Der CAN-Datenbus

Geschichte des CAN-Datenbusses

1983 Beginn der CAN – Entwicklung.

1985 Beginn der Kooperation mit Intel zur Chipentwicklung.

1988 Der erste CAN –Serientyp von Intel ist verfügbar. Mercedes Benz beginnt mit der CAN – Entwicklung im KFZ Bereich.

1991 Erster Einsatz von CAN in einem Serienfahrzeug (S-Klasse).

1994 Ein internationaler Standard für CAN wird einge - führt (ISO11898).

1997 Erster Einsatz von CAN im Innenraum (C-Klasse).

2001 Einzug von CAN in Kleinwagen (Opel Corsa) im Triebstrang und Karosseriebereich.

Was bedeutet eigentlich CAN:

CAN steht für **C**ontroller **A**rea **N**etwork

Vorteile des CAN-Busses:

- Datenaustausch in alle Richtungen zwischen mehreren Steuergeräten.
- Mehrfachnutzung von Sensorsignalen möglich.
- Sehr schnelle Datenübertragung.
- Niedrige Fehlerquote durch viele Kontrollen im Datenprotokoll.
- Für Erweiterungen sind meistens nur Softwareänderungen nötig.
- CAN ist weltweit genormt, d.h. der Datenaustausch von Steuergeräten unterschiedlicher Hersteller ist möglich.

Was ist ein CAN-Datenbus

Einen CAN-Bus kann man sich wie einen Omnibus vorstellen. So wie der Omnibus viele Personen transportiert, so transportiert der Datenbus viele Informationen (Bild 1).

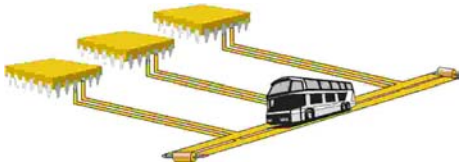


Bild 1

Ohne Datenbus müssen alle Informationen über viele Leitungen zu den Steuergeräten geführt werden. Das bedeutet, dass für jede einzelne Information jeweils eine Leitung existiert.

Mit dem Datenbus hat sich die Anzahl der Leitungen deutlich verringert. Sämtliche Informationen werden über maximal zwei Leitungen zwischen den Steuergeräten ausgetauscht.

Aufbau des Datenbussystems:

(Bild 2)

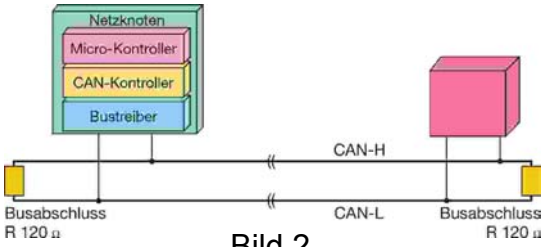


Bild 2

Netzknoten:
In ihm sind der Mikro-Kontroller, der CAN-Kontroller und der (Steuergerät) Bustreiber untergebracht.

Mikrokontroller:
Ist für die Steuerung des CAN-Kontrollers zuständig und bearbeitet Sende und Empfangsdaten.

CAN-Kontroller:
Ist verantwortlich für den Sende- und Empfangsbetrieb.

Bustreiber:
Sendet bzw. Empfängt den Buspegel.

Busleitung:
Ist eine Zweidrahtleitung (für beide Signale, CAN-High und CAN-Low). Zur Reduzierung von elektromagnetischen Störungen, sind die Leitungen verdrillt.

Busabschluss:
Abschlusswiderstände mit jeweils 120 Ω, verhindern ein ,,Echo'' an den Leitungsenden und vermeiden so eine Signalverfälschung.

Wie funktioniert ein Datenbus:

Das Prinzip der Datenübertragung kann man sich wie folgt vorstellen. Die Datenübertragung mit dem CAN-Datenbus funktioniert ähnlich wie eine Telefonkonferenz. Ein Teilnehmer (Steuergerät) ,,spricht'' seine Informationen (Daten) in das Leitungsnetz hinein, während die anderen Teilnehmer diese Informationen ,,mithören''. Einige Teilnehmer finden diese interessant und nutzen sie. Andere ignorieren sie einfach.

Beispiel:
Ein Automobil setzt sich in Bewegung, ohne das die Fahrertür richtig geschlossen wurde. Damit der Fahrer jetzt gewarnt werden kann, benötigt z.B. das Check-Control-Modul zwei Informationen.

- Fahrzeug bewegt sich.
- Fahrertür ist offen.

Die Information werden jeweils vom Türkontaktsensor / Raddrehzahlsensor aufgenommen bzw. erzeugt und in elektrische Signale umgewandelt. Diese wiederum werden von den jeweiligen Steuergeräten in digitale Informationen umgewandelt und dann als Binärcode durch die Datenleitung geschickt, bis sie vom Empfänger abgegriffen werden. Im Falle des Raddrehsignals, wird dieses ebenfalls noch von anderen Steuergeräten benötigt, z.B. vom ABS-Steuergerät, oder auch bei einigen Fahrzeugen, die mit einem aktiven Fahrwerk ausgestattet sind. Je nach Geschwindigkeit, kann dort nämlich der Abstand zur Fahrbahn verändert werden, um die Straßenlage zu optimieren. So gehen alle Informationen über den Datenbus und können von jedem Teilnehmer analysiert werden.

Das CAN-Datenbussystem ist als Multi-Master-System ausgelegt, d.h.

- Alle Netzknoten (Steuergeräte) sind gleichberechtigt.
- Sie sind gleichermaßen für Buszugriff, Fehlerbehandlung und Ausfallkontrolle zuständig.

- Jeder Netzknoten hat die Eigenschaft, selbständig und ohne Hilfe eines anderen Netzknotens auf die gemeinsame Datenleitung zuzugreifen.
- Kommt es zum Ausfall eines Netzknotens, fällt dadurch nicht das Gesamtsystem aus.

Beim Multi-Master-System erfolgt der Buszugriff unkontrolliert, d.h. sobald die Datenleitung frei ist, können mehrere Netzknoten auf Diese zugreifen. Würden jetzt aber alle Informationen gleichzeitig durch die Leitung geschickt, wäre das Chaos perfekt. Es könnte zu einer ,,Datenkollision'' kommen. Also muss für Ordnung gesorgt werden. Deshalb gibt es beim CAN-Bus auch eine klare Hierarchie, wer zuerst senden darf und wer warten muss. Bei der Programmierung der Netzknoten wurde die Reihenfolge der Wichtigkeit der einzelnen Daten festgelegt. Dadurch setzt
sich eine Nachricht mit hoher Priorität gegen eine Nachricht mit niedriger Priorität durch. Sendet ein Netzknoten mit hoher Priorität, schalten alle anderen Netzknoten automatisch auf Empfang.

Beispiel:

Eine Nachricht, die von einem sicherheitstechnischen Steuergerät kommt, wie z.B. dem ABS-Steuergerät, wird immer eine höhere Priorität haben, als eine Nachricht von einem Getriebe Steuergerät.

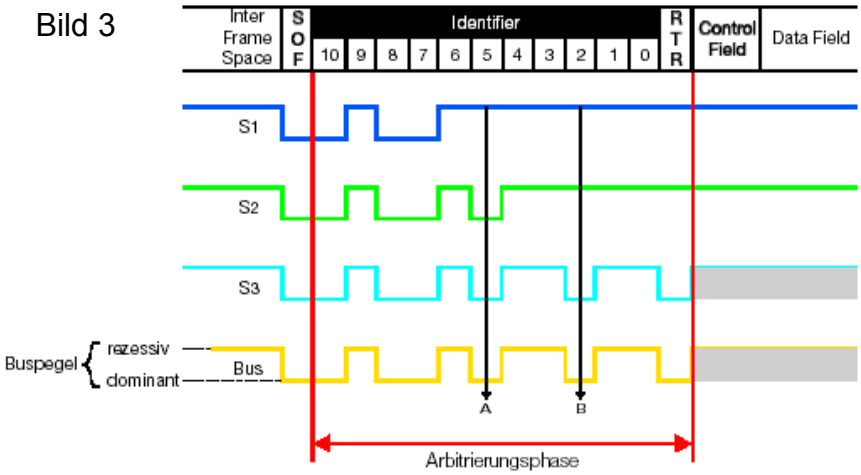
Funktionsweise (Buslogik)

Bei CAN unterscheidet man zwischen dominanten und rezessiven Buspegel. Der rezessive Pegel hat den Wert 1 und der dominante den Wert 0. Wenn jetzt mehrere Steuergeräte gleichzeitig dominante und rezessive Buspegel senden, darf das Steuergerät mit dem dominanten Pegel, als erster seine Nachricht senden.

Am unten aufgeführtem Beispiel (Bild 3) soll noch mal der Buszugriff verdeutlicht werden. Hier wollen jetzt drei Netzknoten ihre Nachricht über den Bus übertragen. Während des Arbitrierungs-Vorgangs wird das Steuergerät S1 vorzeitig den Sendeversuch bei Punkt A abbrechen, da

sein rezessiver Buspegel von den anderen Steuergeräten S2 und S3, durch dominante Buspegel überschrieben wird. Das Steuergerät S2 bricht den Sendeversuch bei Punkt B aus demselben Grund ab. Somit setzt sich Steuergerät S3 durch und kann seine Nachricht übertragen.

Bild 3



Aufbau und Funktion des Datenprotokolls:

Die Datenübertragung erfolgt über ein Datenprotokoll (Bild 4) in sehr kurzen Zeitabständen. Das Protokoll besteht aus einer Vielzahl von aneinandergereihten Bits. Die Anzahl der Bits ist abhängig von der Größe des Datenfeldes. Ein Bit ist die kleinste Informationseinheit, acht Bits entsprechen einem Byte = eine Botschaft. Diese Botschaft ist nur digital und kann nur den Wert 0 oder 1 haben.

Bild 4

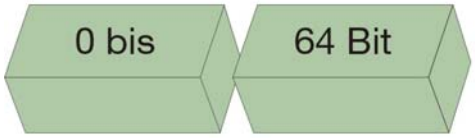
Das Anfangsfeld (Start of Frame)
Markiert den Beginn einer Botschaft und synchronisiert alle Stationen.

Das Statusfeld (Arbitration Field)
Besteht aus einem Botschafts-Identfizierer (11 Bit) und einem Kontrollbit. Während der Übertragung dieses Feldes prüft der Sender bei jedem Bit, ob er noch sendeberechtigt ist, oder ob

eine andere Station mit höherer Priorität sendet. Hier findet die sogenannte Arbitrierung statt, d.h. Festlegung, welches der Steuergerätsignale Vorrang beim Senden hat. Das Kontrollbit entscheidet, ob es sich bei der Botschaft um einen *Data Frame* (Gesendete Botschaft*)* oder einem *Remote Frame* (Antwort vom empfangenden Steuergerät) handelt.

Das Kontrollfeld (Control Field)
Enthält den Code für die Anzahl der Daten-Bytes im Datenfeld folgen werden.

Das Datenfeld (Data Field
Im Datenfeld werden die Information für die anderen Stationen übertragen, also die Information über Schalterstellungen, Sensorsignale usw. Der Umfang der Informationen kann zwischen 0 und 8 Bytes (8 Bits = 1 Byte) betragen.



Das Sicherungsfeld (CRC Field)
Dient dazu, Übertragungsstörungen zu erkennen.

Das Betätigungsfeld (Ack Field)
Im Betätigungsfeld signalisieren die Empfänger dem Sender, dass sie die gesendete Botschaft einwandfrei empfangen haben. Sollte jedoch ein Fehler erkannt werden, wird das umgehend dem Sender mitgeteilt. Dieser wiederholt daraufhin seine Übertragung.

Das Endfeld (End of Frame)
Mit diesem Feld endet die Botschaft. Auch hier können noch Fehler gemeldet werden, die zu einem erneuten Senden der Botschaft führen.

Signalcharakeristik:

- Auf dem Bus befinden sich die Signale CAN-H (high = hoch) und CAN-L (low = niedrig).
- Die beiden Signale sind spiegelverkehrt zu einander (Bild 5).

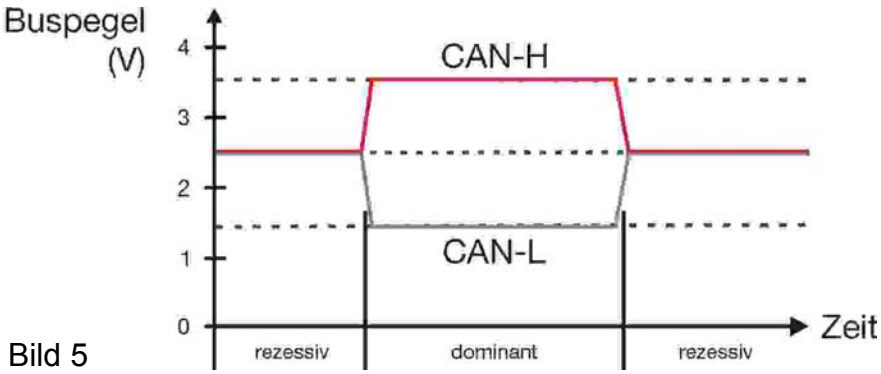


Bild 5

Diagnose des CAN Datenbusses:

Mögliche Fehler beim CAN-Datenbus:

- Unterbrechung der Leitungen.
- Schluss nach Masse.
- Schluss nach Batterie.
- Schluss CAN-High / CAN-Low.
- Zu niedrige Batterie / Versorgungsspannung.
- Fehlender Abschlusswiderstand.
- Störspannungen durch z.B. eine defekte Zündspule, die zu unplausiblen Signalen führen können.

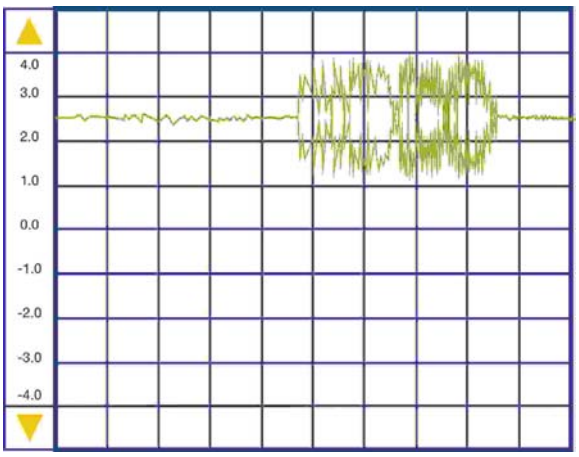
Fehlersuche:

- Funktion des Systems prüfen.
- Fehlerspeicher abfragen.
- Messwerteblock lesen.
- Signal mit dem Oszilloskop aufnehmen.
- Pegelspannung prüfen.
- Widerstandsmessung der Leitungen.
- Widerstandsmessung der Abschlusswiderstände

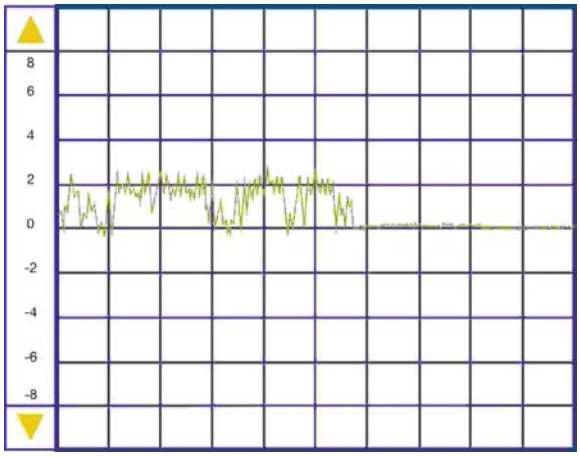
Bei einem Fehlerbild, die einzelnen Steuergeräte nacheinander aus dem Datenbus abziehen. Dadurch kann festgestellt werden, welches Steuergerät Kurzschluss oder Unterbrechung verursacht.

Liegt nach dem Abstecken sämtlicher Busteilnehmer immer noch ein Fehler vor, ist die Leitung schadhaft.

Vergleich Gutbild - Schlechtbild am Oszilloskop:



Gutbild: Beide Signale CAN-H und CAN-L sind vorhanden.



Schlechtbild: Nur ein Signal ist sichtbar.

CAN-Datenbusse im PKW:

Heute kommen in modernen Fahrzeugen zwei CAN-Busse zum Einsatz.

Der High-Speed-Bus (ISO 11898)

SAE CAN Class C
Übertragungsrate 125 kBit/s - 1Mbit/s
Die Übertragung eines Datenprotokolls dauert ca. 0,3 Millisec
Buslänge bis 40 Meter bei 1 Mbit/s
Senderausgansstrom > 25 mA
Kurzschlussfest
Geringer Stromverbrauch
Bis 30 Knoten

Durch seine hohe Übertragungsgeschwindigkeit (Echtzeitkritischer Informations-transfer in Millisekunden) kommt dieser Bus im Antriebsstrang, wo Steuergeräte von Motor, Getriebe, Fahrwerk und Bremsen miteinander vernetzt werden, zum Einsatz.

Der Low-Speed-Bus (ISO 11519-2)

SAE CAN Class B
Übertragungsrate 10 kBit/s - 125 kBit/s
Die Übertragung eines Datenprotokolls dauert ca. 1 Millisec.
Max. Buslänge ist abhängig von der Übertragungsrate
Senderausgangsstrom < 1 mA
Kurzschlussfest
Geringer Stromverbrauch
Bis 32 Knoten

Dieser Bus kommt im Innenraum, wo Komponenten der Karosserie- und der Komfortelektronik miteinander vernetzt sind, zum Einsatz.