

TIETOLIIKENNE- JÄRJESTELMÄT AJONEUVOISSA

- Eri järjestelmät
- Syitä yleiseen käyttöön
- Käyttökohteet tieliikenteessä
- Diagnostiikka korjaamoilla

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan laitos

Tietoliikennetekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Kevät 2008

Sami Nupponen

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on perehtyä eri tiedonsiirtojärjestelmiin ajoneuvoteollisuudessa ja niiden käyttökohteisiin. Eri väylien, protokollien ja fyysisen rakenteen tietämys ja ymmärrys auttaa suunnittelemaan, diagnosoimaan ja korjaamaan tiedonsiirtojärjestelmiä. Työssä käydään muutamien esimerkein läpi niin käyttökohteita, sovelluksia ja diagnostiikkaa eri työkaluin. Nykyään päätiedonsiirtomenetelminä ovat CAN, LIN ja MOST. Kaikkien näiden esi-isäksi voidaan luokitella OBD.

CAN on sarjaväyläperusteinen järjestelmä, jossa Ethernet-verkon tavoin on mahdollista lähettää viestejä useiden isäntien, CAN-päätelaitteiden toimesta. Varusmenettely on pienin eroavaisuuksin vastaava kuin Ethernetin CSMA/CD:ssa, mutta CAN:ssa varaus tapahtuu CSMA/NDA:n mukaisesti. Ensinnäkin jokaisella päätelaitteella on oma tärkeysjärjestyksensä, prioriteetti. Toisena määrävänä tekijänä on se, kuinka monta dominanttia bittiä eli nolla bittiä, on lähetettävän kehyksen alussa. Prioriteettista ja dominanttien bittien määrästä muodostuu etuoikeus väylän käyttöön. CAN:ssa on käytössä niin sanottu tulvahaku, eli kaikki verkossa toiminnassa olevat päätelaitteet saavat viestin ja toimivat sen mukaisesti, jos se koskee heitä, muuten ne vain kuittaavat sen. Mikään ei takaa, että jonossa seuraavana tärkeimpänä oleva päätelaite lähettäisi seuraavana, vaan laskutoimitus prioriteetista ja dominanttibiteistä lasketaan aina uuden kehyksen muodostuessa. CAN:n maksiminopeus on sovittu standardin mukaisesti maksimissaan 1 Mbit/s. Esimerkiksi Volkswagen AG:n väyläratkaisuihin on käytössä kahta eri nopeusluokkaa: voimansiirtoväylässä 500 kbit/s, mukavuus- ja Infotainment-väylässä 100 kbit/s.

LIN on CAN-väylän alijärjestelmä jossa CAN:iin liitetty LIN-master ohjaa ja käskää slave-yksiköitä. Slave ei pysty ohjaamaan väylän toimintaa vaan voi välittää masterin vaatimaa ohjaustietoa, joka välittää sitten sen tarpeessa olevalle yksikölle.

MOST-väylä on täysin valokaapeliin perustuva tiedonsiirtojärjestelmä, joka mahdollistaa audion ja videon välittämisen auton järjestelmissä. Tiedonsiirtonopeutena on yli 20 Mbit/s, joka on tarpeen esimerkiksi videokuvan välittämisessä perustustutkalta näyttölaitteelle auton mittaristossa.

OBD on standardisoitu diagnostiikkaväylä tiedonsiirtojärjestelmille eri ajoneuvovalmistajien tuotteissa. Se mahdollistaa muunmuassa lainsäädännölliset vaatimukset eri järjestelmien toiminnan tarkkailemiseksi. Voidaan myös sanoa CAN-väylän ja muiden tiedonsiirtojärjestelmien esi-isäksi ajoneuvoissa.

Avainsanat: CAN, LIN, MOST, OBD

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

Nupponen Sami: Communication systems in vehicles

Bachelor's Thesis in Telecommunications Technology, 39 pages

Spring 2008

ABSTRACT

The aim of this thesis is to study different communication systems in the automotive industry and how they are used. A knowledge of different busses, protocols and physical architectures is the key when planning, diagnosing and repairing communication systems. In this work there are a few examples to demonstrate their uses, applications and diagnostics by different tools. The main communication systems currently used are CAN, LIN and MOST. OBD was the first step towards modern systems.

CAN is a serial bus system, where it is possible to send messages by many CAN hosts, just like in an Ethernet network. The way to reserve the medium for one user at a time is the same, except for minor differences, as in Ethernet and its CSMA/CD. In CAN the reservation is done via CSMA/NDA. For every device in the network there is priority, different for everyone. Another factor for choosing who transmits first is the dominant bit. The CAN host that has the biggest priority and number of dominant bits, i.e. 0 bit, has the right to reserve the medium and use it. Everyone in the CAN network hears the message and acts according to it if it concerns it. If not, they just acknowledge it. Nothing ensures that the next in line has the right to use next medium. The procedure always starts from the beginning. In the ISO standard the communication speed for CAN is agreed to be max 1 Mbit/s. For example in products of Volkswagen AG, there are two different speed classes, 500 kbit/s for power transmission bus and 100 kbit/s for convenience and infotainment busses.

LIN is a subsystem for CAN. In LIN systems there is a master unit that controls slave units by orders from CAN bus. The slave unit cannot order the bus to do anything, the master is the only device to control and manage the system. The slave can only send information that the master wants.

MOST bus is based on fiber optics and is able to transmit audio and video in car systems. The communication speed is over 20 Mbit/s and it is used for example in transmitting video from a parking camera to the display in the dashboard.

OBD is a standardized diagnostic bus for different communication systems in different manufacturers' vehicles. It gives possibilities to check various systems for legal purposes. It can also be said to be the foundation for today's communication systems.

Key words: CAN, LIN, MOST, OBD

SISÄLLYS

Lyhenneluettelo

1. JOHDANTO

Auton tiedonsiirtojärjestelmien toiminta	Sivu 1
--	--------

2. PERUSTEET

2.1 CAN-väylä	Sivu 2
2.1.1 Voimansiirron tietoväylä	Sivu 7
2.1.2 Mukavuusjärjestelmän ja Infotainment tietoväylä	Sivu 8
2.2 LIN-väylä	Sivu 9
2.3 MOST-väylä	Sivu 10
2.4 Eri väylien yhteistoiminnan perusta	Sivu 11

3. KÄYTTÖKOHTEET TIELIIKENTEESSÄ JA SYITÄ YLEISEEN KÄYTTÖÖN

3.1 Henkilöautot	Sivu 14
3.2 Raskasliikenne	Sivu 15
3.3 Maastoajoneuvo-sovellukset	Sivu 16
3.4 Muita sovelluksia ja syitä käyttöön	Sivu 17
3.5 Sovelluksia VAG-konsernin autoissa	Sivu 19

4. DIAGNOSTIIKKA KORJAAMOILLA

4.1 OBD, On-Board Diagnostics	Sivu 22
4.2 OBD:n käyttämiä protokollia	Sivu 24
4.3 Bosch ESITronic ja KTS	Sivu 26
4.4 VAG-konsernin VAS-testauslaitteet	Sivu 27
4.5 Muita korjaamojärjestelmiä	Sivu 28

5 YHTEENVETO

	Sivu 29
--	---------

LÄHTEET

	Sivu 30
--	---------

LIITTEET

Lyhenneluettelo:

ABS	Antilock Brake System, lukkiutumattomat jarrut
ACK	Acknowledge, kuittaus vastaanotetusta viestistä
Bluetooth	henkilökohtainen langaton lähiverkko
CAN	Controller Area Network, ohjainlaite lähiverkko
CRC	Cyclic Redundancy Check, datan tarkistesumma
CSMA/ CA	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance, tietoväylän varausmenetelmä useille käyttäjille / Törmäyksen väistö
CSMA/ CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection / Törmäyksen tunnistus
CSMA/ NDA	Carrier Sense Multiple Access / Non-Destructive Arbitration / arbitrointi, korkein prioriteetti lähettää ensin
Data	Data, itse väylässä lähetetty tieto
DLC	Data Length Code, datan pituuskoodi
ECU	Electronic Control Unit, elektroninen ohjainlaite
EOF	End Of Frame, CAN-kehysten loppu
EPA	The Environmental Protection Agency, ympäristöministeriö
ESP	Electronic Stability Control, elektroninen ajonvakautusjärjestelmä
GPS	Global Positioning System, globaali paikannusjärjestelmä
Gateway	oletusyhdyskäytävä
IFS	Intermission Frame Space, tauko aika ennen uutta lähetystä CAN-väylässä
IDE	Identifier Extension, tunnisteiden jatke
Identifier	Kehyksen tunniste
IDB	Intelligent Data Bus, viisas datan siirtotie
Infotainment	Informatiivinen tieto
ISO 9141	ISO standardi, Serial Link Driver, sarjalinkki ohjain
ISO 9141-2	ISO standardi, tiedonsiirtoprotokolla jonka nopeus 10,4 kbaud, yhtenevä RS-232-liittymän kanssa

ISO 11898 -1 :2003	ISO standardi, Road Vehicles- Controller Area Network – Part 1: Data link layer and physical signalling, tieliikenne- CAN- datalinkkikerros ja fyysinen signalointi
ISO 11898 -2:2003	ISO standardi, Road vehicles – CAN – Part 2: High-speed medium access unit, suurnopeus-kaapelipäätelaite
ISO 11898 -4 :2004	ISO standardi, Road vehicles – CAN – Part 4: Time Triggered communication, (TTCAN), aikaohjattu viestintä
IVN	In-vehicle network, auton sisäinen verkko
LAN	Local Area Network, lähiverkko
KWP 2000 / ISO 14230	Key Word Protocol 2000, tiedonsiirtoprotokolla, nopeus 1,2- 10,4 kbaud
LIN	Local Interconnect Network, laite- ja ohjelmatason välinen yhdyskäytävä
MOST	Media Oriented Systems Transport, kuvan ja äänen siirtoon tarkoitettu siirtojärjestelmä
OSI- malli	Tietoliikennejärjestelmien seitsemän eri tasoa joiden mukaan eri siirtojärjestelmät tulisi luoda (ISO-standardi). Mallin kerrokset ovat: fyysinen, siirtoyhteys, verkko, kuljetus, yhteysjakso, esitystapa ja sovellus. CAN-väylä toimii kahdella alimmaisella kerroksella eli fyysisellä ja siirtokerroksella.
OBD	On-Board Diagnostics, itsediagnostiikka
PC	Personal Computer, tietokone
PDA	Personal Digital Assistant, henkilökohtainen tietokone
PWM	Pulse Width Modulation, pulssileveysmodulaatio
RS-232	Recommended Standard 232, sarjakommunikaatio-liityntä, jossa välitetään bitti kerrallaan
RTR	Remote Transmission Request, kaukolähetyspyyntö
SAE	Society of Automotive Engineers, autoinsinöörien keskusliito

SBS	Sensortronic Brake System, sensoriohjattu jarrujärjestelmä
SOF	Start of Frame, CAN-kehyksen alku
TTCAN	Time Triggered CAN, aikaohjattu CAN
UART	Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter, universaali asynkroninen vastaanotin/lähetin
VPW	Variable Pulse Width Modulation, vaihtuva pulssimodulointi
VHDL	Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language, ohjelmointikieli

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on tutkia CAN -väylän ja sen alijärjestelmien (LIN ja MOST) fyysistä toimintaa, protokollia, eri väylien yhteistoimintaa ja sovelluskohteita. Lisäksi käydään läpi CAN:n esi-isää, OBD:tä, sen alkutekijöitä ja vaatimuksia, joiden perusteella se luotiin.

CAN-väylän alku autoteollisuudessa luotiin OBD:n muodossa jo 70-luvun alussa Yhdysvalloissa, Kaliforniassa kiristyvien päästömääräysten vuoksi. Haluttiin saada järjestelmä, jolla viranomaiset pystyvät valvomaan autojen pakokaasujärjestelmien toimintaa yleisen käytännön mukaisesti. Tämän johdosta luotiin standardi testipistokkeelle vikakoodeineen, jolla tätä voitiin valvoa. Autoteollisuus taisteli vastaan kasvavien kustannusten takia, sähköjärjestelmiä tuli kehittää ja muuttaa vaatimusten mukaiseksi uusissa malleissa. Eri autonvalmistajat kehittivät OBD:stä omia versioita. Nämä kuitenkin oli pystyttävä tarkastamaan toiminnoiltaan standardin mukaisesti.

Bosch on toiminut suunnannäyttäjänä CAN-väylän synnylle valmistaen ensimmäisiä komponentteja ja Mercedes-Benzin ottaessa niitä ensimmäisenä käyttöön. Aluksi niillä ohjattiin vain tärkeimpiä toimintoja kuten turvalaitteita ja moottorin ohjausta. Tässä vaiheessa kehitys toi edistystä valmistajien huomatessa voida lisätä väylään järjestelmiä säästäen kaapeloinnissa suunnittelukulut. Johdotuksen vähetessä tilat voitiin käyttää tehokkaammin varusteiden lisääntyessä.

Käyttökohteet CAN:lle alijärjestelmiseen ovat lukemattomat, koska se on turvallinen, vikasietoinen ja kustannustehokas. CAN-päätelaitteita käytetään tehdasautomaatioissa, autoteollisuudessa, lentokoneissa, missä vaan on paljon ohjainlaitteita joiden tulee kyetä toimimaan yhdessä.

Tässä työssä on käyty läpi mainittujen järjestelmien pääperiaatteet, eri nopeusluokat, protokollat, yhteistoiminta, diagnostiikka ja käyttökohteet. Muutamien esimerkkien avulla käydään läpi, kuinka laajaa väylän toiminta itse asiassa onkaan.

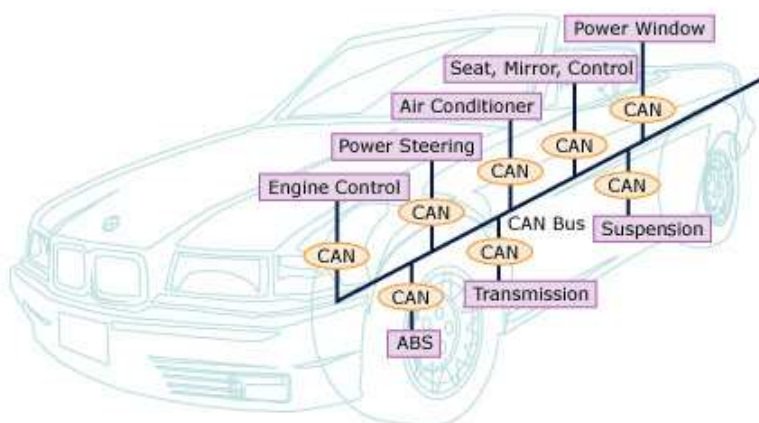
2 PERUSTEET

2.1 CAN-väylä ja sen toiminta

CAN-väylän kehittäjä Robert Bosch GmbH määrittelee CAN:in näin:

“What is CAN? CAN is a serial bus system especially suited for networking "intelligent" devices as well as sensors and actuators within a system or sub-system.”(Bosch GmbH, 2005.)

CAN (Control Area Network) on sarjaväyläperusteinen järjestelmä, (kuvio 1) jossa on mahdollista useiden CAN-yksiköiden yhtaikainen lähetys (datakehysten lähetys) ja vastaanotto tai tarkemmin lähetyksen pyytäminen verkolta (RTR, Remote Transmission Request). Muita palveluita, joita se tarjoaa, on esimerkiksi ilmoitus virheestä laitteille ja automaattinen uudelleenlähetykset vioittuneille kehyksille. Reaaliaikaisilla yhteydenmuodostuksilla toteutettu sarjaväylä on mainittu ISO 11898- 1/2/4 standardissa ja sisältää OSI- mallin kaksi alinta tasoa. CAN- verkossa ei ole tilaajien osoitteita tai asemia TCP/IP-verkon mallin mukaisesti. Sen sijaan viestit, joilla on tärkeysaste, lähetetään prioriteettinsa mukaisesti. Jokaisella päätelaitteella on oma prioriteettinsa. Tärkeysasteella tarkoitetaan sitä astetta, joka ylittää itse lähettäjän toimintakyvyn. Lähettäjä lähettää viestinsä kaikille CAN-päätelaitteille, ja ne, joita viesti koskee, toimivat sen mukaisesti. TCP/IP-verkon hubin eli jaottimen toiminta kuvaa viestien lähetyksimuotoa, viesti lähetetään kaikkia tunnettuja ja toiminnassa olevia reittejä pitkin vastaanottajille.



KUVIO 1. CAN-lähiverkon pohjakaavio (CAN in Automation, 2007.)

CAN-viesteissä on lisäksi identiteetikoodi, jonka mukaan päätelaitteet toimivat. Identiteetikoodi määrittää viestin tärkeysasteen ja kertoo väylälle, millä sijalla se on lähetyslistalla. (Robert Bosch GmbH, 2005 ja CAN in Automation, 2004.)

CAN-väylä tarjoamia palveluita ovat:

- Moni-isäntä-hierarkia. Se sallii rakentaa viisaita ja toistuvia järjestelmiä. Jos yksi päätelaite verkosta kaatuu/ rikkoutuu, verkko on kykenevä vielä toimintaan kokonaisuutena.
- Broadcast-viestintä. Lähettäjä lähettää informaation kaikille laitteille verkossa, CAN-väylässä ei ole reitittämiä, joten se toimii kuten multicast TCP/IP- verkossa. Kaikki vastaanottavat päätelaitteet lukevat viestin ja päättävät, onko se laitteen toiminnan kannalta relevanttia. Tämä takaa datan koskemattomuuden kaikilta osin, koska kaikki verkon päätteet käyttävät samaa tietoa minkään sitä muuttamatta.
- Pitkälle kehitetty virheenhavaitsemismekanismi ja virheellisten viestien uudelleenlähetyks. Tämä takaa myös osaltaan datan koskemattomuuden.

CAN-protokollan yksinkertaisuus jo tietoliikennetekniikasta perillä olevien kouluttamiseksi järjestelmän hallintaan on taloudellisesti edullista ja yksinkertaista. CAN- piirien käyttöliittymä tekee niiden ohjelmoinnista helppoa. Järjestelmän esittelykurssit, funktiokirjastot, aloittelijan paketit, isäntä-käyttöliittymät, I/O-moduulien ja työkalut ovat tarjolla useilla valmistajilla ja jälleenmyyjillä luoden pohjan edullisille CAN-sovelluksille. Edullisimmat hallintapiirit, jotka sisältävät CAN data link layer- protokollan piissä ja sallivat yksinkertaisen yhteyden mikrokontrollereihin, ovat olleet jo yleisessä tarjonnassa jo vuodesta 1989. Tänä päivänä on myynnissä yli 50 CAN-protokollan mukaista hallintapiiriä myynnissä yli 15 eri valmistajalta. (CAN in Automation, 2004.)

CAN- järjestelmien käyttö useissa eurooppalaisissa henkilöautoissa mahdollisti kyseisten piirien käytön ja markkinoinnin jo kymmenen vuotta sitten. Muut suurvolyymimarkkinat, kuten kodinkoneiden ja teollisuuden hallintajärjestelmien valmistus, myös lisäävät CAN-tuotteiden vuotuista myyntimäärää ja takaavat niiden saatavuuden ja huollon tulevaisuudessakin. Vuoteen 1997 mennessä on jo asennettu yli 50 miljoonaa CAN-päätelaitetta. Yksi tärkeimmistä ja yllättävimmistä ominaisuuksista on sen suuri luotettavuus tietoliikenneyhteyksissä. CAN-kontrolleri rekisteröi aseman virheet, arvioi sen tapahtumisen tilastollisesti ja jatkossa automaattisesti korjaa havaitsemansa virheet rekisterinsä perusteella. Tämä johtaa lisäksi CAN-järjestelmän viisauden puolesta siihen, että liikaa virheellistä dataa tuottanut päätelaite suljetaan järjestelmän ulkopuolelle ja näin ollen estetään sen tuottamien virheiden syntyminen jatkossa.

(CAN in Automation, 2004.)

Jokainen CAN-protokollan mukainen viesti voi sisältää nolasta kahdeksaan bittiä käyttäjätietoa. Luonnollisesti myös pitempien viestien lähettäminen ja vastaanotto on mahdollista segmentoinnin avulla. Spesifikoitu maksimi tiedonsiirtonopeus on 1Mbit/s ja tämän nopeuden katto on yhteyksillä, joiden päätelaitteiden etäisyys on 40 metriä. Sitä suuremmat etäisyydet aiheuttavat nopeudelle sen, että 500m välimatkalla mahdollinen nopeus laskee 125kbit/s ja yhteyksille, joiden etäisyys on 1 km, 50 kbit/s, on sallittu ISO-standardin mukaisesti.

(CAN in Automation, 2004.)

CAN-tietoverkot ovat soveltuvia käytettäväksi esimerkiksi vain mikrokontrollereiden väliseen tiedonsiirtoon kuin myös avoimeksi tiedonsiirtoväyläksi viisaille päätelaitteille. CAN-sarjaväyläjärjestelmä on alkuperäisesti kehitetty autoteollisuuden käyttöön, on yhä useammassa määrin tulossa käyttöön teollisuuden järjestelmien tiedonsiirtoon. Yhtäläisyydet eri teollisuuden alojen välillä on huomattavat. Monissa tapauksissa useat tärkeimmistä vaatimuksista ovat edullisuus tuottaa ja huoltaa, mahdollisuus toimia vaikeissa, häiriöisissä elektroniikkaympäristöissä (sähkömagneettinen säteily), suuri reaaliaikainen toimintakyky ja käytön helppous. (CAN in Automation, 2004.)

Jotkut käyttäjät, esimerkiksi lääketieteellisessä suunnittelussa, ovat valinneet CAN:in sen vähäisten turvallisuusriskien takia. Samoihin ongelmiin törmäävät joka päivä teollisuudenalat kuten robotit, hissit ja kuljetusjärjestelmät, jotka vaativat tuotteiltaan korkeaa turvallisuutta tai suurta luotettavuutta.

(CAN in Automation 2004.)

CAN-väylän kehyksen rakenne:

On olemassa kahdenlaisia viestikehyksiä CAN-protokollassa, normaali ja jatkettu kehys. CAN-protokollan mukaan kaikkien päätelaitteiden tulee ymmärtää normaali kehys ja mahdollisesti kykenevä lukemaan pitkän kehyksen mutta sen tulee kestää, aiheuttamatta häiriöitä väylään, pitkä kehys. Kehyksen rakenneosat on esitetty kuviossa 2.

SOF = Start of Frame, kehyksen alku, pituudeltaan yhden bitin mittainen ja ilmoittaa väylälle viestin alun. Riippuen väylän rakenteesta vastakkaiset jännitearvot lähetetään CAN-High ja CAN-Low-johtimiin.

Identifier = arbitroitikenttä, sisältää viestin tärkeystiedon. 0-bitti eli dominanttibitti on korkeampiarvoisempi kuin 1-bitti ja näin ollen saa etuoikeuden väylän käyttöön. Jos väylällä on ollut muita käyttäjiä tähän mennessä ja tässä vaiheessa 1-bitti heidän viestissään, ne siirtyvät kuuntelutilaan. Sisältää myös ns. kehysnumeron kertoen viestin lähettäjän.

RTR = Remote Transmission Request, etälähetyspyyntö, merkitty 0-bittinä kun viesti on tarkoitettu kaikille sitä tarvitseville. 1-bitti kun viesti on etäpyyntö. Jos etäpyyntö kyseessä, data-kenttä ei sisällä tietoa, muilta osin yhtenevä normaaliin kehykseen.

IDE = kertoo väylässä oleville päätelaitteille kehyksen rakenteen eli normaali tai jatkettu. Jos jatkettu kehys r0-kenttä sisältää toiset 18 bittiä lisänä Identifier-kentän 11-bitin lisäksi.

DLC = Kontrollikenttä, kertoo sitä seuraavan data-kentän sisältämän tietomäärän bitteinä.

DATA = itse hyötykuorma eli mitä tietoa halutaan välittää väylää pitkin, pituudeltaan 8 bittiä.

CRC = Cyclic Redundant Check, data-kentän tarkistussumma mahdollisten virheiden varalta.

ACK = Acknowledge, tässä kentässä lähetetään resissiivinen 1-bitti ja viestin vastaanottaneet päätelaitteet kuittaavat sen dominoivalla 0-bitillä. Tämä tapahtuu siitä huolimatta tarvitseeko itse vastaanottanut laite kyseistä viestiä. Perusta CAN-väylän virheettömälle viestinnälle.

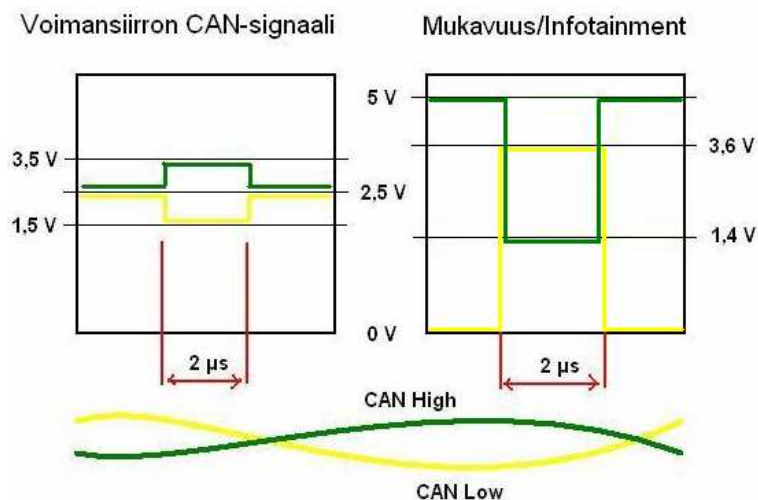
EOF = End Of Frame, kehyksen loppu, viimeinen mahdollisuus ilmoittaa että viesti on virheetön.

IFS = Intermission Frame Space, kehyksen jälkeen asetettu aika bitteinä jolloin uusia viestejä ei lähetetä. Jos tämän kentän jälkeen päätelaitteilla ei ole tarvetta viestiä, väylä menee rakenteesta riippuen lepotilaan.(CAN in Automation, 2008.)



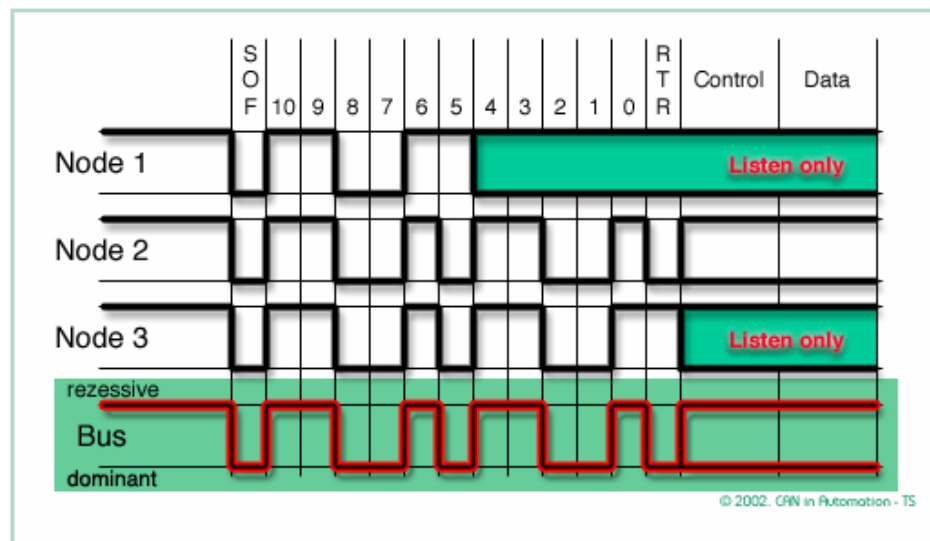
KUVIO 2. CAN-kehys (Wikipedia, 2008.)

Fyysisesti CAN-väylän tiedonsiirtoväylänä on parikaapeli jonka johdinten poikkipinta-ala on $0,35 \text{ mm}^2$. Parikaapelit on kierretty toistensa ympäri sähkömagneettisen häiriön vähentämiseksi, kierroksen tiheys on siten että solmukohta on n. 20 mm välein riippuen väyläosan siirtonopeudesta. Tämä sen takia jotta yhden bitin aikana syntyvä pulssi käy nollakohdastaan toiseen. Perusvärinä kaapelissa on oranssi mutta eri nopeusluokkien High-kaapelilla on omat värityksensä. Low-kaapeli on aina merkitty oranssi-ruskea parilla. Kuviossa 3 on esitetty eri väylien jännitetasot ja kaapelin rakenne. (Volkswagen AG, 2008.)



KUVIO 3. CAN Signaalin jännitetaso ja parikaapeli (Volkswagen Ag, 2008.)

CAN-väylän ollessa peruseriaatteeltaan samanlainen kuin LAN-verkot, on olemassa samanaikaisesti useita väylän käyttäjiä. LAN-verkkojen siirtotien perustuessa CSMA/CD:hen, Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection, jossa nopein siirtotien varannut lähettää viestinsä ja muut siihen törmätessään jäävät odottamaan siirtotien vapautumista. CAN käyttää hyvin samantapaista varausmenetelmää sillä erolla, että se noudattaa CSMA/NDA:ta, Non-Destructive Arbitration. Se päätelaite, jolla on kehyksen alun jälkeen eniten nollia eli määrääviä bittejä varaa käyttöönsä väylän ja muut kuuntelevat sen lähetystä, varsinkin, jos RTR-kentän bittinä on nolla, joka on tällöin tarkoitettu kaikkien kuultavaksi. Ykkösbitin ollessa käytössä väylän varannut päätelaite haluaa viestin uudestaan varmitukseksi tai on tapahtunut virhe kehyksessä. Eri väylien eri päätelaitteilla on määritelty omat prioriteetit joiden perusteella myös tapahtuu väylän varaus lähetukseen/ vastaanottoon. Kuviossa 4 on esitetty väylän varausmenetelmä arbitroinnilla. (CAN in Automation 2008.)



KUVIO 4. Arbitointi CAN-väylässä (CAN in Automation, 2008.)

2.1.1 Voimansiirron tietoväylä

Voimansiirron CAN-tietoväylässä on nopeutena 500 kbit/s (High-Speed) ja jännitealue, kuvion 3. mukaisesti, 1,5 V- 3,5 V. Väylän ollessa lepotilassa, jännite on 2,5 V. Tällöin väylässä ei ole liikennettä. Signaalin kulkiessa väylässä eli päätelaitteen kytkimen ollessa bitti on ykkönen ja näin ollen CAN High- johtimessa on 3,5 V jännite ja CAN Low- johtimessa 1,5 V. Vastaanottavan päätelaitteen erotusmuuntaja laskee näistä kahdesta jännitearvosta vähintään

kahden voltin eron ja käsittää sen ykköseksi ja näin ollen havaitsee signaalin. Kahdella eri jännitearvolla välitetyllä signaalilla, jotka kulkevat vastakkaisena High- ja Low-johdoissa vähennetään sähkömagneettisten häiriöiden mahdollisuutta, koska pienet jännitehäviöt eivät vaikuta bittiin lähetyksen aikana. Lisäksi suuri nopeus voimansiirron väylässä asettaa omat vaatimuksensa. Viestejä lähetetään säännöllisesti 0,02 sekunnin välein yhden bitin keston ollessa kaksi mikrosekuntia. Voimansiirron väylässä ovat siis ohjainlaitteet päätelaitteineen, jotka vaativat nopeaa kommunikointia ja näin ollen yleensä jatkuvaa tiedonsiirtokykyä. Näitä ohjainlaitteita tunnistamiseen ovat esimerkiksi moottori, vaihteisto, turvavyynyjärjestelmät ja gateway, joka sijaitsee voimansiirron, mukavuus- ja Infotainment, LIN- ja MOST-järjestelmien risteyskohdassa. Voimansiirron väylä vaatii molemmat kaapelit toimiakseen, eli se ei ole kykenevä yksilankatoimintaan, kuten mukavuus- ja Infotainment-väylät, joita käydään seuraavassa läpi. (Volkswagen AG 2008.)

2.1.2 Mukavuus- ja Infotainment tietoväylät

Mukavuusjärjestelmiksi luetaan esimerkiksi penkinlämmittimet, takalasinlämmittimet, ilmastointi ja sähköiset ikkunanostimet. Nopeutena näillä järjestelmillä on CAN-väylässä 100 kbit/s (Low-Speed). Infotainment-järjestelmiksi luetaan muun muassa radio, navigointilaitteisto, autopuhelin, Bluetooth ja mittaristo. Näiden päätelaitteiden siirtonopeus väylän kautta on myös 100 kbit /s. Kuviossa 3 on esitetty mukavuus- ja infotainment-väylän signaalin jännitetaso, joka vaihtelee 0- 5 voltin välillä. Eroavaisuutena on että CAN High-signaali on lepotilassa 0 V ja Low-signaali taas 5 V lepotilassa. Tiedonsiirron tapahtuessa High-jännite nousee 3,6 V ja Low-signaali laskee 1,4V. Kuten voimansiirron väylässä, päätelaitteen erotusmuuntaja laskee jännitearvoksi vähintään 2 V eron High:n ja Low:n välillä saaden viestin ymmärretyksi, päätelaite saa bitti-arvoksi yksi. Näillä kahdella eri jännitearvon vähennyksellä vähennetään häiriöiden mahdollisuutta väylässä kuten voimansiirron väylässäkin. Jännite saa muuttua 2 voltin alueella häiriön johdosta, mutta vastaanottoon se ei vaikuta. Jos viesti kuitenkin ymmärrettäisiin väärin tai katkeaisi, päätelaite voi etäpyynnöllä saada viestin uudestaan väylästä. Erona on kuitenkin se, että mukavuus ja infotainment ovat kykeneviä toimimaan yksilanka-moodissa, jolloin molemmat, High ja Low, välittävät saman jännitearvon.(Volkswagen AG, 2008.)

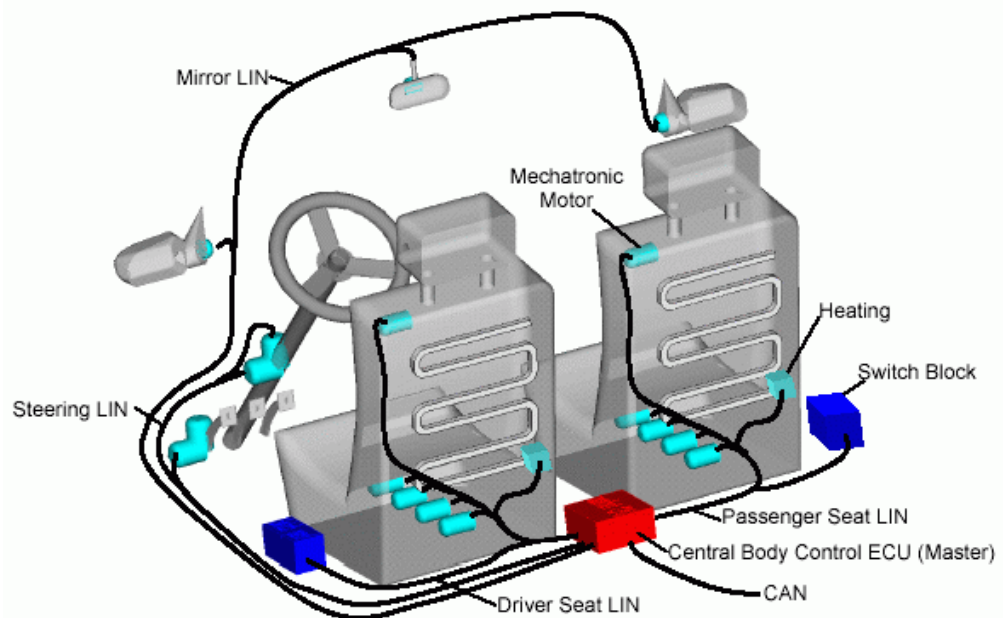
2.2 LIN-väylä ja sen toiminta

LIN, Local Interconnect Network, on suunniteltu CAN-väylän alijärjestelmäksi, jossa CAN-väylään liitetty ohjainlaite toimii LIN-väylän master-ohjainlaitteena ja ohjaa slave-päätelaitteita, kuten esimerkiksi antureita, puhallinmoottoreita ja muita laitteita, käyttökohteen mukaisesti. Riippuen valmistajasta ja käyttökohteesta, alijärjestelmä koostuu yhdestä master-ohjainlaitteesta ja maksimissaan 16 slave-yksiköstä. Tiedonsiirtonopeus LIN-väylässä on 1-20 kbit/s. Rakenne on yksinkertaisempi kuin CAN-väylässä, koska siinä on vain 1-johtoinen sarjaväylä ja sen komponentit ovat halvempia. Lisäksi siinä on vain yksi johto, joten ei tarvita suojausta.

Väylän toiminta on seuraavanlainen: LIN-päätelaite, joka on master-laite, saa käskyn CAN-väylästä suorittaa toiminnon, esimerkiksi käynnistää ilmastoinnin puhallinmoottorin, kun auto käynnistyy. LIN- master lähettää puhallinmoottorin slave-ohjainlaitteelle käskyn käynnistyä. Väylässä ei tapahdu tiedonsiirtoa ilman masterin käskyä tai slave-yksikön pyyntöä herättää väylä välittääksesi tietoa. Väylän ollessa dominoivassa tilassa, eli bittinä nolla, jännite on maadoitettu eli nolla voltia. Tiedonsiirron ollessa käynnissä, väylässä on resessiivisen bitin eli ykkösen aikana miltei akkujännite eli vähintään 12 V. Virheenkorjaus on tehty siten, että lähetin käsittää resessiiviseksi tilaksi vähintään 80 % akkujännitteestä eli 9,6 V. Vastaanottava laite eli slave käsittää resessiiviseksi tilaksi 60 % akkujännitteestä eli vähintään 7,2 V, näin ollen virhemarginaali on 2,4 V.

Itse viestissä on 6-bitin mittainen otsikko, jossa ilmoitetaan kohde, muuten viesti menee multicastina, eli kaikki linjalla olevat kuulevat, mutta vain asianosainen ottaa kantaa. Dataa voidaan siirtää 2, 4, tai 8 bitin mittaisena. Kuitenkin vain master-yksikkö voi käskä LIN-väylään kuuluvien laitteiden tehdä jotain, slave voi vain herättää väylän. Väylä on aina hereillä lähetyksen aikana, mutta tietyn ajan jälkeen ne menevät sleep-modeen, jolloin väylä sammuu. Herätyskomennolla väylä herää, joko masterin tai slaven toimesta. Väylässä ei ole mitään törmäyksen tunnistusta useiden viestien välillä, mutta master käskyy vain yhden asian kerrallaan, ja slavat vain kuittaavat tai lähettävät masterin haluaman tiedon. Prioriteettijärjestys on kuitenkin olemassa, ohjainlaitteilla on omat tärkeysjärjestyksensä. Kuviossa 5 on esitetty LIN-järjestelmä osana CAN-väylää.

Korin ohjainlaite on kiinni CAN-väylässä joka toimii sitten LIN-masterina ohjaten eri slave-laitteita kuten ohjausta, penkin säätöjä, lämmitystä jne. (Volkswagen AG, 2008.)

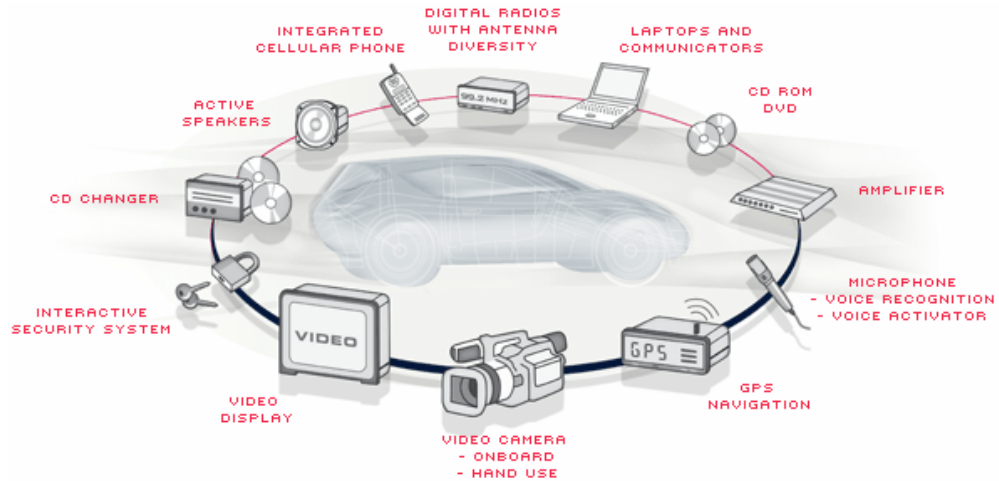


KUVIO 5. LIN-järjestelmän rakenne (It-Lab, 2008.)

2.3 MOST-väylä ja sen toiminta

MOST, Media Oriented Systems Transport, median välitykseen tarkoitettu siirtoväylä on pääosin suunniteltu järjestelmille, jotka vaativat suurta tiedonsiirtonopeutta, kuten elävän kuvan välittäminen ja sen esittäminen. MOST-väylän nopeusluokka on yli 20 Mbit/s, jolloin on mahdollista välittää suuriakin tiedostoja auton järjestelmissä. Toisin kuin CAN-väylä, jonka tieto on tarkoitettu kaikille kuultavaksi, MOST-väylässä tiedolla tai itse kehyksellä on aina tietty vastaanottaja. Siirtotienä on valokaapeli, johon auton toimintaympäristö sähkömagneettisine häiriöineen ei vaikuta. Tärinä, lämpötilanvaihtelut ja muut häiriötekijät on poissuljettu, koska tieto kulkee valona eli laserina. Kuviossa 6 esitettyssä kaaviossa on erilaisia MOST-väylään kytkettyjä laitteita, jotka ovat renkaassa, mutta puhuttaessa mistä tahansa väylästä autossa, ne on aina sijoitettu optimaalisesti eli kustannustehokkaasti. Usein kaavioissa päätelaitteet kuitenkin esitetään ketjussa, renkaassa ja tähti-muodossa järjestelmän hahmottamiseksi. Vaikka MOST on hyvinkin kestävä häiriöille, jokainen renkaassa oleva päätelaite vahvistaa signaalin riippumatta siitä, kuuluuko viesti sille. Kehyksessä itsessään

on 3 osiota. Hallintadata on tarkoitettu päätelaitteille kehyksien käsittelyyn ja niiden hallintaan. Asynkroninen data eli pakettidata sisältää esimerkiksi GPS:n tiedot navigaattorille ja synkroninen data eli stream-data, joka sisältää esimerkiksi peruutuskameran videon kojelaudan näyttölaitteelle. (MOST, 2008.)



KUVIO 6. MOST-väylän eri laitteita (MOST, 2008.)

MOST-väylä toimii siis kuin mikä tahansa tiedonsiirtoväylä, siihen on helppo lisätä uusia protokollia, ohjainlaitteita ja mitä vaan. Yhteistoimintaan eri väylien välillä pitää olla vain gateway, joka hallitsee tiedon muuttamisen käytettävän väylän vaatimaksi. (MOST 2008.)

2.4 Eri väylien yhteistoiminnan perusta

Nykyautoissa siis on käytännössä olemassa kolme eri tiedonsiirtotekniikkaa: CAN, sen alijärjestelmä LIN ja MOST. Nopeudet vaihtelevat 1 kbit/s jopa yli 20 Mbit/s nopeuksiin käyttötarpeen mukaan. CAN-väylässä on käytössä kaksi erilaista nopeusluokkaa, voimansiirrossa 500 kbit/s ja mukavuus- ja infotainment-väylissä 100 kbit/s. Voimansiirto toimii vain kaksijohdin-moodissa, eli se tarvitsee niin High ja Low-signaalin toimiakseen jännitetaso ollessa 1,5V ja 3,5 V välillä. Väylä on aina päällä, kun liitin 15 on jännitteellinen. Mukavuus- ja infotainment toimii myös yksijohdin-tilassa, jolloin molemmissa, High ja Low-johtimissa on sama jännitetaso, eli signaali on kahdennettu. Voimansiirron päätelaitteiden liitynnöissä on päätevastus, joka aiheuttaa heijastumia vahvistaen signaalia. Alkuperäisessä standardissa tätä ei ole, vaan tämä on VAG-konsernin erikoisuus. Keinolla on saatu jatkettua väylän pituutta keinotekoisesti, kun alkuperäisessä mallissa on väylän päissä vastukset. Kuitenkin kokonais-

resistanssin tulee olla sama. Mukavuus- ja infotainmentissa vastus on kytketty maahan molemmista johtimista, joka mahdollistaa yksilankakäytön. Lisäksi tämä väylä ei saa käynnistymissignaalia 15 navalta vaan 30:lta ja sammuu vasta lyhyen jälkikäynnin jälkeen autoa sammutettaessa. (Volkswagen AG, 2008.)

LIN-väylä on CAN-väylän alijärjestelmä, joka mahdollistaa yksinkertaisemmat ja näin ollen halvemmat ratkaisut, kun tarvitaan pienempää tiedonsiirtokapasiteettia. LIN-master ohjaa ja käskyttää väylää slave-yksiköiden vain kuitatessa lähetykset. Slave-yksiköt voivat oman älynsä nojalla toivoa väylän heräämistä tarvitessaan sitä, koska jos väylällä ei ole liikennettä, se nukahtaa. Esimerkkinä lämpötila-anturi, joka on slave-laite, lukee lämpötilan, herättää väylän ja lähettää masterille tiedon. Tämän jälkeen master välittää käynnistymiskäskyn toiselle slave-laitteelle eli puhallinmoottorille jäädyttäen ilmaa. (Volkswagen AG, 2008.)

MOST-väylä on tarkoitettu aivan toisiin toimintoihin, koska sen siirtonopeus verrattuna muihin väyliin on moninkertainen. Se on suhteellisen häiriötön siirtotie valokaapeloinnin ansiosta mutta jälleen vikatilanteessa, jos kaapelointi on vaurioitunut, korjaus on kallista. Suuri tiedonsiirtonopeus on sovelias esimerkiksi videon välitykseen peruutuskameralta kojelaudan näytölle. Jokainen väylässä oleva päätelaite vahvistaa signaalin ja välittää sen eteenpäin, jos se ei kuulu sille. Tämä onkin ainut väylä, jossa kehykselle on aina tietty vastaanottaja. Paketti- ja piirikytkentäinen data liikkuu samassa kehyksessä hallintadatan ohjaamana.

Jotta kaikki nämä järjestelmät toimisivat yhdessä ja jopa toistensa lävitse voitaisiin siirtää tietoa, tulee olla gateway tai muu solmupiste, joka on kykenevä muuttamaan jännitetason, modulaation, kehyksen muodon tai muun toisen järjestelmän vaatiman erityispiirteen alkuperäisestä toiseen. Gatewaynä voi automallista riippuen olla mittaristo, johon on risteys asennettu tai sitten täysin erillinen ohjainlaite, joka välittää ainoastaan tietoa järjestelmästä toiseen. Kuitenkin gatewayn tulee tietää, mitä järjestelmiä autossa on, ja nämä on koodattu asennuksen yhteydessä sen muistiin, joko uutena tai jälkikäteen. Topologiana käytetään kaavioissa niin rengas-, tähti- kuin ketjukuviota, mutta autossa väylä on asennettu optimaalisesti, jotta kaapelivedot olisivat kustannustehokkaita ja helppoja korjata niiden vikaantuessa. Yleensä sähkökaavioon on merkitty kolmella tai neljällä solmukohdalla keskeiset kaapelointipisteet korjauksen

helpottamiseksi. Jokaisella väylällä on kuitenkin omat vaatimuksensa, kaapeleita ei saa sekoittaa tai kytkeä väärin. Eri jännitetasot ja signalointi voivat aiheuttaa lisävaurioita vielä enemmän. Eri autovalmistajilla on omat versionsa jo moduloinnista lähtien. (Volkswagen AG, 2008.)

3. KÄYTTÖKOHTEET TIELIIKENTEESSÄ JA SYITÄ YLEISEEN KÄYTTÖÖN

3.1 Henkilöautot

Autoteollisuus käyttää CAN-väylää hyödyksi auton sisäisessä verkossa (IVN, In-Vehicle Network), moottorinohjauksessa, korin elektroniikassa, kuten ovien, ikkunoiden ja kattoluukun hallinnassa, ilmastoinnin ohjauksessa, valaistuksessa ja tietenkin myös mukavuusjärjestelmien, kuten GPS (Global Positioning System) navigaatiolaitteistojen ja äänentoiston osien hallinnassa. Suurin osa eurooppalaisista autonvalmistajista käyttää CAN-perusteisia IVN:niä. CAN-komponentit olivat alkujaan Robert Bosch GmbH:n kehittelemä eurooppalainen keksintö. Amerikkalaiset ja japanilaiset autonvalmistajat ovat myös heränneet käyttämään CAN-väylää hyödykseen uusimmissa automalleissaan enemmälti eri sovelluksissa. (CAN in Automation 2004.)

CAN- verkkoja käytetään moottorinohjauksessa kytkemään useita elektronisia hallintayksiköitä yhteen. Tähän ovat johtaneet kiristyvät päästömääräykset. Nykyinen päästöraja on Euro 4- taso tämän vuoden tuotantoautoille Euroopassa. Tämän johdosta moottorin polttotapahtumaa tulee valvoa entistä tarkemmin ja järjestelmän on kyettävä säätämään ja/tai korjaamaan vikoja itse ja tarvittaessa ilmoitettava kuljettajalle huollon tarpeesta. Useimmat Euroopan autonvalmistajista ovat lisäksi asentaneet tehokkaimpiin malleihinsa CAN:n nopeampaa versiota (500 kbit/s) suorituskyvyn tarpeen vuoksi. Kierrosalueen yläpäässä, jossa tehopiikki tulee tehokkaissa moottoreissa, seossäädön tulee olla oikea moottorivaurion välttämiseksi ja mahdollisimman suuren suorituskyvyn saavuttamiseksi, joten elektroniikan reagointikyky tulee luonnollisesti olla tehtäviensä tasalla. (CAN in Automation 2004.)

Lisäksi useimmat eurooppalaisista matkustaja-autoista on varusteltu CAN-järjestelmiin pohjautuvilla moniverkkojärjestelmillä, joilla ohjataan korin elektroniikan ECU:ja. Nämä moniverkot linkittävät ovien ja katon hallintayksiköitä toisiinsa, kuten myös valaistuksen ja istuimen hallintajärjestelmiä toisiinsa. Nämä järjestelmät toimivat pienemmillä nopeuksilla, max 125 kbit/s. Monet näistä järjestelmistä käyttävät vikasietoisia vastaanottimia, jotka

ovat yhteensopivia ISO 11898-3 standardiin. Amerikkalaisissa autoissa käytetään yksijohto-CAN-verkkoja korin elektroniikassa. Moniverkkojärjestelmät ovat paremmin vikasietoisia kuin yksijohtojärjestelmät, joten toimintakyky on huomattavasti parempi esimerkiksi kolaritilanteessa. (CAN in Automation 2004.)

Toinen yleinen CAN-perusteinen järjestelmä on sen informatiivinen puoli, eli mittaristo ja muut näyttölaitteet, jotka kertovat auton toiminteista. Eri IVN:t ovat kytkettyjä toisiinsa gatewaylla. Useissa järjestelmäsuunnitelmissa, gatewayn toiminta on toteutettu kojelautaan, johon yleensä on kaikki mittarivarustus asennettu. Kojelaudassa voi lisäksi olla oma IVN CAN-komponentteineen, jotta informaatiota hallittaisiin tehokkaasti ja jotta tieto saataisiin näkymään oikeassa paikassa. Useasti kuitenkin on mahdollista ajaa alemman nopeusluokan signaalia suuremmassa ja päinvastoin juurikin erilaisissa vikatilanteissa toiminnan takaamiseksi. (CAN in Automation 2004.)

3.2 Raskasliikenne

Kuorma- ja linja-autoissa CAN-tekniikka käytetään IVN:n muodossa niin elektroniikan sovellusten, kuten jännitteensäätöön, virtakuorman ohjaukseen kuin myös veturin eli vetoauton ja trailerin väliseen tiedonsiirtoon. Useimmat Amerikan ja Euroopan kuorma- ja linja-autovalmistajista käyttävät jo CAN-perusteisia IVN:niä autoissaan. Lahden läheisyydessä Villähteellä sijaitseva Kiitokori Oy on yksi johtavista valmistajista. CAN-sovellusten avulla on linja-autojen johdotuksen määrää vähennetty huomattavasti, koska samassa pääväylässä kulkee valaistus, lämmityksen ohjaus, äänentoisto, moottorinohjaus ja paljon muuta.

CAN-väylää käytetään hyvinkin useissa hyötyajoneuvosovelluksissa hyväksi ambulansseissa, joissa elintoimintojen valvontajärjestelmät sulautettu CAN-komponentteihin; paloautoissa, joissa vesipumppujen ohjaus ja muun kaluston ohjaus, ja esimerkiksi sementtiautoissa, joissa sementtimyllyn ohjaus on toteutettu CAN-väylän avulla. (CAN in Automation, 2004.)

Lisäksi on olemassa kuorma-autotyyppejä, joissa on useita CAN-perusteisia IVN:niä, kuten aikaisemmin on mainittu: moniverkkojärjestelmät on kytketty toisiinsa gatewayllä, jolloin verkkojen välinen tiedonsiirto on mahdollista. Useiden erillisten verkkojen olemassaolon tarkoituksena on vähentää eri päätelaitteiden, kuten esimerkiksi tehonhallinnan, korielektroniikan, lava-tekniikan eli kuorma-auton lavalle asennetun kojeiston ja trailerin välisen tiedonsiirron häiriöiden ja vikatilojen vähentämiseksi. Tarkoituksena on siis vähentää johdotusta ja näin ollen vikakohtia ja luoda tiedon valtaväyliä toiminnan varmistamiseksi. (CAN in Automation 2004.)

3.3 Maastoajoneuvo-sovellukset

CAN- väylää käytetään sulautettuna verkkona ja ajoneuvon tehonhallinta-verkoissa monissa maastoajoneuvoissa. ECU:t, jotka ovat kytkettyinä CAN-verkkoihin, voivat ohjata dieselmoottoria tai sähkömootteita, jos ajoneuvo on sähkökäyttöinen. Ajoneuvojen laaja kirjo, joissa käytetään CAN:ia, sisältää maatalous- ja metsätalouskoneet, kuten myös erikoisajoneuvot niin kaivostoiminnan, lentokenttäkaluston, tienrakennuskaluston kuin monien muiden teollisuuden alojen osalla. Monissa näistä ajoneuvoista niiden lisäosat, kuten tarttumakourat, nostokurjet ynnä muut sellaiset, ovat kytkettyinä CAN-verkkoon, jotta niiden hallinta olisi mahdollista vähäisin ohjauslaittein. Metsäkoneissa esimerkiksi Ponsse Oyj:n OptiControl- järjestelmässä hallitaan niin voimansiirtoa moottoreineen, nostovartta sahoineen kuin paljon muutakin yhdellä joystick-ohjaimella CAN-päätelaitteiden avulla. Esimerkiksi trukit ja nostolaitteilla varustetut ajoneuvot on myös rakennettu CAN-perusteisilla verkoilla hallittaviksi niin voimansiirron kuin nostolaitteiden hydrauliiikan hallinnan osalta. (CAN in Automation 2004.)

Hartwall Lahden tehtailla olevat Rocla-robotitrukit ovat hyvä esimerkki, kuinka monitaitoinen oikeilla komponenteilla rakennettu CAN-ohjaus voi olla. Kyseiset robotit osaavat liikkua eri tuotantolinjojen välillä lasermittauksen ja GPS:n avulla törmäämättä seiniin ja hallita kuormansiirtoaan pääkoneen avustuksella radioteitse. (CAN in Automation, 2004.)

3.4 Muita sovelluksia ja syitä käyttöön

Nykyään joka vuosi henkilö-autoihin asennetaan useita miljoonia CAN-päätelaitteita. Joka päivä noin 100,000 ABS-yksikköä (Antilock Brake System) asennetaan, ja melkein puolet niistä on varustettu CAN-liitynnällä. Myös muut elektroniset hallintayksiköt tarjoavat CAN-liitynnän. Boschin ESP-järjestelmä (Electronic Stability Program) on ABS-järjestelmän lisäosa joka on myös yleensä liitetty CAN-väylään sen nopean reagointitarpeen takia. ABS:n estäessä ajoneuvon pituusakselin mukaiset pyörähdykset jarrutuksen aikana lukkiutumattomien jarrujen ansiosta, ESP estää ei-haluttua sivuttaisliikettä. ESP tuli markkinoille ensimmäisen kerran DaimlerChryslerin toimesta vuonna 1995 Mercedes-Benz S-sarjan autoissa. (Robert Bosch GmbH 2006.)

Vuonna 1999 esiteltiin maailman ensimmäinen avaimeton sisäänkäsy ja käynnistysjärjestelmä, nimeltään Keyless Go, MB:n S- sarjassa. DaimlerChrysler ja Siemens Automotive toivat markkinoille hallintayksikön CAN-liitynnällä, jolla voitiin radioteitse ohjata kyseisiä järjestelmiä langattomasti. Muita CAN-perusteisia sovelluksia ovat esimerkiksi Hellan kehittämä jarru-voiman mukaan säätyvä jarruvalojärjestelmä, jossa jarrupolkimeen asennettu sensori ilmoittaa väylän kautta takavalojen päätelaitteelle jarruvoiman suuruuden, jolloin vastaavasti takavalojen hallintayksikkö säättää jarruvalon tehoa jarruvoiman mukaisesti. Lisäksi jatkuva elektroniikan määrän kasvu autoissa nostaa jatkuvasti tehontarvetta eikä lataustekniikka pysy kehityksen perässä. Tämän johdosta on kehitetty 42 V-sähköjärjestelmä nykyisen 12 V:n sijaan. Suuremmat laturit nykyisellä jännitetasolla lisääisivät vain moottorin kuormaa. Lisättäessä laturin tehoa päästöarvot jälleen nousevat normien ulkopuolelle. Nostettaessa jännitettä tarvitaan vähemmän virtaa, ja kuormitus laturilla vähenee. Myös latureiden lämpökuorma on kasvamassa, mutta nestejäähdytteiset laturit ovat yleistymässä. Niiden hukkalämpö voidaan hyödyntää sisätilojen lämmitykseen, ja moottorin kuorma vähenee jälleen. 42 V-järjestelmässä 12V:n ulostulo on mahdollista CAN-päätelaitteiden avulla tehonhallintajärjestelmien muodossa, jossa yksikkö säättää jännitteen kulutuskohteen vaatimusten mukaisesti. (Robert Bosch GmbH, 2006.)

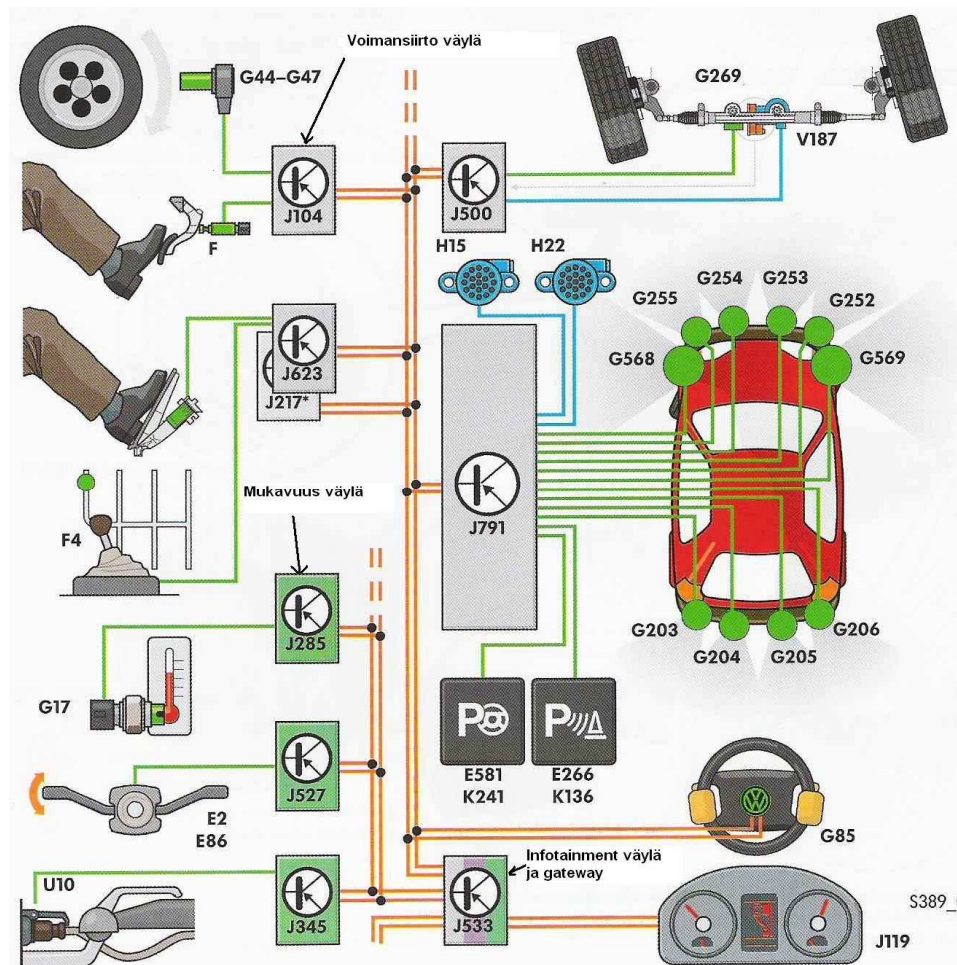
Viimeisin askel autotekniikassa on peruutus- ja pysäköintiavustusjärjestelmien yleistyminen. Näissä järjestelmissä auton puskuriin asennetaan ultraäänitutkat,

jotka mittaavat kaiun perusteella etäisyyttä kohteeseen. Tämä tieto välitetään CAN- väylän avulla järjestelmän päätelaitteelle, johon lisäksi tulee tieto väylää pitkin peruutusnopeudesta, rattiakselin asennosta, auton kaltevuudesta ja niin edelleen, ja näin ollen pääteyksikkö antaa äänimerkkejä äänentoistojärjestelmän kautta kuljettajalle, miten kaukana kohde on. Muita uusia tekniikoita ovat kuljettajan valvontajärjestelmät, elektroninen tietullin keruu, ajoneuvotietojen keruu, etutörmäysvalvonnan ja PDA:n sovellukset. PDA:n (Personal Digital Assistant) avulla auton tietokoneeseen voidaan syöttää esimerkiksi kuljettajan kalenteritietoja, auton matkapuhelimeen osoitteistosta puhelinnumerot, sähköpostiosoitteet ja paljon muuta. Ford Motor Company on kehityksen kärjessä Internetin mahdollistamisessa ajoneuvoissa. Kuljettajan valvontajärjestelmillä valvotaan esimerkiksi, ettei kuljettaja nuku ratissa. Tämä on mahdollista esimerkiksi siten, että kuljettajan penkkiin on asennettu anturit, jotka mittaavat pulssia ja hallintayksikkö valvoo signaalia. Jos kuljettajan pulssi laskee alle tietyn raja-arvon, hallintayksikkö säätää ilmastointia kylmemmälle, radiota suuremmalle tai joitain sovelluksia on siten jopa, että penkkiin johdetaan sähköshokkeja kuskin herättämiseksi. DaimlerChrysler on kehittänyt Intelligent brake- järjestelmän, SBS (Sensortronic Brake System). Tämän järjestelmän periaatteena on avustaa kuljettajaa jarrutus-tapahtumassa. SBS yhdistää ABS:n ja ESP:n mittaustiedot siten, että se laskee parhaan jarrutustelemetrian ja käyttää sitä, kun kuljettaja painaa jarrua. Tähän tarvittavat tiedot saadaan renkaan nopeudesta, jonka mittaa ABS-anturi, ratin asennosta, negatiivisesta kiihtyvyydestä airbagin antureilta ja kierto-liikkeestä gyroskoopilta. Tämä tieto välitetään päätelaitteelle CAN-väylää pitkin johtopäätöksen tekemiseksi. (Ford Motor Company, 2006; DaimlerChrysler, 2006; CAN in Automation 2006.)

Käyttökohteita on lukemattomia CAN- päätelaitteille. Useimmat CAN- piirit ovat monikäyttöisiä, vain niiden sisältämää ohjelmistoa muuttamalla ollaan jälleen lähempänä uusia keksintöjä. Yleismaallisen VHDL- ohjelmointikielen ansiosta kaikilla tietoliikennettä tuntevilla on mahdollisuuksia tehdä uusia keksintöjä. (CAN in Automation 2004.)

3.5 Sovelluksia VAG-konsernin autoissa

VAG-konsernin uusimmissa malleissa sovelletaan kaikkia tässä esiteltyjä tekniikoita. Nykyaivot ovat täynnä elektroniikkaa niin viihde- kuin turvallisuusmielessä. CAN-väylä on ollut jo käytössä 90-luvun lopusta lähtien joiltain osin kaikissa malleissa. LIN-väylä on tullut käyttöön 2000-luvun alusta ja MOST ensimmäisiä kertoja Audeissa 2003. Yhä lisääntyvät elektroniset apulaitteet kuljettajan työn helpottamiseksi vain lisääntyvät. Tällä hetkellä 2008 vuosimallin Volkswagen Touraniin on saatavilla pysäköintiapu, jossa kuljettajan tarvitsee vain huolehtia kaasusta, kytkimestä ja jarrusta pysäköinnin yhteydessä. CAN-väylään kytketty peruutus- ja etututka-anturit huolehtivat etäisyyden laskennasta, ohjauksaksiin asennettu kulma-anturi ja askelmoottori säätelevät oikean ohjaukskulman. Kuviossa seitsemän on esitetty kaikki järjestelmän osat. Järjestelmä toimii kaikkiaan kolmen eri väylän avulla, voimansiirron, mukavuus ja infotainmentin kautta. Seuraavaksi toiminta käydään lyhyesti lävitse.



KUVIO 7 VW Touranin pysäköintiavustin (Volkswagen AG 2008.)

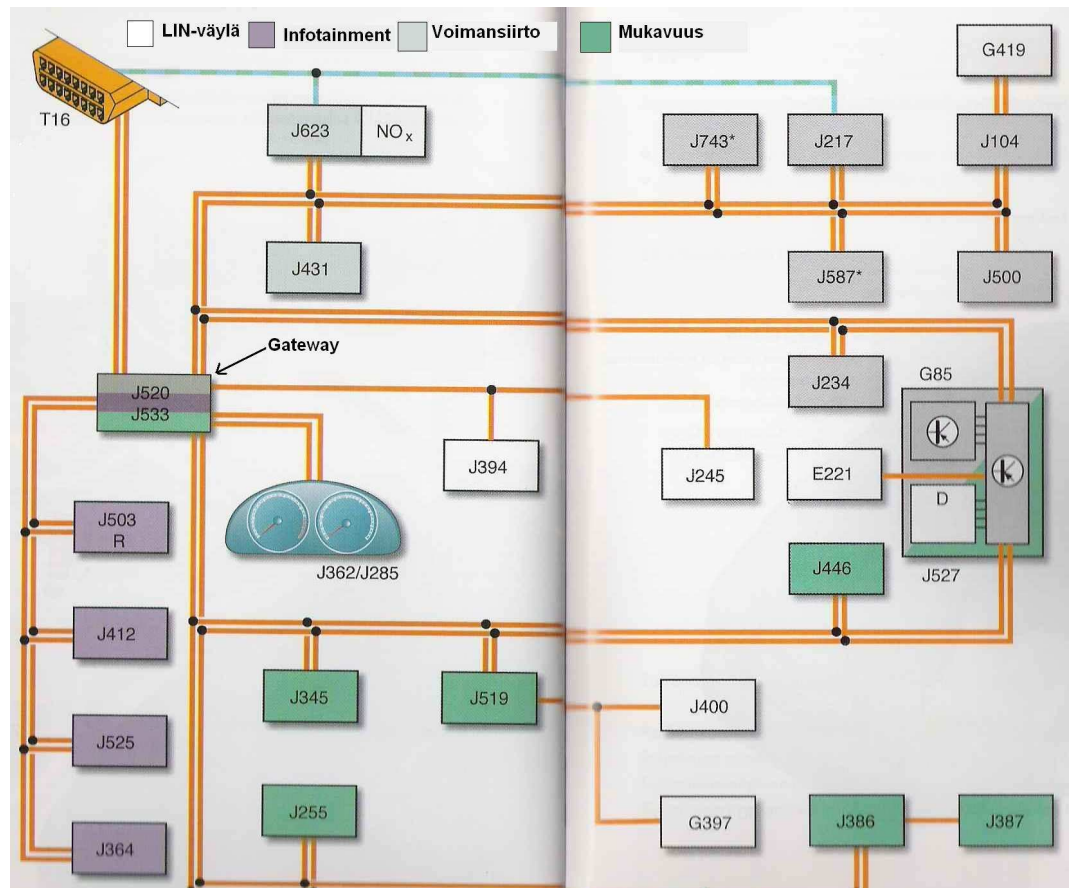
Pysäköintiavustimen toiminta voidaan jakaa pääosiltaan neljään eri vaiheeseen:

- pysäköintiavustimen kytkentä
- sopivan pysäköintipaikan valinta, tukee niin oikealle kuin vasemmalle taskuperuutuksen
- pysäköinti ohjaustoiminnon avulla
- pysäköinnin lopetus

Keskikonsolissa sijaitsevat järjestelmän pääkatkaisijat, E581 ja E266. Näiden avulla kytketään pysäköintiavustin ja tutkat päälle. On olemassa kaksi vaihtoehtoa, joko täysin automaattinen avustus tai manuaalinen, jossa järjestelmä ilmoittaa vain etäisyydet. Kuljettajan havaitessa sopiva parkkipaikka järjestelmä lukee ultraäänitutkien avulla, mahtuuko auto paikalle. Tämän jälkeen järjestelmä ohjaa aloituspisteeseen ja kuljettaja kytkee peruutusvaihteen. Auto ohjaa itse askelmoottorin avulla ohjausakselia oikean kulman saamiseksi ja kääntää lopputilanteessa tutkien ja nopeuden avulla auton suoraan paikkaansa. Etäisyys näkyy koko ajan mittariston näyttöpaneelissa. Kun järjestelmän mielestä autoa ei tarvitse enää peruuttaa, kuljettaja kytkee vaihteen vapaalle, jolloin pyörät suoristetaan, ja kytketään vaihde eteenpäin tasatakseen välin edessä ja takana olevaan esteeseen. Minkäänlaista rattiin kajoamista järjestelmä ei hyväksy vaan lopettaa toimintansa heti. Järjestelmän muistiin on ohjelmoitu viidessä eri vaiheessa pysäköintitoiminta, jota se noudattaa pysäköidessään. Voimansiirtoa ohjataan oman väylänsä kautta, mukavuusväylässä menee tieto ulkolämpötilassa, joka vaikuttaa tutkien toimintaan, onko peräkärryä ja kummalle puolelle katua kuljettaja haluaa pysäköidä. Infotainment väylässä kulkee tieto etäisyyksistä näyttölaitteelle mittaristossa. Järjestelmä on sinällään yksinkertainen, mutta antureiden tieto on elintärkeää toiminnalle kuten myös tiedonsiirtoväylän toiminta, jotta kaikki tieto menee sitä tarvitseville. (Volkswagen AG, 2008.)

Uusimmissa VAG-konsernin ajoneuvoissa tukeudutaan yhä enemmän hajautettuihin järjestelmiin. Kuviossa kahdeksan on esitetty osa vuosimallin 2008 VW Golfin sähkökaaviota, johon on merkitty eri väylissä olevat ohjainlaitteet. J520 / J533 on yhdistetty korin sähkökeskus ja tietoväylän diagnoosiliitäntä, joka myös toimii gatewaynä eri väylille. Tämä muuntaa jännitetason väylän ymmärtämään muotoon, mutta siinä tulee olla myös ohjelmoituna, mitä

päätelaitteita on väylissä. Lisäksi se toimii LIN-väylässä masterina J394 kattorullaverhon ja kattoluukun ohjainlaitteille jotka ovat siis slave-päätelaitteita.



KUVIO 8. VW Golf sähköjärjestelmän yleiskaavio (Volkswagen AG, 2008.)

Violettina merkityt päätelaitteet liittyvät infotainment-väylään, ja se sisältää esimerkiksi J503:n, joka on radion ja navigaatiojärjestelmän ohjainlaite ja samalla myös näyttö. Vihreänä olevat päätelaitteet kuuluvat mukavuusjärjestelmään ja J519 on sähkökeskus, joka taas ohjaa LIN-väylässä pyyhkimen moottoria valo- ja sadetunnistimen G397 lähettämien tietojen avulla. Varustetason kasvaessa väyliin on helppo lisätä uusia toimintoja jo ilman uusia päätelaitteita, vain muuttamalla esimerkiksi sähkökeskuksen koodausta. Pelkästään jo eri markkina-alueiden autoissa on suuria eroja ”sallituissa” toiminnoissa. (Volkswagen AG, 2008.)

4 DIAGNOSTIIKKA KORJAAMOILLA

4.1 OBD, On-Board Diagnostics

OBD-järjestelmät ovat yleisiä tämän päivän ajoneuvoissa. 70- luvun lopulla ja 80-luvun alussa autonvalmistajat alkoivat käyttää elektronisia keinoja hallitakseen moottorin toimintoja ja diagnosoida moottorivikoja. Tämä oli ensisijaisesti tarpeen kiristyvien päästövaatimusten takia ja pakokaasulaitteiston toimien valvomiseksi. Vuosien kuluessa OBD:sta on kehittynyt vaatimusten kasvaessa. OBD-II, josta jatkossa käytetään OBD-lyhennettä. Se esiteltiin puolivälissä 90-lukua. Se tarjoaa miltei kokonaan moottorinohjauksen valvonnan. Lisäksi se valvoo soveltuvien osien myös korin, rungon ja apulaitteiden toimintaa, kuten myös itse diagnoosiverkkoa. (B&B Electronics 2006.)

Alkujaan OBD- järjestelmät ovat lähtöisin Yhdysvalloista. Vuonna 1966 Kalifornian osavaltio otti päästövaatimukset käyttöön vaatien siitä vuodesta alkaen valmistetuihin autoihin pakokaasujen valvontajärjestelmiä. Yhdysvaltain hallitus laajensi päästömääräykset vuonna 1968 koko maan laajuiseksi.

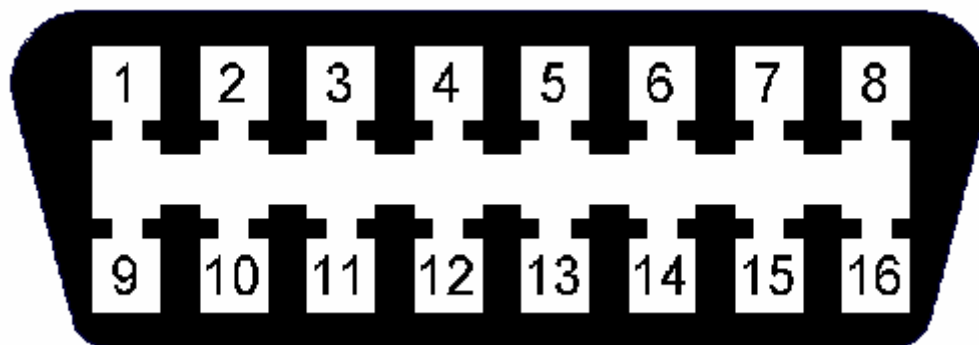
Päästömääräyksiä täyttämiseksi autonvalmistajat alkoivat kehittää ja valmistaa alihankkijoidensa avulla elektronisia suihkutuslaitteistoja ja sytytysjärjestelmiä. Sensorit mittasivat moottorin suorituskykyä ja säätivät sitä siten, että se tuottaisi mahdollisimman vähän päästöjä. Näiden sensoreiden avulla myös saatiin pääsy diagnostiikan alkuvaiheisiin.

Alunperin joka autonvalmistajalla oli oma järjestelmänsä signaaleineen. Vuonna 1988 Autoinsinöörien liitto (SAE, Society of Automotive Engineers) kehittivät standardin, jonka mukaan tulevien automallien diagnostiikka tulisi toimia. Standardissa määriteltiin signaalit ja liitintyyppi, jolla vikakoodeja luettaisiin soveltuvalla laitteella. EPA (The Environmental Protection Agency) hyödynsi muodostettua standardia hyväksyen sen miltei suoraan omaksi ohjenuorakseen. OBD on amerikkalaisten keksintö, nykyään se on käytössä koko maailmassa. Euroopassa standardi on sellaisenaan käytössä jopa siinä määrin, että vuoden 2001 jälkeen valmistetuissa ajoneuvoissa, vuosikatsastuksessa havaittu OBD-vika

aiheuttaa suoraan hylkäyksen katsastuksesta. Katsastuksessa nimenomaan tarkistetaan pakokaasulaitteiston toiminta OBD-signaalin avulla. Kaikki ajoneuvot, jotka on valmistettu päivämäärän 1.1.1996 jälkeen on varustettu OBD-II-järjestelmällä. Muutamat autonvalmistajat toivat markkinoille OBD:n osaltaan jo vuonna 1994. Luonnollisesti jotkin aikaisemmin valmistetuista malleista eivät ole yhteensopivia standardin kanssa. (B&B Electronics, 2006.)

On olemassa kolme perus-OBD- protokollaa. Niiden eroavaisuutena on pienet erot kommunikointitavoissa auton OBD:n ja skannerin tai korjaustyökalun välillä. Vaikka viime vuosina on ollut pieniä muutoksia autonvalmistajien välisissä protokollissa, yleissääntönä voidaan sanoa, että Chrysler, nykyinen DaimlerChrysler, kaikki Euroopan valmistajat ja useimmat Aasian valmistajista käyttävät ISO 9141 mukaista piirikytkentää. General Motorsin ajoneuvot käyttävät SAE J1859 VPW:n (Variable Pulse Width Modulation) mukaista kytkentää ja lisäksi vielä Ford käyttää omaansa eli SAE J1850 PWM:ta (Pulse Width Modulation); (B&B Electronics, 2006.)

OBD- mittaukseen on markkinoilla useita erilaisia mittauslaitteita, mutta kuitenkin niiden liitântätapa autoon on yhtenevä. Ohjelmistopuoli onkin sitten aivan toinen asia, yleisin jälkimarkkinoilla käytettävistä järjestelmistä on Boschin ESITronic- ohjelmisto ja KTS- päätelaite. Syynä tähän on Boschin johtoasema järjestelmien tuottajana ja näin ollen myös paras tietämys omista tuotteistaan ja kytkennöistään. Jokainen autonvalmistaja kuitenkin tarjoaa merkkikorjaamoille omat kalustonsa. Oheisen kuvion numero kaksi mukainen liitin löytyy yleensä kuljettajan jalkatilasta, keskikonsolista tuhkakupin tai muun kotelon alta.



Pin 2 - J1850 Bus+

Pin 4 - Chassis Ground = maa

Pin 5 - Signal Ground = signaalin maa eli ohjainlaitteen maadoitus

Pin 6 - CAN High (J-2284)

Pin 7 - ISO 9141-2 K Line

Pin 10 - J1850 Bus

Pin 14 - CAN Low (J-2284)

Pin 15 - ISO 9141-2 L Line

Pin 16 - Battery Power = akun jännite

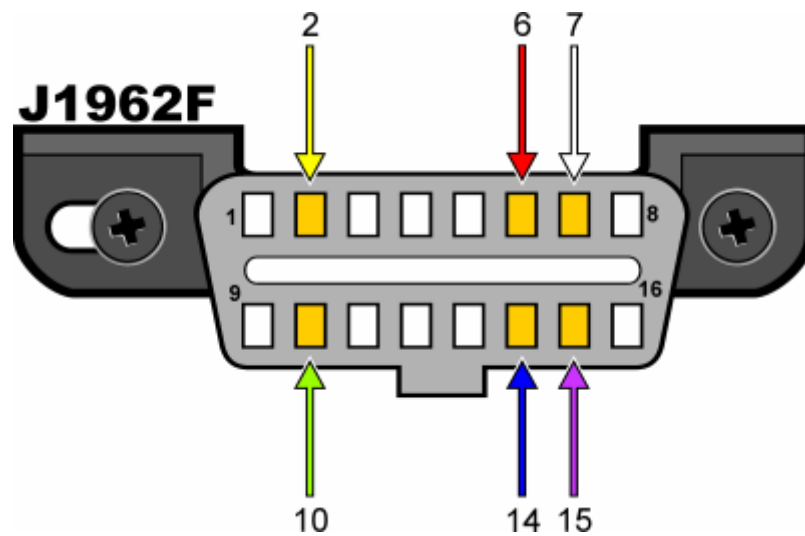
KUVIO 9. OBD-pistokkeen pinnijärjestys (OBDII, 2008.)

OBD:n avulla siis on verrattain helppoa oikeaa vikakoodinlukukalustoa hyödyntäen diagnosoida auton eri laitteistoja CAN-väylän avulla. Erinäisillä ohjainlaitteilla on vikamuisteja, jotka rekisteröivät vikatilanteita ja mahdollisesti lisäävät vikatilanneraporttiin olosuhteet, milloin vika tapahtui korjauksen helpottamiseksi. Ajoneuvo tarvittaessa lisäksi ilmoittaa kuljettajalle jakoavainmerkkivalon avulla mittaristossa milloin on syytä kääntyä korjaamon puoleen. Joissakin ajoneuvomerkeissä kuten VAG- konsernin autoissa on lisäksi itsediagnostiikka-toiminta eli auton käynnistyessä järjestelmä tutkii CAN-väylän avulla, onko vika vielä aktiivinen. Tarvittaessa järjestelmä ohittaa viallisen CAN-päätelaitteen ja kytkeytyy varatoiminnolle korjaamolle pääsyn varmistamiseksi, kuten SAAB autovalmistajan Limb-Home-toiminto. (B&B Electronics, 2006.)

4.2 OBD:n käyttämiä protokollia

VAG-konsernin autoissa on ollut käytössä 90-luvun puolenvälin jälkeen käytössä kolmea eri tiedonsiirtoprotokollaa liityttäessä OBD-liittimen kautta auton järjestelmiin. Jokaisella valmistajalla on hieman oman muunnoksensa aiheesta

johtuen käyttämästä protokollasta; Eroavaisuutena on modulaatio, jolla tieto esitetään väylässä eli bitti jännitteeksi.



Standardi	Pinni 2	Pinni 6	Pinni 7	Pinni 10	Pinni 14	Pinni 15	Muut kytketyt pinnit
J1850 PWM	X			X			4, 5 ja 16
J1850 VPW	X						4, 5 ja 16
ISO 9141-2			X			(X)	4, 5 ja 16
ISO 15765 / CAN		X			X		4, 5 ja 16

KUVIO 10. OBD-liittimen eroavaisuus eri protokollien välillä. (ScanTool, 2008.)

Seuraavaksi käydään lyhyesti läpi kuviossa 10 esitettyjen standardien, eli tiedonsiirtoprotokollien eroavaisuudet.

J1850 PWM on yleisesti käytössä Fordin valmistamissa ajoneuvoissa ja perustuu pulssileveysmodulaatioon, PWM (Pulse Width Modulation). Siinä on nopeutena maksimissaan 41,6 kbaudia ja maksimijännitetaso +5 voltia. Viestin pituus on rajoitettu 11 bittiin tarkisteen kanssa, ja se hyödyntää CSMA/NDA-tekniikkaa eli korkeimman prioriteetin, tärkeyden omaava päätelaite lähettää viestinsä ensin ja alempi arvoinen päätelaite jää odottamaan vuoroaan. Mikään ei kuitenkaan takaa, että alempi arvoinen laite pääsee seuraavaksi linjoille.

J 1850 VPW (Variable Pulse Width) on eriävä versio siltä osin, että pulssin leveys muuttuu lähetteen mukaan jatkuvasti. Nopeutena on 10,4/41,6 kbaudia, jännitteen ollessa maksimissaan +7 V ja päätöstaso, josta luetaan bitti muuttuvaksi, on 3,5 V. Maksipituus on 11 bittiä CRC:n kanssa, ja signaalin tunnistamistekniikka on sama kuin PWM:ssä. Esimerkiksi tämä on käytössä General Motorsin tuotteissa.

ISO 9141-2 on CAN-väylän esi-isä, jossa pinni 7 kautta kytkeydytään auton järjestelmiin K-johtimen avulla. Tätä väylää käyttää Volkswagen AG:n VAS-testerit auton järjestelmien testaamiseen. Nopeus on 10,4 kbaudia ja toimii kuten nollakaapeli RS-232 liitynnän kautta tietokoneissa. Se käyttää UART-signalointia eli kykenevä siirtämään yhtä bittiä yhtä väylää pitkin tai tarpeen mukaan bitti bitin perään samassa johtimessa, toimii muuntimena. Maksimijännitteenä on auton virtalähteen jännite eli akun napajännite. Viestin pituus maksimissaan 11 bittiä CRC:n kanssa.

KWP 2000, Key Word Protocol, on samankaltainen kuin ISO 9141-2 fyysiseltä tasoltaan, mutta tiedonsiirto nopeus vaihtelee 1,2 kbaudista 10,4 kbaudiin. KWP:n suurin parannus vanhempaan ISO 9141-2-versioon on sen suoma kehyksen pituus, joka on maksimissaan 255 bittiä.

ISO 15765 / CAN- järjestelmän ollessa kyseessä, tieto kulkee suoraan CAN High/Low johtimien kautta auton CAN-väylään gatewayn kautta nopeuden ollessa minimissään 250 kbit/s. Koska kyseessä on siis kierrettyä parikaapelia siirtotienä käytävä tiedonsiirtomuoto, signaali kulkee suoraan jännitteenä 0-5 voltin välillä riippuen väylästä. (Wikipedia 2008.)

Näistä yllä mainituista tiedonsiirtoprotokollista on ollut Volkswagen AG:n valmistamissa autoissa vuodesta 1996-2001 ISO 9141-2, 2002-2004 myös KWP 2000 ja lopuksi kaikki kolme eli lisänä CAN vuodesta 2004 eteenpäin. Eri järjestelmien lisääntyessä autoissa, on ollut suorastaan pakko kehittää väylän nopeutta kasvaneen tiedonsiirtotarpeen tyydyttämiseksi. Jo pelkässä järjestelmien testauksessa on huima ero nopeudessa eri protokollien välillä. (Equipment and Tools 2008.)

4.3 Bosch ESITronic ja KTS

Bosch ESITronic on Boschin kehittämä vikadiagnoositesterin hallintaohjelmisto, johon toimitetaan noin neljä kertaa vuodessa päivitys, joka sisältää viimeisimmät tiedot markkinoilla olevista ajoneuvomalleista ja niiden vikakooditaulukoista. Ohjelmisto on hyvin helppokäyttöinen. Ensiksi paikallistetaan ajoneuvosta diagnoosipistoke eli OBD:n mukainen liitin. Tämän jälkeen valitaan oikea liitin

testerin ja ajoneuvon väliin. Eroavaisuuksia on vanhemmissa ajoneuvomalleissa, joissa käytetään merkkikohtaisia liittimiä, mutta niiden kytkentäkaaviot löytyvät Esitronicista ajoneuvon tiedoista, ja lisäksi siinä on kuva kyseisestä liittimestä, kuinka johdot sitten siihen kytketään.

Jos käytössä ei ole OBD-liitintä, tullaan toimeen kolmella navalla, jotka ovat punainen eli +-napa, musta eli maa ja vihreä, joka on ISO 9141 K Line- mukainen liitintä. Näiden kolmen navan avulla saadaan toimintajännite testeriin ja yhteys CAN- väylään ja näin ollen yhteys eri CAN- päätelaitteisiin niiden diagnosointia varten. Kun oikea liitintätapa on suoritettu, EsiTronicissa valitaan suoraan ajoneuvoluokan, käyttövoiman, merkin, mallin, moottorityypin ja vuosimallin mukaisesti kyseisen ajoneuvon vikakooditaulukko. Koska testeri on yleismallinen, tämä tulee tehdä, jotta vikakoodit tulee tulkituksi oikein. Kun nämä tehtävät on suoritettu, luetaan vikamuisti.

Tämän jälkeen suoritetaan tarpeelliset toimenpiteet korjauksen suorittamiseksi. Huono piirre kyseisessä ohjelmistossa on se, että katsastukseen vaikuttavat vikakoodit tulee kuitata kahteen kertaan eli OBD- mittauksen kautta ja auton oman CAN- väylän diagnostiikan kautta. (Robert Bosch GmbH, 2006.)

4.4 VAG-konsernin VAS-testauslaitteet

VAS-testauslaitteita on kolme eri mallia: tornimalli ja kaksi kannettavaa mallia. VAS 5051A/B on tornimallin testeri, jossa on myös mittauslaitteisto varustettuna muistioskilloskoopilla ja yleismittarilla. Tämä on ainut malli, jolla voidaan testata väyliä kaapelointia. Vianhaku ei kerro, missä vika on, vaan että vika on olemassa. Kuitenkin tästä saadaan jo paljon apua kun tiedetään, minkä väyläratkaisun kanssa ollaan tekemisissä. Koska kyseessä on täysin merkkikorjaamokalusto, riippumatta mallista, koneisiin on asennettu Windows NT pohjalle vianhakuohjelmisto, jossa tietyn merkin, mallin ja vuosimallin mukaan edetään ohjatulla vianhaulla. Laitteisto on Siemens AG:n valmistama ja sisältää peruspc:n toiminnot, joiden kanssa itse merkkikohtainen ohjelmisto toimii. Kannettavat mallit, 5052 ja 5053, siis eroavat mittaustoiminnoiltaan, mutta ovat verraton apu vianetsinnässä. Tärkeintähän on tietää, missä vika on havaittu, ja sen jälkeen sähkökaavioiden ja korjausohjeiden avulla edetään vikatilanteessa.

Kuitenkin 5051 on ehdoton korjattaessa nimenomaan väylävikoja. Päätelaitteiden virhelaskurit pystytään lukemaan arvoryhmistä. Tämän jälkeen mitataan CAN High ja Low, väylistä riippuen muistetaan värikoodaus, jännite ja signaali. Jos jännitetasot ovat oikeat väylälle, johdotus on kunnossa, ruvetaan tutkimaan itse lähetystä eli kehystä, onko bitti oikein. Jos bitti vääristyy tai muuten ei toistu oikein erotusmuuntajaan, päätelaite vastaanottaa virheellisen viestin. Itse päätelaitteet harvemmin rikkoutuvat, mutta väyläviat ovat yleisimmät. Tiettyjen ohjainlaitteiden ohjelmat voidaan päivittää, kuten esimerkiksi moottorin ohjainlaite, koska markkina-alueiden mukaan muuttuu polttoaineen luokitus, käyttöolosuhteet ja eriävät lain vaatimat seikat. Pelkkä käynnistysongelma voidaan korjata ruiskutusmäärän kartan muutoksella erillisen flash-tietueen avulla, joita tehdas toimittaa korjaustarkoituksiin. 5051 on lisäksi varustettu virtapihdein, jolloin voidaan mitata normaalin sähköverkon aiheuttamia virtapiikkejä ja näin ollen häiriöitä. Kuitenkin laitteita tulee osata käyttää, jotta mittaa oikeita asioita ja aina tulee muistaa työturvallisuus. Testeri ei kuitenkaan ole oikotie onneen, asentajan tulee myös osata hahmottaa toiminta ja sen tarkoitus. (Volkswagen AG, 2008.)

4.5 Muita korjaamojärjestelmiä

Internet on tulvillaan useita halpoja ja ”hyviä” yleismallin testereitä, jotka ovat kykeneviä vikakoodien lukuun, Live datan lukuun ja mahdollisesti myös järjestelmien sopeutukseen. OBD:n ollessa yleisstandardi vuoden 2001 jälkeen valmistetuille autoille, nämä testerit ovat oivia apuvälineitä korjauksiin. Kuitenkin eriävät modulaatiot, jännitetasot ja valmistajien omat lisät aiheuttavat ongelmia tai ainakin ajankulua perehdyttäessä järjestelmien toimintaan. Autonvalmistajien itsensä tarjoamat testauslaitteet ovat parhaimpia, omiin autoihinsa. Volkswagenin testerit ovat suoraan yhteensopivia kaikkiin versioihin, joita he ovat valmistaneet. Saab on lisännyt uusimpiin malleihinsa päästäksemme testeriin erillisen CAN-adapterin, joka muuntaa tiedot testerin ymmärtämään muotoon. Mazdan siirryttyä Fordin omistukseen, he siirtyivät Fordin käyttämään tekniikkaan. Japanilaiset valmistajat ovat tulleet CAN-väylään tutuiksi vasta viime vuosina, ja he ovat kehityksestä jäljessä. Toisaalta niiden tekniikka onkin yksinkertaisempaa.

5 YHTEENVETO

CAN- järjestelmien keksiminen ja kehitys on tärkeää nykYTEKNIKAN kannalta kaikilla teollisuuden aloilla, ei pelkästään autoteollisuudessa, jossa liikenneturvallisuutta ja toimintavarmuutta on saatu huomattavasti parannettua CAN- sovellusten avulla niin ABS-, ESP-, airbag- ja monien muiden järjestelmien muodossa.

CAN:n ja sen alijärjestelmien toiminta on sinällään yksinkertaista eli tiedonsiirtokanava on varma ja suunnittelemaalla uusia päätelaitesovelluksia voidaan tuottaa uusia järjestelmiä mitä erilaisimpiin tarpeisiin. Näistä esimerkkinä jo CAN-väylässä toimivat alijärjestelmän LIN ja MOST, jotka on kehitetty eri tiedonsiirtonopeusvaatimuksien johdosta.

Teollisuuden järjestelmien vikasietoisuuden ja lisääntyvien ohjausominaisuuksien myötä tuotantotehokkuus kasvaa ja seisokkiajat vähenevät, koska koneet osaavat melkein korjata itse itseään. Ihmisen taakka huollossa ja käytössä vähenee. Luonnollisesti tämä vaikuttaa työllisyyteen, mutta taas toisaalta tulee olla olemassa ammatti-taitoista henkilöstöä suunnittelemaan, rakentamaan ja huoltamaan tiedonsiirtojärjestelmiä käyttökohteesta riippumatta.

LÄHTEET

- CAN in Automation – Controller Area Network [yhteisön kotisivusto].
Italia [viitattu 2007]. Saatavissa <http://www.can-cia.org/>
- CAN in Automation – CAN-tietosanakirja v.2 [yhteisön materiaalikirjasto].
Italia [viitattu 2007]. Saatavissa <http://www.can-cia.org/>
- Card Labs [OBD-laitteiden valmistaja]. Yhdysvallat [viitattu 2008]
Saatavissa <http://www.cardlabs.com/>
- Equipment and Tool Institute [Yhdysvaltain korjaamokalustojen valmistajien kattojärjestö]. Yhdysvallat [viitattu 2008] Saatavissa <http://www.ertools.org/>
- Germin: What is GPS ? [GPS-laitteistojen valmistaja]. Englanti [viitattu 2007]
Saatavissa <http://www.garmin.com/>
- Itseopiskeluohjelmat 33, 54, 231, 238, 265, 269, 298, 318, 346, 348, 389 ja MT
501 ja 504 [Valmistajan korjaus- ja koulutusoppaat]
- Saksa, käännetty suomeksi. [viitattu 2007] Saatavissa ainoastaan VAG-konsernin
huoltokorjaamoista sisäiseen käyttöön.
- It- Lab [järjestelmien valmistaja] Yhdysvallat [viitattu 2008]
<http://www.itlabca.com/>
- LIN [yhteisön materiaalikirjasto]. Saksa [viitattu 2007]
Saatavissa <http://www.lin-subbus.org/>
- MOST [yhteisön materiaalikirjasto].
Saksa [viitattu 2007]
Saatavissa <http://www.mostcooperation.com/>
- OSI-malli [Tampere University of Technology, Department of Computer
Science]. Suomi [viitattu 2007] Saatavissa <http://www.cs.tut.fi/>
- OBD-II – On-Board Diagnostic System [yhteisön kotisivu] Yhdysvallat [viitattu]
Saatavissa <http://www.obdii.com/>
- Ponsse Oyj – Tuotteet – OptiControl-järjestelmä [metsäkonevalmistajan kotisivut]
Suomi [viitattu] Saatavissa <http://www.ponsse.com/>
- Robert Bosch GmbH – Systems and products for Car Manufacturer: Controller
Area Network [valmistajan kotisivusto]. Saksa [viitattu 2007]. Saatavissa
<http://www.can.bosch.com/>
- VHDL Turorial [yhteisön kotisivut] Saksa [viitattu 2007]
Saatavissa <http://www.vhdl-online.de/>

VV-Auto Oy [koulutusmateriaali] Suomi [viitattu 2008]

Saatavissa ainoastaan VAG-konsernin huoltokorjaamoista sisäiseen käyttöön.

Wikipedia [yhteisön tietopankki] Yhdysvallat [viitattu 2008]

Saatavissa <http://fi.wikipedia.org/>, <http://en.wikipedia.org/>

LITTEET