

DMX – Digital Multiplex

Digitales Steuerprotokoll – Veranstaltungstechnik

Pascal S.

Technische Universität Berlin

08. Mai 2013



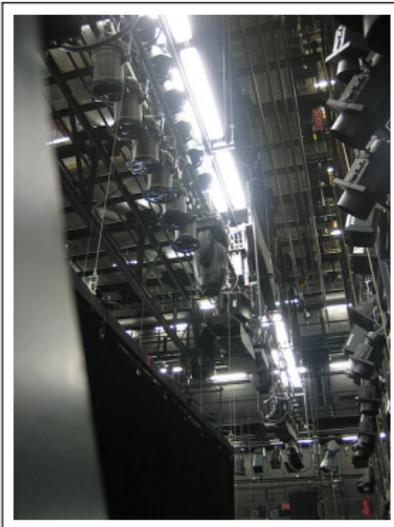
Inhaltsverzeichnis

- 1 Motivation
- 2 Datenprotokolle
- 3 Übertragungsverfahren (Bussysteme)
 - Einteilung verschiedener Bussysteme
 - UART
 - Register
 - Beispielcode
- 4 DMX-512
 - Elektrische Signalspezifikationen
 - Datenformat
 - Datenprotokoll
 - Steckverbinder
- 5 Literatur

Motivation

DMX in der Bühnen- und Veranstaltungstechnik

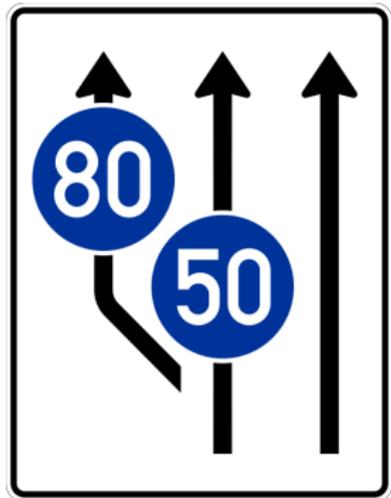
Verbindung von Lichtsteuerungen und Dimmern oder sonstiger Peripherie.



Datenprotokolle

Austausch von Daten basiert auf Programmen → **Protokoll**

- Beinhaltet Regeln oder Verfahren zur Übertragung von Daten
 - Wer?
 - Was?
 - Wann?
 - An welche Adresse?
- Vergleich: StVO



Datenprotokolle

Typische Eigenschaften

- Feststellung der physikalischen Verbindung (Endpunkt der Verbindung)
- Datenflusskontrolle (Handshaking)
- Vereinbarung über verschiedene Verbindungscharakteristiken
- Wie beginnt oder endet eine Nachricht
- Wie ist eine Nachricht formatiert
- Was wird mit beschädigten oder falsch formatierten Nachrichten getan
- Wie wird unerwarteter Verlust der Verbindung festgestellt und was hat dann zu geschehen

Einteilung verschiedener Bussysteme

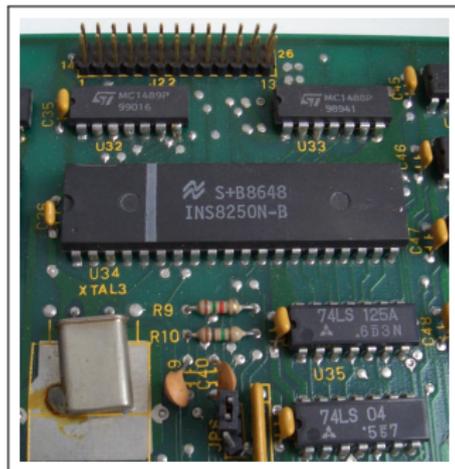
Einteilung durch **Richtungsart** & **Synchronisation**

- **Unidirektionaler Datenfluss:**
Festgelegte Richtung (Quelle → Senke), getrennte Leitungen für READ und WRITE
- **Bidirektionaler Datenfluss:**
Richtungsumschaltung (R/W) für die gleichen Leitungen, zeitliche Staffelung der Übertragung
- **Synchrone Übertragung:**
Langsamster Teilnehmer bestimmt Geschwindigkeit
- **Asynchrone Übertragung:**
Unterschiedliche Transferraten möglich, individuelle Synchronisation erforderlich (→ Handshake)

UART

Universal Asynchronous Receiver and Transmitter

- Schnittstelle zum Senden und Empfangen von Daten
- Die wichtigsten Anwendungen sind hierbei *RS232* oder *RS485*
- Erzeugt Datenbits und den dazu notwendigen Datenrahmen
- CMOS- (bzw. TTL-) Pegel
 - Passende Treiber/Receiver ICs wie z.B. *MAX232/MAX485* notwendig



UART

Bidirektionaler **UART** benötigt 2-Daten-Leitungen

- TxD (Transmit Data)
- RxD (Receive Data)

Datenformat

- 1 Startbit
- 8 Datenbits
- 1-2 Stopbits

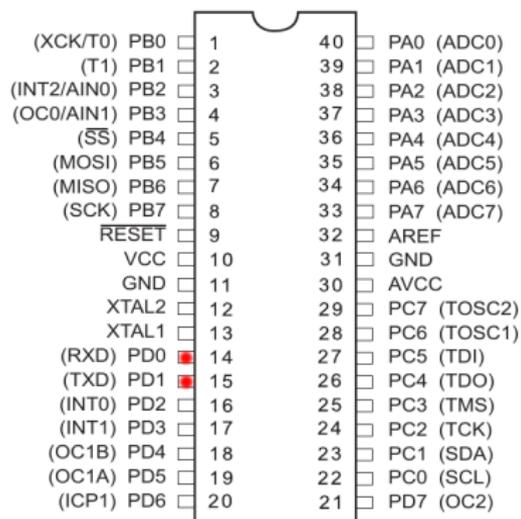


Abbildung: ATmega32

UART - Register

UART wird über separate Register angesprochen

- **UART Control and Status Register A (UCSRA):**
UART gibt uns hier an, was dieser gerade macht (Statusregister)
- **UART Control and Status Register B (UCSRB):**
Hier erfolgt die Einstellung, wie wir den UART verwenden möchten (R/W enable)
- **UART Control and Status Register C (UCSRC):**
Festlegung von asynchroner oder synchroner Übertragung, Anzahl der Stopbits, Anzahl der Datenbits
- **UART Data Register (UDR):**
Hier werden Daten zwischen UART und CPU übertragen
- **UART Baud Rate Register (UBRR):**
Hier teilen wir dem UART mit, wie schnell dieser kommunizieren soll

UART - Register

- Übertragungsgeschwindigkeit wird in Baud ($\frac{\text{Symbole}}{\text{Sekunde}}$) angegeben
- Wird über die Register des μC eingestellt

Berechnung für das UBRR

$$\text{UBRR} = \frac{\text{Taktfrequenz}}{\text{Baudrate} \cdot 16} - 1$$

UART - Beispielcode

UART auf Senden initialisieren

```
UCSRB |= (1<<TXEN);
```

Senden von Zeichen, hier z.B. für ATmega32

```
while (!(UCSRA & (1<<UDRE)))  
{  
    }  
UDR = 'x';
```

DMX-512

DIN 56930-2

Regelt das digitale Multiplexübertragungsverfahren DMX-512 zur Steuerung von Dimmern mit einer 8-bit Auflösung

- Ursprünglich durch USITT standardisiert → DMX-512/1990 (United States Institute for Theatre Technology)

Datenkanal

Lichtsteuerung → Dimmer

Elektrische Signalspezifikationen

- DMX basiert auf *RS-485*
 - Standard für digitale, differentielle und serielle Datenübertragung
- Interface: *RS485 Transceiver*
 - Beinhaltet Sender und Empfänger
- Einsatz von modifizierten Sende- und Empfangsschaltungen

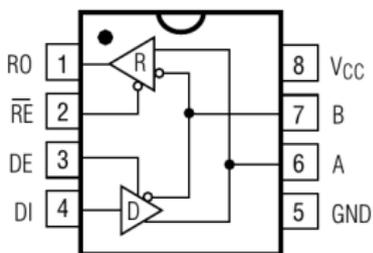


Abbildung: MAX485

Differentielle Signalpegel zwischen $\pm 1,5V$ und $\pm 5V$ werden eingehalten

Elektrische Signalspezifikationen

Übertragungstrecken

- $\geq 1.2\text{km}$: Einsatz von **Leitungsverstärkern**
- **Leitungsabschluss**: Widerstand mit 120Ω und 0.25W wird zwischen den Polen 2 und 3 des XLR-Steckers angebracht
 - Verbindung mit XLR-Buchse des letzten Gerätes
- 32 Empfänger mit einer Datenleitung möglich

Datenformat

Für jeden Dimmerwert gibt es ein vorgeschriebenes Datenformat

Signalbit	Beschreibung
1	Startbit, logisch 0 (SPACE)
2-9	Dimmerwert (beginnt mit MSB)
10,11	Stopbits, logisch 1 (MARK)

Tabelle: Datenformat

Datenprotokoll

- Asynchrone Übertragung die von **UART** gesteuert wird
- Sequentielle Übertragung der Werte für die einzelnen Dimmer
 - Direkte Adressierung der gesendeten Bytes hier nicht realisierbar
- Dimmerwerte im Bereich von 0...255 (0x00...0xFF)
 - Linearer Zusammenhang zur Lichtsteuerung (0 – 100%)

Im Ruhezustand liegt die Datenleitung auf hohem Potential (MARK). Der aktive Pegel ist Low (BREAK, SPACE)

Datenprotokoll

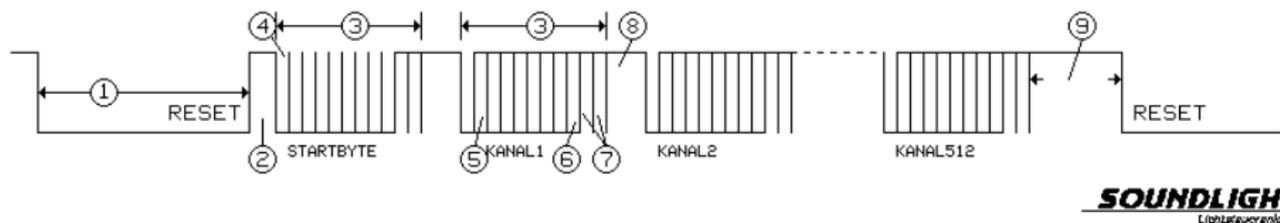


Abbildung: DMX-512 Zeitdiagramm¹

Datenprotokoll

Nr.	Signalname	Min.	Typ.	Max.
1	RESET	88 μ s	88 μ s	-
2	MARK zw. RESET und Startbyte	8 μ s	-	1s
3	Frame-Zeit	43.12 μ s	44.0 μ s	44.48 μ s
4	Startbit	3.92 μ s	4.0 μ s	4.08 μ s
5	LSB	3.92 μ s	4.0 μ s	4.08 μ s
6	MSB	3.92 μ s	4.0 μ s	4.08 μ s
7	Stopbit	3.92 μ s	4.0 μ s	4.08 μ s
8	MARK zwischen Frames	0s	0s	1.00s
9	MARK zwischen Paketen	0s	0s	1.00s

Tabelle: Datenprotokoll

Datenprotokoll

Datenrate	250 kbit/s
Bitlänge	4.0 μ s
Rahmenlänge	44.0 μ s
Gesamtübertragungsdauer (512 Kanäle)	22.67ms
Refresh-Rate	44.1Hz

Tabella: Datenrate

Datenprotokoll

Beispielhafte Übersicht über verschiedene DMX-Eigenschaften

Kanal	Wert	Funktion
1		Blauer Laser
	0 -7	Aus
	8-15	Ein
	16-239	Strobe langsam - schnell
	240-247	Musiksteuerung
2	248-255	Ein
		Grüner Laser
	0 -7	Aus
	8-15	Ein
	16-239	Strobe langsam - schnell
3	240-247	Musiksteuerung
	248-255	Ein
		Laserrotation Grün
	0 -127	Manuelle Einstellung
	128-189	Rotation Entgegen dem Uhrzeigersinn Schnell-Langsam
4	190-193	Keine Rotation
	194-255	Uhrzeigersinn Langsam - Schnell
		Laserrotation Blau
	0 -127	Manuelle Einstellung
	128-189	Rotation Entgegen dem Uhrzeigersinn Schnell-Langsam
	Keine Rotation	
	194-255	Uhrzeigersinn Langsam - Schnell

Steckverbinder

- **Sender:** Buchsenanschluss
- **Empfänger:** Steckeranschluss

Laut DIN 5-polige **XLR**-Stecker!

Aufgrund des geringeren Preises und der Verwendung im
Audiobereich → 3-polig

- 1 Masse
- 2 DMX-
- 3 DMX+

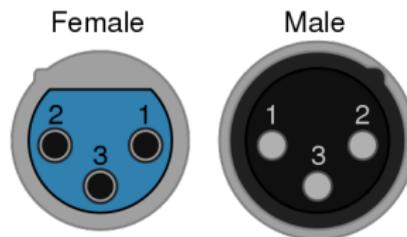


Abbildung: 3-poliger XLR-Steckverbinder

Literatur



Prof. Dr. Peter Pepper (WS 2005/2006)

Skript Einführung in die Informatik für Elektrotechniker
S.31.



Prof. Dr.-Ing. Reinhold Orglmeister (WS 2005/2006)

Vorlesungsfolien Mikroprozessortechnik
VL 12 S. 57–88



Bedienungsanleitung

Royal 3D von American DJ[®]



Datenblatt

ATMEL 8-bit Microcontroller ATmega32



Datenblatt

MAXIM Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers



DIN 56930-2

Bühnenlichtstellsysteme Teil 2, Steuersignale



Literatur



Michael Piotrowski (2005)

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Xlr-connectors.jpg>,

Abruf: 06.05.13.



URL

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theater_Gera_B%C3%BChnentechnik_und_Beleuchtung.jpg?uselang=de,

Abruf: 06.05.13.



URL

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:XLR_pinouts_de.svg,

Abruf: 06.05.13.



URL

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:UART_8250_Microchip.jpg,

Abruf: 06.05.13.

Literatur



URL

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeichen_545-11.svg,
Abruf: 06.05.13.



URL

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/410357/protocol>,
Abruf: 06.05.13.



URL

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kommunikationsprotokoll>,
Abruf: 06.05.13.



URL

<http://www.rn-wissen.de/index.php/UART>,
Abruf: 06.05.13.



URL

http://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Asynchrounous_Receiver_Transmitter,
Abruf: 06.05.13.

Literatur



URL

http:

[//www.mikrocontroller.net/articles/AVR-GCC-Tutorial/Der_UART,](http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR-GCC-Tutorial/Der_UART)

Abruf: 06.05.13.



URL

[http://www.mikrocontroller.net/articles/RS-485,](http://www.mikrocontroller.net/articles/RS-485)

Abruf: 06.05.13.



URL

[http://de.wikipedia.org/wiki/DMX_\(Lichttechnik\),](http://de.wikipedia.org/wiki/DMX_(Lichttechnik))

Abruf: 06.05.13.



URL

[http://www.soundlight.de/techtips/dmx512/dmx512.htm,](http://www.soundlight.de/techtips/dmx512/dmx512.htm)

Abruf: 06.05.13.