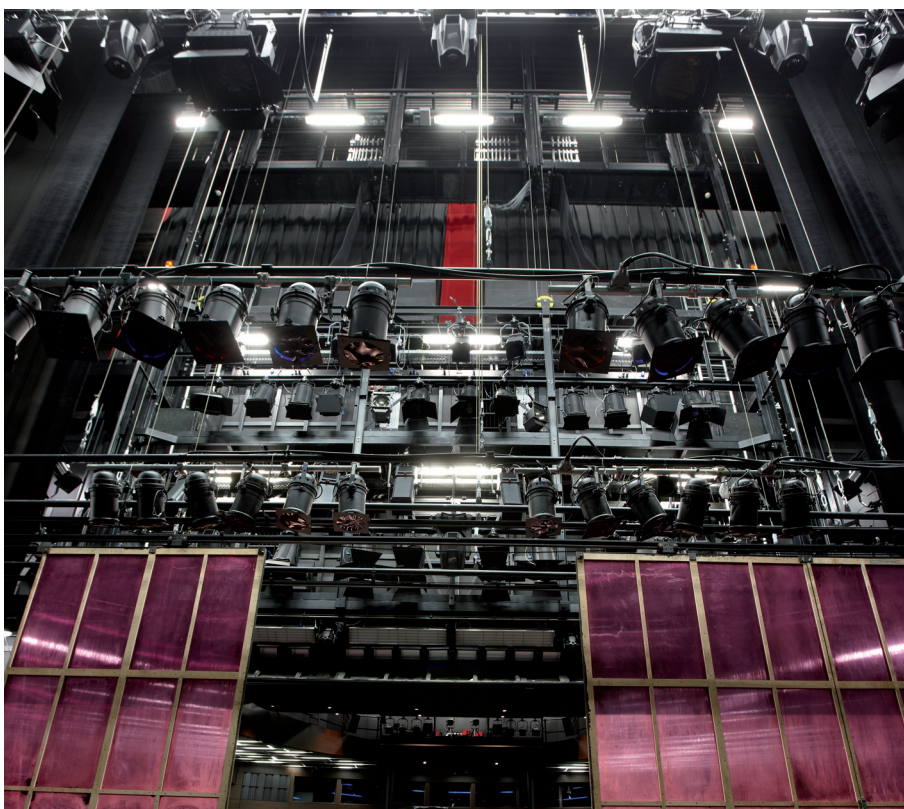


Abb. 4 Scheinwerferpark zur Bühnenausleuchtung des Schauspielhauses Nürnberg: Blick auf die Vielzahl der DMX-Slaves

Es lassen sich mit EtherCAT als durchgängigem Backbone-Bussystem mit seinen vielen Signalmöglichkeiten alle wesentlichen Gewerke der Bühnen- und Showtechnik steuern. Da EtherCAT für die industrielle Echtzeitkommunikation entwickelt worden ist, ermöglicht es in Verbindung mit der DMX-Masterklemme EL6851-0000 den parallelen Betrieb von fast beliebig vielen DMX-Universen. Beispielsweise können bei einer Zykluszeit von 10 ms mit nur einer SPS-Task mind. 100 DMX-Universen die volle Protokollbreite von 512 Kanälen übertragen. Für die Beckhoff-Automatisierungssoftware TwinCAT stehen Funktionsbausteine nach der IEC 61131-3 zur Verfügung. Als Leitebene kann eine Beckhoff-Steuerung mit Embedded-PC oder Industrie-PC dienen. Wahlweise kann in Verbindung mit der EL6851-0010 DMX-Slaveklemme ein beliebiger DMX-Master eingesetzt werden.

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

DMX-Master EL6851-0000

Die DMX-Masterklemme EL6851-0000 erlaubt die direkte Anschaltung von bis zu 32 DMX-Teilnehmern und unterstützt durch EtherCAT die Übertragung der vollen DMX-Protokolllänge von 512 Byte in nur einem Steuerungszyklus. Die EL6851-0000 kann beliebig lange DMX-Frames senden, wodurch die Refresh-Rate entsprechend der Anwendungsanforderungen variiert werden kann. Durch die Unterstützung des DMX512A-Standards und der RDM-Funktion (DMX-interne Diagnose) werden alle gängigen DMX-Geräte von der EL6851-0000 unterstützt.

DMX-Slave EL6851-0010

Die DMX-Slaveklemme EL6851-0010 ist das Bindeglied zur DMX-Welt und ermöglicht die Integration von Beckhoff-EtherCAT-I/Os in die professionelle Bühnen- und Effektbeleuchtung. Die DMX-Slaveklemme kann unter beliebigen DMX-Mastern eingesetzt werden, um die Daten des DMX-Telegramms als Prozessdaten für die Steuerung nutzbar zu machen. Dadurch können die Daten beliebig genutzt werden, um sie bspw. auf digitale Ausgänge, Schrittmotoren oder Dimmerklemmen auszugeben. So können Theater- und Showbühnen mit Standard-Hardware kostenreduziert bei voller Flexibilität aufgebaut werden.

Besonderheiten der Beckhoff-DMX-Klemmen

- galvanische Trennung der RS485-Schnittstelle beseitigt Verkopplungen weitentfernter Teilnehmer über Erdschleifen
- bei RS485 erforderlicher Abschlusswiderstand kann an Klemme dazugeschaltet werden
- RDM ist implementiert

Die DMX-interne Diagnose und Parametrierung über RDM ist mit den Funktionsbausteinen der TwinCAT-PLC-Library DMX möglich. Das RDM Protokoll muss jedoch in der Steuerung programmiert werden, da die EL6851 ausschließlich Layer-2-Funktionalität bietet.

RDM-Dienste (Remote Device Management)

Erweiterung des DMX-Protokolls zur zentralen Konfiguration/Überwachung innerhalb des DMX-Strangs

- Adressierung der DMX-Geräte
- Auswahl unterschiedlicher DMX-Geräteprofile
- Parametrierung der DMX-Geräte
- DMX-interne Fehlerdiagnose
- DMX-interne Überwachung von Temperatur, Spannung, Strom und Frequenz

Abb. 5 RDM-Dienste

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

Praxisbeispiel DMX-Master

Die Integration von mehreren Universen ist durch die EtherCAT-DMX-Masterklemme EL6851 0000 unkompliziert, da die Datenübertragung in der übergeordneten Leitebene mit EtherCAT als schnellem Feldbus und der PC-basierten Steuerungstechnik von Beckhoff die ideale Steuerungsplattform für die Bühnen- und Showtechnik ist. Es lassen sich mit EtherCAT als durchgängigem Backbone-Bussystem mit seinen vielen Signalmöglichkeiten alle wesentlichen Gewerke der Bühnen und Showtechnik steuern.

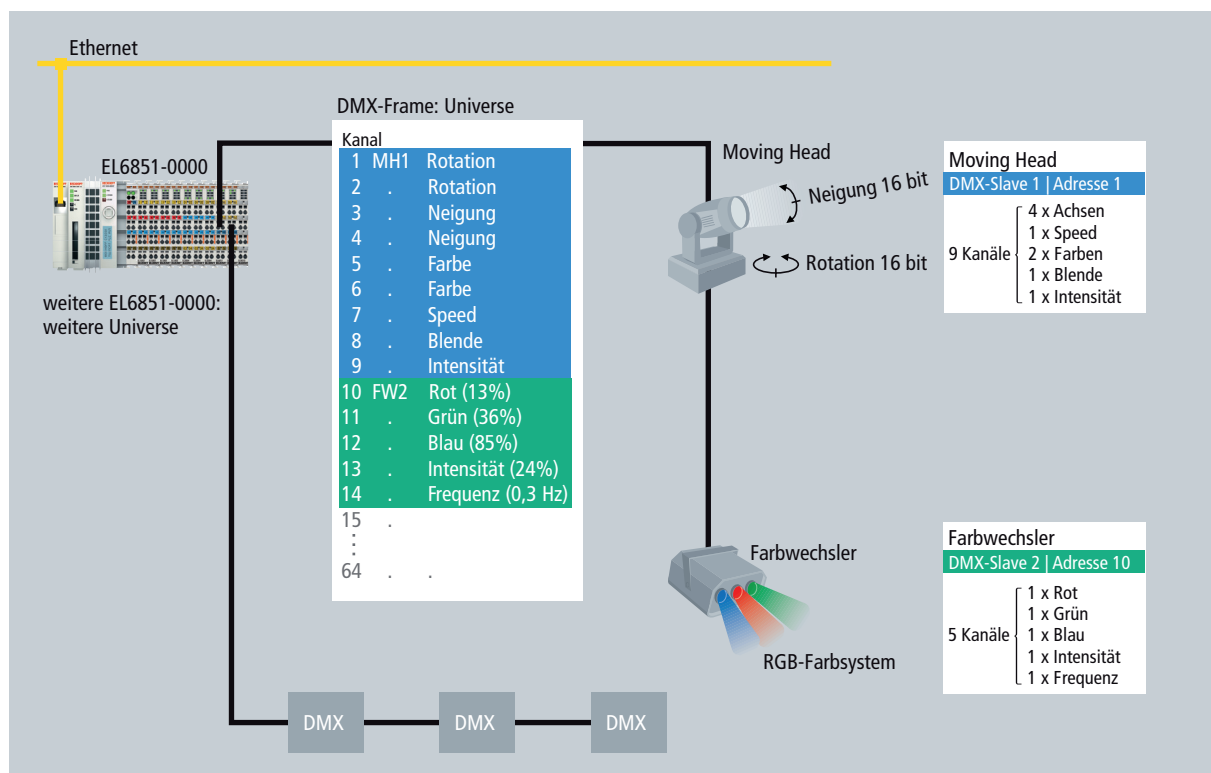


Abb. 6 Einzelne Universen innerhalb einer lichttechnischen Applikation werden durch jeweils eine EL6851-0000 realisiert.

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

Praxisbeispiel DMX-Slave

Die DMX-Slaveklemme EL6851-0010 ermöglicht die Integration von DMX-Anwendungen in die PC-basierte Steuerungstechnik und vereint die Vorteile beider Systeme:

Ansteuerung der Lichttechnik über DMX bei gleichzeitiger Nutzung von Standard-Komponenten.

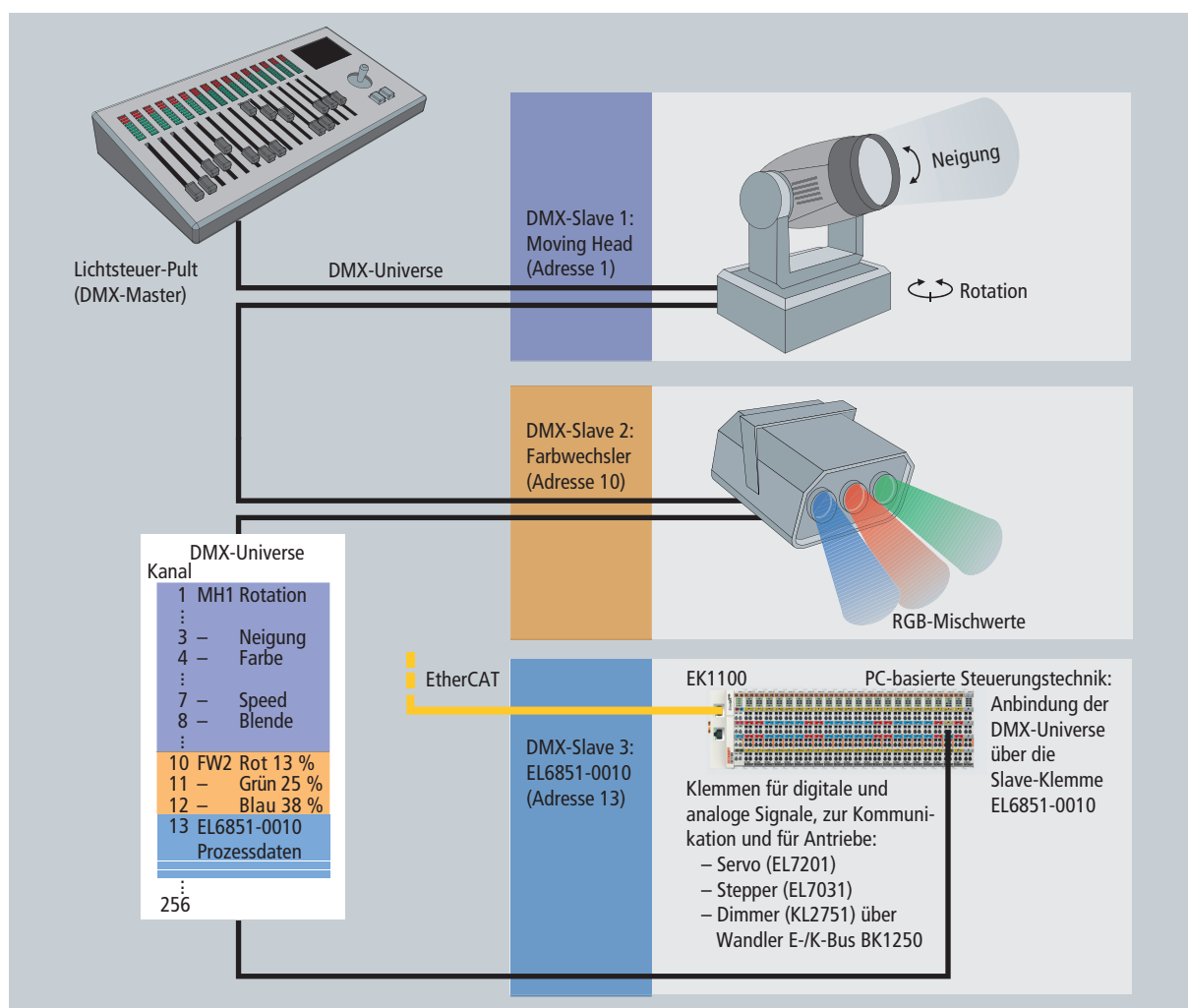


Abb. 7 Integration der PC-basierten Steuerungstechnik durch DMX-Slaveklemme EL6851-0010

Die Modularität des Beckhoff-I/O-Systems bietet für jedes Signal die passende Klemme, sodass Signalart und Kanalzahl auf die Anwendung abgestimmt sind. Auch nicht DMX-fähige Geräte, wie DALI-Lampen oder Universaldimmer können über das Beckhoff-I/O-System angesprochen werden. Bei Einsatz von Antriebstechnik (bewegte Bühnenelemente etc.) lassen sich preisgünstige Standard-Antriebe, wie Schrittz-, Servo- oder DC-Motoren, einfach über die entsprechenden EtherCAT-Klemmen integrieren. Die Steuerungstechnik ist skalierbar: Vom Industrie-PC bis zum dezentralen Ethernet-Controller kann die benötigte Leistungsklasse aus dem umfangreichen Programm gewählt werden. Dem langfristigen Betrieb der Anwendung wird durch

Application Note DK9221-0211-0029

Licht

die einfache Erweiter- und Veränderbarkeit des Systems Rechnung getragen: An- und Umbauten können problemlos integriert werden.

- DMX-Master/-Slave www.beckhoff.de/EL6851
- TwinCAT PLC Library DMX www.beckhoff.de/german/twincat/twincat_plc_dmx.htm
- Servomotor-EtherCAT-Klemme 50 V DC, 4 A www.beckhoff.de/EL7201
- Schrittmotorklemme 24 V DC, 1,5 A www.beckhoff.de/EL7031
- Schrittmotorklemme 50 V DC, 5 A, mit Inkremental-Encoder www.beckhoff.de/EL7041
- 1-Kanal-Universal-Dimmerklemme 230 V AC, 300 VA (W) www.beckhoff.de/KL2751
- 1-Kanal-Universal-Dimmerklemme 230 V AC, 600 VA (W) www.beckhoff.de/KL2761
- „Compact“-Koppler zwischen E-Bus- und K-Bus-Klemmen www.beckhoff.de/BK1250
- Beckhoff Building Automation www.beckhoff.de/building
- Beckhoff Building Automation Beleuchtung www.beckhoff.de/german/applicat/building_beleuchtung.htm

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, Februar 2011

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.