



VIZSGABIZTOSI KÉPZÉS

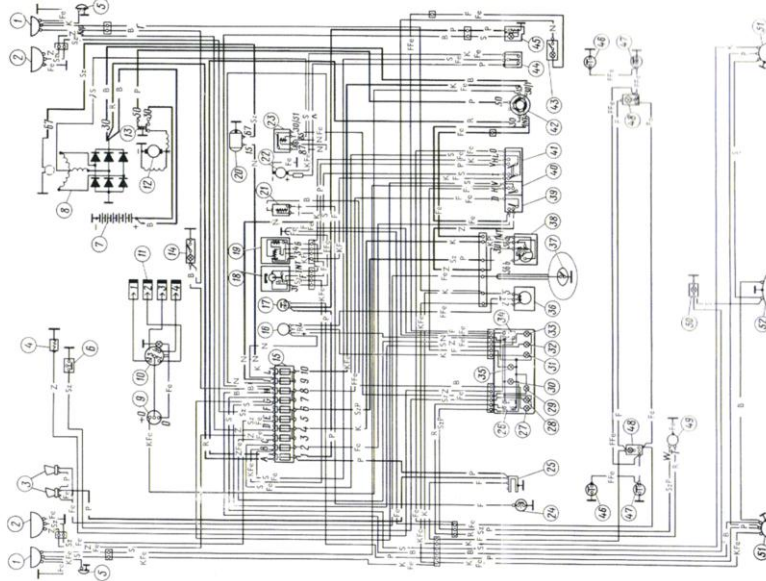
23. Járműelektronika

Dr. Szalay Zsolt

Budapest

2012

Egy személygépkocsi villamos hálózata régen



2/6/2012

BME GJT

2

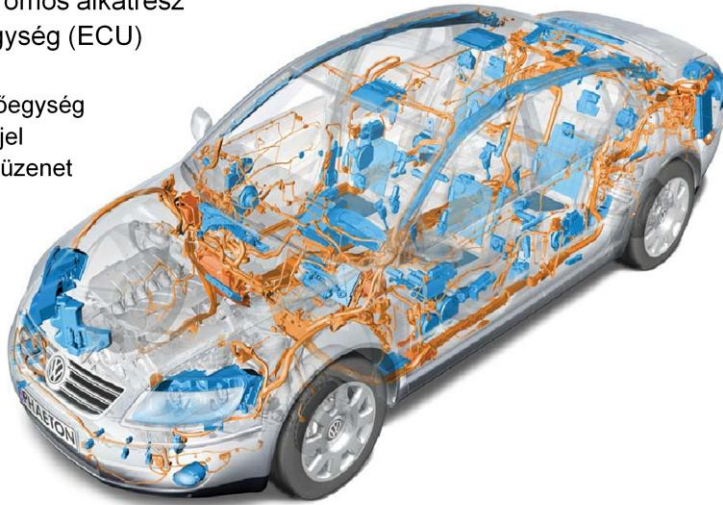
A hagyományos összeköttetést alkalmazó rendszerekben az egyes eszközök közötti adatcsere közvetlen (dedikált) adatvonalakon keresztül történik, de ezt a funkciók összetettsége miatt egyre nehezebb és drágább megvalósítani. A bonyolult rendszerekben az összeköttetések száma tovább már nem növelhető, a kábelkötegek mérete és súlya elérte a kritikus határt.

Az ún. analóg üzem esetén minden jelhez (funkcióhoz) külön vezeték tartozik, mely egyre nagyobb kábelkorbácsokat eredményez, végső soron növelve a jármű tömegét az előállítás költségét és az elektromágneses zajszintet is.

Egy személygépkocsi villamos hálózata

ma

- 11.136 elektromos alkatrész
- 61 vezérlőegység (ECU)
- 3 CAN busz
 - 35 vezérlőegység
 - Kb. 2500 jel
 - 250 CAN üzenet
- Optikai busz



2/6/2012

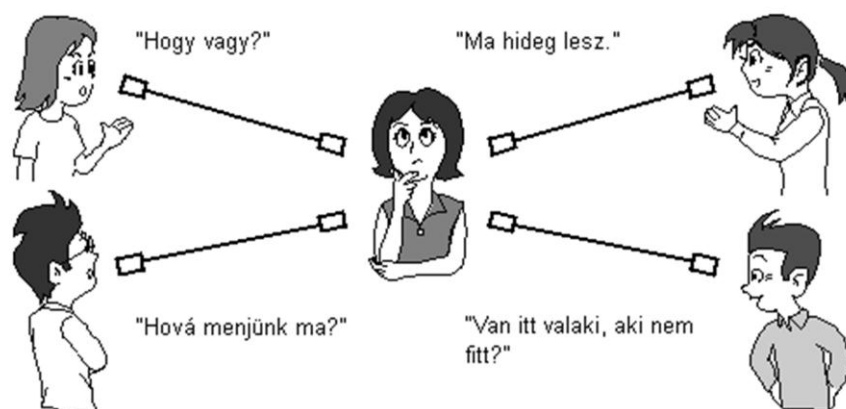
BME GJT

3

Az ún. digitális üzem esetén egy vezetékpáron számos funkció megvalósítható, mely lehetővé teszi az elosztott intelligenciájú rendszerek megvalósítását. Manapság szinte minden járműben megtalálható a nagyintegráltságú mikroprocesszoros elektronika. Elterjedését elősegítette az integrált áramkörök alacsony előállítási költsége, valamint a nagy megbízhatóságuk. A vevői igények növekedése, valamint a környezetvédelmi szabályok szigorodása egyre több intelligens elektronikus eszközt kíván a járművekben is.

Ezek a rendszerek nagyszámú érzékelőt igényelnek, egyes érzékelők jeleit (pl. fordulatszám, hőmérséklet) több egymástól független rendszer is felhasználhatja, sőt ezek kimenőjeleire is szüksége lehet további egységekben. A vezérlőeszközök együttműködésére is egyre nagyobb az igény. Tipikusan ilyen például az ASR funkció, ahol a motor vezérlése és a fék szabályozó köre működik együtt, mikor is a meghajtott kerék megcsúszásakor csökkentik a motor forgatónyomatékát.

Multiplex kommunikáció



2/6/2012

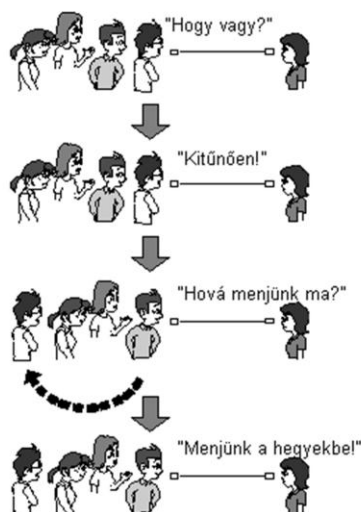
BME GJT

4

Ha egy társaságban mindenki egyszerre beszél akkor senki nem érti mit akar a másik mondani.

Multiplex kommunikáció

- Ha egyszerre több ember beszél, akkor nem értjük, hogy mit mondanak. Ha a beszédjüket egy szabály határozza meg, akkor mindegyik mondanivalóját meg lehet hallgatni.
- Műszaki értelemben multiplex kommunikációról beszélünk, ha egy szabály szerint viszünk véghez sok párbeszédet. Más szavakkal ez egy lehetséges párbeszédi módszer számítógépek között.
- Gépkocsiknál a multiplex kommunikáció digitális kommunikáció útján zajlik.



2/6/2012

BME GJT

5

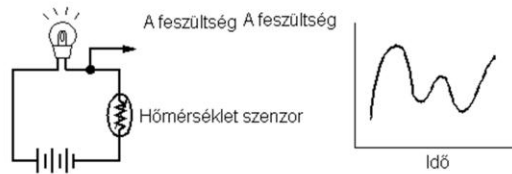
A multiplex kommunikáció, azaz a megfelelően szabályozott információcsere megvalósítása többféle módon is lehetséges, például:

- Frekvenciaosztásos többszörös hozzáférés (FDMA) jellemző pl. a kábeltévé hálózatokon
- Időosztásos többszörös hozzáférés (TDMA, Time Division Multiple Access) rendszerben működik pl. a mobiltelefon adatátvitel.
- Vivő érzékeléses többszörös hozzáférés, ütközés detektálással (CSMA/CD) rendszerben működnek a helyi hálózatok (pl. Ethernet, CAN)

A multiplex kommunikáció lényege, hogy legyen egy egyértelmű szabályrendszer ami definiálja, hogy ki mikor jut „szóhoz” a kommunikáció során, még akkor is ha véletlenül többen egyszerre Kezdenek el „beszélni”.

Digitális kommunikáció

- Analóg jel

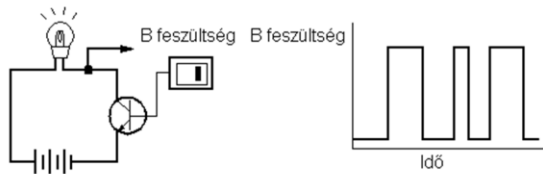


- Ha a hőmérséklet érzékelő ellenállásának értéke változik, akkor az izzó fényesebb vagy sötétebb lesz. Más szavakkal az izzóra adott feszültség folyamatosan változik. Ezt a feszültségváltozást az analóg jelek váltják ki.

Egy vezetéken terjedő analóg jel feszültsége a két szélső érték (pl. tápfeszültség és földelés) között bármely közbenső értéket felvehet. Az analóg jel folytonosan változik az időben és tetszőleges értéket felvehet.

Digitális kommunikáció

- Digitális jel



- Az izzó ki- vagy bekapcsol annak függvényében hogy a tranzisztor (kapcsoló) be/vagy ki van kapcsolva. Más szavakkal az izzóra adott feszültség kicsi vagy nagy lesz. Ezt a feszültséget a digitális jelek határozzák meg.

Az egy vezetéken terjedő digitális jel csak két diszkrét értéket vehet fel, ami egyértelműen megkülönböztethető egymástól (zavarvédelem).

A digitális jel ugrásszerűen változik az időben és kizárólag diszkrét értékeket vehet fel.

Digitális jelek

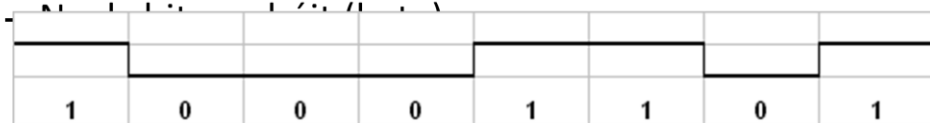
- Példák logikai jelszintekre

Technológia	Lo feszültség	Hi feszültség	Megjegyzés
CMOS	0V ... VCC/2	VCC/2 ... VCC	VCC = tápfeszültség
TTL	0V ... 0.8V	2V ... VCC	VCC 4.75V ... 5.25V
ECL	-1.175V ... -VEE	0.75V ... 0V	VEE kb. -5.2V VCC=Föld

Az elektronikai technológia fejlődésével párhuzamosan alakultak ki a különböző digitális áramköri családok, azaz az ECL, később a TTL, majd napjainkra a CMOS technológia.

Bináris adategységek

- Bit
 - A bit az információ alapegysége
 - A bitet bináris számmal lehet kifejezni és értéke „0” vagy „1”.
- Byte



A soros adatátvitel esetén szokás az 5,6,7 vagy 8 bites hasznos adatcsomagot Start, Stop (1 vagy 2) és Paritás bitekkel kiegészíteni. A teljes „byte” hossza így akár 12bit is lehet.

Bináris adatátvitel

- Logikai szintek számábrázolása
 - 2-es számrendszer
 - 16-os számrendszer

- Adatátvitel binárisan

<Itt egy „3”-as szám a küldött jel>

A „3”-as számból „1”-esek és „0”-ák lesznek.
↓
és „0011” lesz belőle.
↓
„0011”-ként kerül továbbításra.

Küldő computer



„0011” megérkezik.
↓
Ha az 1. és a 2. számjegy „1”-es, és a 3. és a 4. „0” akkor kiderül, hogy ez a „3”-as szám.

Fogadó computer

Felbontás „1”-esre és „0”-ra.

Szám	Adat
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100

2/6/2012

BME GJT

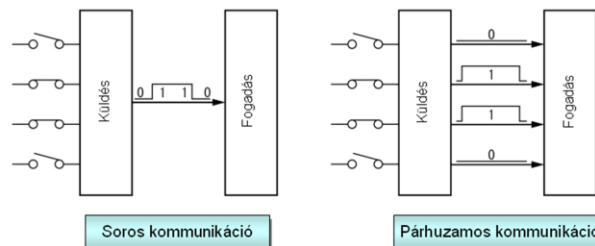
10

A bináris adatátvitel modellezésére a 2-es számrendszer alkalmas. Mivel azonban a nagy számok 2-es számrendszerben történő ábrázolásához igen nagyszámú nullára és egyesre lenne szükség, ami emberi mértékben átláthatatlan, a mérnökök inkább a 16-os számrendszert

használgják a gyakorlatban. A 2-es számrendszer és a 16-os számrendszer közötti átváltás nagyon egyszerű és lehetőséget teremt az átlátható számkezelésre.

Bináris adatátvitel típusok

- Soros kommunikációnál több adatot egy kommunikációs csatornán egymás után lehet közvetíteni.
- Párhuzamos kommunikációnál egy adatot közvetítünk egy kommunikációs csatornán.



- A soros kommunikáció előnye, hogy kevés kommunikációs vonalon többféle jelet lehet továbbítani.
- A multiplex kommunikáció a soros kommunikáció egy fajtája.

2/6/2012

BME GJT

11

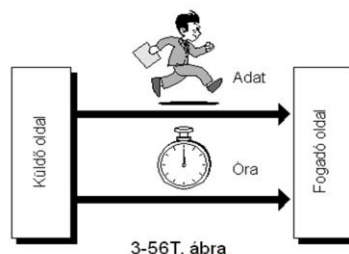
A konvencionális párhuzamos átviteli módnál az adatokat több bites csoportokban egyszerre, adategységként vesszük át (pl. egyszerre 8 bit). Az adatoknak és a vezérlőjeleknek külön vezeték van fenntartva, az összeköttetések száma nagy.

Ezzel szemben soros adatátvitel esetén az információt hordozó biteket egyenként, sorban egymás után vesszük át. Így egy bitcsoport átvitele a párhuzamos átviteléhez képest megnő, viszont csökken az átvitelhez szükséges vezetékszám. Számos további előnye is van ennek a kialakításnak; akár egy vezetéken is megvalósítható a fizikai összeköttetés a kommunikáló felek között.

A soros kommunikáció fajtái

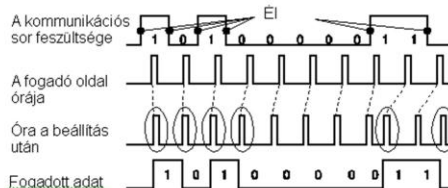
- Szinkron kommunikáció

A szinkron-kommunikációnál két kommunikációs vonal szükséges, az órajelhez és az adathoz.



- Aszinkron kommunikáció

Ha az adat 1-ről 0-ra, vagy 0-ról 1-re változik, akkor élváltás keletkezik a kommunikációs sorban. Minden élnél a fogadó oldal órája újraállítódik.



Az adó és vevő egységeknek az adatok megfelelő értelmezéséhez szinkronban kell működniük. Ez lehetséges külön szinkronjelet továbbító vezetékkel vagy a vevő az egyes bitek jelátmenetekor is (pl. lefutó élnél) szinkronizálhat. Aszinkron kommunikációnál többszörös mintavételezés történik a jelből, esetleg programozható időpontokban (pl. CAN).

Nyílt rendszerek összekapcsolása

ISO7498/OSI 7 szintű rétegszisztem

- 1. Fizikai réteg**
Mechanikai, villamos eszközök
- 2. Adatkapcsolati réteg** Adattovábbítás, forgalomvezérlés
- 3. Hálózati réteg**
hálózati címek, hálózati azonosítók
- 4. Szállítási réteg**
Szolgáltatás optimalizálása, átlátszó átvitel
- 5. Viszonyréteg**
Megjelenítési párbeszédok szervezése
- 6. Megjelenítési réteg**
Információ ábrázolása, megjelenítése
- 7. Alkalmazási réteg** Rendszermenedzselési, alkalmazásmenedzselési funkciók

Alkalmazási réteg

Megjelenítési réteg

Viszony réteg

Szállítási réteg

Hálózati réteg

Adatkapcsolati réteg

Fizikai réteg

2/6/2012

BME GJT

13

A hálózatokkal kapcsolatos elméleti kérdések megoldásának, valamint az egymással kompatibilis technológiák kidolgozásának megkönnyítésének céljából dolgozta ki a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (International Standards Organization, ISO) a nyílt rendszerek összekapcsolásával foglalkozó OSI (Open System Interconnection) hivatkozási modellt, amit az ISO 7498 szabvány ír le. A modellt angol rövidítéssel OSI RM-nek (OSI Reference Model) is nevezik.

A modell 7 rétegű, melyek kialakítása során a következő alapelveket követték:

1. A rétegek különböző absztrakciós szinteket képviseljenek.
2. Minden réteg jól definiált feladatot hajtson végre.
3. A rétegek feladatának kialakításakor nemzetközileg elfogadott szabványok kialakítására kell törekedni
4. A réteghatárok megválasztásakor a rétegek közötti információcsere minimalizálására kell törekedni.
5. A rétegek számának megfelelően nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy különböző feladatok ne kerüljenek szükségtelenül egy rétegbe, ugyanakkor elég kicsinek ahhoz, hogy a szerkezet ne váljon nehezen kezelhetővé.

Átviteli közeg (Fizikai réteg)

- Sodrott érpár
 - UTP
 - STP
- Koaxiális kábel
- Optikai kábel



2/6/2012

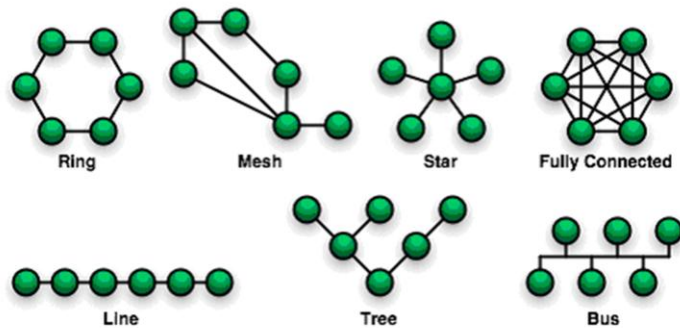
BME GJT

14

Az átviteli közeg a felhasználásra kerülő különböző típusú kábeleket jelenti. Ezek választéka szinte végtelen, a buszos rendszerekben leggyakrabban használtak: kéteres sodrott érpár, koaxiális kábel, fénykábel. Mind a három típusnak eltérő az átviteli jellemzője, és mindegyiknek más az ára.

A **sodrott érpár** két szigetelt, összecsavart rézhuzalból áll. Néhány mai, számítógépeket összekötő hálózat sebessége elérheti a 1 Gbit/s-ot, de a legtöbb sodrott érpárral kivitelezett buszos megoldás ennél csak sokkal kisebb sebességre alkalmazható, ipari buszos rendszereknél ez általában 1 Mbit/s. A **koaxiális kábel** rézhuzalból áll, amit szigetelőanyag vesz körül és ezt átöleli egy árnyékoló köpeny. Ezt szigetelőből készült védőburkolat borítja. A koaxiális kábel kevésbé érzékeny az elektromos zavarokra és az áthallásra, mint a sodrott érpár, és maximum 100 Mbit/s sebesség érhető el vele. Az **optikai kábel** érből áll, amely hajszálvékony optikailag átlátszó anyagból készül, és egy olyan burkolatból, amely az éret koncentrikusan veszi körül, és az érnél kisebb optikai sűrűségű. Mivel a burkolat törésmutatója kisebb az érnél, az érben haladó fénysugár nem tud kilépni, így a burkolatról teljesen visszaverődik. A fénykábelek rendkívül nagy sáv szélességűek, már létezik 200 000 Mbit/s sebességet elérő rendszer is. A fénykábel nem érzékeny az elektromos zavarokra, súlya jóval kisebb a koaxiális kábelnél, azonban sokkal drágább, és bonyolult szerelési technológiát igényel.

Hálózati topológiák



2/6/2012

BME GJT

15

Egy hálózat kialakítása, elemeinek, és a köztük lévő kapcsolatoknak az elrendezése többféle lehet. Fontos két hasonló kifejezés megkülönböztetése: a topográfia kifejezés arra utal hogy a hálózat fizikailag (és pl. a térképen) hogyan helyezkedik el, míg a topológia az összekapcsolás struktúráját jelenti.

Az ábrán látható topológiák közül a háló (mesh), csillag (star) teljes (fully connected), a vonal (line) és a fa (tree) pont-pont összeköttetést teremt a hálózat végpontjai között, míg a gyűrű (ring) és a busz (bus) típusú hálózatok közös csatornát használnak. Az ilyen kialakításnál a csatorna használata nem olyan egyszerűen kezelhető mint pont-pont összeköttetések esetén, ugyanis elképzelhető, hogy egyszerre egynél több állomás akar adni a csatornán, versenyhelyzetet alakítva ki. Ennek feloldására valamilyen közeg-hozzáférési eljárást kell alkalmazni.

Kommunikációs hálózatok osztályozása

- Eleinte a gyártók saját buszrendszerekkel és protokollokkal próbálkoztak
- A fejlesztési- és gyártási költségek csökkentése miatt egyre inkább a szabványos megoldásokra törekedtek
- SAE J2057 szabvány
 - A osztály (Class A): kis sebességű adatátvitel
 - B osztály (Class B): közepes sebességű

2/6/2012

BME GJT

adatátvitelösszetettebb
kommunikációs¹⁶

A kommunikációs hálózatokat a SAE J2057 szabvány csoportosítja az adatátvitel sávszélessége alapján 3 osztályba, melyek az A, B illetve C osztályok.

A osztály (Class A)

- Általános célú kommunikációra
- Kommunikációs sebessége: < 10 Kbit/s
- Eseményvezérelt üzenetvábbítás
- Egy átlagos egység (node) ára: x (x = \$1; 2001)

Név	Felhasználó	Alkalmazási terület	Évjárat	Megjegyzés
UART	GM	Kiterjedt	1985-2005+	Új fejlesztésekben nem alkalmazott
ÍC	Renault	Fűtés, Szellőztetés, Légkondicionálás (HVAC)	2000+	Kevésbé alkalmazott
CCD	Chrysler	HVAC, Audio, ...	1985-2002+	Új fejlesztésekben nem alkalmazott
ACP	Ford	Audio	1985-2002+	
BEAN	Toyota	Karosszéria	1995+	
LIN	Sok gyártó	Intelligens szenzorok	2003+	LIN Konzorcium fejlesztése

Forrás: SAE Technical Paper Series 2003-01-0111, Table 1a

2/6/2012

BME GJT

17

Az SAE J2057 szabvány 3 osztályba sorolja a soros adatátviteli protokollokat:

A osztály:

- kis sebességű adatátvitel (< 10 Kbit/s)
- általános célú kommunikációra, eseményvezérelt üzenetvábbítás
- egy átlagos egység (node) ára: x (x=\$1; 2001)

B osztály (Class B)

- Nem-diagnosztikai célú kommunikációra
- Kommunikációs sebessége: 10 Kbit/s ... 125 Kbit/s
- Eseményvezérelt üzenettovábbítás
- Néhány esetben periodikus üzenetküldési ill.

Név	Felhasználó	Alkalmazási terület	Évjárat	Megjegyzés
Ford MSCAN	Ford	Különböző	2004+	125 Kbits/s; J2284
DCX LSCAN	Chrysler	Különböző	2004+	125 Kbits/s; ISO 11519
ISO 11898	Európa	Számos	1992+	Használatban: 47,6 Kbit/s ... 500 Kbit/s
J2284	GM, Ford, DC	Számos	2001+	ISO 11898-ra alapozott; 500 Kbit/s
Class 2	GM	Számos	2002+ -ig	J1850; új fejlesztéseknél nem alk.
J1939	Truck&Bus	Számos	2002+ -ig	J1850
IntelliBus				Reptilógépeknél alkalmazott*

Forrás: SAE Technical Paper Series 2003-01-0111, Table 2a

* <http://www.intellibusnetwork.com> tanulása szerint már autókban is alkalmazzák
BME GJT

2/6/2012

18

Az SAE J2057 szabvány 3 osztályba sorolja a soros adatátviteli protokollokat:

B osztály:

- közepes sebességű adatátvitel (10 Kbit/s...125 Kbit/s)
- összetettebb kommunikációs hibaérzékelés
- nem-diagnosztikai célú kommunikációra, eseményvezérelt üzenettovábbítás
- néhány esetben periodikus üzenetküldési ill. sleep/wakeup lehetőség
- egy átlagos egység ára: 2x

C osztály (Class C)

- Nagysebességű, nagy sávszélességigényű kommunikációra (motorvezérlés)
- Kommunikációs sebessége: 125 Kbit/s ... 1 Mbit/s
- Valós-idejű periodikus paramétertovábbítás (T=néhány ms)

Név	Felhasználó	Alkalmazási terület	Évjárat	Megjegyzés
HSCAN	Ford	Különböző	2004+	500 Kbits/s; J2284
HSCAN	Chrysler	Különböző	2004+	500 Kbits/s; J2284
ISO 11898	Európa	Számos	1992+	Különböző sebességek
J1939	Truck&Bus	Számos	1994+	250 Kbit/s CAN

- Egy átlagos egység ára: Forrás: SAE Technical Paper Series 2003-01-0111, Table 3a **3x ... 4x**

2/6/2012

BME GJT

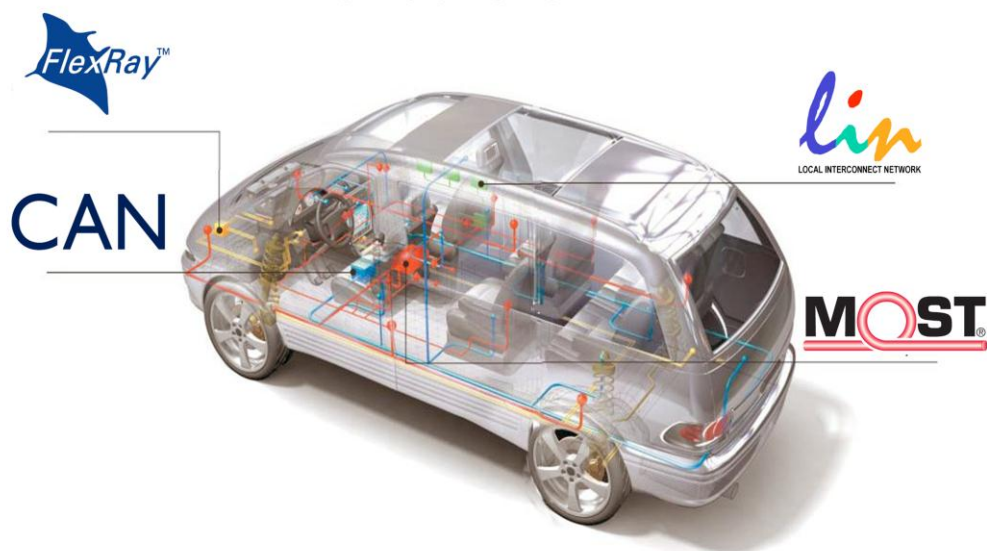
19

Az SAE J2057 szabvány 3 osztályba sorolja a soros adatátviteli protokollokat:

C osztály:

- nagysebességű, valós idejű adatátvitel (125 Kbit/s...1Mbit/s)
- fejlett kommunikációs hibaérzékelés
- valós idejű paramétertovábbítás (T=néhány ms)
- átviteli közeg: árnyékolatlan sodort érpár vagy száloptika
- egy átlagos egység ára: 4x

Autóipari fedélzeti kommunikációs rendszerek



2/6/2012

BME GJT

20

Az autóipari soros adatátviteli hálózatok kialakítása általában buszos struktúrájú, ekkor több kommunikáló állomás (ún. csomópont) csatlakozik ugyanazon csatornához. Ezek a buszok általában multimaster jellegűek, tehát mindegyik állomás – bizonyos feltételek teljesülésekor – adó funkciót is elláthat.

A CAN (Controller Area Network) a legelterjedtebb buszrendszer az autóiparban. Használatához széleskörű alkatrészválaszték áll rendelkezésre, viszonylag olcsón megvalósítható, és hibákkal, elektromágneses zavarokkal terhelt környezetben is képes üzemelni. A CAN hálózatot követte a LIN hálózat kialakítása, aminek elsődleges jelentősége, hogy egyszerűbb felépítésű, ezáltal olcsóbb, mint a CAN. Multimédiás alkalmazásokhoz került kifejlesztésre a MOST rendszer, mely a legnagyobb a sávszélességgel büszkélkedhet. A FlexRay hálózat a jövő magasan automatizált járműveinek a kommunikációs hálózata. Jelentőségét a redundáns adatátviteli struktúrájának és az idő vezérelt, determinisztikus működésének köszönheti. Igazi elterjedésére csak az X-by-wire rendszerek megjelenésével lehet számítani.

CAN történelem

- 1983 - A Bosch megkezdi a CAN-busz fejlesztését
- 1986 - A protokollt hivatalosan bemutatják az SAE kongresszusán Detroit-ban
- 1987 - Az első CAN vezérlő áramkörök piacra kerülése (Intel és Philips)
- 1991 – A Bosch kiadja a CAN 2.0 specifikációját
- 1993 - ISO szabvány létrehozása a CAN kommunikációra vonatkozóan (ISO 11898)

2/6/2012

BME-GJT

21

A Robert Bosch GmbH az 1980-as évek közepén fejlesztette ki a CAN (Controller Area Network – vezérlőkörből álló hálózat) buszt, amely megbízható soros adatátvitelt hivatott megvalósítani a kapcsolódó egységek között.

A 80-as évek elején a cég több soros buszrendszert is tanulmányozott esetleges autóelektronikai használat céljából, azonban ezek egyike sem felelt meg elvárásainak, ezért 1983-ban Uwe Kiencke vezetésével megindult egy új soros buszrendszer fejlesztése. A Mercedes-Benz mérnökei a korai, specifikációs fázisban csatlakoztak a projekthez, s 1985-ben az Intel szakemberei is bekapcsolódtak mint későbbi lehetséges félvezető gyártók.

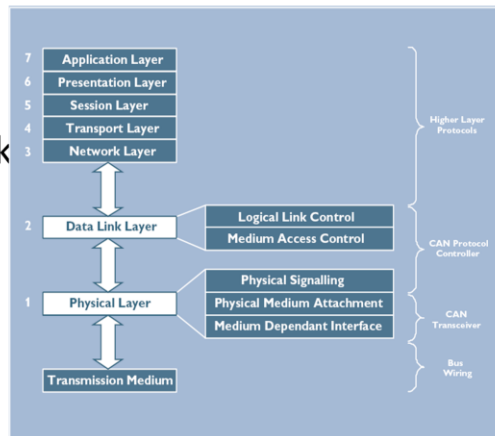
A „Controller Area Network” elnevezés Professor Dr. Wolfhard nevéhez fűződik (Alkalmazott Tudományok Egyeteme, Braunschweig-Wolfenbüttel, Németország), aki mint konzulens vett részt a fejlesztésben. Tudományos segítőként vett még részt Professor Dr. Horst Wettsteint is.

A CAN busz kommunikáció rétegszerkezete

- A ISO 11898 szabvány szerint a CAN a fizikai és az adatkapcsolati réteget valósítja meg

- CAN ISO 11898
 - 11898-1 => CAN protok
 - 11898-2 => HS-CAN
 - 11898-3 => FT-CAN
 - SAE J2411 => SW-CAN

- Magasabb szintű protokollok



2/6/2012

BME GJT

22

Az ISO 11898 szabvány alapján a CAN az OSI modell első két rétegét (fizikai és adatkapcsolati réteg) valósítja meg. Az ISO 8802-2 és 8802-3 szabvány alapján e két réteg az alábbi alrétegekre bontható.

Adatkapcsolati réteg:

- Logikai kapcsolat vezérlés (Logical Link Control – LLC) alréteg
- Közeghozzáférés vezérlés (Medium Access Control – MAC) alréteg

Fizikai réteg:

- A fizikai réteg valósítja meg az egységek buszhoz való kapcsolódását. A buszra kapcsolható egységek száma limitált.

CAN magasabb szintű protokollok (HLP)

- CAN által megvalósított funkciók

- Latin betűk az emberek közti kommunikációban



- Magasabb szintű protokollok

- Megengedett szavak, nyelvtan

DeviceNet.

- Alkalmazási profilok

- Kifejezések gyűjteménye

CANopen

DeviceNet

SAE J1939

SDS

CANKingdom

SeaCAN

CANaerospace

MilCAN



2/6/2012

BME GJT

23

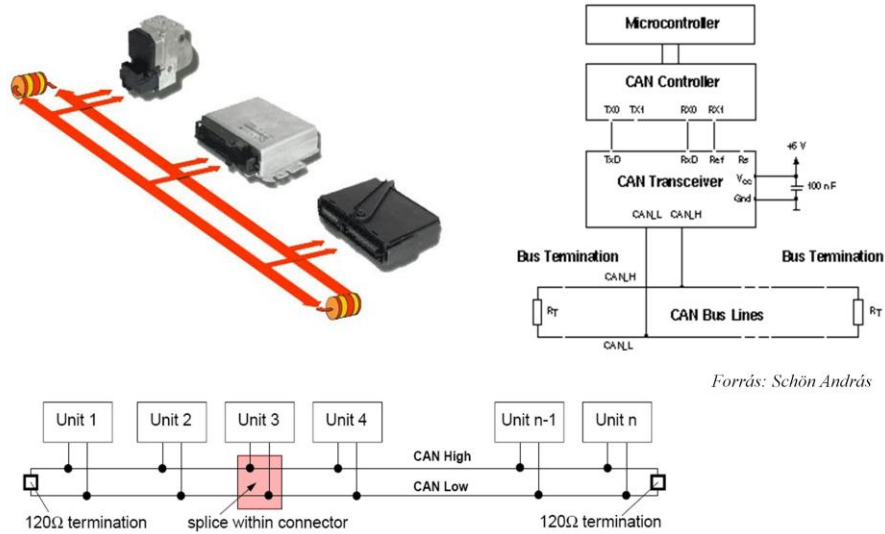
A protokoll feladata egy összeállított adatkeret átvitele a csomópontok között. Az adatokat a hálózati réteg küldi az adatkapcsolati rétegnek, és az általa összeállított kereteket átadja a fizikai rétegnek, mely bitenként továbbítja azokat a fizikai közegen keresztül. Az átvitel megbízhatóságával szembeni követelmény, az átviteli csatorna minősége, a különböző váratlan eseményekre való felkészülés mind igényeket támaszt a protokollal szemben, ami adott esetben nagyon bonyolult is lehet.

A CAN sikeres alkalmazása a legnagyobb autógyártóknál felkeltette az ipari felhasználók érdeklődését is. Jól használható a gépekben vagy gyárakban az intelligens I/O eszközök és az érzékelők/beavatkozók hálózatba kapcsolására is.

A CAN rendszer néhány alkalmazási területe: mezőgazdasági gépek, hajók, orvosi eszközök, textilgyártás, liftvezérlés, gyártórendszerek vezérlése, fénymásoló berendezések

Az adatátvitel megbízhatóságán túl az állomásokra eső alacsony összeköttetési költség is jelentős érv a CAN használata mellett. A költségkritikus alkalmazásokban már a számos gyártó által kínált kompakt CAN chipet is fel lehet használni.

A CAN csomópontok (node)



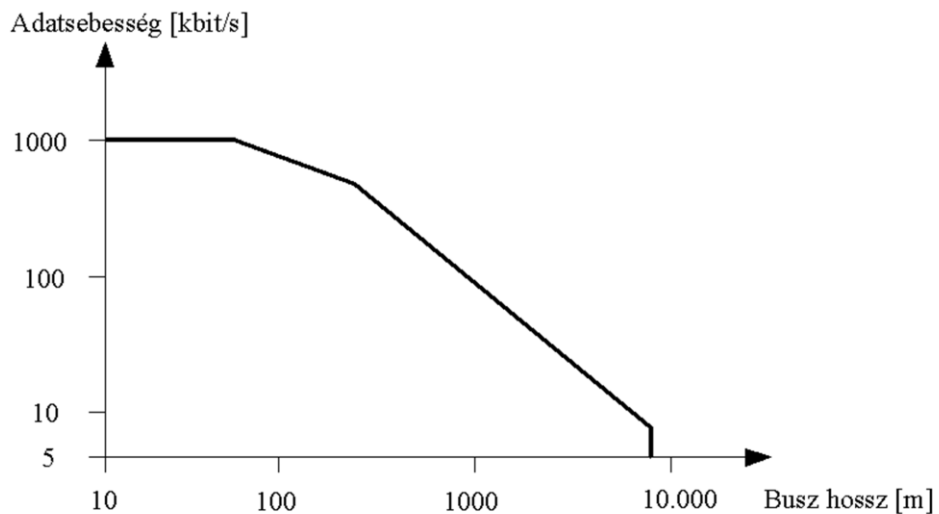
2/6/2012

BME GJT

24

A CAN hálózat a buszból és az arra kapcsolódó vezérlőegységekből (node-okból) áll. Az optimális működéshez, a reflexiók elkerüléséhez megfelelő értékű lezárás szükséges mind a buszon, mind a node-okban. Egy node egy mikrokontrollert, egy CAN vezérlőt (CAN controller) és egy adó-vevőt (CAN transceiver) tartalmaz. Sok esetben a mikrokontroller és a CAN vezérlő egy tokban helyezkedik el, de létezik olyan megoldás is, ahol mind a CAN vezérlő, mind az adó-vevő a mikrokontrollerbe van integrálva.

A CAN busz sebesség busz hossz függése



2/6/2012

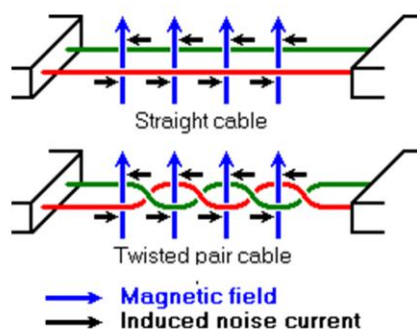
BME GJT

25

A buszos rendszer sebessége maximum 1 Mbit/s lehet. A sebességet jelentősen csökkenteni kell, ha a hálózat összeköttetések hosszai már km-es nagyságrendűek, és megnő a késleltetési idő. Elvi szabály nincs, mekkora sebességeket kell alkalmazni, tapasztalati ábra alapján választhatjuk ki a hálózat hosszának megfelelő, még biztonságos sebességet.

CAN busz zavarérzékenység

- Csavart érpáron történő adattovábbítás (UTP, STP)
- Differenciális jelszintek



2/6/2012

BME GJT

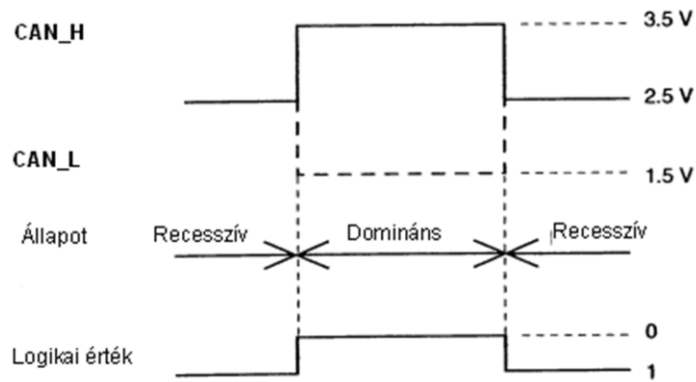
26

Árnyékolt (STP) vagy árnyékolatlan (UTP) csavart érpár

- A vezetékpárok összesodrásával csökkenteni lehet az elektromágneses (EMI) és rádiófrekvenciás (RFI) interferencia jeltorzító hatását
 - Több érpár esetén az árnyékolatlan érpárok közötti áthallást úgy csökkentik, hogy az egyes érpárokat eltérő mértékben sodorják
- STP vagy UTP?
- STP nagyobb védelmet nyújt a külső interferenciaforrásokkal szemben, mint az UTP
 - STP drágább, mint az UTP kábel

CAN busz jelszintek

- 2-vonalas differenciális átvitel



2/6/2012

BME GJT

27

HS-CAN jelszintek

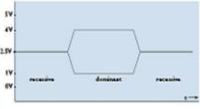


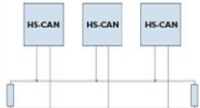
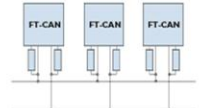
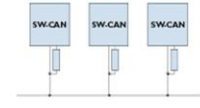
- CAN Low 1,5V ... 2,5V
- CAN Hi 2,5V ... 3,5V

Domináns és Recesszív állapotok

- Domináns Logikai „0”
- Recesszív Logikai „1”

Logikai érték: Minél több nullát tartalmaz egy keretnek az eleje annál „dominánsabb” lesz az adott üzenet, azaz annál nagyobb prioritással rendelkezik és kerül ki győztesen egy arbitráció esetén.

CAN busz jelszintek

Features	HS-CAN	FT-CAN	SW-CAN
Data link layer standard	ISO 11898-1	ISO 11898-1	ISO 11898-1
Physical layer standard	ISO 11898-2	ISO 11898-3	SAE/J2411
Number of bus wires	2 (twisted pair)	2 (twisted pair)	1
Maximum bus speed	1 Mbits/s	125 kbits/s	33/41.6 kbits/s
Bus communication signal			
Bus termination principle			
Bus wire short-circuit and interrupt tolerance	limited short-circuit tolerance	tolerant against any single bus wire short or interrupt	no tolerance

2/6/2012

BME GJT

28

HS-CAN

- A legáltalánosabban elterjedt CAN kommunikáció típus. A jelszintek a tipikus 1,5...2,5...3,5V feszültség értékűek.

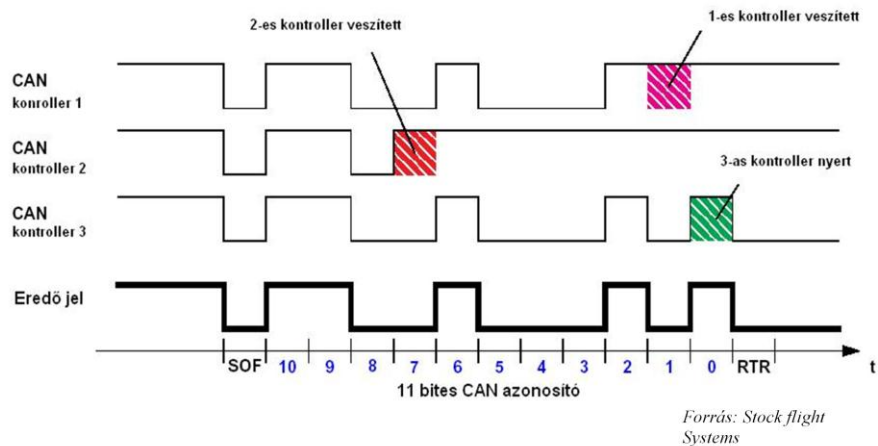
FT-CAN

- Autóipari alkalmazásokban elterjedt, szokták még alacsony sebességű CAN-nek is nevezni. Jellemzője, hogy a feszültségszintek a domináns, illetve recesszív állapotokban felcserélődnek. Egy vezeték meghibásodása esetén még tovább tud kommunikálni (SW-CAN üzemmód)

SW-CAN

- Egyvezetékes CAN kommunikáció. Ha az FT-CAN kommunikációs vonalak egyike meghibásodik, akkor az FT-CAN csomópont képes az SW-CAN azaz az egyvezetékes CAN kommunikációra. (Hibatűrő képesség)

CAN busz arbitráció



2/6/2012

BME GJT

29

A CAN egy multi-master rendszer, azaz a buszon nincs kitüntetett master node, ami a közeghozzáférést szabályozza, hanem arbitráció során dől el, hogy melyik node-nak van adási joga. Az arbitrációnál a keretek azonosítója határozza meg az egyes üzenetek prioritását. A vesztes node-ok sem rontják el a kommunikációt, és az aktuális keret adásának befejezése után újra részt vesznek az arbitrációban.

CAN kommunikációs keretek



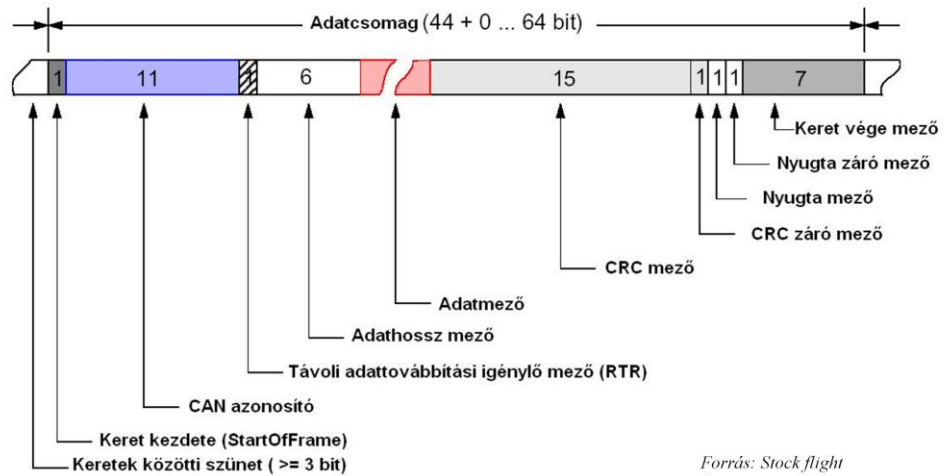
2/6/2012

BME GJT

30

A CAN kommunikáció keretek formájában történik, amik maximum 8 adatbájtot tartalmazhatnak.

A CAN adatkeret felépítése



Forrás: Stock flight Systems

2/6/2012

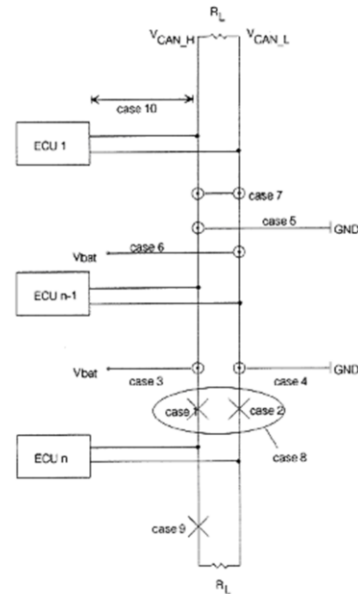
BME GJT

31

- Keret felépítése
 - Azonosító
 - Adatmező
 - Ellenőrző mező
 - Nyugtázás
- 11 és 29 bites azonosítók (Standard és Extended frames)
- „Hasznos” adattartalom kb.50% (az effektív sávszélesség a teljes sávszélesség fele)

Fizikai hibák a CAN buszon

1. CAN_H szakadása
2. CAN_L szakadása
3. CAN_H vezeték tápzárlata
4. CAN_L földzárata
5. CAN_H vezeték földzárata
6. CAN_L vezeték tápzárlata
7. CAN_H és CAN_L vezetékek rövidzárja
8. A CAN busz teljes szakadása
9. Lezáró ellenállás leszakadása
10. Topológiai hibák



2/6/2012

BME GJT

v2

A buszon legtöbb esetben zárlati, vagy szakadási, kontaktus hibák jelentkeznek.

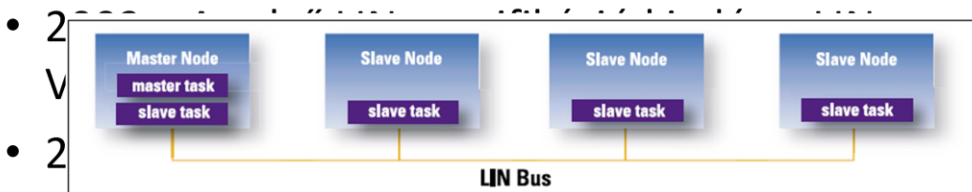
1. A szabvány szerint azon node-ok közötti kommunikáció lehetséges melyek a szakadás egy oldalára esnek.
2. A CAN_H szakadásához nagyon hasonlít, mivel itt is csak az egy oldalon lévő egységek tudnának kommunikálni, természetesen romlott jelviszonyok mellett.
3. Akkor lehetséges a kommunikáció, ha a táp feszültsége nem haladja meg a buszon megengedett maximális értéket.
4. A kommunikáció lehetséges, mert a busz megengedhető feszültségtartományán belül maradtunk, de a jelszint romlik, és a busz zavarimmunitása romlik.
5. Ebben az esetben a kommunikáció lehetetlen
6. Kommunikáció ebben az esetben sem lehetséges.
7. Kommunikáció ebben az esetben sem lehetséges.
8. Ez az eset tulajdonképpen olyanak tekinthető, mintha a busz végéről a lezáró ellenállást eltávolítottuk volna. Azon egységek között lehet kommunikáció, amelyek a szakadás azonos oldalán vannak, természetesen romlott jelviszonyok mellett.
9. A szabvány a busz két végén 120 Ω -os lezárást ír elő. Ha a lezárás ettől eltér, reflexiók alakulhatnak ki.

Hibadetektálás és javítás

- A CAN protokoll többféle hibadetektálási funkcióval biztosítja a kommunikáció megbízhatóságát.
 - Az üzenetben található CRC
 - Javítási funkció (amit újraküldéssel old meg)
- Ha hibát észlel a rendszer és nem javul a javítás után sem, akkor leáll a kommunikáció. Ezt az állapotot „Bus off”-nak (lekapcsolódás a buszról) nevezik.

LIN történelem

- 1999 – Megalakul a LIN konzorcium (BMW, DaimlerChrysler, Audi, Volvo, Motorola, VW, Volcano)
- Cél: Kommunikáció kevésbé összetett hálózatok számára, ahol a CAN hálózat drága



2/6/2012

BME GJT

34

A LIN (Local Interconnect Network) egy olcsó, egyszerűen használható kommunikációs busz. A használatával elérhető átviteli sebesség is kicsi, ezért olyan helyeken használják, ahol nincs szükség nagy sávszélességre, például kényelmi berendezésekben. A LIN egy nyílt szabvány, és a megvalósíthatásához szükséges alkatrészek könnyen hozzáférhetők. Tervezését jelentős mértékben megkönnyíti, hogy rendelkezésre állnak a fejlesztést támogató szoftvereszközök.

LIN tulajdonságok

- Alacsony költségű, egy vezetékes megoldás
- Továbbfejlesztett ISO 9141, Akkufeszültség alapú
- Sebesség maximum 19,6 Kbit/s (EMI miatt)
- Egy adó (Master), több vevő (Slave) architektúra (nem kell arbitráció)
- Standard HW interfész elemek felhasználhatóak UART/SCI
- Önszinkronizáció a vevőkben (nem kell külső óscillátor)



2/6/2012

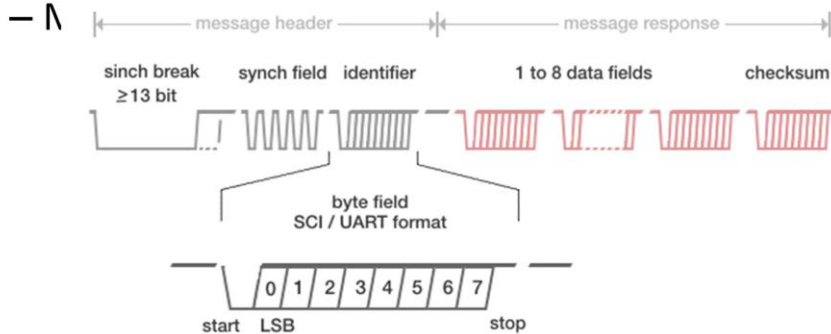
BME GJT

35

A CAN-nél lényegesen egyszerűbb és olcsóbb LIN fő célja az volt, hogy a CAN kiegészítő hálózatoként funkcionáljon és a legkisebb részegységekig is eljuttassa az információt. A LIN hálózat egy tipikus alkalmazása az összeszerelt egységekben található, mint az ajtók, kormánykerék, ülések, klímaberendezés, világítás, esőszensor, generátor, amelyek egy gateway (átjáró) segítségével csatlakoznak a jármű CAN hálózatához. Ezekben az egységekben a LIN költségkímélő sajátossága lehetővé teszi a mechatronikai elemek, mint az szenzorok, beavatkozók, kapcsolók, stb. kiépítését. Használata elsősorban akkor indokolt, ha a nagy adatátviteli sebességgel rendelkező CAN buszra nincs szükség. A LIN alrendszerek tipikusan a CAN-t használják gerinchálózatként.

LIN kommunikáció

- Master - Message Header
 - Synchronization break
 - Synchronization byte
- Slave - Response
 - 1...8 data byte
 - Checksum byte



2/6/2012

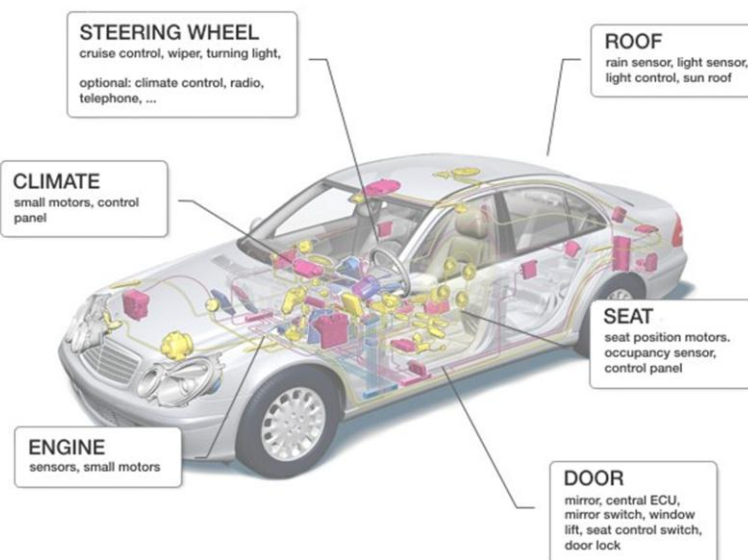
BME GJT

36

Egy LIN hálózat csak egy olyan végpontot tartalmazhat, ami a közegvezérlést végzi. Ezt master node-nak, a többi végpontot slave node-oknak nevezik. Az adatok keretekben kerülnek elküldésre. Egy kommunikációs keret a master által előállított és a buszra kiadott headerből áll, amelyre valamelyik slave válaszként kiadja a keret adatrészét. A master node is viselkedhet slave-ként, azaz válaszolhat a saját maga által küldött keret fejlécére.

Az üzenet fejléce (header) egy break-ből egy szinkronizációs szekvenciából és egy azonosítóból áll. Az azonosító egyértelműen definiálja a keret célját. A fejlécre az azonosító által megszólított slave válaszol. A válasz tartalmazza az adatmezőt és egy checksum mezőt. Ha egy adat, amit a master által kiadott azonosító egyértelműen azonosít, fontos egy slave egység számára, akkor az a checksum ellenőrzése után felhasználhatja azt.

Tipikus LIN alkalmazások



2/6/2012

BME GJT

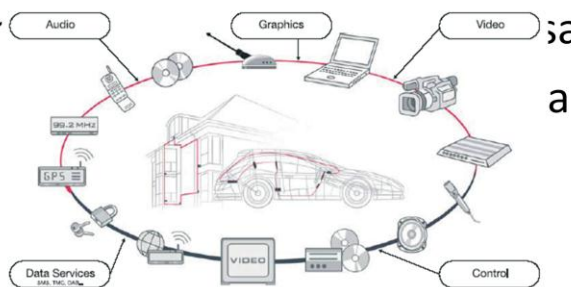
37

A LIN busrendszer legfontosabb műszaki jellemzői:

- Master-slave működés (egy master, több slave), mindig a master kezdeményezi a kommunikációt. Egy master, maximálisan 16 slave
- UART bázisú, aszinkron start-stop rendszerű adatátviteli protokoll
- A slave-k önszinkronizációja (csak a masternek van pontos órajele); a slave-ek kvarc nélkül is képesek működni, mivel a baud rate meghatározható a keretből.
- Determinisztikus működés
- Aszimmetrikus adás-vétel (jelvezeték + jelföld), nyitott kollektoros vonalmeghajtás, nagy jelszintek (névlegesen 0 V, 12 V)
- Rövid keretformátum (max. 8 byte)
- Kis adatsebesség (1-20 kbit/s), autóiipari alkalmazásokban rendszerint 2.4, 9.6 és a 19.2 Kbit/s
- Broadcast üzenetek
- Hibadetektálás 8 bites checksum és 2 paritás bittel
- Fizikai réteg: ISO9141
- Sleep / wake-up képesség
- Kis áthidalható távolság (max. 40 m)

MOST történelem

- 2000 – A BMW és a DaimlerChrysler vezetésével létrejön a konzorcium (, Motorola, Philips)
- Cél: Autóipari audio, video, navigáció és telekomn
- 2004 – M



2/6/2012

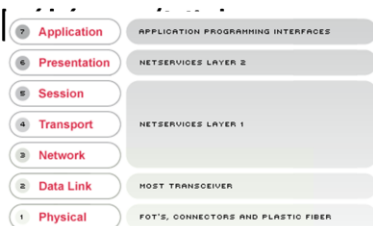
BME GJT

38

A MOST (Media Oriented Systems Transport) legfőbb alkalmazási területe az autón belüli multimédiás eszközök közti kommunikáció. Alkalmas a járműveken belüli audio, video, navigációs és telekommunikációs hálózat létrehozására. Nem csak multimédia adatok, hanem vezérlő adatok is továbbíthatók a MOST rendszerben, mely lehetővé teszi pl. a műszerfalban található DVD lejátszó távoli vezérlését pl. a jobb hátsó ülésről.

MOST tulajdonságok

- Media Oriented Systems Transport
- Nagyon nagy sávszélesség 24,8 Mbit/s
- Optikai kábel (EMC érzéketlen)
- P2P gyűrű topológia
- Multimédia és szórakoztató (CD, stb.)
- Nem biztonságkritikus
 - Az adatátviteli sávszélesség fontosabb mint a megbízhatóság



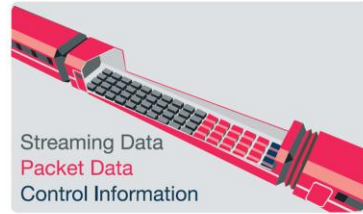
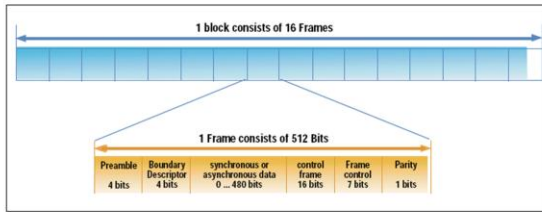
2/6/2012

BME GJT

39

Nagysebességű átvitelt tesz lehetővé, ami valós idejű kép- és hangtovábbításra alkalmas. Átviteli közegként optikai szálát használ, ami érzéketlen az elektromágneses zavarokra. A MOST hálózat általában gyűrű topológiájú, végpontjai között pont-pont összeköttetés van. Az egyik végpont a timing master, a többi pedig slave szerepet tölt be. A timing masterhez képest történik az időalapok szinkronizációja.

MOST kommunikáció



- Blokkok járnak körbe
- 1 Blokk - 16 Keret
 - Szinkron (stream)
 - Aszinkron (csomagok)



2/6/2012

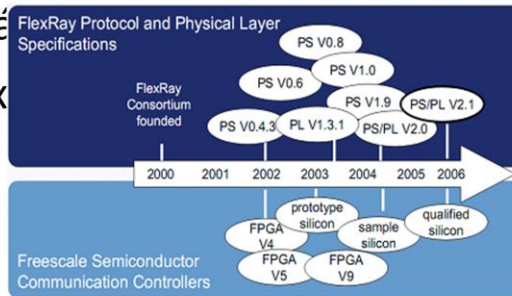
5:16:16 PM GJT

40

A végpontok közötti kommunikáció során egy blokk jár körbe, ami 16 keretből áll. Mindegyik keret egyenként 3 részre osztható: szinkron (stream), aszinkron (csomagokba rendezett) és vezérlési adatokra. Egy blokk és egy keret felépítése látható az ábrán.

FlexRay történelem

- 2000 – A BMW vezetésével létrejön a konzorcium (DaimlerChrysler, Motorola, Philips)
- Cél: X-by-wire rendszerek vezérlésére alkalmas kommunikáció
- 2004 – FlexRay Consortium



2/6/2012

BME GJT

41

A FlexRay busrendszer kialakítását a biztonságkritikus alkalmazások fejlődése tette szükségessé. Az ún. X-by-wire rendszerek valós idejű vezérlése megköveteli a kiszámítható, determinisztikus adatátvitel és a hibatűrő képességet. A FlexRay buszrendszere ezekre a kihívásokra ad választ. Bár műszakilag egyértelmű a felsőbbrendűsége a CAN buszhoz hasonlítva, a magasabb bekerülési költsége miatt még várni kell a nagy szériákban való elterjedésükre, melyre legnagyobb eséllyel a prémium kategóriás járművek pályázhatnak.

FlexRay tulajdonságok

- Nagysebességű (10 Mbps hibatűrő üzemmódban)
- Szinkron és aszinkron fedélzeti kommunikáció
- Biztonságkritikus (Az adatátviteli megbízhatósága elsődleges)

	LIN	CAN	FlexRay
– Channels	Single	Single	Single / Dual
– Speed	20 Kbit/sec	<= 1 Mbit/sec	10 Mbits/sec
– Time Triggered	No	No	Yes
– Arbitration	Master	CSMA	TDMA
– Devices available today	Yes	Yes	Yes

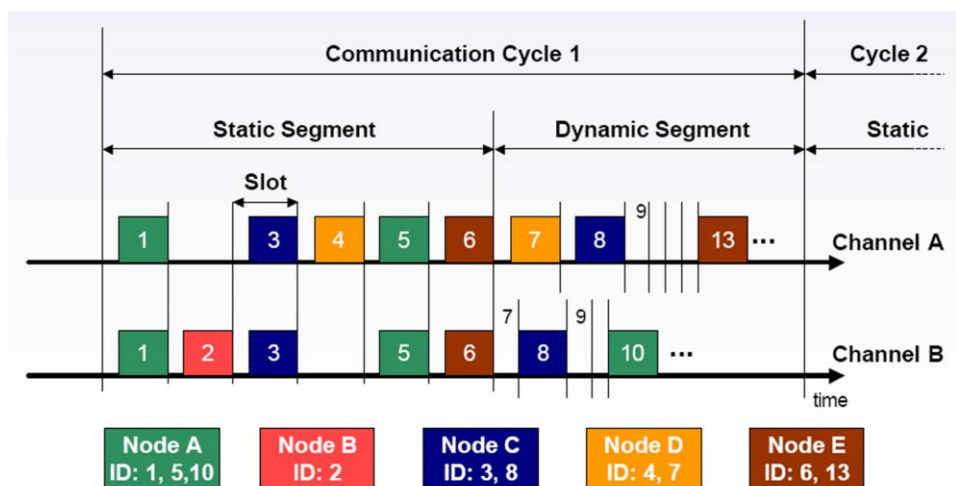
2/6/2012

BME GJT

42

A FlexRay-t biztonságkritikus rendszerekben való alkalmazásra fejlesztették ki, előnyei közé tartozik a nagy átviteli sebesség, a redundáns átvitel lehetősége, és az, hogy az időbeli kiszámíthatóság mellett rugalmas is, ami megkönnyíti a tervezést és növeli a rendszert alkotó elemek összeállíthatóságát.

FlexRay kommunikáció



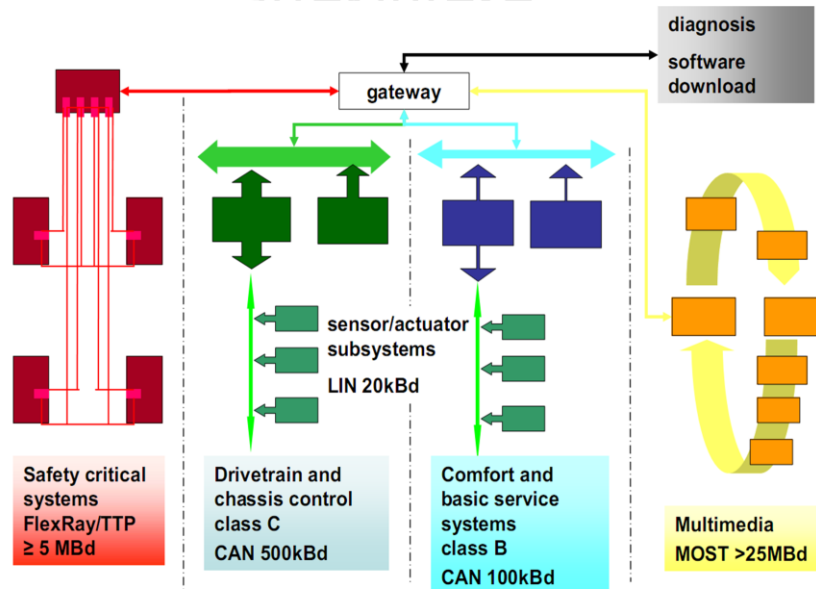
2/6/2012

BME GJT

43

A FlexRay kommunikáció ciklusokból áll, ezek szerkezete az alábbi ábrán látható. A ciklusokban az adás joga előre rögzített, vagy korlátozott arbitrációval dől el, de ekkor is csak meghatározott node-ok versenyeznek. Egy ciklusban szerepelnek fix hosszúságú üzenetek (static part), és ettől eltérőek is, amik hossza akár csatornánként el is térhet (dynamic part). Egy FlexRay rendszerben maximum 64 ciklus definiálható, a kommunikáció során ezek ismétlődnek.

Autóipari multiplex hálózatok áttekintése



2/6/2012

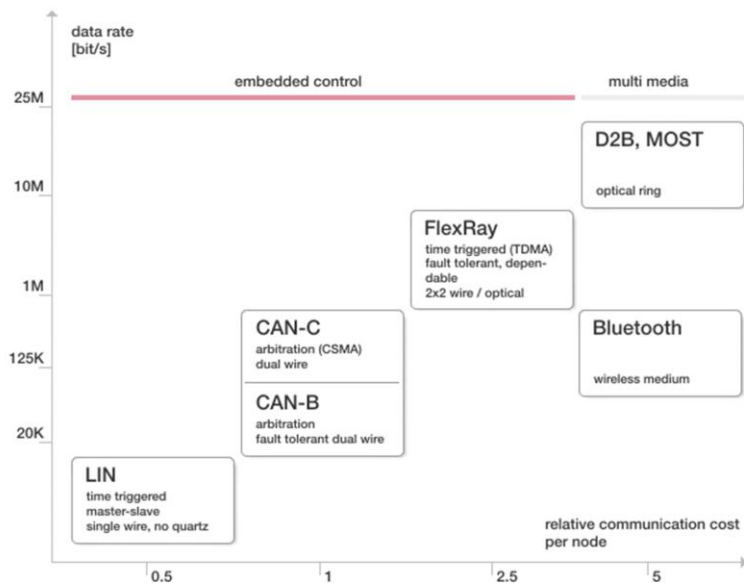
BME GJT

44

Egy modern járműben a fenti ábrán található elrendezésben találkozhatunk a különböző kommunikációs rendszerekkel. A különböző kommunikációs formák közötti információcserét a Gateway alkalmazás teszi lehetővé ami egyúttal a jármű diagnosztikai interfésze is. Hierarchikusan helyezkednek el a CAN és LIN hálózatok és külön csoportot alkot az X-by-wire rendszereket kiszolgáló FlexRay hálózat. A járműírányítástól teljesen elkülönülten találhatjuk meg a MOST alapú Multimédia hálózatot. A funkcionális követelmények és az egy csomópontra jutó költségek határozzák meg egy modern gépjármű kommunikációs hálózatának felépítését.

Autóipari multiplex hálózatok

Költségszemlélet



2/6/2012

BME GJT

45

Az adatátviteli sávszélesség igény növekedésével az egy csomópontra jutó költség is jelentős mértékben növekszik. Ez teszi lehetővé, hogy egy járművön belül jól megférjen egymás mellett és kiegészítse egymás a LIN a CAN és a FlexRay hálózat a beágyazott rendszerek vezérlése területén. A multimédia alkalmazásokra célirányosan kifejlesztett MOST rendelkezik a legnagyobb csomópontra jutó költséggel. Mivel az autóiparban milliós gyártási darabszámokról beszélünk ezért az egy csomópontra jutó költségek valójában milliós szorzófaktorokkal esnek latba a kommunikációs formák kiválasztásakor.