

010101010111001100101111010101010100101010101010101010101000111100101101101010111010110011010111110011001011101010101
 111010101011101010100101011101001111101110101011101011001101101001011101001

BUSSYSTEME

IN KRAFTFAHRZEUGEN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ

Institut für Elektronik

Michael Hinterberger michael.hinterberger@tugraz.at



WICHTIGE BUSSYSTEME

IM KFZ

- CAN



- LIN



- FLEXRAY



- MOST

- weitere BUSSYSTEME



0101010101110011001011101010101001010101010101001010101001111001011011010101110101001101011110011001011101010101
111010101011101010100101011101001111101110101011101011001101101001011101001

ENTWICKLUNGSTREND

Anstieg der Elektronik im KFZ

- Elektronische Steuergeräte
 - Motor- & Getriebesteuerungen
 - ABS, ESP, ASR, Airbag usw.
- Fusion von Elektronik und Mechanik (Mechatronik)
 - Elektronische Lenkung (Steer-by-Wire)
 - Elektronische Bremse (Brake-By-Wire)
 - Elektronisches Gaspedal
 - Elektronische Sitzverstellung, Fensterheber, Schiebedach
 - Zentralverriegelung (Keyless-Go) , Spiegelverstellung usw.
- Multimediakomponenten
 - Mobiltelefon, Navigation, CD / DVD – Multimedia, MP3 ...
 - Internet, Telematik,
 - Analog TV, Digital Terrestrisches Fernsehen, (DVB-T)
 - Digital- Radio usw.



0101010101110011001011101010101001010101010101001010101001111001011011010101110101001101011110011001011101010101
111010101011101010100101011101001111101110101011101011001101101001011101001

BUSSYSTEME IM KFZ

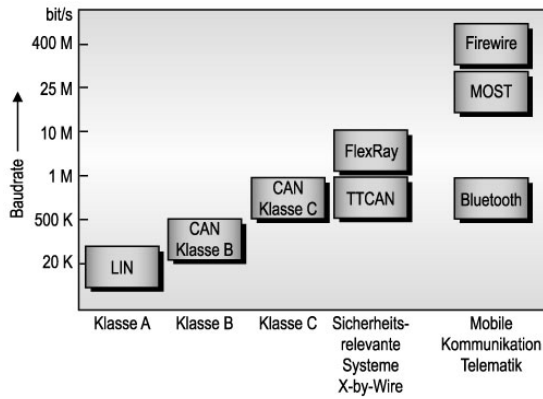
VORTEILE VON BUSSYSTEMEN:

- Reduktion der Verkabelung -> Gewicht, Preis
- Modularisierung der Komponenten
- Sicherheit durch Redundanz
- Erweiterbarkeit
- Fehlerdiagnose, Auswertung, Lokalisierung
- Erweiterte Kommunikationsfähigkeit



BUSSYSTEMEÜBERSICHT

Die unterschiedlichen Anforderungen der Subsysteme an das Kommunikationssystem machen den Einsatz von mehreren Systemen notwendig.



- **Mechatronische Applikationen/ Smart Sensor und Smart Aktor (Klasse A)**
z.B. Reifendrucksensoren, Regensensors, Diebstahlschutzfunktionen, Lüfter...
- **Karosserieelektronik (Klasse B)**
z.B. Klimaanlage, Sitz- und Spiegelverstellung, Lampensteuerung und Zentralverriegelung ...
- **Antrieb/Fahrwerk (Klasse C)**
z.B. Steuergeräte des Motors, des Getriebes, des Fahrwerks und der Bremsen
- **Sicherheitskritische Systeme**
z.B. Sicherheitssysteme (Airbag)
- **Mobile Kommunikation/ Telematik**
Autoradio, Navigation, CD-Wechsler, Bedien- und Anzeigeeinheit, Internet, E-Mail, DVD- Player, TV, ...



CAN – BUS (Controller Area Network)



- Entwicklung von BOSCH / INTEL 1981
- ISO/OSI - Standardisiert
- Anfang der 90er Jahre Einsatz in Kfz
- Anwendungsbereich:
 - Automobilindustrie, Industrie
 - Applikationen in Textilmaschinen
 - Geräten und Apparaten der Medizintechnik
 - Aufzügen und Nutzfahrzeugen

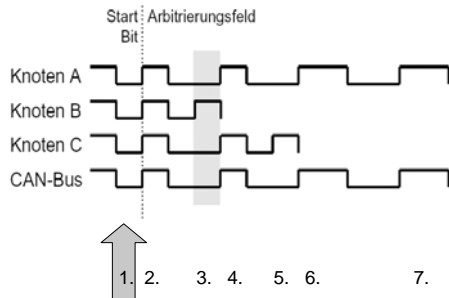


01010101011100110010111010101010010101010101010101001010101001110010101011010101101010110101001101011110011001011101010101
111010101011010101001010110100111100101111010110101011101011001101101001011101001

CAN – BUS



BUSARBITRIERUNG



1. A,B,C ⇒ STARTBIT & ZURÜCKLESEN VOM BUS
2. A,B,C ⇒ ID auf BUS SCHREIBEN & ZURÜCKLESEN VOM BUS
3. B ⇒ SCHREIBT „1“ und LIEST „0“ ENDE -> EMPFANGSMODUS
4. A, C ⇒ ID auf BUS SCHREIBEN & ZURÜCKLESEN VOM BUS
5. C ⇒ SCHREIBT „1“ und LIEST „0“ ENDE -> EMPFANGSMODUS
6. A ⇒ „GEWINNT“ -> NACHRICHT WIRD GEGENDET
7. u.s.w

KNOTEN MIT HÖCHSTER PRIORITÄT SENDET ALS ERSTER !

Knoten A -> Knoten C -> Knoten B

0... dominante Bits

1... rezessive Bits



01010101011100110010111010101010010101010101010101001010101001110010101011010101101010110101001101011110011001011101010101
111010101011010101001010110100111100101111010110101011101011001101101001011101001

CAN – BUS



FEHLERERKENNUNG:

- Cyclic Redundancy Check (CRC) ... Prüfsumme
- Frame Check ... Länge und Struktur des Frames
- ACK-Fehler ... Empfangsbestätigung
- Bitstuffing ... auf 5 aufeinanderfolgenden gleichwertigen Bits ⇒ Stuffbit mit komplementären Wert
- Monitoring ... Überwachung von Buspegel

FEHLERBEHANDLUNG:

- Knoten von CAN-BUS Abschaltung (im Dauerfehlerfall)

EMV:

- weitestgehend RESISTENT gegen EMV – Störungen !



TIME-TRIGGERED – CAN



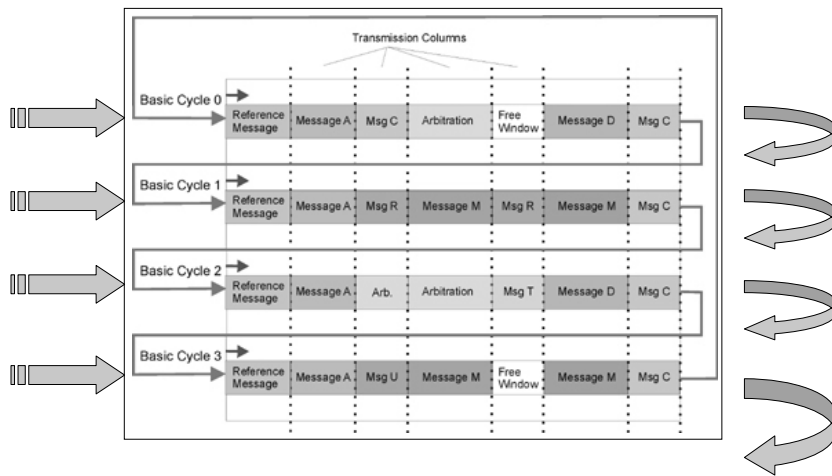
- CAN- BUS ⚡ Ereignisgesteuerte Kommunikation
 - im Worst Case nicht deterministisch ! (keine Aussage über die Sendezeit)
- ⚡ Zeitgesteuerter Ansatz
- ⚡ TTCAN (Time Triggered CAN) (für sicherheitsrelevante Systeme)
 - TTCAN basiert auf CAN
 - Alle Knoten haben dieselbe Zeit zur Verfügung (Referenznachricht für Synchronisation)
 - Festlegung der Zeitfenster durch Systemmatrix
 - Ereignisgesteuerter Ansatz kann auch im zeitgesteuerten Ansatz integriert werden



TIME-TRIGGERED – CAN



SYSTEMMATRIX



01010101011100110010111010101010010101010101010010101010011110010110110101011101011001101011110011001011101010101
111010101011101010100101011101011101011101011001101101001

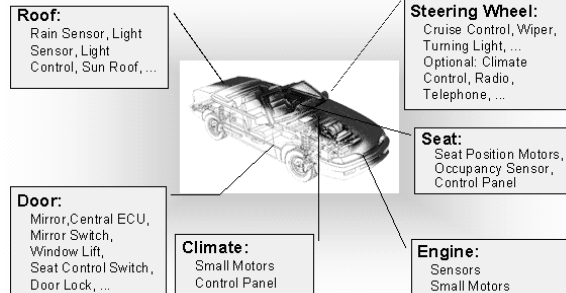
LIN – BUS

LOCAL INTERCONNECT NETWORK



- Gründung durch die Firmen Daimler Chrysler, BMW, Audi, Volkswagen, Volcano Communication Technologies und Motorola 1998
- einheitlicher Kommunikationsstandard für mechatronische Systeme
- seit 2001 erfolgte bei Daimler Chrysler der erste Serieneinsatz
- sehr preiswertes Bussystem
- max 19,6KBit/s

ANWENDUNGEN:



01010101011100110010111010101010010101010101010010101010011110010110110101011101011001101011110011001011101010101
111010101011101010100101011101011101011101011001101101011001101

LIN – BUS



Der LIN- Standard im Überblick:

Teil 1

- **Master-Slave-Zugriffssteuerung**
 - Slaves können dadurch kostengünstig realisiert werden
 - Ein Slavemodul antwortet auf eine Anfrage vom Master,
 - der Master sendet eine Nachricht an ein oder mehrere Slavemodule
 - der Master initiiert die Kommunikation zwischen zwei Slavemodulen.
- **Eindrahtverbindung**
 - Datenübertragung erfolgt über eine ungeschirmte Eindrahtleitung
- **Definiertes EMV- Verhalten**
 - genaue Definition der Bitübertragungsschicht
 - definierte Flankensteilheit
- **Byteorientiertes Protokoll**
 - asynchrones Protokoll
 - Implementierung des Protokolls auf vielen µC mit serieller Schnittstelle möglich

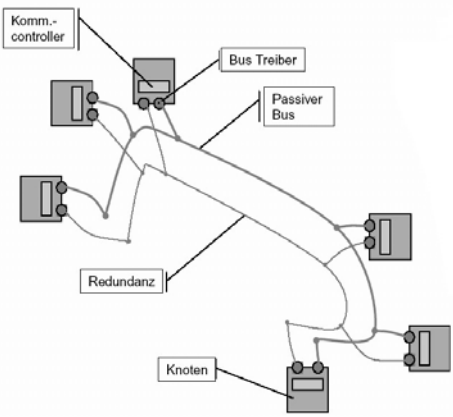


01010101011100110010111010101010010101010100101010100011110010110101101010111010100110011010101110101011110011001011101010101
 11101010101110101010010101110100111110101111010111010100110100101111010001

FLEXRAY - BUS



z.B.: TOPOLOGIE 1 (passiver Bus)



Passiver Bus:

- 1 Mbit/s - 3 Mbit/s
- Optional redundante Kanäle
- Wake-Up über den Bus
- Alle Knoten:
 - an Fahrzeugbatterie
 - Power- Management

PASSIVES BUSSTEM -> vergleichbar mit CAN-BUS

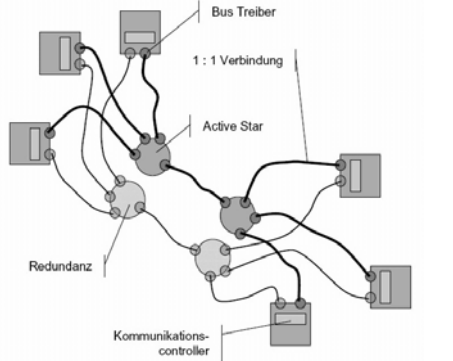


0101010101110011001011101010101001010101010001010101000111100101101011010101110101001100110101011101010111010101111001100101110101011101010101
 1110101010111010101001010111010011111010111010111010110011010010111010001

FLEXRAY - BUS

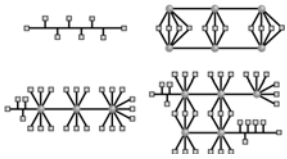


z.B.: TOPOLOGIE 2 (aktivem Stern)



Activ Star:

- 10 Mbit/s
- Optional redundante Kanäle
- Wake-Up über den Bus
- Alle Knoten:
 - an Fahrzeugbatterie
 - Power- Management



Hybrid-Topologien mit Sternpunkten möglich



01010101011110011001011110101010100101010101010101010100111100101101101010111010110011010111010111110011001011101010101
111010101011101010100101011101001111101110101011101011001101101001011101001

weitere BUSSYSTEME

- DC – BUS
- TTP (entwickelt von der TU-WIEN)
- FIREWIRE
- USB
- BLUETOOTH
- Byteflight
- TTTech - Time Triggered Technology
- D2B optical (Digital Data Bus)
- Ethernet
- I²C
- ...



01010101011110011001011110101010100101010101010101010100111100101101101010111010110011010111010111110011001011101010101
111010101011101010100101011101001111101110101011101011001101101001011101001

DANKE FÜR DIE
AUFMERKSAMKEIT !



01010101011110011001011110101010100101010101010101010100111100101101101101010111010110011010111010111110011001011101010101
1110101010111010101001010111010011111001011110101110101011101010011011010010111101001

Literatur

Spezifikationen / Dokumente / Fachzeitschriften

BUSSYSTEME:

BOSCH's Controller Area Network
CAN in Automation
CAN Beschreibung/TU-München
Warwick Control Technologies: Introduction to CAN
FlexRay Group
MOST Cooperation
Byteflight
LIN
TTTech - Time Triggered Technology
TTA-Group
Vector Informatik CANalyzer

Weitere Literatur:

ELEKTRONIKNET
LIN - Die Technologie
FlexRay - ein Kommunikationssystem für das Automobil der Zukunft
Opto-Daten übertragung mit MOST
Fachzeitschrift: Elektronik Automotive 4/2004, 5/2004, 6/2004
Fachzeitschrift: Design & Elektronik
Fachzeitschrift: Markt & Technik

