

TIEDONKERUU LINJA-AUTON CAN-VÄYLÄSTÄ
J1939 STANDARDIN MUKAINEN VÄYLÄLIIKENNE

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka

Tietoliikennetekniikka

Opinnäytetyö

Kevät 2006

Jisvi Hyyrynen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

HYRYNEN JISVI: Tiedonkeruu linja-auton CAN-väylästä

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 62 sivua, 23 liitesivua

Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Tässä insinööriyössä perehdytään CAN-väylätekniikkaan ja haluttujen tietojen keräämiseen linja-auton väylästä. Työssä tutustutaan CAN-väylässä kulkevien viestisanomien kehysrakenteisiin, johtokoodaukseen sekä väylän rakenteeseen, ominaisuuksiin ja standardeihin. Käytännössä tutkitaan väylässä kulkevia sanomia ja tiedonkeruuta väylästä.

CAN-väylä mahdollistaa tietotekniikan laajan käyttöönoton auton toimintojen ohjauksessa. Väylätekniikka tekee sähköjärjestelmästä yksinkertaisemman ja helpomman rakentaa, koska tilaa vieviä kilometrien mittaisia johdotuksia ei enää tarvita. Tietokoneohjatun sähköjärjestelmän toiminnassa on tärkeää hajautettujen järjestelmien reaaliaikaisen tiedon saaminen ajoneuvon toimintoja ohjaaville ohjausyksiköille. Virheen havainnointiin käytetään eri menetelmiä ja tärkeimpien viestien kulku on taattu kaikissa tilanteissa. Standardi ISO 11898 määrittelee CAN-protokollalle kaksi kerrosta (OSI-mallin siirtoyhteys kerros ja fyysinen kerros), mikä tekee verkosta yksinkertaisen mutta rajoittaa toisaalta sen ominaisuuksia.

Väylä rakentuu suojatusta tai suojaamattomasta kierretystä parista, joka päätetään aina väyläkaapelin päässä terminointivastuksella. Vastus voi sijaita myös väylän päässä olevan ohjainlaitteen sisällä. Väylään on kytketty rinnan ohjausyksiköitä ja keskustietokone. CAN-väylä on differentiaalinen, eli viestintä tapahtuu kahden johtimen välisellä jännite-erolla. Jokaisella ohjausyksiköllä on järjestelmässä paikkansa ja ohjelmassa määritellyt tehtävät. CAN-väylä järjestelmän käyttö lisää mahdollisuuksia automatisoida ajoneuvon toimintoja ja mahdollistaa myös entistä vapaamman sähkösuunnittelun.

Käytännön osuudessa tutkitaan Kabus TC-6Z3/7300 -linja-auton Cummins ISBe 275 30 moottorin CAN-väylän liikennettä. Moottorin ja sähköjärjestelmän välinen tiedonsiirto on J1939 standardin mukainen ja liikennöi 250 kbit/s nopeudella. Työssä selvitetään tärkeiden sanomien tunnisteet ja datasisällöt tulevaa tiedonkeruuyksikköä varten sekä mahdollisuuksia hyödyntää väylän tarjoamia tietoja.

Standardoinnin, luotettavuuden ja laajan piirituen ansiosta tekniikkaa on sovellettu myös monilla muilla aloilla, mikä takaa tekniikan kehittämisen ja käytön myös tulevaisuudessa.

Avainsanat: CAN-väylä, sanomatunniste, tiedonkeruu

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

HYYRYNEN JISVI: Logging data via CAN bus conductor in buses

Bachelor's Thesis in Information Technology, 62 pages, 23 appendices

Spring 2006

ABSTRACT

This Bachelor's Thesis deals with a Controller Area Network on buses. The study introduces the existing frame formats, message coding, standardization, the features and qualities of the Controller Area Network. As a practical example, CAN messages and the possibilities of data logging on buses are investigated.

CAN technology enables the use of computers to control different electronic systems on vehicles. CAN simplifies electronic systems, because there is no need for kilometres long cabling anymore. A very important feature is to get real time information to the nodes, which control the operations of the vehicle. Different systems to deliver messages in all circumstances are used in error checking. ISO 11898 standardization defines only two layers to the CAN protocol (OSI-layers: Data Link Layer and Physical Layer), which make the network simple, but, on the other hand, the qualities are limited for that reason.

The bus is made of a shielded or an unshielded twisted pair, and ways terminated by resistances on both ends. These resistances can locate for example in the node. The nodes and the central computer are connected in parallel on the bus. The bus is differential, which means that the messages are delivered with a difference of tension between the two conducting wires. Every node has its own tasks and a place on the bus. The system increases the possibilities to automate the operations of the vehicle and it gives more freedom to the designer of electronic systems as well.

The CAN-bus of the Cummins ISBe 275 30 engine in Kabus TC-6Z3/7300 is studied in the practical part of this thesis. The engine's CAN-bus is based on the J1939 standard and the transmission speed is 250kbit/s. Also the message identifiers and the contents of the messages, for collecting information and the possibilities to use this information in the future are discussed.

Standardization, reliability and a wide support of the circuit manufacturers enable the use of CAN in other fields of technology, too. This guarantees the development and the use of the CAN technology in the future.

Keywords: CAN bus, message identifier, data logging

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Työn tausta | 1 |
| 1.2 Työn tavoite ja tutkimusongelma | 1 |
| 1.3 Työn rajaus | 1 |
| 2 CAN-VÄYLÄ | 2 |
| 2.1 CAN-väylän kuvaus | 2 |
| 2.2 Käytettävyys | 2 |
| 2.3 Standardit | 5 |
| 2.4 CAN-väylän ominaisuudet | 6 |
| 2.5 CAN-kehysrakenteet | 9 |
| 2.5.1 Sanomakehys | 9 |
| 2.5.2 Kyselykehys | 11 |
| 2.5.3 Virhekehys | 12 |
| 2.5.4 Ylikuormituskehys | 13 |
| 2.5.5 Johtokoodaus | 14 |
| 2.5.6 Virheen tarkistus | 15 |
| 2.6 Liikennöintioikeuden saaminen väylällä | 17 |
| 2.7 PWM-signaali | 18 |
| 3 VÄYLÄTEKNIikka KÄYTÄNNÖSSÄ | 19 |
| 3.1 Kabus TC-6Z3/7300 -sähköjärjestelmä | 19 |
| 3.3 Cummins ISBe 275 30 moottorin väylä | 21 |
| 3.2 Väylän toimintahäiriöt | 22 |
| 4 TIEDONKERUU AJONEUVON CAN -VÄYLÄSTÄ | 23 |
| 4.1 Väyläliikenteen tallennuksen tarkoitus ja hyöty | 23 |
| 4.2 Väyläliikenteen tietojen kerääminen | 24 |
| 4.3 Tallenteiden analysointi | 25 |
| 4.4 GPS-paikannus lisäominaisuutena | 26 |
| 4.5 Muut tiedonkeruujärjestelmät | 28 |
| 5 TIEDONKERUULAITTEET | 31 |
| 5.1 Kvaser Memorator | 31 |
| 5.2 MX-2 | 32 |
| 5.3 MX-8 | 34 |

| | |
|--|----|
| 5.4 Pusatec ajoneuvotietokone | 35 |
| 6 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS | 36 |
| 6.1 Tiedonkeruulaitteen valinta | 36 |
| 6.2 CANalyzer väyläliikenteen analysointiohjelma | 38 |
| 6.2.1 Ohjelman ominaisuudet | 38 |
| 6.2.2 CANcardXL PCMCIA –kortti ja mittakaapelit | 44 |
| 6.3 Väylän sanomaliikenne ja hyödynnettävyys | 47 |
| 6.3.1 J1939 mukaiset polttoaineen kulutuksen sanomatunnisteet | 47 |
| 6.3.2 Mittausjärjestelyt | 48 |
| 6.3.3 Mittausasetukset | 50 |
| 6.3.4 Mittaustulokset ja johtopäätökset | 52 |
| 6.3.5 Ongelmat | 56 |
| 6.4 Tiedonkeruulaitteen kytkentä Kabus TC-6Z3/7300 moottoriväylään | 56 |
| 6.5 Tulevaisuus | 58 |
| 7 YHTEENVETO | 59 |
| LÄHTEET | 61 |
| LIITE 1 | 63 |

LYHENTEET

| | | |
|-------------|--|---|
| CAN | Controller Area Network | Hallittu lähiverkko |
| KIBES | Kienzle Board Electronic System | Ajoneuvon sähköjärjestelmä |
| ABS | Anti-lock Brake System | Lukkiutumattomat jarrut |
| ISO | International Organization for Standardization | Kansainvälinen standardointijärjestö |
| OSI | Open Systems Interconnection | Tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmän kuvaus |
| SAE | Society of Automotive Engineers | Autoalan standardisointijärjestö |
| CAN-H | CAN High | Väyläjohdin (korkea jännite) |
| CAN-L | CAN Low | Väyläjohdin (matala jännite) |
| ECU | Electronic Control Unit | Sähköinen ohjausyksikkö |
| CSMA/CD | Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection | Menetelmä, jolla levitetään kapeakaistainen signaali laajemmalle kaistalle |
| SOF | Start of Frame | Kehyksen alku |
| DLC | Data Length Code | Tietokentän pituus |
| RTR | Remote Transmission Request | Lähetyspyyntöbitti |
| IDE | Identifier Extension | Kehyslaajennuksen ilmaisin |
| CRC | Cyclic Redundancy Check | Tarkistussumma |
| ACK | Acknowledge Field | Kuittauskenttä |
| NRZ | Non Return to Zero | Johtokoodausmenetelmä |
| PWM | Pulse Width Modulation | Pulssileveysmodulaatio (Pulssin leveyden muuntelu) |
| TC-6Z3/7300 | | T = takamoottori C = Cummins 6 = sylinteritilavuus litroina Z = ZF vaihteisto 3 = Mallin järjestysnumero 7300 = Akseliväli millimetreinä |
| MUX2-B | Multiplex node for ZR2-B | Solmu (Sähköjärjestelmän yksittäinen ohjainyksikkö) |
| ZR2-B | Central Computer 2 | Keskustietokone |
| LCD | Liquid Crystal Display | Nestekidenäyttö |
| ROM | Read Only Memory | Lukumuisti |
| PLC | Programable Logic Controller | Ohjelmoitava logiikan hallintalaite |

| | | |
|--------|---|---|
| DWP | Driver Working Place | Kojetaulu |
| ECM | Engine Control Module | Moottorin ohjausyksikkö |
| GSM | Global System for Mobile Communication | Digitaalinen matkapuhelin järjestelmä |
| GPRS | General Packet Radio Service | Pakettikytkentäinen langaton dataliikennepalvelu |
| WLAN | Wireless Local Area Network | Langaton lähiverkko |
| GPS | Global Positioning System | Satelliittipaikannus järjestelmä |
| MMC | MultiMediaCard | Muistikorttityyppi |
| SD | SecureDigital | Muistikorttityyppi |
| USB | Universal Serial Bus | Sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseen |
| RS232 | | Sarjaporttityyppi |
| SIM | Subscriber Identity Module | Älykortti, jolla on puhelinliittymää koskevia tietoja |
| PGN | Program Group Number | Sanoman tunnistenumero |
| PCMCIA | Personal Computer Memory Card International Association | Laajennuskorttipaikan tyyppi, myös nimellä PC Card |
| LIN | Local Interconnect Network | Yksijohdin sarjaväylä protokolla |

ALKUSANAT

Haluan esittää kiitokset työnantajalleni Koiviston Auto Oy:lle mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni erittäin mielenkiintoisesta aiheesta, joka ei ollut minulle entuudestaan tuttu. Toivon vilpittömästi, että työstäni on hyötyä myös myöhemmin. Työ antoi minulle kipinän halusta tutkia ja laajentaa tietämystäni ajoneuvoväylistä myös tulevaisuudessa. Erityiskiitokset työn ohjaajalle huoltopäällikkö Jussi Raunistolle hyvistä ohjeista ja ajoneuvotekniikan vinkeistä. Ohjaavalle opettajalleni DI Matti Hyrkkäälle esitän kiitokset työn ohjauksesta sekä hyvistä ja teoreettisen opettavista luennoista.

Erityiskiitokset haluan esittää vaimolleni, joka on jaksanut tinkimättömästi tukea opiskeluaani neljän vuoden ajan työn ja vapaa-ajan keskellä, vaikka tärkeät ihmissuhteet ovatkin välillä jääneet liian vähälle huomiolle.

”Kaikki, mikä saavutetaan helposti

- ilman työtä -

edustaa jo sinänsä sangen epäilyttäviä arvoja”

Leonid Leonov

Lahdessa 30.3.2006

Jisvi Hyyrynen

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Insinööriyön aihe lähti työnantajani tarpeesta kehittää Kabus Oy:n valmistamien linja-autojen sähköjärjestelmän hallittavuutta ja myös henkilökohtaisesta mielenkiinnosta tutkia CAN-väylän toimintaa linja-autoissa. Tämä työ tarjosi minulle mielenkiintoisen kohteen tutustua tietoliikenteeseen hiukan eri ympäristössä, mihin Lahden Ammattikorkeakoulun opinnoissa olin yleensä tottunut.

1.2 Työn tavoite ja tutkimusongelma

Tässä insinööriyössä tutkitaan CAN-väylän toimintaa ja rakennetta sekä selvitetään erilaisten tiedonkeruulaitteiden käyttöä CAN-väylässä. Työssä on tarkoituksena tutkia Kabus TC-6Z3/7300 pikavuoroauton Cummins ISBe 275 30 moottorin tietoväylän liikennettä ja informaation hyödyntämismahdollisuuksia, jotta järjestelmästä saataisiin kerättyä haluttuja tietoja esimerkiksi tiedonkeruulaitteella jatkokäsittelyä varten.

1.3 Työn rajaus

Tämä työ rajataan käsittämään CAN-väylän sovelluksia ja tiedonkeruuta ainoastaan linja-autoissa, ja käytännön osuudessa perehdytään Kabus pikavuoroauton moottoriväylän tutkimiseen ja tiedonkeruulaitteiston liittämismahdollisuuksiin. Tämä väylätyyppi ja sen eri versiot ovat käytössä useissa muissakin sovelluksissa, mm teollisuudessa.

2 CAN-VÄYLÄ

2.1 CAN-väylän kuvaus

CAN-väylä eli hallittu lähiverkko (Controller Area Network) suunniteltiin alun alkaen sarjaväyläksi ajoneuvojen sisäiseen tiedonsiirtoon, ensimmäisenä väylä otettiin käyttöön maansiirtokoneissa. Väylässä siirretään eri ohjausyksikköjen tuottamia ohjaustietoja halutuille yksiköille. Nykyisin tätä väylätyyppiä sovelletaan laajasti automatiikassa. CAN-väylä soveltuu prosessorien väliseen jatkuvaan reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon lyhyillä matkoilla, koska väyläkaapelilla on rajattu pituus. Mediakäytössä CAN-väylä ei ole järkevä vaihtoehto, koska viestintä tapahtuu lyhyinä sanomina. CAN-väylä on luonteeltaan laitteen sisäinen prosessoriverkko, esimerkiksi linja-auton ohjausyksiköiden välinen väylä, joka tekee mahdolliseksi näiden eri yksiköiden väliset viestinnät. On siis toisaalta väärin puhua kenttäväylästä, koska CAN-väylä ei ole toimintaperiaatteeltaan kenttäväylä, vaan pikemminkin sitä usein sovelletaan kuten kenttäväylää. (Alanen 2000.)

2.2 Käytettävyys

CAN-väylää käytetään ajoneuvoissa, koska merkittävimpana syynä on ollut saada lisääntyneen elektroniikan takia kasvanut kaapeloinnin tarve pienemmäksi. Ajoneuvoissa on yleensä niukat johdotuksille varatut tilat, mikä on aiheuttanut erilaisia asennus- ja tilaongelmia. (Alanen 2000.)

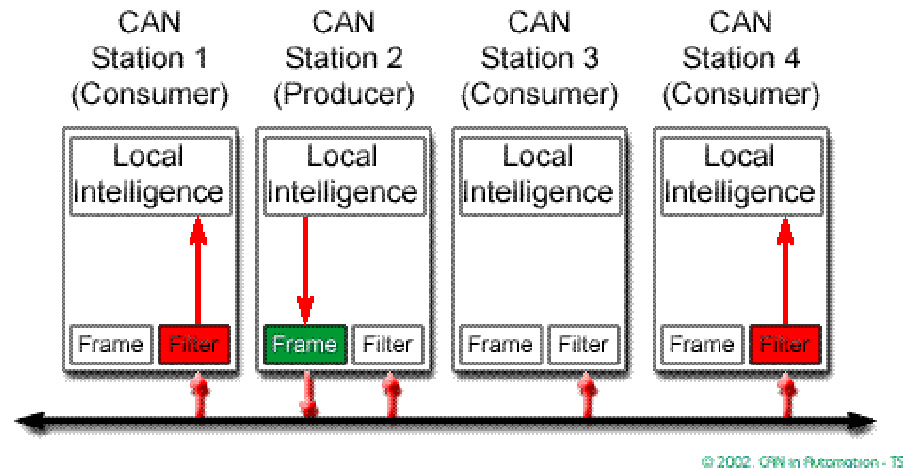
Yksi merkittävimmistä perusteista Koiviston Auto -yhtymään kuuluvan Kabus Oy:n linja-autojen kehittämisessä ja rakentamisessa on ollut keveyden myötä saavutettava polttoaineen kulutuksen pienentyminen ja sitä kautta tuleva taloudellinen säästö. Johdotuksen tarpeen pienentyminen säästää ajoneuvon painossa muutamia satoja kiloja. Tavallinen johdotus voi linja-autossa kasvaa

kilometrien mittaiseksi sisältäen lukuisia vikaantumisherkkiä liittämiä. Linja-autoissa ei myöskään enää tarvita suuria tilaa vieviä sähkökeskuksia lukuisine releineen. Merkittävänä ominaisuutena on väylän käytettävyyden monipuolisuus esimerkiksi automaattinen lämmitys- ja ilmastointijärjestelmä ja vapaampi sähkösuunnittelu sekä analogisen ja digitaalisen järjestelmän viestintänopeuden ero. Edellä mainitut asiat ovat olleet väylätekniikkaan siirtymisen syynä myös monilla suurilla henkilöautojen ja muilla raskaan kaluston valmistajilla.

Elektroniset ohjausyksiköt, kuten ABS-jarruysikkö, moottorinohjaus, moottorin ja ABS:n yhteistoiminta (luistonesto), jousitus, vaihteisto ja lämmitysjärjestelmät yms., tarvitsevat paljon tosiaikaista tietoa muilta ohjausyksiköiltä ja antureilta toimiakseen, mikä olisi vaikeasti toteutettavissa tavallisella johdotuksella. Myös ajoneuvon eri komponenttien toiminnan analysointi onnistuu helpommin ja luotettavammin erilaisten testaus- ja vianpaikallistamisohjelmien avulla. Testausohjelmat saavat kaikkien antureiden tuottamat tiedot väylää pitkin ohjelman käyttöön reaaliajassa. Esimerkiksi CAN-väylään liitettyllä tietokoneella voidaan ohjelmoida ja ohjailla väylään liitettyjä laitteita, esimerkkinä mainittakoon VDO Siemens Kibesin yhteydessä toimiva Runtime -ohjelma. CAN-väylä tekee ajoneuvon sähköjärjestelmästä tavalliseen verrattuna yksinkertaisemmän ja selkeän, ja laajennukset ovat helpompia toteuttaa yhdistämällä väylään uusia laitteita, kuten esimerkiksi erilaisia tiedonkeruujärjestelmiä. (Alanen 2000.)

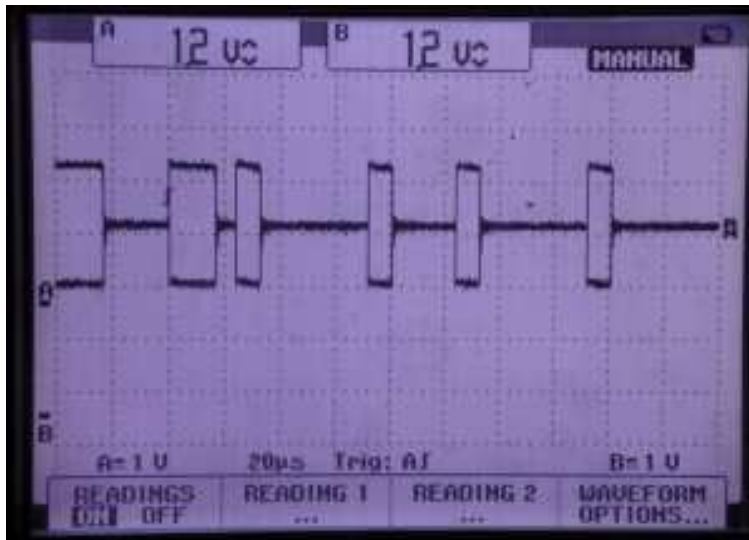
Käydään esimerkin muodossa seuraavalla sivulla olevan kuvion 1 avulla läpi, miten saadaan esimerkiksi moottorin öljynpainetieto väylälle ja edelleen tietoa tarvitseville solmuille. Ensimmäiseksi öljynpainetieto muutetaan solmun logiikkapiirin (Local Intelligence) avulla numerosarjaksi eli sanomaksi. Tieto saa eteensä tunnistetiedon, jotta tiedetään väylällä kulkevan viestin tärkeys ja tyyppi ja se, mikä tai mitkä solmuista näin ollen ottavat sen vastaan. Kehyspiiri (Frame) kehystää tiedon ja lähettää sen väylälle. Kaikki väylään kytketyt solmut voivat vastaanottaa lähetetyn viestin ja tehdä sen pohjalta tarvittavia toimintoja. Solmussa oleva suodatinpiiri (Filter) päästää tarpeelliset viestit logiikkapiirille. Solmut, jotka on ohjelmoitu käsittelemään öljynpainetietoja, ottavat viestin

vastaan ja logiikkapiiri tekee tämän jälkeen tarvittavat toimenpiteet. (Can in Automation 2006.)



Kuvio 1. CAN-väylän liikennöintiesimerkki (Can in Automation 2006.)

Väylä on siis kaikkien solmujen käytössä ja välittää jatkuvasti solmujen lähettämiä viestejä, joita voidaan tutkia esimerkiksi oskilloskoopin näytöllä näkyvästä kantiaallosta (kuvio 2). Kantiaallosta voidaan saada selville tunnistey-
m. tiedot lähetetystä viestistä, mutta käytännön tilanteissa oskilloskooppia käytetään lähinnä väylävikojen selvittämisen apuvälineenä. Valmistajakohtaiset tai kaupalliset analysointiohjelmat ovat sen sijaan hyviä työvälineitä väylällä liikkuvien viestiliikenteen analysointiin. (Alanen 2000.)



Kuvio 2. Mittauskuva väylän liikenteestä (Raunisto J. 2004.)

2.3 Standardit

CAN-väylä on standardoitu ISON toimesta kahdella perustandardilla, ISO 11519-2 (nopeudelle ≤ 125 kbit/s) ja ISO 11898 (1 Mbit:iin/s asti), jotka toteuttavat OSI-mallin kahta alinta kerrosta (fyysinen- ja siirtoyhteyskerros). Robert Bosch-yhtiön luoma CAN-määrittely (versio 2.0) on näiden standardien perustana. Protokolla on näissä perustandeissa samat, mutta käytettävät jännitetasot väylällä eroavat toisistaan. Käytössä on myös lukuisia eri sovelluskohtaisia standardeja henkilöautojen ja mikropiirien valmistajille, jotka pohjautuvat pääasiassa em. ISON standardiin. SAE (Society of Automotive Engineers) on määritellyt standardit ajoneuvoille, mm. J1939-standardin raskaalle kalustolle. (Alanen 2000.)

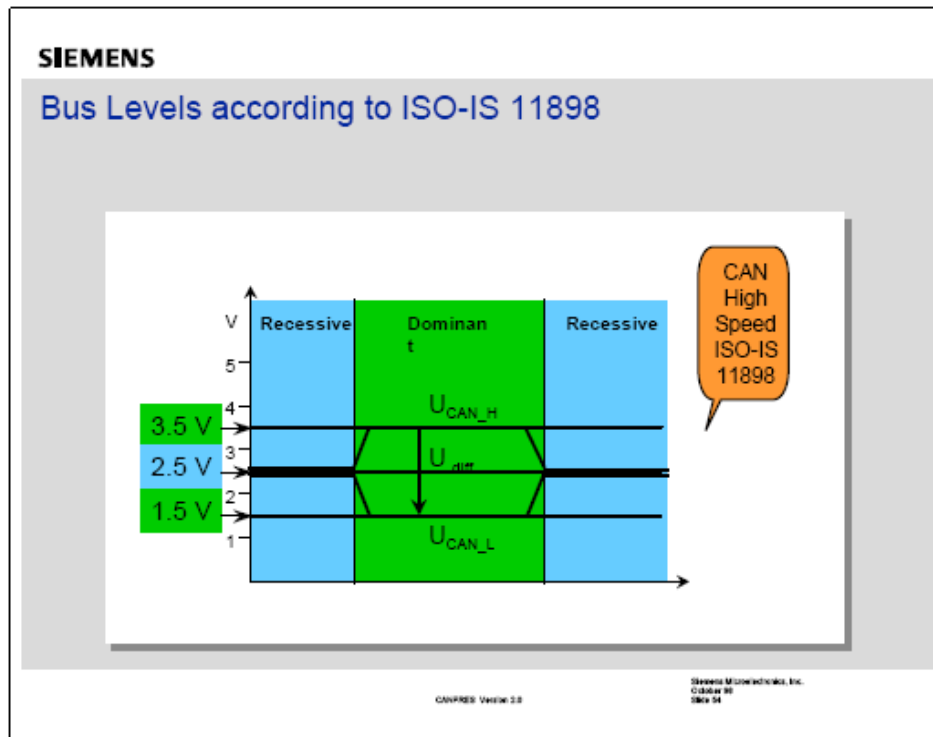
CAN-väylän käyttö ei vaadi maksullista lupaa, mutta valmistettaessa CAN-protokollan sisältävän integroidun mikropiirin tarvitaan maksullinen lisenssi. Käytännössä tarvitaan myös ylemmän kerroksen palveluita, joita voidaan valmistajakohtaisesti toteuttaa itse tai soveltaa valmiita määrittelyksiä. Näitä ylemmän kerroksen palveluja ei ole määritelty CAN-standardeissa, joita ovat esimerkiksi solmunvalvonta ja verkonhallinta. (Alanen 2000.)

Tämä insinööri työ painottuu SAE J1939:n ”talvisotastandardin” mukaiseen väylään, joka on tällä hetkellä linja-autojen CAN-väylän ns. perustandardi. (Alanen 2000.)

2.4 CAN-väylän ominaisuudet

Peruslähtökohtana oli siis aikaisemmin mainitun suoran johdotuksen vähentäminen ajoneuvoissa. Tämä johdotus korvataan väylällä, johon lähes kaikki ajoneuvon elektroniset hallintalaitteet on kytketty. Tätä varten täytyi kehittää jokaiseen tällaiseen ohjauslaitteeseen CAN-yksikkö, jonka kautta liityntä väylään olisi mahdollinen ja jotta liikennöinti väylällä tapahtuisi yhteisten sääntöjen mukaisesti. (Mikkonen 2004.)

CAN-väylä koostuu suojatusta kierretystä parista, jossa on maksimissaan 40 kierrosta metrille ja väylä on aina päätetty molemmista päistä päätevastuksilla. Väylä on mahdollista toteuttaa myös optisella kuidulla. Väylä jaetaan käsitteisiin CAN-H ja CAN-L, jotka tässä yhteydessä eivät tarkoita väylän nopeutta vaan parikaapelin johtimia. Väylä on differentiaalinen eli ns. kelluva, mikä tarkoittaa viestin välittämistä kahden johdon välisellä jännite-erolla (CAN-H:n ja CAN-L:n välinen jännite-ero). Etuna saadaan erittäin hyvä häiriönsietokyky magneettisille häiriöille. Kuviossa 3 on esitetty CAN-H ja CAN-L -johtimien välisen jännitetasoeron periaatekuva. (Mikkonen 2004; Siemens Microelectronics Inc. 1998)



Kuvio 3. Periaatekuva väyläjohtimien jännitetasoista (Siemens Microelectronics Inc. 1998)

Järjestelmässä on ainakin yksi keskustietokone ja useita ohjausyksiköitä (ECU). Varsin usein ulkomaisessa kirjallisuudessa ohjausyksiköistä puhutaan käsitteellä ”node” eli solmu. Käytän tässä työssä tästä eteenpäin käsitettä solmu käsiteltäessä ohjausyksiköitä. Väylän maksimipituus 1 Mbit:n/s tiedonsiirtonopeudella on 40 metriä. Väylän pituutta voidaan kasvattaa, mutta käytännössä tämä tarkoittaa aina myös tiedonsiirtonopeuden pienentymistä. Väylä käyttää CSMA/CD-tekniikkaa (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), eli solmut tarkkailevat väylän liikennettä ja havaitsevat mahdolliset törmäykset, vrt. ethernet verkko ATK -käytössä. CAN-väylä on toisin sanoen ns. multimaster bus, eli usean isännän väylä. Väylän ollessa vapaana mikä tahansa solmu voi aloittaa viestinnän. Solmu, jonka viestillä on tärkeyshierarkiassa suurin merkitys, voittaa liikennöintiluvan itselleen ensimmäisenä (aiheesta lisää kohdassa 2.6 Liikennöintioikeuden saaminen väylällä). Sanomien prioriteetit määritellään sanomatunnisteilla. Sanomassa voi olla korkeintaan 64 bittiä eli 8 tavua tietoa. Kuten aikaisemmin kerrottiin esimerkissä öljynpaine-tiedon lähettämisessä

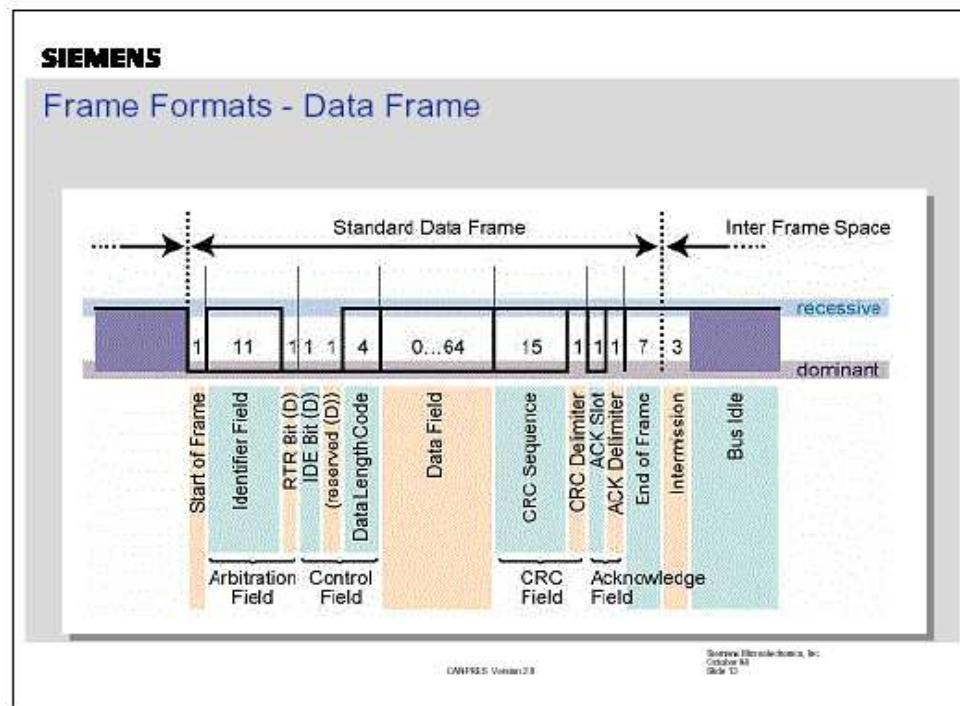
väylälle, sanoma lähetetään väylään kaikille vastaanotettavaksi. Solmut, jotka on ohjelmoitu vastaanottamaan tietyllä tunnistetiedolla olevia sanomia, ottavat sen vastaan ja tekevät sen pohjalta vaaditut toimenpiteet. (Mikkonen 2004; Alanen 2000.)

CAN-topologia on väylä. Kierretty parikaapeli kulkee jokaisen väylään liitetyn solmun kautta ja päätetään terminointivastuksilla. Väylään liitettyjen solmujen lukumäärällä ei ole teoriassa ylärajaa, mutta käytettävät komponentit rajoittavat solmujen määrän joka on 100 - 200. Käytännön sovelluksissa solmujen määrä on vieläkin vähemmän (Kabus TC-6Z3/7300: 5 kpl). CAN protokollassa ei ole solmuilla osoitteita, vaan sanomilla on tunnistetiedot ja ne lähetetään väylälle yleisesti vastaanotettavaksi. Käytännössä esimerkiksi Kabusin Kibes-järjestelmässä täytyy järjestelmän ohjelma ladata uudelleen solmun vaihdon yhteydessä, jotta solmu ymmärtäisi paikkansa. Jokainen solmu lähettää viestejä eri tunnistetiedoilla, ja mikään toinen solmu ei voi lähettää samalla tunnisteella sanomaa. Solmut tietävät kaikkien tunnisteiden merkitykset, vaikka ne eivät sitä tarvitsisikaan omaan toimintaansa. Tunnisteen pituus on 11 bittiä (Standard CAN) ja 29 bittiä laajennetussa CAN:ssa (Extended CAN). CAN-protokollassa on määritelty neljä eri kehystä: sanomakehys, virhekehys, kyselykehys ja ylikuormituskehys. (Alanen 2000.)

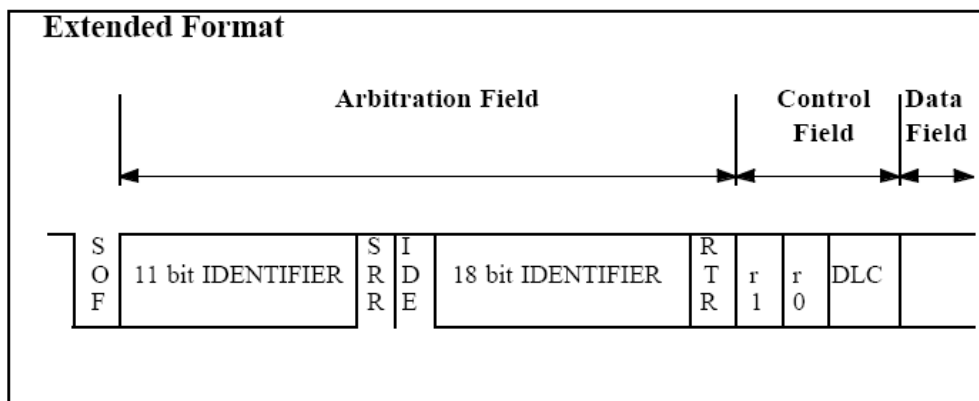
2.5 CAN-kehysrakenteet

2.5.1 Sanomakehys

Kuviossa 4 on esitetty CAN-sanomakehyksen rakenne (Standard CAN). SOF (Start of Frame) on kehyksen alkubitti. Arbitration Field eli prioriteettikenttä (12 bittiä) sisältää tunnistekentän (Identifier Field), jossa on sanoman tunnistenumero. Tunnistekentän pituus on 11 bittiä standardissa kehyksessä. Laajennetussa kehyksessä on 11 bittisen tunnisteen lisäksi 18 bittinen jatke (vrt. kuvio 5). RTR-bitin (Remote Transmission Request) ollessa dominantti (= looginen ”0”) kyseessä on tietokehys, ja resessiivinen (= looginen ”1”) ilmaisee kyseessä olevan kyselykehys.



Kuvio 4. Sanomakehyksen rakenne (standard CAN) (Siemens Microelectronics Inc. 1998)



Kuvio 5. Prioriteettikentän rakenne laajennetussa kehyksessä (Can in Automation 2000.)

Control Field eli hallintakentän (6 bittiä) sisältämän IDE-bitin ollessa dominantti kyseessä on standardimuotoinen kehys, ja resessiivinen ilmaisee kehyksen olevan laajennettu. Reserved ei ole käytössä. DLC (Data Length Code) on pituudeltaan neljä bittiä, mikä ilmaisee datakentän pituuden. Datakenttä (Data Field) on maksimissaan kahdeksan tavua pitkä eli 64 bittiä. Datakentän pituus on määritelty kuvion 5 mukaisilla bittiyhdistelmillä. Kuviossa 6 bitit d = dominantti ja r = resessiivinen.

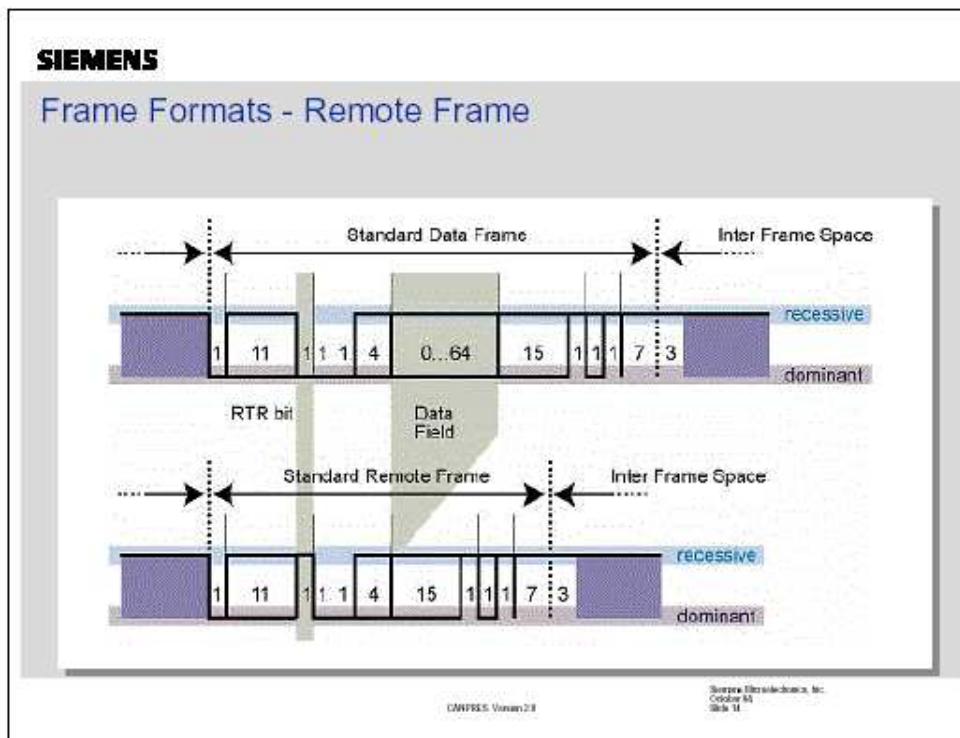
| Number of Data Bytes | Data Length Code | | | |
|----------------------|------------------|------|------|------|
| | DLC3 | DLC2 | DLC1 | DLC0 |
| 0 | d | d | d | d |
| 1 | d | d | d | r |
| 2 | d | d | r | d |
| 3 | d | d | r | r |
| 4 | d | r | d | d |
| 5 | d | r | d | r |
| 6 | d | r | r | d |
| 7 | d | r | r | r |
| 8 | r | d | d | d |

Kuvio 6. Datakentän pituuden määrittelevät bittiyhdistelmät (Can in Automation 2000.)

CRC Sequence eli tarkistussumma on pituudeltaan 15 bittiä, ja lopussa on yksi resessiivinen bitti. ACK (Acknowledge Field) -kentässä eli sanoman kuittauskentässä lähettävä solmu lähettää resessiivisen bitin ja vastaanottava solmu kuittaa virheettömän viestin vastaanotetuksi lähettämällä dominantin bitin. End of Frame eli kehyksen lopun seitsemän resessiivistä bittiä päättää kehyksen. Intermission = Interframe Space eli kehyksien väli ilmaistaan kolmella resessiivisellä bitillä. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

2.5.2 Kyselykehys

Kyselykehys (Remote Frame) (kuvio 7) eroaa sanomakehyksestä kahdella tapaa: kyselykehyksessä ei ole tietokenttää, ja RTR-bitti on resessiivinen. Jos sanoma- ja kyselykehys lähetetään samalla tunnisteella samanaikaisesti, niin sanomakehys voittaa dominantin RTR-bitin avulla liikennöintioikeuden väylällä itselleen. Tällä tavoin kyselyn lähettänyt solmu saa vastauksen välittömästi. Solmun halutessa tietoa lähteestä lähetetään ensin kyselykehys tietyllä tunnisteella varustettuna. Kohdesolmu lähettää sanomakehyksen samalla tunnisteella takaisin vastauksena kyselykehykseen. Esimerkiksi solmu haluaa tiedon moottorin kierrosluvusta lähettäen viestin moottorin ohjausyksikölle esimerkiksi tunnisteella 150. Moottorin ohjausyksikkö vastaa kyselyyn lähettämällä viestin kierrosluvun arvosta samalla tunnisteella. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)



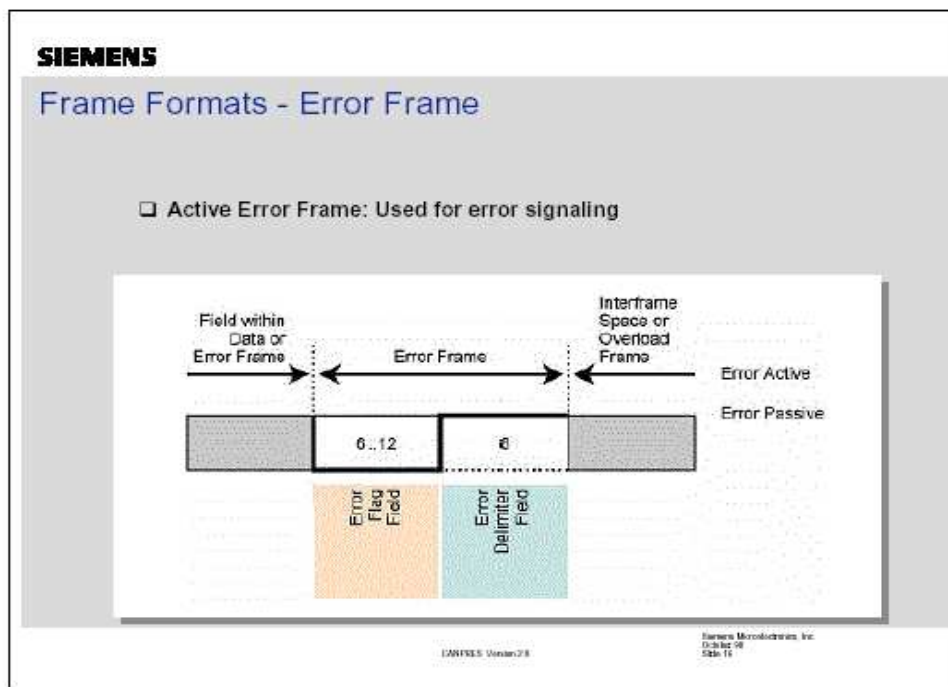
Kuvio 7. Kyselykehysrakenne (Siemens Microelectronics Inc. 1998)

2.5.3 Virhekehys

Virhekehysten (kuvio 8) voi tehdä mikä tahansa solmuista väylällä havaitun virheen sattuessa. Kehys koostuu kahdesta kentästä: Error Flag Field ja Error Delimiter Field. Kehyksessä on kuusi dominanttia ja kahdeksan resessiivistä bittiä. Jos solmu havaitsee virheen, niin virhelippu kenttä muodostetaan kuudella dominantilla bitillä, joka aiheuttaa ”bit-stuff” -säännön rikkomisen.

Bit-stuff -periaatteesta kerrotaan lisää kohdissa 2.5.5 Johtokoodaus ja 2.5.6

Virheen tarkistus. Muut väylään kytketyt solmut vastaanottavat virhekehysten ja hylkäävät juuri vastaanottamansa sanomat. Passiiviseen virhetilaan mennyt solmu suljetaan väylästä lähettämällä kuuden dominantin bitin sijaan kuusi resessiivistä bittiä, jolloin solmu ei enää liikennöi väylällä. Error Delimiter-kenttä päättää virhekehysten, minkä jälkeen väylän liikenne palautuu normaaliksi. Keskeytynyt lähetys lähetetään uudelleen väylälle vastaanotettavaksi. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

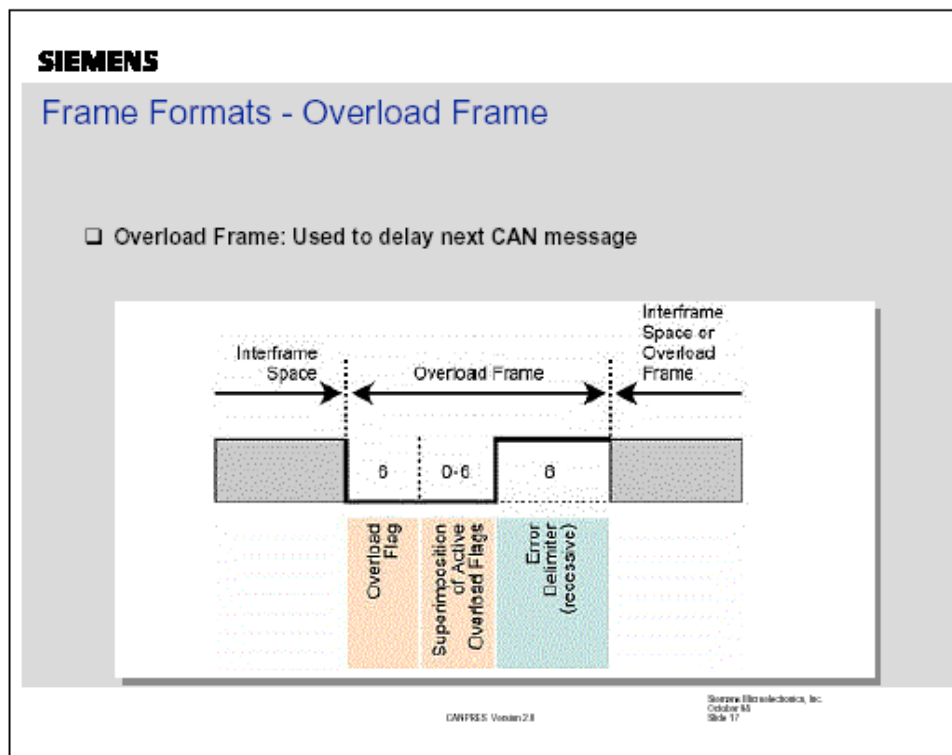


Kuvio 8. Virhekehysrakente (Siemens Microelectronics Inc. 1998)

2.5.4 Ylikuormituskehys

Ylikuormituskehys (kuvio 9) on samanmuotoinen kuin virhekehys.

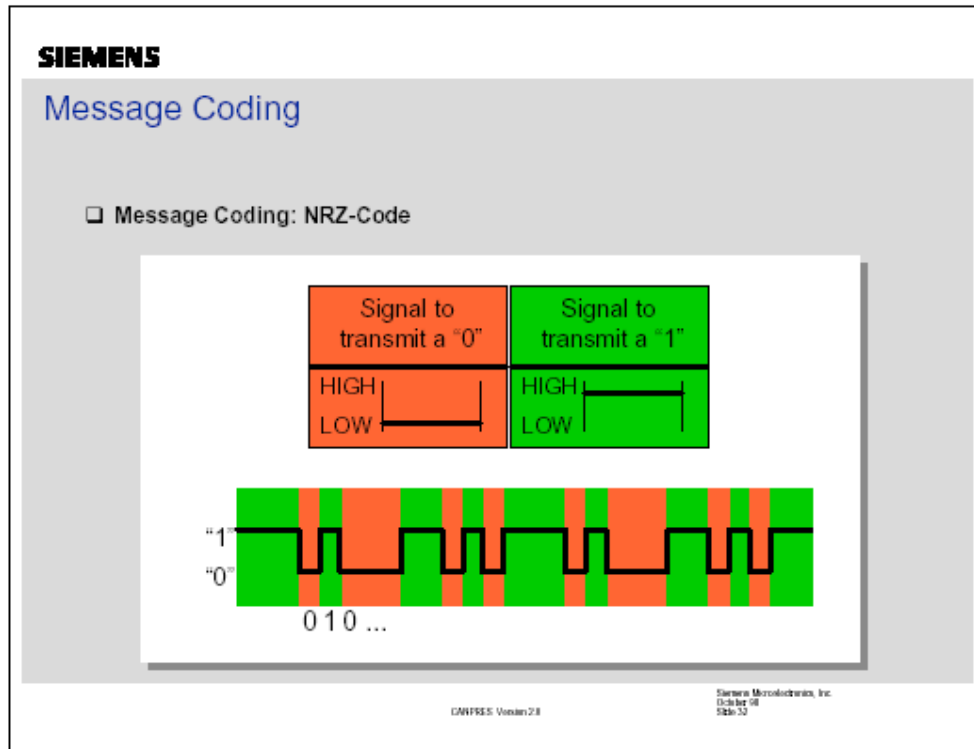
Ylikuormituskehys voidaan lähettää ainoastaan viestien välillä (Intermission-kenttä). Solmu voi tehdä ylikuormituskehysten, jos se ei ole esimerkiksi oman tietojenkäsittelyprosessin takia vielä valmis vastaanottamaan seuraavaa sanomaa. Kehys on tarkoitettu vastaanottavan solmun protokollapiiriä varten, jotta tämä saisi aikaa käsitellä viestiä. Nykyiset piirit ovat kuitenkin kehittyneet sellaiselle tietojenkäsittelynopeudelle, ettei tätä kehystä enää juurikaan esiinny. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)



Kuvio 9. Ylikuormituskehysrakente (Siemens Microelectronics Inc. 1998)

2.5.5 Johtokoodaus

CAN-väylässä käytetään NRZ-johtokoodausta (Non Return to Zero) bit-stuff-periaatteella (kuvio 10). Tässä menetelmässä lisätään viiden peräkkäisen samassa polariteetissa olevan bitin perään yksi vastakkaisessa polariteetissa oleva bitti. Samassa tilassa olevia bittejä voi olla viisi kappaletta peräkkäin. Näin ollen väylän tila on sama koko bitin esitysajan, ja menetelmän avulla voidaan käyttää suurempaa taajuutta ja siirtonopeutta verrattuna tapaan, jossa käytetään bitin arvon esittämiseen nousevilla tai laskevilla reunoilla. Vastaanotettaessa tämä ylimääräinen bitti jätetään huomioimatta. Toiminnolla varmistetaan solmujen välisen tiedonsiirron synkronointi, koska NRZ-signaali ei muuten tarjoaisi pitkillä, samaa polariteettia olevilla bittijonoilla synkronoinnin tarvitsemää nousua. Virhekehys rikkoo tätä sääntöä lähettämällä kuusi dominanttia bittiä. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)



Kuvio 10. Johtokoodaus (Siemens Microelectronics Inc. 1998)

2.5.6 Virheen tarkistus

Sanomissa käytetään virheentarkistukseen CRC-tarkistussummaa. CRC-summa lasketaan kehyksen alusta datakentän loppuun. Vastaanottava solmu laskee samalla menetelmällä CRC-summan ja vertaa sitä kehyksen CRC-kentässä olevaan tarkistussummaan. Jos vastaanottava solmu havaitsee virheen, se hylkää virheellisen sanoman ja lähettää virhekehyksen saadakseen sanoman uudelleen.

Lähetetyssä kehyksessä siirtyy kuittauskentässä kuittausbitti (Acknowledge check), joka on lähetävässä solmussa resessiivinen, ja viestin onnistuneesti vastaanottava(t) solmu(t) lähettää dominantin bitin kuittauskentässä, mistä lähettäjä tietää viestin menneen perille. Virhetilanteessa ei kuitenkaan lähetetä enää virhekehystä vaan kuittauskentän bitin perusteella mahdollisesti turmeltunut sanoma lähetetään uudelleen. Kehystarkkailussa lähetävä solmu tarkkailee kehyksen kiinteiden bittien tilaa. Jos näissä kentissä havaitaan dominantteja

bittejä, muodostetaan virhekehys ja sanoma lähetetään uudelleen. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

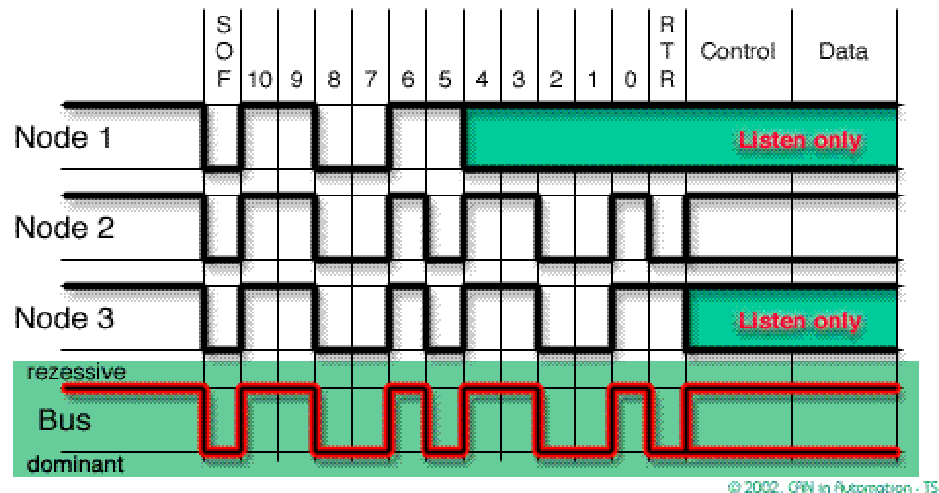
Bit stuff -säännön rikkomista valvotaan tarkkailemalla, ettei samaa polariteettia olevia bittejä esiinny viittä enempää peräkkäin, muuten sääntöä rikotaan ja virhekehys muodostetaan. Bit stuff -säännön rikkomista käytetään solmujen aktiivisessa virheiden havainnoinnissa. Sanotaan, että solmu on ns. aktiivisessa virhetilassa. Solmun havaitessa virheen lähetetään väylälle kuusi dominanttia samaa polariteettia olevaa bittiä peräkkäin, minkä perusteella väylässä olevat solmut hylkäävät vastaanottamansa sanoman ja lähettävä solmu lähettää sanoman uudelleen. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

Solmu voi olla kolmessa erilaisessa virhetilassa: aktiivisessa, passiivisessa ja irti väylästä. Solmun protokollapiiri laskee virheiden lukumäärää monimutkaisten laskentasääntöjen perusteella. Virheet lisäävät laskurin arvoa tietyillä arvoilla riippuen virheestä, ja onnistuneet lähetykset taas vähentävät virhelaskurin arvoa. Virheiden lukuarvon ylittäessä 128 solmu siirtyy passiiviseen virhetilaan, jossa se ei enää lähetä dominantteja bittejä. Passiivisessa virhetilassa solmu voi kuitenkin edelleen lähettää ja vastaanottaa sanomia, mutta se ei häiritse muiden väylässä olevien solmujen liikennettä. Edellä mainitun virhelaskurin toimintaperiaatteen mukaan passiivisessa virhetilassa oleva solmu voi onnistuneilla lähetyksillä palata aktiiviseen tilaan. Laskurin saadessa arvon 255 solmu sulkee itsensä pois väylältä ja lopettaa toimintansa. Tämän jälkeen solmu täytyy uudelleen käynnistää, jotta se saadaan takaisin ns. aktiiviseen virhetilaan. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

Virheentarkistuksella pystytään varmistamaan, että sanomat ovat menneet perille oikein eikä yksikään solmu ole saanut virheellistä sanomaa. Huomioitavaa on, ettei virheentarkistus pysty havainnoimaan liittimien irtoamisen tai vikaantumisen takia vastaanottamattomia sanomia. Solmujen valvonnalla pystytään varmistamaan, että väylään liitetyt solmut ovat kiinni väylässä. Solmuvalvontaa hoitaa esimerkiksi tehtävään ohjelmoitu solmu, tai solmut tiedustelevat keskenään toinen toistensa läsnäoloa väylällä. (Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

2.6 Liikennöintioikeuden saaminen väylällä

Sanoman prioriteetti määrää liikennöintioikeuden saamisen väylällä usean solmun lähettäessä sanoman yhtä aikaa. Sanoma, jolla on pienin tunnisteosan binääriarvo, on prioriteetiltaan korkein. Kuviossa 11 on graafisesti esitetty, kuinka liikennöintioikeuden saaminen väylällä tapahtuu. Kuvioista voidaan nähdä, kuinka solmut lähettävät kehyksensä ensimmäisen bitin (SOF), joka on nolla. Tämän jälkeen seuraavat tunnisteosan bitit, jotka ensimmäisen kerran eroavat toisistaan viidennen bitin kohdalla. Viidenteen bittiin asti on väylällä lähetetty samanaikaisesti yhtenevä bittijono, jonka solmut havaitsevat nollana. Viidennen bitin kohdalla solmu 1 havaitsee eroavista signaalitasoista väylälle haluavan korkeammalla prioriteetilla olevia sanomia ja näin ollen lopettaa lähettämisen. Solmut 2 ja 3 lähettävät edelleen samalla tunnisteella sanomaa, mutta tunnisteosan jälkeen solmun 3 sanoma paljastuu kyselysanomaksi resessiivisen (= 1) RTR -bitin takia. Solmulla 2 on RTR -bitti dominantti (=0), jolloin kyseessä on varsinainen sanoma, joka voittaa näin ollen liikennöintioikeuden. (Can in Automation 2006.)



Kuvio 11. Liikennöintioikeuden saaminen väylällä (Can in Automation 2006.)

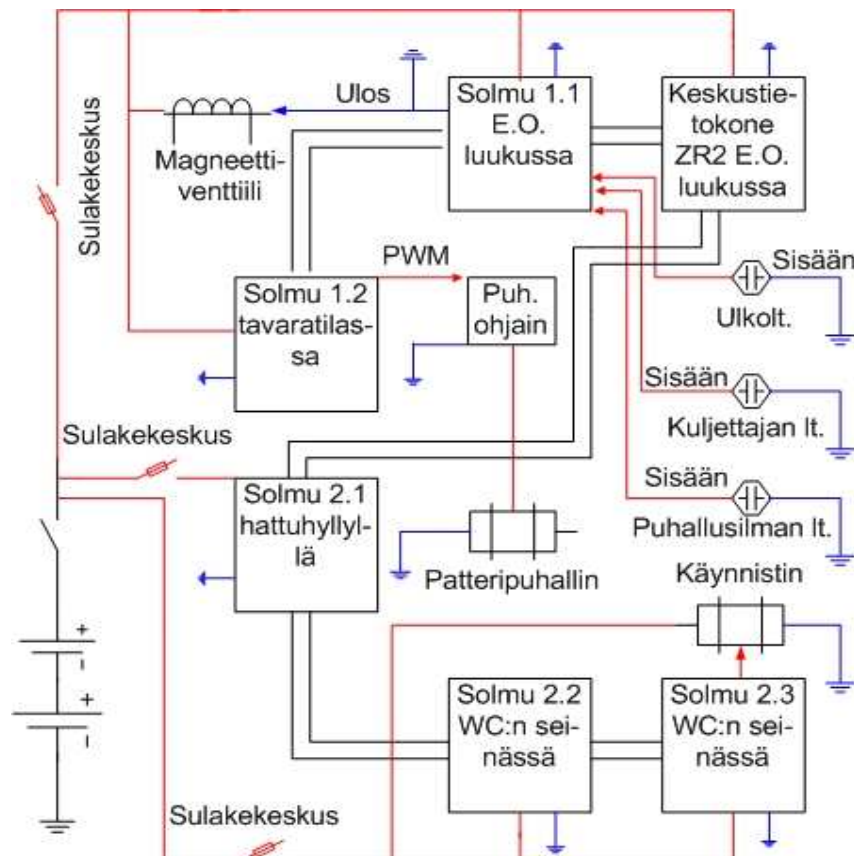
2.7 PWM-signaali

Pulssileveysmodulaatiota (Pulse Width Modulation) eli pulssin leveyden muuntelua käytetään solmun ohjaaman toimilaitteen säätelyyn, esimerkiksi puhaltimen moottorin pyörintänopeuden säätely. PWM-signaalissa viestisignaalin näytteet moduloivat pulssisignaalin pulssien leveyttä. Amplitudi ei muutu, mutta leveys muuttuu suhteessa viestisignaaliin. PWM-signaalille on määriteltävä pulssin leveydelle minimi- ja maksimiarvo, muuten signaalinmuodostaminen epäonnistuisi. Pulssille asetetaan erityisen k -arvon perusteella muutossuhteet. Pulssileveysmoduloidussa signaalissa informaatio sisältyy joko pulssin etu- tai takareunaan riippuen ramppisignaalista. Jos esimerkiksi pulssin takareunat sisältävät tietoa, niin periaatteessa voidaan siirtää ainoastaan pulssien takareunat kohteeseen. Säättötapoja ajoneuvoissa on kolme: taajuussäätö (esimerkiksi ajopiirturi), vakiotajuus eli jänniteajan muuntelu (esimerkiksi lämmityspuhaltimen ohjaus) ja yhdistelmä säätö (esimerkiksi moottorin säätö). (Digitaalinen viestintä 1989, 181-185.)

3 VÄYLÄTEKNIikka KÄYTÄNNÖSSÄ

3.1 Kabus TC-6Z3/7300 -sähköjärjestelmä

Kabus -pikavuoroautossa käytetään Siemens VDO Kibes-2 -johtojärjestelmää. Sähköjärjestelmä (kuvio 12) koostuu kahdesta väylästä ja viidestä CAN -väylään kytketystä solmusta (MUX2-B), jotka ovat fyysisesti samanlaisia. Järjestelmässä on yksi keskustietokone (ZR2-B). Kojetaulu on varustettu LCD näytöllä, jonka avulla saadaan visuaalista informaatiota järjestelmän toiminnasta kuljettajalle. CAN-väylän käyttö lisää mahdollisuuksia automatisoida toimintoja ja siten vähentää merkittävästi auton toimintojen ohjaukseen tarvittavien kytkinten määrää, joten kojetaulut ovat yksinkertaisia ja selkeitä käyttää. (Raunisto 2004 c.)



Kuvio 12. Sähköjärjestelmän periaatekaavio (Raunisto 2004 c)

Solmut sijaitsevat ajoneuvossa seuraavasti: 1 oikealla etuluukussa, 1 hattuhyllyn kotelossa, 1 tavaratilassa ja 2 WC:n seinässä olevassa kotelossa. Solmuille syötetään virtaa ajoneuvon päävirtakytkimen ollessa päällä. Solmu on varustettu 24 digitaalisella ja kuudella analogisella sisäänmenolla ja kolmella asemaosoitteella. Ulostuloja, joilla ohjataan toimilaitteita, on 24 kpl korkeajännitteistä kytkintä ja 8 kpl matalajännitteistä kytkintä. Korkeajännitteiset ulostulot ohjaavat kytkemällä + -johdon ja matalajännitteiset kytkivät vastaavasti - johdon. Ulostulot jaotellaan viiteen ryhmään, ja jokaisella ryhmällä on maksimissaan 15 A:n sulakkeet. Vikaantunut laite voi polttaa minkä tahansa näistä viidestä sulakkeesta. Keskustietokoneen ja solmujen IP-luokitus on 40, käyttöjännitteet joko 12 V tai 24 V ja toiminnallinen lämpötila -30 °C...+70 °C. Kibes-sähköjärjestelmässä on keskustietokoneeseen liitettävien solmujen maksimimäärä 16 kpl. (Raunisto 2004 c.)

Solmun toimintaa ohjaa solmun oma ohjelma, joka on tallennettu ROM-muistiin. Solmun vaihtotilanteissa täytyy solmu ohjelmoida uudelleen lataamalla koko järjestelmän ohjelma ajoneuvon keskustietokoneelle. Tällä toimenpiteellä varmistetaan uuden solmun hyväksyminen väylään sille paikalle, johon se on asennettu. Käynnistyksen yhteydessä keskustietokone testaa solmujen toiminnan, ja toimimattomat solmut suljetaan pois väylästä. Keskustietokoneen havaitessa tuntemattoman solmun kytketään tietyt hätätoiminnot päälle. Kaikista itse-testauksen aikana tulleista virheilmoituksista tulee viesti PLC:lle (Programmable Logic Controller), joka tekee ilmoitusten perusteella tarvittavat toimenpiteet. Keskustietokoneen ohjelma on ohjelmoitu käyttäen graafista ohjelmointia Kabus Oy:n toimesta. (Raunisto 2004 c.)

Keskustietokone toimii standardin SAE J1939 mukaisilla liityntä määrittelyillä. Voimalinjan (Power Train), johon kuuluvat mm. ABS- ja moottorin ohjausyksikkö, tiedonsiirtonopeus on 250 kbit/s. Korilinjaa (Body Train), kojetaulun (DWP Driver Working Place) liitynnät liikkenevät nopeudella 125 kbit/s. Keskustietokoneessa on sisäänmenot nopeusmittarilta, ABS, ECM- (Engine Control Module), DWP- ja solmujen väyliltä. Ulostuloina on kaksi

matalajännitekytkintä (100 mA). (Raunisto 2004 c; Siemens Microelectronics Inc. 1998.)

Järjestelmän käynnistys tapahtuu ulkopuolisilla herätyssignaaleilla tai CAN-väylän toiminnoilla. Järjestelmän sammuttaminen tapahtuu, jos CAN-väylässä ei tapahdu liikennettä tai herätyssignaaleja ei tule. Alijännitetunnistus huolehtii myös järjestelmän sammuttamisesta, jos käyttöjännite laskee liian alas. Jänniterajat voidaan määritellä ohjelmallisesti. (Raunisto 2004 c.)

3.3 Cummins ISBe 275 30 moottorin väylä

Moottorin ohjausyksikkö sijaitsee moottorin kyljessä. Moottorin ohjausyksikkö saa paljon tietoja erilaisilta antureilta ja ohjaa moottorin toimintaa eri tilanteissa. Dataväylän liikenne tukee sekä J1587- että J1939-standardia. Kabusissa käytetään J1939-standardia. Moottorin yksiköltä tulee toinen J1939-standardin mukainen CAN-väylä ohjelmointi- / huoltoliittimelle. Tämä liitin (9-napainen Deutsch) sijaitsee ohjaamossa kuljettajan vasemmalla puolella olevassa kytkinpaneelissa. Liitäntä on tarkoitettu moottorin vikakoodien lukuun ja ohjausyksikön ohjelmointia varten. Moottorin väylän liikennöintiinopeus on 250 kbit/s, ja se toimii luonnollisesti erillisenä Kibesin väylistä. Tämä väylä tulee moottorilta ns. voimalinjana (Power Train) Kibesin keskustietokoneelle. Voimalinjan kautta moottorin ohjausyksikkö kommunikoi myös ABS -jarruysikön kanssa. Kibes-järjestelmä saa moottorin ohjausyksiköltä tietoja vain väylän kautta, ja vastaavasti solmujen ulostuloista lähtee tietoja moottorille, kuten esimerkiksi virtalukko-tieto.

Väylän maksimi pituus on 40 metriä, ja se koostuu Kibesin tapaan suojatusta kierretystä parista ja 120 ohmin päätevastuksista. Solmuja voi olla kytkettynä maksimissaan 30 kpl, ja kytkentäetäisyys varsinaisesta väylästä voi olla maksimissaan yhden metrin. Cummins suosittelee väyläkaapeleiden sijoittamista kauaksi korkeista jännitteistä (mm. starttimoottori, releet) ja herkästi säteilevistä laitteista (mm. radio) estääkseen induktanssista ja kapasitiivisistä kytkennästä johtuvat ei toivotut signaalit CAN_H ja CAN_L johtimiin.

3.2 Väylän toimintahäiriöt

CAN-väylässä voi esiintyä erilaisia toimintahäiriöitä, jotka ovat joko ohjelmallisia tai mekaanisia vikoja. Fyysiset vikatilanteet, joissa väylä ei toimi, on seuraavia: väylän johtimet oikosulussa, ulkoinen jännitesyöttö, CAN-H -johdin maassa, päätevastuksen ollessa viallinen tai irronnut sekä luonnollisesti väylän johtimen ollessa poikki. CAN-L -johtimen ollessa yhteydessä maahan väylä toimii, mutta ei välttämättä anna virheilmoitusta. Väyläkaapelin liittimissä ja mahdollisissa jatkoksissa voi esiintyä vaikeasti havaittavia vikoja. Normaalisti 40 metrin väylä päätetään molemmista päistä 120 Ω :n vastuksilla, jotka on toisiinsa nähden kytketty rinnan. Kokonaisvastus on silloin 60 Ω , mikäli väylään on kytketty useampi ohjainlaite rinnan, laskee vastusarvo samassa suhteessa. Väylä kuitenkin toimii vastusarvon ollessa 10 Ω ; tätä pienempi vastusarvo tulkitaan oikosuluksi. Käytännössä esimerkiksi Kabusissa toimivan väylän vastusarvo, yleismittarilla mitattaessa, on 58 - 62 Ω :n välillä. (Mikkonen 2004.)

4 TIEDONKERUU AJONEUVON CAN -VÄYLÄSTÄ

4.1 Väyläliikenteen tallennuksen tarkoitus ja hyöty

Ajoneuvon sähköjärjestelmän tuottamia tietoja voidaan käyttää tutkimusmielessä hyvinkin laajasti. Esimerkiksi Motivalla yhdessä VTT:n ja lukuisien muiden yhteistyökumppaneiden kanssa on käynnissä monivuotinen projekti raskaan kaluston energian käytön tehostamisesta. Tutkimuksissa voidaan hyödyntää CAN-väylän tietoja esimerkiksi vertailunäkökulmasta, jossa verrataan ulkopuolisten mittalaitteiden antamia tuloksia ajoneuvon tuottamiin tuloksiin. Näin ollen saadaan tutkittavalle muuttujalle vertailupohjaa, jotta voidaan todeta tulosten oikeellisuus ja tehdä tuloksista oikeita johtopäätöksiä. Samaisessa projektissa on myös kehitelty aktiivista ajotavan opastinlaitteistoa kuljettajille sekä ajoneuvojen seurantajärjestelmiä. Aktiivisen ajo-opastin laitteiston tarkoituksena on tuottaa kuljettajalle selkeitä taloudelliseen ajotapaan liittyviä ohjeita, kuten esimerkiksi oikean vaihtamisajankohdan kehotuksia ja moottorin oikean kierroslukualueen käytöstä. Järjestelmän yhtenä osa-alueena on ajoneuvon CAN-väylän tuottamat tiedot. (Nylund N-O 2005)

Koiviston Auton tapauksessa moottorista halutaan tietää ensisijaisesti polttoaineen kulutukseen liittyviä asioita, koska polttoaineen kulutuksella on suuri merkitys linja-autoyrittäjien kustannuksissa. Väylästä on ajateltu kerättävän esimerkiksi kuljettajakohtaisesti mm. kaasupolkimen asentoa, käytettyjä kierroslukuja yms. Tavoitteena olisi suorittaa tiedonsiirto ajastetusti kerran päivässä seurattaessa polttoaineen kulutusta. Lisäksi erilaisten anturitietojen tallentamisesta olisi hyötyä selvittäessä esimerkiksi jonkin vian aiheuttajaa koeajolla. Vian selvitykset toteutetaan nykyisin kannettavan tietokoneen avulla, joka on kiinni auton sähköjärjestelmässä koeajon aikana. Vian etsinnässä voitaisiin tiedonsiirron ajatella tapahtuvan vikakoodin ilmestyttyä tai koeajon jälkeen langattomasti, myös manuaalinen tiedonsiirto on mahdollinen ajatus. Pää tarkoituksena on kuitenkin mitata polttoaineen kulutukseen liittyviä tietoja, mutta tulevaisuuden kehitysprojektien kannalta CAN-väyläliikenteen tietämystä

tarvitaan lisää. Esimerkiksi moottorin kuormitustietoja on ajateltu hyödynnettävän ajoneuvon huoltovälien kehittämiseen.

4.2 Väyläliikenteen tietojen kerääminen

Tiedon keräämiseen väylältä tarvitaan tiedonkeruulaite ns. loggeri, joka voidaan kytkeä osaksi väylää sen häiritsemättä muuta väylän toimintaa. Tiedonkeruulaite on elektroninen laite, jolla mitataan esimerkiksi antureilta saatua tietoa ja tallennetaan tämä tieto myöhempää analyysiä varten. Yleisimmin mitataan lämpötiloja, painetta tms. fysikaalisia ominaisuuksia. Tiedonkeruulaite muuttaa anturilta mitattavan fysikaalisen ominaisuuden elektroniseksi signaaliksi. Nämä signaalit muutetaan binäärimuotoon ja tallennetaan laitteen kovalevyille tai muistikortille.

Tiedon kerääminen voidaan suorittaa väylällä kulkevien sanomien yksilöivien tunnisteiden perusteella, tällöin saadaan juuri sitä tietoa, mitä halutaan. Solmujen välinen sanomaviestitys on todella runsasta, ja on aiheellista jättää ylimääräiset viestit keräämättä. Tässä tuleekin huomioida että, mikäli kerätään jatkuvasti kaikki mahdollinen tieto, kertyy sitä jo yhden päivän aikana niin suuri määrä, jotta esimerkiksi GSM-yhteyden ylläpito tietojen siirrossa varikolle tulee jo huomattavan arvokkaaksi ja miltei mahdottomaksi suurien tiedostojen takia. Eräänä tiedonsiirtovaihtoehtona voisi olla WLAN tai radiomodeemiyhteys ajoneuvoon sen saapuessa varikolle. Tällöin hyödynnettäisiin kenties yrityksen jo olemassa olevaa langatonta verkkoa. Koiviston Auto Oy:n Lahden varikolla ei ole tällä hetkellä käytettävissä omaa langatonta verkkoa. Ongelmaksi tulisivat ajoneuvot, jotka yöpyvät muualla kuin varikolla. Radiomodeemitiedonsiirto on käytössä mm. Helsingin Seudun Matkakorttijärjestelmässä. Tietojen lähettämistä varten täytyisi rakentaa varikolle antennijärjestelmä ja tietokone, joka hoitaisi tiedonsiirron. Pidemmällä tähtäimellä on järkevämpää käyttää WLAN yhteyttä yhdistettynä kaupallisiin tiedonsiirtoväyliin, kuten GPRS tiedonsiirtoon.

Tiedonsiirtotapa voidaan muuttaa mahdollisen langattoman verkon rakentamisen myötä.

Tiedonkeruuseen tarkoitettujen laitteiden valmistajia ja valmiita ratkaisuja on tarjolla suhteellisen runsaasti, mutta ominaisuuksissa on suuria eroja. Laitteita on varustettuna manuaalisella tiedonsiirrolla tai langattomalla toteutuksella. On myös sulautettuja tietokoneita, jotka voidaan räätälöidä täysin asiakkaan vaatimusten mukaisiksi, mutta näissä yhden laitteiston hinta kohoaa melko suureksi. Usein tarjolla on myös tulosten analysointiin laitevalmistajien omia ohjelmia tai ilmoitetaan tuki jollekin markkinoilla olevalle valmiille ohjelmalle (esim. LabView, CANlyzer).

Opinnäytetyöni tarkoituksena on löytää keinot, joilla voitaisiin kerätä polttoaineen kulutukseen liittyviä tietoja. Kibes sähköjärjestelmästä ei ole kerätty aikaisemmin tietoja loggerilla. Tällä hetkellä tärkeimpiä tietoja vian etsinnän kannalta olisivat lämmitysjärjestelmään liittyvät tiedot. Lämmitysjärjestelmän vikojen selvittämisessä olisi hyötyä saataessa tietoja mitä eri venttiileissä, puhaltimissa tai pumpuissa on tapahtunut eri lämpötiloissa. Kibes-järjestelmä kuitenkin jätetään pois tämän työn aihepiiristä ja keskitytään ainoastaan moottoriväylän tietojen tutkimiseen.

4.3 Tallenteiden analysointi

Tallenteita voidaan analysoida kaupallisilla graafisilla työkaluohjelmilla. Kabus Oy:llä on käytössään Vectorin CANlyzer-ohjelmisto, jolla voidaan tarkastella väylästä kerättyjä tietoja. Muita käytössä olevia ohjelmia ovat mm. LabView ja DasyLab. LabView -ohjelma soveltuu hyvin tutkimuskäyttöön, ja tätä ohjelmaa käytetäänkin mm. VTT:llä. Koiviston Auto Oy:n toivomuksena olisi kuitenkin mittaustulosten tarkastelu yksinkertaisesti Exelin -taulukkolaskenta ohjelmalla, koska tämä ohjelmisto on jokaisen käytettävissä (Yhtymän- ja yksiköiden johto). Loggerin tuottaman aineiston tiedostot olisivat tällöin .csv -muodossa. Jos

yrityksessämme käytettäisiin jotain erikoisohjelmaa tulosten analysointiin, täytyisi se asentaa kaikille sitä tarvitsevien henkilöiden työasemille ja eteen tulisivat kuluja lisäävät ohjelmistojen lisenssiasiat.

Tallenteiden analysointia varten täytyy selvittää sanomien tunnistetiedot sekä sanomien sisällöt. Moottorivalmistajalta on saatavissa dokumentti, jossa kerrotaan tuettujen sanomien tunnistetiedot. Lisäksi tarvitaan tunnistetietojen syvällisempää tulkintaa varten standardidokumentti, josta käy ilmi viestin tarjoama informaatio. Cumminsin dokumentti tunnistetiedoista on luottamuksellinen, ja sen luovuttaminen kolmannelle osapuolelle ei ole mahdollista. Mittaamalla sanomaliikennettä voidaan kuitenkin tehdä omia johtopäätöksiä ja luovuttaa näitä tuloksia eteenpäin.

4.4 GPS-paikannus lisäominaisuutena

GPS (Global Positioning System) järjestelmä koostuu Yhdysvaltain puolustushallinnon ylläpitämistä 24:tä satelliitista ja maanpäällisestä ohjausjärjestelmästä. Systemin kehitys alkoi jo vuonna 1973, josta edettiin kokeilujärjestelmään vuosina 1978 - 1985. Järjestelmä oli lopulta täydessä toimintavalmiudessa vuonna 1995. Alun alkaen paikannusjärjestelmä suunniteltiin sotilaalliseen käyttöön, mutta käyttöä laajennettiin pian myös siviilipuolelle heikommalla tarkkuudella, jolloin siviilipuolen signaaliin lisättiin näennäissatunnaista häiriötä paikannuksen heikentämiseksi. Nykyisin ei häirintää enää ole (poistui vuonna 2000), ja tarkkuus on kaikille samaa tasoa. Euroopassa on kehitteillä Amerikkalaisen järjestelmän rinnalle myös oma paikannusjärjestelmä Galileo. (Langaton tiedonsiirto 2001, 56 - 63.)

GPS-paikannuksella saavutetaan suuri tarkkuus. Satelliittien kiertoradat ovat suunniteltu niin, että päätelaitteelle olisi aina näkyvissä ainakin neljä satelliittia. Satelliitteja on useimmiten päätelaitteen ulottuvilla enemmän, joten pääte käyttää tässä tilanteessa useamman satelliitin tietoja luotettavuuden parantamiseksi. Käytössä on myös ns. differentiaali GPS, jolla saavutetaan noin yhden metrin

tarkkuus. Paikan määrittäminen tapahtuu satelliittien lähettämien signaalien perusteella. Paikka voidaan määrittää kolmen eri satelliitin signaalien avulla, mutta korkeuden määrittämisen yhteydessä tarvitaan neljäs satelliitti. Lisäksi käytetään hyväksi tietoa signaalien etenemisviiveistä. (Langaton tiedonsiirto 2001, 56 - 63.)

GPS-paikannus on tullut 1990-luvun lopulla ajoneuvojen liikkuvuuden hallinnan apuvälineeksi. Pääasialliset käyttökohteet ovat olleet tavaraliikenteen hallinnassa ja ajoneuvokierron tehostamisessa. Paikannus on tullut myös linja-autoliikenteen apuvälineeksi lähinnä reaaliaikaisten pysäkki-informaatiojärjestelmien myötä. Esimerkkinä mainittakoon Espoon Länsiväylän ELMI, Tampereen PARAS ja Oulun OULA reaaliaikaiset pysäkki-informaatiojärjestelmät. GPS paikannusta voidaan soveltaa myös rahastusjärjestelmien nousupysäkkien seurantaan, joka helpottaa kuljettajan rahastustyötä rahastusohjelman ollessa aina oikealla pysäkillä.

Monessa tiedonkeruulaitteessa on GPS-paikannin vakiovarusteena. Käyttökohteita voisi Koiviston Auto Oy:n tapauksessa olla ajoneuvoseuranta, rahastusjärjestelmän nousupysäkkimäärittäminen, auton sisätiloissa olevat pysäkinäytöt ja mahdollisten tulevien pysäkki-informaatiojärjestelmien osana. Uudessa Kabus matalalattia autossa on jo olemassa sisätiloissa oleva pysäkinäyttö, joka toimii GPS paikannuksen avulla. Paikannuksen avulla saataisiin myös ajoneuvon tietojen tallennuksen aikana määriteltyä mm. paikka-, aika- ja nopeustiedot, joka saattaisi helpottaa satunnaista vikojen etsintää.

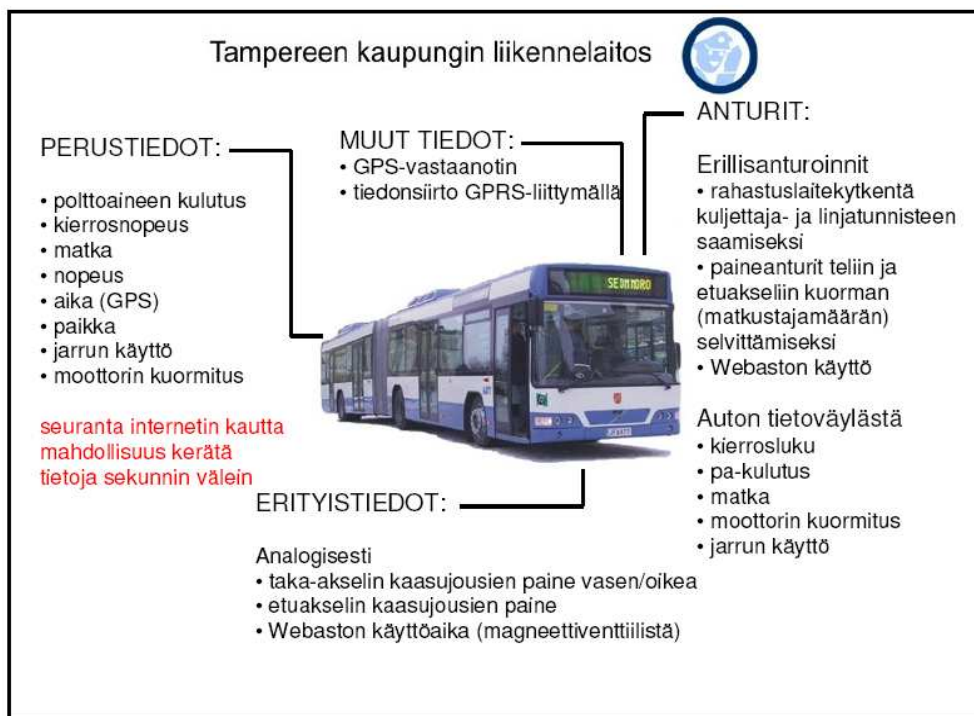
Liikenneosastolla ajoneuvoseurantaa voitaisiin hyödyntää, esimerkiksi karttaohjelmaa apuna käyttäen, autojen seurannassa. Nähtäisiin myöhässä olevat vuorot ja voitaisiin kohdistaa apua ongelmakohtiin. Tosin karttaohjelman lisäksi pitäisi olla jonkinlainen tieto yrityksen ajamista reiteistä ja aikatauluista, jotta ohjelma osaisi laskea auton olevan myöhässä tai edellä aikataulustaan. Reitti- ja aikataulutietoja voitaisiin saada Yhtymän omasta liikennelupatietokannasta tai Pusatecin rahastusjärjestelmästä. Liikenneosastolla voitaisiin parantaa asiakaspalvelua (tiedetään auton olevan myöhässä) ja helpottaa organisointityötä täsmällisen paikkatiedon antaman informaation myötä. Linja-autoliikenteessä

ajetaan reitit ennalta tehdyn aikataulun ja suunnitelman mukaisesti ja tältä osin poikkeaa esimerkiksi tavaraliikenteen seurannasta. Linjaliikenteessä tiedetään tällä hetkellä ainakin noin tarkkuudella, missä mikin ajoneuvo milloinkin on.

Tavaraliikenteessä on hyödyllistä valvoa käytettyjä ajoreittejä, jotta havaitaan esimerkiksi aikataulua hidastavat reittivalinnat (ruuhkaiset ja mäkiiset tiet) ja voidaan ohjata kuljettajia jatkossa käyttämään taloudellisempaa ja mahdollisesti nopeampaa reittiä. GPS yhdistettynä karttaohjelmiin tuo apua suunnistamiseen vierailta paikkakunnilla ja ulkomailla. Tilausajoilla olisi apua neuvoa antavista opastinlaitteista, joista kuljettaja näkisi reitin kohteeseen. Ainakin Koiviston Auto Oy:n kohdalla tilausajojen määrä on pientä suhteessa linjaliikenteen ajomääriin.

4.5 Muut tiedonkeruujärjestelmät

Ajoneuvon CAN-väylästä tapahtuva tietojen kerääminen on ollut aikaisemmin mainitsemani Motivan ja VTT:n tutkimustyön apuna raskaan kaluston energian käytön tehostamiseen tähtäävässä tutkimusprojektissa. Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 13 on esimerkki Tampereen kaupungin liikennelaitoksen linja-autoon asennetusta seurantalaitteistosta antureineen, joka hyödyntää yhtenä ominaisuutena CAN-väylän tarjoamaa tietoa. Laitteistoa on kartoitettu yhdessä mm. EC-tools Oy:n kanssa, joka on erikoistunut seurantajärjestelmiin ja mittausaineistojen raportointiin. Laitteisto lisäänturointeineen on varsin laaja kokonaisuus. (Nylund N-O 2005)



Kuvio 13. Tampereen kaupungin liikennelaitoksen ajoneuvoihin asennettu seurantalaitteisto (Nylund N-O 2005)

Kuviosta nähdään, että väylästä kerätään varsin monipuolista tietoa, mutta laajennettaessa seuranta on jo turvaututtava erilaisiin anturointeihin. Kaasujousien ja akselien paineantureilla pyritään selvittämään auton matkustajamääriä. Tähän on raportin mukaan päästy kohtuullisella tarkkuudella, ja tätä on tarkoitus vielä kehittää eteenpäin. Pakettikytkentäinen GPRS-tiedonsiirto mahdollistaa seurannan Internetin välityksellä. Raportteja tuotetaan sekä kuljettajille että yrityksen johdolle. (Nylund N-O 2005)

Samassa projektissa ovat olleet mukana myös Tampereen auto ja konekeskus, Koiviston Auto Oy sekä Transport Oy. Tampereen auto ja Konekeskuksen kuorma-auto on varustettu seurantalaitteistolla, samoin kuin kaksi Koiviston Auto Oy:n linja-autoa. (Nylund N-O 2005)



Autoon toteutetut erillisanturoinnit

- ei mitään vielä, kiihtyvyyssanturit? X-Y-Z kiihtyvyyksien mittaamiseen ollut suunnitteilla ja sopivat anturit on löytyneet, ei vielä päätöstä asennuksesta.
- suunnitteilla kytkentä rahastuslaitteeseen

Auton omia "antureita" hyödyntäen

- Autossa on tietoväylä, josta saadaan mm. kierrosluku, polttoaineen kulutus, matka, moottorin kuormitus, jarrun käyttö

Muuta

- gps-vastaanotin
- tiedonsiirto GSM -liittymällä
- kuljettaja tunnisteiden lukija

KERÄTTÄVÄT PERUSTIEDOT

- Polttoaineen kulutus
- Kierrosnopeus
- Matka
- Nopeus
- Aika (gps)
- Paikka
- Jarrun käyttö
- Moottorin kuormitus

⇒Mahdollisuus kerätä sekunnin välein haluttuja tietoja (aktivointi tekstiviestillä)

⇒Perusseuranta internetliittymästä

Kuvio 14. Koiviston Auto Oy:n linja-autoihin suunniteltu seurantalaitteisto (Nylund N-O 2005)

Kuviossa 14 on esitelty projektissa suunniteltu seurantalaitteisto Koiviston Auto Oy:n linja-autoihin. Kuvioista ilmenee, millaisia tietoja halutaan ajoneuvosta saada myöhempää tai reaaliaikaista seuranta varten.

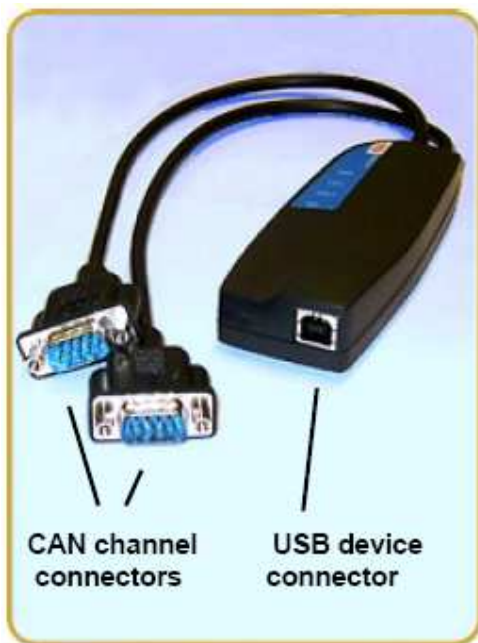
5 TIEDONKERUULAITTEET

Ennen työni lopullisen suunnan löytymistä, ehdittiin selvittää erilaisia tiedonkeruulaitteistovaihtoehtoja. Laitteiston ja ohjelmiston sopivuuden määrittämiseksi laadittiin selventävä dokumentti. Dokumentin tarkoituksena oli hahmottaa laitteen ominaisuuksia ja toimia mm. alustavien selvityspyyntöjen liitteenä, jossa kerrotaan laitetoimittajille laitteistolle ja ohjelmistoon kohdistuvat vaatimukset. Seuraavissa luvuissa on esimerkkejä hyvin erilaisilla ominaisuuksilla varustetuista tiedonkeruulaitteista.

5.1 Kvaser Memorator

Kvaser Memorator on pienikokoinen ja monipuolinen tiedonkeruulaite (kuviokuva 15). Laite edustaa yksinkertaisinta ratkaisumallia, jossa ominaisuudet käsittävät ainoastaan tiedonkeruun eikä laajennusmahdollisuuksia ole. Laite toimii ”stand-alone” -tyyppisenä laitteena ajoneuvon väylään kytkettynä. Haluttu tieto kerätään tavanomaiselle MMC tai SD tyypin flash -muistikortille, joka voidaan irrottaa kytkemättä laitetta pois päältä. Tallenteita voidaan analysoida myöhemmin tai USB portin kautta voidaan tallenteet poimia kannettavalle tietokoneelle ja tutkia välittömästi. Laite ei sisällä itsessään etäyhteyksiä, esim. GPRS-modeemia.

Mittausasetukset tehdään Kvaser Memorator Configuration Tool -ohjelmalla ja tallennetaan loggerin muistiin. Laite voidaan määritellä keräämään kaiken väylän liikenteen tai käyttää apuna liipaisua tietyn arvon ilmaannuttua. Laite voidaan asettaa keräämään tietoa sanomien tunnisteiden, sisällön tai virhekehysten perusteella. Liipaisu voidaan määritellä pulssien nousevalla tai laskevalla reunalla. Erityisesti sanomien tunnisteiden perusteella tapahtuva erittely on tärkeä ominaisuus haettaessa tiettyjä tietoja. Laite tukee sekä 11- (CAN 2.0A) että 29- (CAN 2.0B) bittisiä tunnisteita.



Kuvio 15. Kvaser Memorator

Laitetta voisi suositella erityisesti tilapäiseen mittauskäyttöön asentamalla ajoneuvoon sopivaan paikkaan RS-232 liitäntä, johon laite voitaisiin tarpeen tullen liittää. Laitteesta voisi olla hyötyä esimerkiksi jonkin silloin tällöin ilmenevän vian etsintään tai muuhun tilapäiseen mittaukseen. Pienen kokonsa ansiosta laite on helposti sijoitettavissa melkein mihin tahansa asian mukaisesti suojattuun paikkaan.

5.2 MX-2

Host Mobility Ab:lla on tarjolla MX-2 Telematics Computer loggeri (kuvio 16), joka on varustettu GSM/GPRS modeemilla. Laite on tarkoitettu erityisesti J1939-standardia käyttävien järjestelmien tietojen keräämiseen ja asennettavaksi ajoneuvoihin kestävän rakenteensa ansiosta. Laite kykenee tallentamaan väylän liikennettä ja lähettämään sen palvelimelle jopa reaaliajassa. Tallenteet voidaan lähettää salattuina ja isoina tiedostoina. Laitteessa on myös GPS-paikannin ja tallennuskykyä yhteen gigabittiin asti MMC- tai SD-muistikorteilla. Laitetta

voidaan ohjelmoida etäyhteyksillä. Toimitus sisältää Java perusteisen sovelluksen asiakkaan tarpeiden mukaiseksi tehtynä. Sovelluksella voidaan määrittellä laitteelle mm. uudet mittausasetukset.



Kuvio 16. MX-2 Telematics Computer

Tekniset tiedot:

Käyttöjännitteet ja virrankulutus:

Syöttöjännite 8-30 V DC, virrankulutus ~500 mA (12 V), tehon kulutus GSM lähetyksessä 2 W: ~730 mA, lepotilan virrankulutus ~18mA, jos puhelin on pois päältä ~1 mA.

Liitännät:

2x CAN (ISO 11898), RS232, GPS antenni, GSM antenni, MMC/SD muistikortti liitäntä, SIM korttipaikka ja user IO.

Mitat: 12 x 12 x 3,5 cm.

MX-2 mittalaite on ominaisuuksiltaan varsin kattava ja sopivan hintainen. Laittekustannusten lisäksi tulevat myös asiakkaan tarpeiden mukaisen ohjelman tekemisestä aiheutuvia kuluja, ja varikolla täytyy olla palvelinratkaisu, jonne mittausdata siirretään jatkokäsittelyä varten. Laite ei ole yhdistettävissä nykyisen rahastusjärjestelmän GSM / GPRS -modeemiin, koska laite ei tue rahastusjärjestelmän käyttämää CanOpen protokollaa.

5.3 MX-8

MX-8 (kuvio 17) on Host Mobilityn valmistama järeämmän tason telematiikkalaite vaativaan käyttöön. Laite soveltuu hyvin mobiiliin käyttöön vahvan rakenteen ansiosta, mutta meidän käyttötarkoituksiimme se liian järeä. Laitteessa on älykäs käyttöjännitteen hallinta, jolla saavutetaan pieni virrankulutus. Laite tukee Linux-käyttöjärjestelmää ja on täysiverinen tietokone näppäimistö- ja näyttöliitännöineen. Laite voi saada herätteen mm. CAN-väylästä, GSM-datalla tai tekstiviestillä. Mittaus voidaan ohjata alkamaan myös ajastetusti.



Kuvio 17. MX-8 Telematics computer

Laitetta ei voisi ajatella asennettavan sarjatuotantona kymmeneen linja-autoihin. Kulut ja saatava hyöty eivät enää olisi järkevällä tasolla. Ei ole järkevää ottaa

ylimääräisiä ominaisuuksia vain sen tähden, että ne olisivat varalla.
Ominaisuudet, käyttötarkoitukset ja laajennusmahdollisuudet tuleekin optimoida järkevästi.

Tekniset tiedot:

Käyttöjännitteet ja virrankulutus:

Syöttöjännite 9-32 V DC, virrankulutus ~830 mA (12 V), tehonkulutus GSM lähetyksessä 2 W: ~930 mA, kuusi erilaista lepotilaa, jossa virran kulutus pienimmillään ~1 mA.

Perusliitännät:

Ethernet, PCMCIA, CAN (ISO 11898), VGA standard, RS232, GPS ja GSM antenni, user IO.

Muut ominaisuudet:

206 MHz ARM prosessori, 16 MB FLASH muisti, 32 MB RAM muisti, GSM/GPRS modeemi.

Mitat: 21 x 12 x 4 cm

5.4 Pusatec ajoneuvotietokone

Pusatecin ajoneuvotietokone on täysin uusi tuote, joka on Koiviston Auto -yhtymän vaatimukseen soveltuva laite. Laitteen ominaisuuksia onkin kehitetty meidän vaatimuksemme huomioiden, mutta ei pelkästään meille. Laite on varustettu GPS-paikannuksella, X-Y-Z- (kiihtyvyyden) ja kaltevuusantureilla, ja siinä on sovittu nykyisiin ja tuleviin digitaalisiin ajopiirtureihin. Liityntöinä on myös neljä (4) kappaletta LIN-väylälle, kaksi (2) kappaletta CAN-väylälle ja kaksi (2) RS232-liityntää. Laitteessa käytetään Flash tyyppisiä ohjelma- ja datamuisteja, ja siinä on paikka massamuistille. Laite itsessään on valmis ja vaatii enää ohjelmiston tekemisen tarpeiden mukaisesti.

6 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Työn rajaus tuli varsinaisesti esiin vasta käytännön toteutuksen kynnyksellä. Tällöin päädyttiin etenemään pala kerrallaan ja rajattiin työ käsittämään tutkimukseen CAN-väylän liikenteestä. Eli tarkoituksena on yhdessä Pusatecin ajoneuvotietokoneen räätälöinnin kanssa tutkia, mitä liikennettä väylällä kulkee ja mitä olisi mahdollista hyödyntää. Työ näin ollen palvelisi omaa oppimistani ja Pusatec Oy:n kehittämän ajoneuvotietokoneen käyttöönottoa sekä myös Koiviston Auton tietämystä CAN-väylän liikenteestä tulevaisuuden kehitysprojekteja varten.

6.1 Tiedonkeruulaitteen valinta

Tiedonkeruulaitteiden ominaisuuksista arvostettiin erityisesti langattomia yhteyksiä ja monipuolisia liitäntöjä ja käytettävyyttä, kuitenkin unohtamatta ”keep it simple” -periaatetta. Laitteen helppokäyttöisyys käsittäen ohjelmoinnin ja tietojen analysoinnin oli käytön kannalta tärkeää. Laitteen hinnan täytyi pysyä siedettävällä tasolla, mikä yleensä karsii ominaisuuksia. Tosin tällaisissa järjestelmissä on hyvin pitkälle mietittävä mitä laitteelta vaaditaan nyt ja myös tulevaisuudessa. Pelkkään tietojen keruuseen tarkoitettut laitteet ovat suhteellisen huokeita. Langattomat tiedonsiirtomahdollisuudet toivat monella laitteella mukanaan myös hyvin usein GPS-paikannuksen, josta on hyötyä myös tulevaisuudessa. Tiedonkeruulaitteiston asennuksen ajoneuvoon täytyi olla helposti toteutettavissa.

Tiedonkeruulaitteiden ominaisuuksissa oli suuria eroja, ja monipuolisesta tarjonnasta huolimatta hyviä vaihtoehtoja oli vähän. Oli myös selvitettävä, mitä tietoa väylältä todellisuudessa on mahdollista saada. Haastateltuani erinäisiä asiantuntijoita mm. Helsingin Teknillisestä korkeakoulusta ja VTT:ltä oli kaikilla yhteinen toteamus, että väylästä ei ihan helposti tulla saamaan ihan mitä tahansa tietoa. Ilman tunnistetietoja on mahdotonta analysoida kerättyä informaatiota,

joten sanomatunnisteet on oltava. Lisäksi valmistajat eivät kovinkaan helposti päästä ketään suoraan kytkeytymään väylälle vastuusasioiden takia. Väylälle usein kytkedytäänkin FMS- (Fleet Management System) laitteen kautta, joka toimii ikään kuin palomuurina käyttäjän ja varsinaisen väylän välillä. Yleinen käsitys on käsityksenä, että väylästä voidaan ottaa tietoa kunhan vain laittaa liittimen kiinni, mutta tämä on melko lailla väärä oletamus. Standardi määrittelee hyvin käytettävät tavat kommunikoida, mutta mikään pakko ei ole kaikkia viestejä lähettää väylälle, jos niitä ei tarvita. Tuntemattomien sanomien selvittäminen täytyy tehdä käymällä eri toimintoja läpi ja toteamalla esimerkiksi muutoksen aiheuttama bitin arvon vaihtuminen tutkittavassa sanomassa.

Aikaisemmin mainitsin, että käytettävä tiedonkeruulaite ei saa häiritä väylän muuta toimintaa. Väylään liitettävä mittalaite ei saa muuttaa väylällä tapahtuvan liikenteen kuormitusta. Laitteen on oltava kuunteleva, ja on huolehdittava viestien kuitaamisesta aina oikein, ettei se jumiuta väylän toimintaa. Valintaan vaikuttavia tekijöitä on myös se, miten kerättyä dataa aiotaan käyttää ja pitääkö tiedonkeruulaitteen mahdollisesti muokata lähetettävää tietoa.

Monessa laitteessa on vakiona GSM / GPRS -modeemi. Koiviston Auto Oy:n ajoneuvoissa on olemassa Pusatecin rahastusjärjestelmän yhteydessä GSM / GPRS -modeemi, joten tuntui kohtuuttomalta ajatukselta asentaa ajoneuvon kahta yhteyttä. Tosin kahdesta modeemista olisi hyötyä tilanteessa, jossa kerätään ajoneuvosta tietoa ja halutaan lähettää se reaaliajassa palvelimelle, jolloin ajoneuvon puhelinta ei voi varata. Tosin pakettikytkentäinen GPRS mahdollistaa puhelun samaan aikaan datasiirron kanssa, joten tämäkin asia on ratkaistavissa. Ajoneuvon puhelimen on oltava aina käytettävissä onnettomuus- ym. hätätilanteissa, joten mitään puhelinyhteyden varauksia ei voida tehdä käytettäessä pelkästään GSM-liittymää. Useimpien laitteiden kanssa aiheuttaa ongelmia myös kahden erilaisen väylätekniikan yhdistäminen, jos olisimme hyödyntäneet rahastusjärjestelmän modeemia. Pusatec käyttää CanOpen-tekniikkaa väylässään, ja tallennuslaiteissa ei juurikaan ollut CanOpen-liityntöjä.

Pusatecin tiedonkeruulaite ratkaisi tiedonsiirtoon ja väylätyyppeihin liittyneet yhdistämisiongelmat, joita olisi tullut eteen käytettäessä muiden valmistajien laitteita. Laitteessa on monipuoliset liitännät, joista on hyötyä erilaisten sovellusten käyttöönotossa tulevaisuudessa. Laite yhdistää ajoneuvon ja rahastusjärjestelmän yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, johon on saatavissa yhteys langattomasti. Rahastusjärjestelmästä voimme saada yksilöllisiä linja- ja vuorotietoja tiedonkeruun tueksi. Lisäksi laitteen GPS-paikannus palvelee tulevaisuudessa rahastusjärjestelmän tarkan nousu pysäkkitiedon määrittämistä.

6.2 CANalyzer väyläliikenteen analysointiohjelma

Kabus Oy:ltä sain käyttööni väyläliikenteen analysointiin Vector Informatik GmbH:n valmistaman väyläliikenteen analysointiohjelman CANalyzer. Ohjelman avulla voidaan mm tallentaa väylän liikennettä, sekä generoida väylälle itse määriteltä liikennettä sanomien muodossa ja piirtää tuloksista graafisia kuvaajia.

6.2.1 Ohjelman ominaisuudet

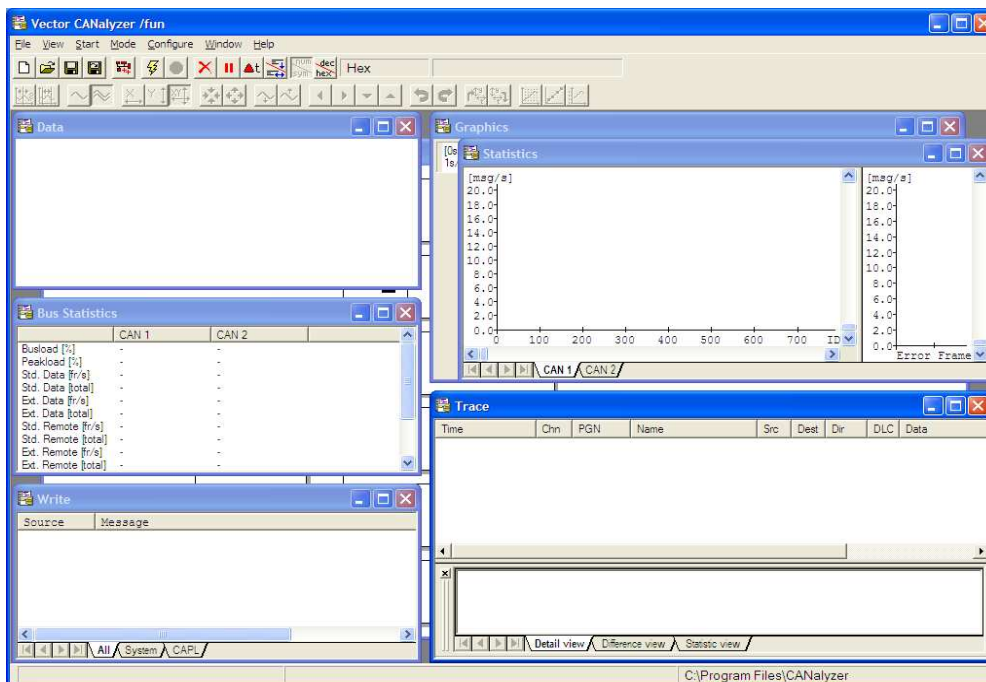
Ohjelman mukana toimitetaan kattava ohjekansio sekä asennus CD:llä tarvittavat laiteajurit. Ohjelma asennetaan automaattisen asennusohjelman avulla tietokoneelle. Ohjelmaa on saatavilla kolme eri versiota ”harrastelijaversiosta” ammattikäyttöön. Ohjelmaan on saatavilla optiona erilaisia lisäominaisuuksia. J1939-standardin mukaisen väyläliikenteen analysoimiseksi on hankittava J1939 lisäohjelmisto. Lisäpaketin tärkeimmät ominaisuudet ovat tietokanta J1939 väyläliikenteen sanomista ja niiden sisällöstä, skanneriominaisuus väylän solmujen havainnoinnista sekä lähde- ja kohdeosoitteiden perusteella tapahtuva sanomien suodatus.

Ohjelman käytön opettelu tapahtuu parhaiten ohjelmistoon mittausdemojen avulla sekä ohjekansiosta löytyvällä seikkaperäisellä tutustumisosuudella ohjelmiston

ominaisuuksiin. Koulutusjaksossa muodostetaan CAN-väylän kautta keinotekoista liikennettä, jota sitten tallennetaan mittaamalla. Ohjelmiston käyttö vaatii erillisen PCcard rajapinnan Vector CANcardXL:n, muuten ohjelmiston käyttö ei onnistu. Erillisistä työasemakohtaisista lisensseistä ei tarvitse huolehtia. Kortin ominaisuuksista löytyy lisää kohdassa 6.3.2.

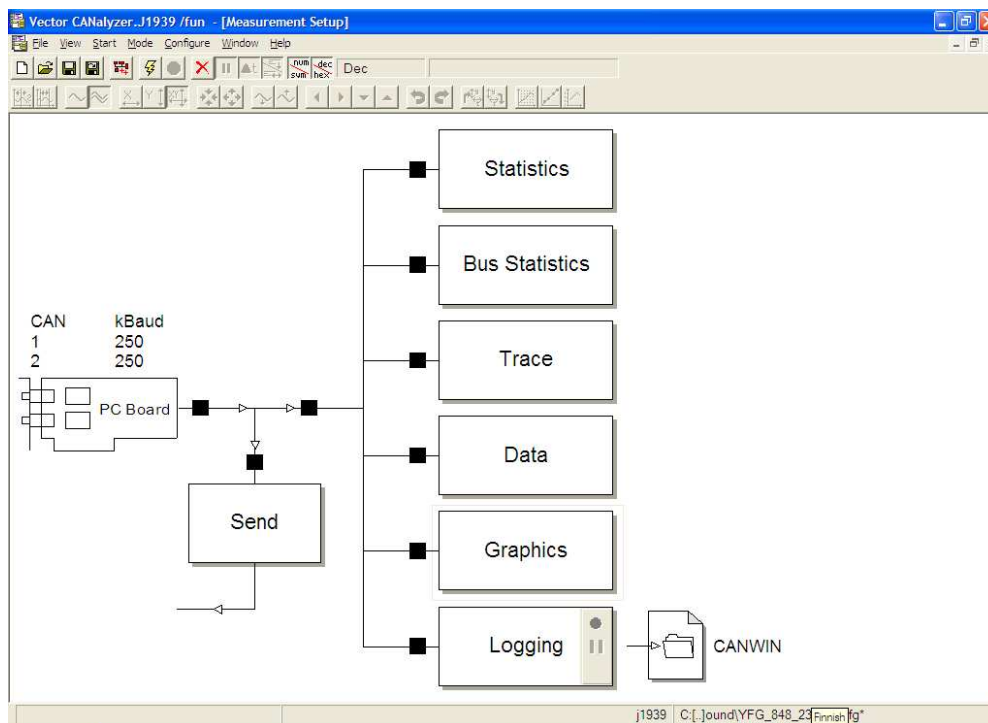
CANalyzerin toiminnot ovat monipuoliset käsittäen useita eri mahdollisuuksia. Ohjelmaa voidaan käyttää mm. väyläliikenteen sanomien kuunteluun, määrättyjen viestien datasisällön esittämiseen sekä keräämään tilastotietoa viesteistä, väyläkuormituksesta ja häiriöistä. Viestiliikenteen tallenteiden toisto ja arviointi sekä vuorovaikutteisten esimääriteltujen viestien lähettäminen on mahdollista.

Ohjelman mukana toimitetaan projektitietokanta CANdb++, jossa optiona hankittavan J1939 lisäominaisuuden yhteydessä tulevat kaikki standardin määrittelemät sanomat ja niiden PGN (Program Group Number) numerot. Tietokannan avulla voidaan mitattavat viestit esittää ymmärrettävässä muodossa. Lisäksi kantaan voidaan luoda omia tai valmistajakohtaisia sanomatunnisteita.



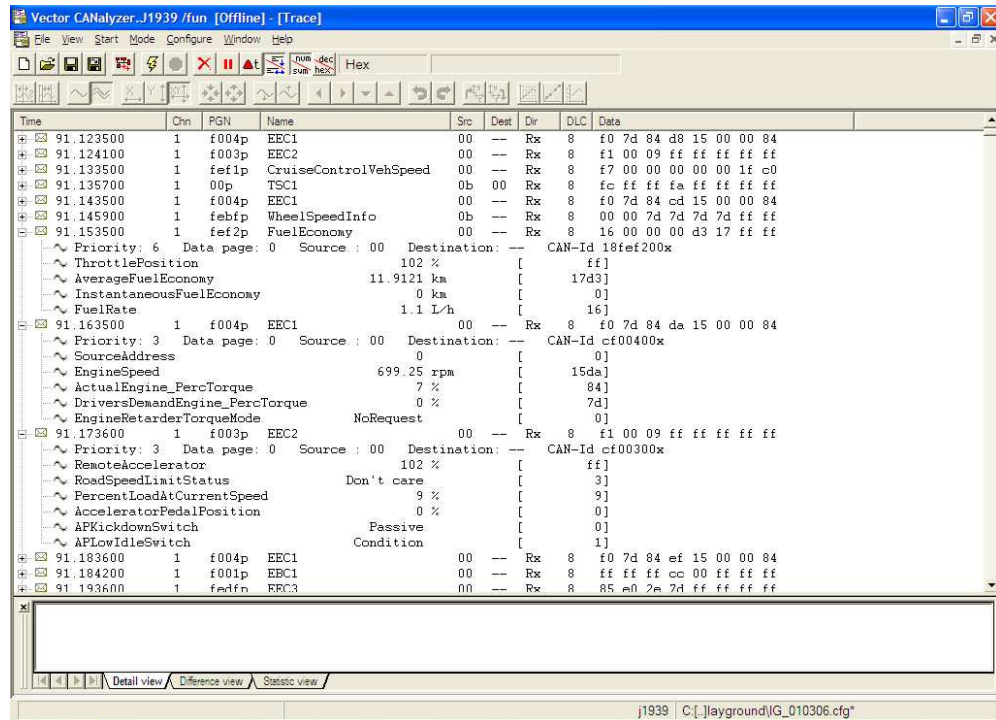
Kuvio 18. CANalyzer -ohjelman aloitusnäky.

Avattaessa käyttöliittymä avautuu kuvion 18 mukainen näkymä, jossa näkyvät kaikki mittausikkunat. Jokaisen ikkunan asetuksia voidaan hallinnoida ja tehdä kulloisenkin mittaustilanteen mukaisia säätöjä.



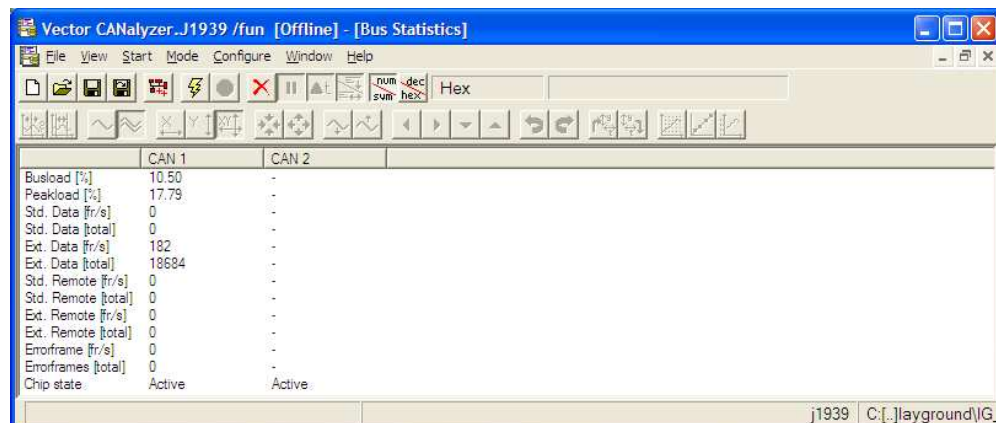
Kuvio 19. Measurement Setup-näkymä.

Kuviossa 19 on esitetty graafinen työkalu, jolla voidaan asettaa mittauslohkoille parametrit ja arviointi toiminnot. Hiiren oikealla näppäimellä klikattaessa mustan neliön päällä voidaan asettaa lisäelementtejä, kuten esimerkiksi interaktiivisia generaattoreita, jotka voidaan asettaa tuottamaan tietynlaisia sanomia tai asettaa vastaanotettavien sanomien suodatus tunnisteiden perusteella. Data voidaan näyttää 16 järjestelmän (hexadesimaaliluku) lukuna tai 10 järjestelmän lukuna (desimaaliluku). Generaattoreiden avulla voidaan harjoitella mittauksia asettamalla generaattori lähettämään tietyillä tunnisteilla sanomia toiselta kanavalta väylälle ja vastaanottaa niitä toisen kanavan kautta. Kyseessä on varsin helppokäyttöinen ja havainnollinen graafinen työkalu mittausjärjestelyiden asettamiseen.



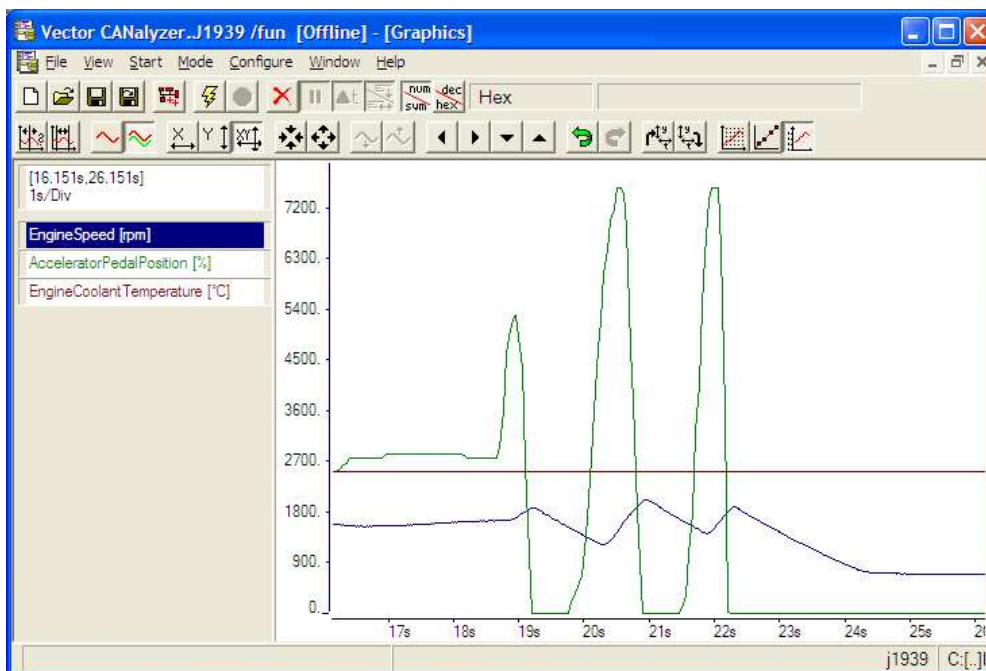
Kuvio 20. Trace-näkymä.

Kuvion 20 mukaisessa ikkunassa listataan kaikki liikenne väylässä, kuten viestit, virhekehykset ja kyselykehykset. Jokaisesta viestistä voidaan saada yksilölliset arvot tunnistetietojen perusteella, myös suoraan mittauksen aikana. Tuloksia voidaan asettaa näkymään joko yksilöitynä jokainen viesti tai yleinen otanta siinä järjestyksessä, kuin ne on ensimmäistä kertaa väylällä havaittu.



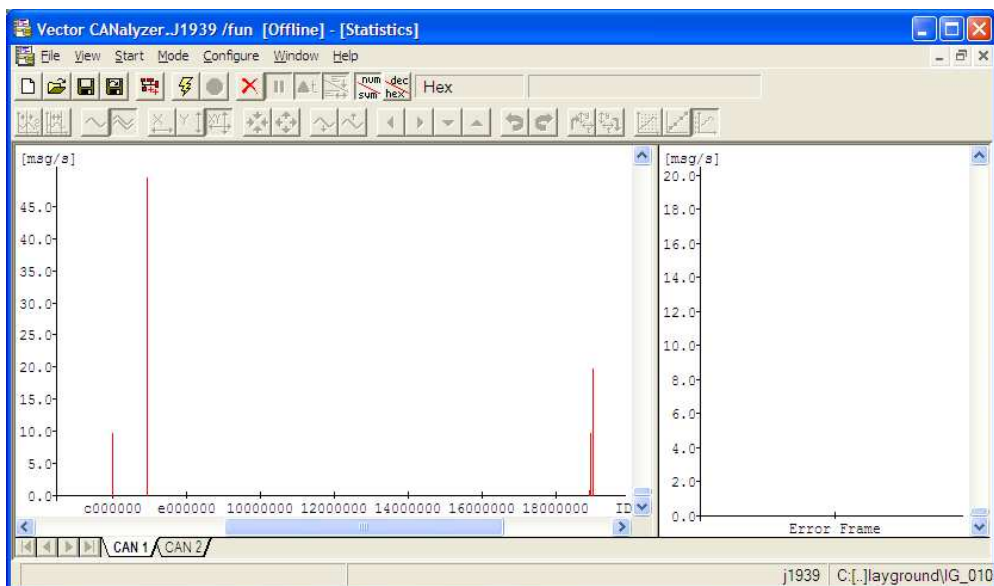
Kuvio 21. Bus Statistics-näkymä.

Kuviossa 21 oleva Bus Statistic eli väylän tilasto ilmaisee data-, kysely- ja virhekehysten määrän sekä väyläkuormituksen prosentteina (myös huippuarvo).



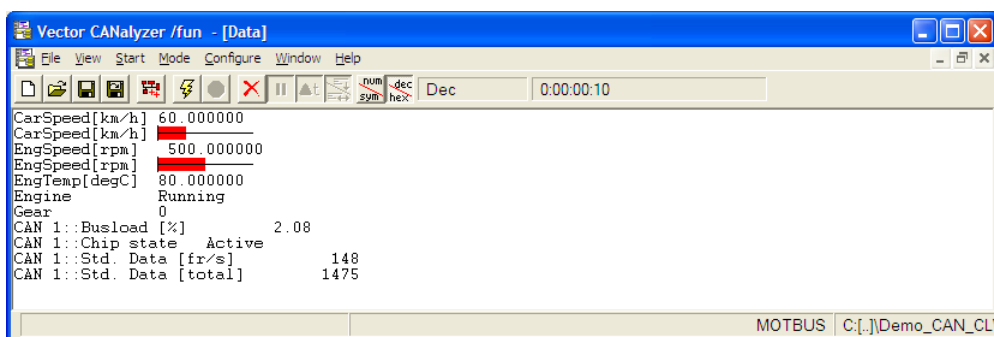
Kuvio 22. Graphics-näkymä

Kuvion 22 mukaisessa näkymässä näytetään reaaliajassa valitut arvot graafisena kuvaajana ajan funktiona. Mittaaja voi itse määritellä haluamansa sanomasisällön tulostamisen kuvaajana, kuten esimerkiksi lämpötila, kierrosnopeus ym. Mittaustuloksia voidaan analysoida säätelemällä mittauspisteitä kuviossa ja siirtelemällä kuvaajia ruudulla. Kuvion vasemmasta laidasta valitaan signaali, jota halutaan tarkastella. Valittaessa haluttu signaali y-akselin mitta-asteikko muuttuu signaalin mukaiseksi ajan ollessa x-akselilla. Akseleiden asteikoiden tarkkuutta voi käyttäjä muuttaa näpäyttämällä hiiren oikeaa näppäintä kuvan päällä ja valitsemalla valikosta kohdan ”Settings”. Näytölle saadaan erilaisia apuviivastoja sekä signaalin piirtotapaa ja värejä voidaan muuttaa. Negatiivisena puolena on useamman signaalin tulostuksen aiheuttama sekavuus näytöllä.



Kuvio 23. Statistics-näkymä

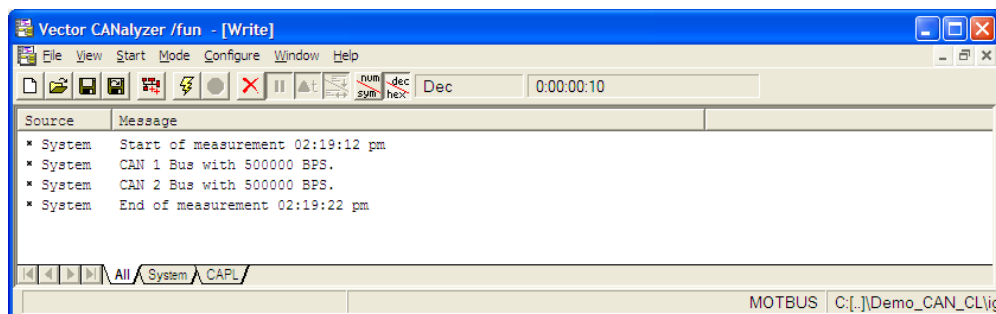
Kuvion 23 mukaisessa Statistics-ikkunassa näytetään viestien määrä sekunnissa sanomatunnisteen funktiona. Kuviossa 23 nähdään punaisella pystyviivoilla merkittynä eri sanomien määrä sekunnissa. Vaaka-akselin yksikkönä käytetään PGN (Program Group Number) numerosta, prioriteettiarvosta, lähde- ja kohdeosoitteesta muodostettua CAN-id arvoa.



Kuvio 24. Data-näkymä

Kuvion 24 mukaisessa näkymässä näytetään valitut tietoarvot valinnan mukaan joko numeerisena tai pylväskuvaajina sekä molemmat yhtäaikaan. Näkymässä

voidaan näyttää lisäksi väylän kuormitus, datakehysten määrä sekunnissa (fr/s), mutta nämä tiedot näkyvät parhaiten kuvion 21 Bus Statistics-ikkunassa. Mitattavista arvoista pitää erikseen määrittellä mitä halutaan näkyville, kaikkea tietoa ei ole pakko tulostaa näytölle.



Kuvio 25. Write-näkymä

Kuviossa 25 on esitetty Write-näkymä, jossa näytetään ohjelman toimintaan liittyvää lokitietoa. Lokitiedostosta nähdään mm. mittausten aloitus ja lopetus ajankohdat, väylänopeudet ja mahdolliset suorituksessa tapahtuneet virheet.

6.2.2 CANcardXL PCMCIA –kortti ja mittakaapelit

Ohjelman käyttö vaatii toimiakseen Vectorin valmistaman PC kortin, joka toimii rajapintana CAN väylään. Kortti asennetaan tietokoneen PCMCIA korttipaikkaan ja laiteajurit asennetaan Windowsin XP käyttöjärjestelmässä automaattisen asennustyökalun (Hardware Wizard) avulla.

CANcardXL tekniset tiedot:

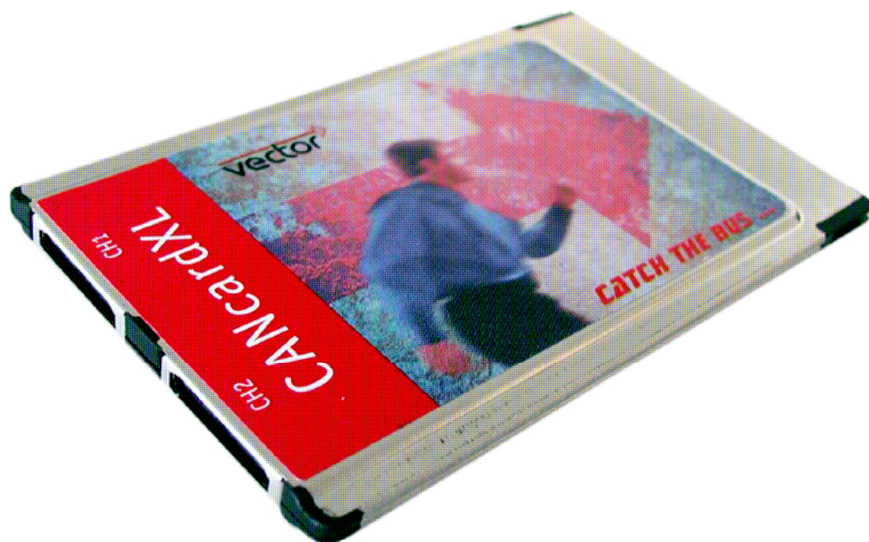
PC-card tyyppi 2

32 bittinen mikro-ohjain 64 MHz

2 erillistä CAN kanavaa

Tuettu CAN 2.0B ja LIN

Plug and Play tyypinen asennus



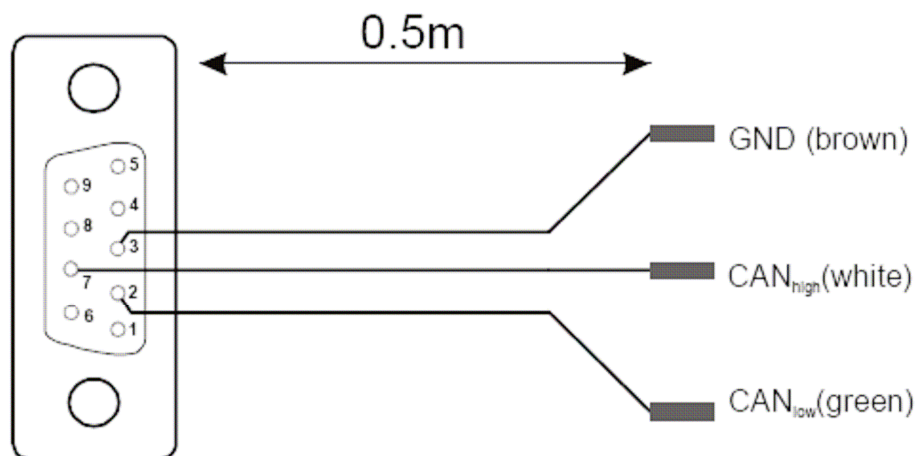
Kuvio 26. CANcardXL PC-kortti (Vector Informatik GmbH 2003.)

Mittauksissa käytetään kuvion 27 mukaista CANcabs-mittakaapelia. Mittakaapelin toisessa päässä on 9-napainen D-liitin, johon tein itse jatko-osan helpompaa solmulle liityntää varten (kuvio 29). Kaapeliin voidaan liittää erilaisia mittapäitä banaaniliittimien avulla.

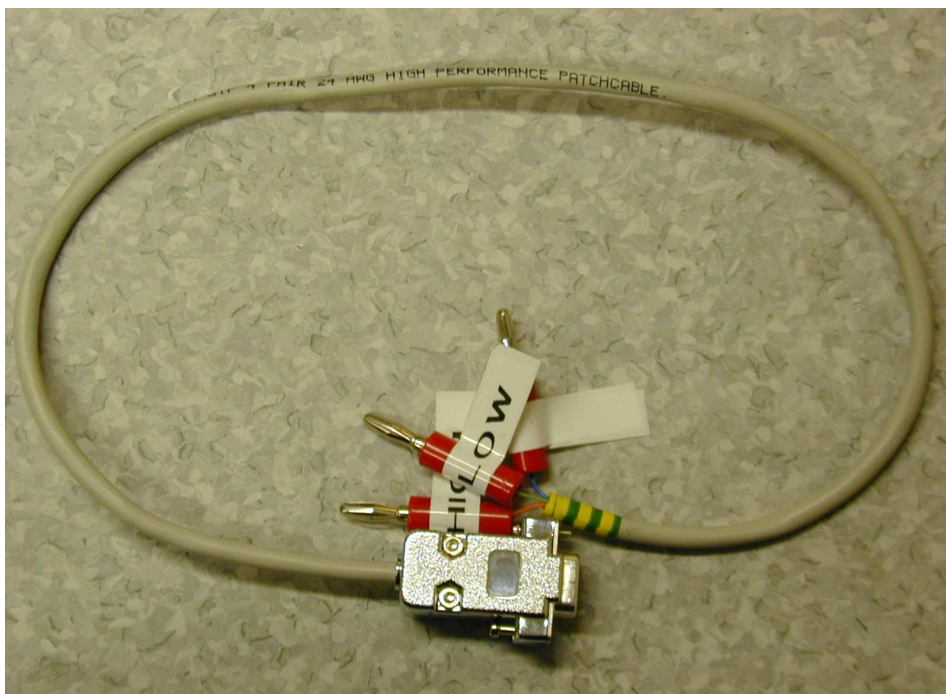


Kuvio 27. CANcab 251 mittakaapeli (Vector Informatik GmbH 2003.)

Alla olevan kuvion 28 mukaisen kytkentäkaavion avulla valmistin liityntäkaapelin CANcableA, joka on nähtävissä seuraavan sivun kuviossa 29.



Kuvio 28. CANcableA kytkentäohje (Vector Informatik GmbH 2003.)



Kuvio 29. Itse valmistettu CANcableA

Omatekoisen liityntäkaapelin valmistamiseen käytettiin suojaamatonta kierrettyä kategorian 5 parikaapelia. Kaapelin toiseen päähän kiinnitettiin yhdeksän napainen D-liitin (naaras), joka liitettiin mittauksissa kuvion 27 mukaiseen kaapeliin. Liityntäkaapelin toiseen päähän kiinnitettiin ns. banaaniliittimet, joihin on helppo liittää erilaisia ohutkärkisiä mittapäitä tarpeen mukaan. Banaaniliittimet merkittiin asianmukaisilla merkinnöillä johdinten sekaantumisen välttämiseksi.

6.3 Väylän sanomaliikenne ja hyödynnettävyys

Tässä kappaleessa tutustutaan käytännön mittausten avulla Cummins-moottorin väyläliikenteeseen. Luvussa on kuvattu ensisijaisesti tulevien jatkoprojektien kannalta tärkeät sanomatunnisteet. Lisäksi esitellään mittausjärjestelyt sekä mittausohjelman asetukset. Luvussa 6.3.4 Mittaustulokset ja johtopäätökset on yhteenveto saaduista mittaustuloksista.

6.3.1 J1939 mukaiset polttoaineen kulutuksen sanomatunnisteet

Analysointiohjelmaan hankitun J1939 option mukana tulleeseen sanomatietokantaan sisältyy standardin mukaisten sanomien tunnistet ja selvitys sanomasisällöstä. Cummins noudattelee sanomien tunnistetiedoissa standardia, tosin mahdolliset salatut viestit eivät mittauksissa luonnollisestikaan näy. Kaikki mittauksissa ilmenneet standardin mukaiset sanomat, ja niiden PGN (Program Group Number) tunnistenumerot ovat nähtävissä liitteessä 1. Liitteestä käyvät ilmi myös bittitasolla tapahtuvat muutokset. Kohdassa 6.3.4 Mittaustulokset ja johtopäätökset nähdään käytännön mittauksissa esiintyneitä sanomia ja niiden sisältämää tietoa.

Tärkeimpänä tiedonkeruun kannalta ovat polttoaineen kulutukseen liittyvät sanomat, joita standardin mukaan liikkuu tunnisteilla (PGN) 65203, 65257 ja 65266. Sanomatunnisteella 65203 polttoainetieto (Fuel information) on jaettu

parametreihin Trip average fuel rate, joka ilmoittaa matkan aikana kulutetun polttoaineen jaettuna ajalla, jonka moottori on ollut käynnissä (sisältää myös joutokäynnin). Yksikkönä on litraa tunnissa (l/h), ja yhden bitin muutos tarkoittaa 0,05 litraa/h muutosta mitattavassa arvossa. Sanoma sisältää myös parametrin Total PTO (Power Takeoff) Engine Fuel Used, joka ilmoittaa käytetyn polttoaineen määrän moottorin voimanulosoton ollessa päällä. Tämä ominaisuus ei ole käytössä. Yksikkönä on litra (l) ja tarkkuus on 0,5 l /yhden bitin muutos.

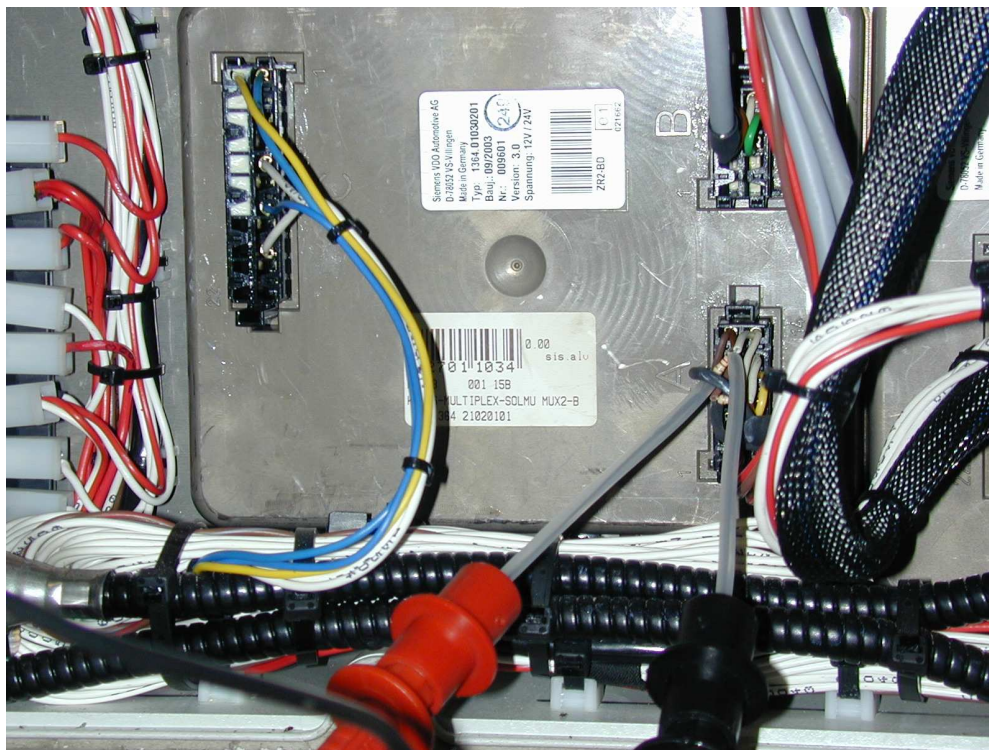
Tunnisteella 65257 polttoaineen kulutus (Fuel Consumption) oleva sanoma polttoaineenkulutuksesta on jaettu parametreihin käytetty polttoainemäärä (Total Fuel Used) ja matkan aikana käytetty polttoaine (Trip Fuel), joissa yksikkönä on litra (l). Molempien em. parametrien tarkkuus on 0,5 litraa/bitti.

Sanoma tunnisteella 65266 (Fuel Economy) polttoainetalous sisältää parametrin Fuel Rate = polttoaine taso, Instantaneous Fuel Economy = hetkellinen polttoainetalous ja Average Fuel Economy = keskimääräinen polttoaine talous. Polttoainetaso ilmoitetaan yksikössä l/h tarkkuudella 0,05 litraa/bitti. Hetkellinen ja keskimääräinen polttoainetalous ilmoitetaan yksikössä km/kg tarkkuudella 1/512 km/kg per bitti. Cummins ilmoittaa tukevansa em. sanomista tunnisteilla 65257 ja 65266 liikkuvia viestejä. Sanoma 65257 lähetetään väylälle ainoastaan pyynnöstä, ja sanoman 65266 päivitys tapahtuu 100ms välein.

6.3.2 Mittausjärjestelyt

Mittaukset toteutettiin käyttäen Koiviston Auto Oy:n Kabus-pikavuoroautoa numerolla 346 (FFF-746). Auto on uuden mallisarjan järjestyksessään toinen valmistunut pikavuoroauto. Mittauksissa käytettiin CANalyzer ohjelmistoa ja kappaleessa 6.2.2 esitettyjä mittakaapeleita. Mittakaapelit kytkettiin ajoneuvon Siemens VDO Kibes järjestelmän keskustietokoneeseen (ZR2-B) kytkettyyn Power Train väylään liittimeltä A. Käytössä nastat 12 (CAN-L), 11 (CAN-H) ja 9 (GND). Liityntä väylään tapahtui alla olevan kuvion 30 mukaisesti väylän

terminointivastukselta. Mittauksessa käytettiin Hewlet Packardin Compaq nx 9020 kannettavaa tietokonetta, Windows XP professional käyttöjärjestelmää, CANcardXL PC-korttia sekä CANalyzer ohjelmistoa.

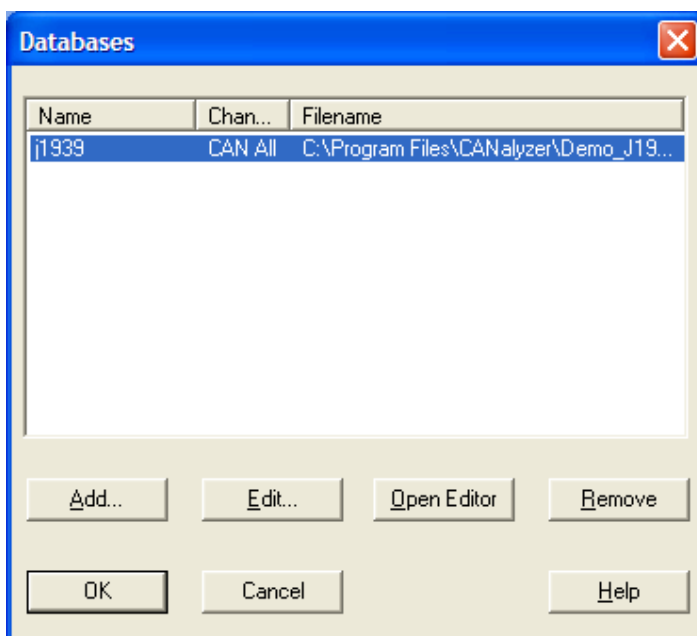


Kuvio 30. Liityntä Power Train -väylään Kibesin keskustietokoneen liittimeltä A

Mittaus aloitettiin kytkemällä mittakaapelit kiinni ajoneuvon väylään ja maadoituspisteeseen ajoneuvon ollessa virrattomana (päävirtakytkin auki). Mittausohjelmistossa otettiin käyttöön J1939 tietokanta, joka sisältää standardin määrittelemät sanomat. Mittausasetuksia ei ensimmäisessä vaiheessa tehty juuri lainkaan, koska tarkoituksena oli tutustua kaikkeen mahdolliseen liikenteeseen moottorin väylällä. Seuraavaksi kytkettiin ajoneuvon päävirtakytkin kiinni, käynnistettiin ajoneuvo ja aloitettiin mittaus. Toisessa vaiheessa testasin hiukan ohjelman ominaisuuksia asettamalla mm. pääsyylistoja määrätyille viesteille, jolloin saatiin vain halutut viestit tulostumaan näytölle arvioitavaksi.

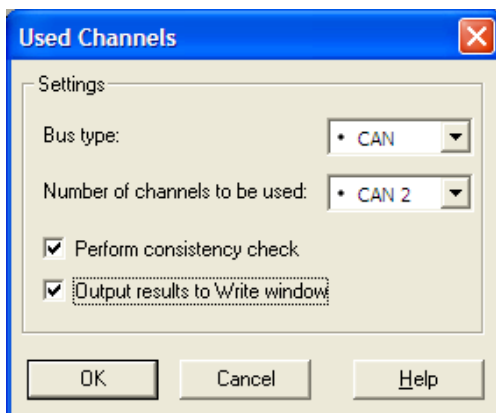
6.3.3 Mittausasetukset

Tässä luvussa esitetään käytännön mittausten ohjelman asetukset. Mittaustulokset ja tulosten perusteella tehdyt johtopäätökset ovat esitetty kappaleessa 6.3.4 Mittaustulokset ja johtopäätökset. Mittausasetukset aloitetaan liittämällä haluttu tietokanta valitsemalla File valikosta kohta Associate database. Avautuvasta valikosta (kuvio 31) valitaan Add komennolla liitettävä tietokanta ja annetaan polku, josta se löytyy. Tällä tavoin saadaan viestit näkymään selkokieლისenä mittauksissa (Trace-näkymä). Ohjelma tuo näkyviin myös kaikki tietokantaan kuulumattomat sanomat, joten tietokannan käyttöönotto ei vaikuta sanomien havaitsemiseen. Ainoastaan salatut sanomat, jos sellaisia on, eivät tulostu missään muodossa näytölle.

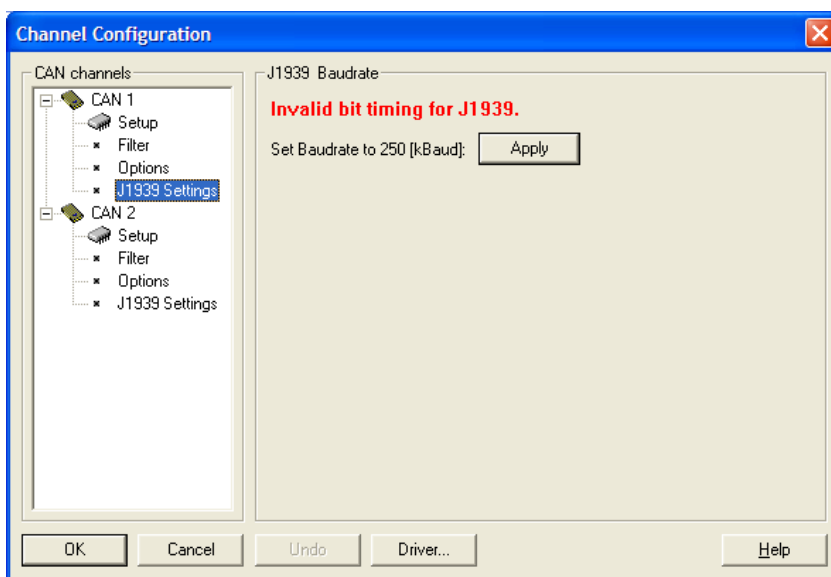


Kuvio 31. Halutun sanomatietokannan liittäminen ohjelmaan

Tämän jälkeen valitaan Configure-valikosta kohta Channel Usage (kuvio 32), jossa määritellään mitattavan väylän tyyppi ja kuinka monta mittauskanavaa on käytössä. Lisäksi voidaan määritellä, ilmaistaanko mittauskanavien järjestelmäviestit Write-näkymässä.



Kuvio 32. Channel Usage asetukset



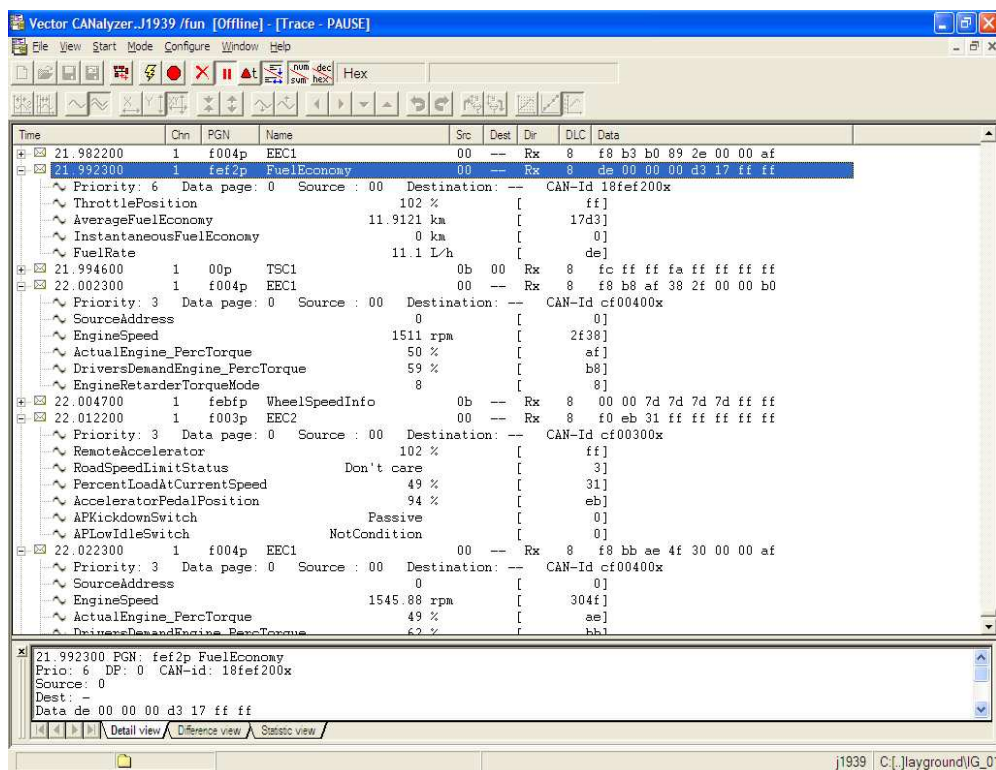
Kuvio 33. Channel Configuration asetukset

Configure-valikosta valitaan seuraavaksi Channel Configuration (kuvio 33), haluttu mittauskanava ja J1939 Settings. Apply-komennolla hyväksytään väylän nopeudeksi 250 kbit/s, jolloin punaisella oleva virheilmoitus muuttuu mustaksi ”bit timing for J1939”. Ohjelma tarjoaa oletusnopeudeksi 500 kbit/s. Filter kohdassa syötetään ID kenttään X -merkkejä, jos halutaan kaikkien sanomien tulostuvan mittauksissa. Muita muutoksia asetuksiin ei tarvitse tehdä. Ohjelman graafisiin esitysmuotoihin ei tarvitse niin ikään välttämättä tehdä minkäänlaisia asetuksia. Analysoitaessa kerättyä mittaustietoa voidaan tehdä tarkempia

asetuksia mm. piirrettävistä kuvaajista yms. ja ajaa aineistoa offline -tilassa erilaisilla asetuksilla uudestaan. Edellytyksenä on, että mitattaessa on kerätty kaikki väylällä liikkuva tieto ilman suodatusta.

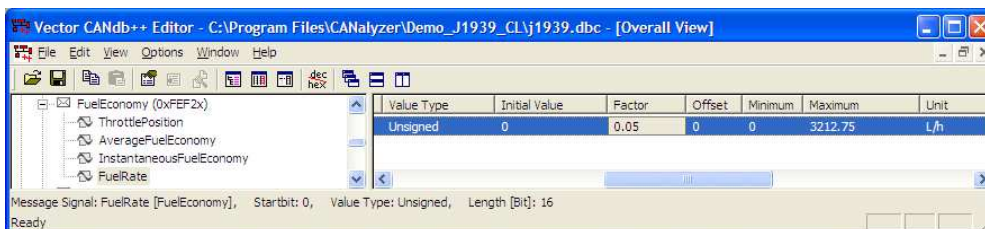
6.3.4 Mittaustulokset ja johtopäätökset

Käytännön mittauksissa pyrittiin selvittämään, millaista tietoa moottoriväylässä todellisuudessa kulkee. Liitteessä 1 on mainittuna kaikki sanomat, joita ohjelma havaitsi väylällä kulkevan, lisäksi on sanomia, joita lähetetään väylälle vain pyydettyäessä. Väylän liikenne noudattelee Cummins:n määrittelydokumentin mukaista liikennettä, joka pohjautuu J1939 standardiin. Ensimmäisenä lähtökohtana oli selvittää tulevaa tiedonkeruulaitteista varten tärkeitä sanomia.



Kuvio 34. Trace-näkymä mittauksissa

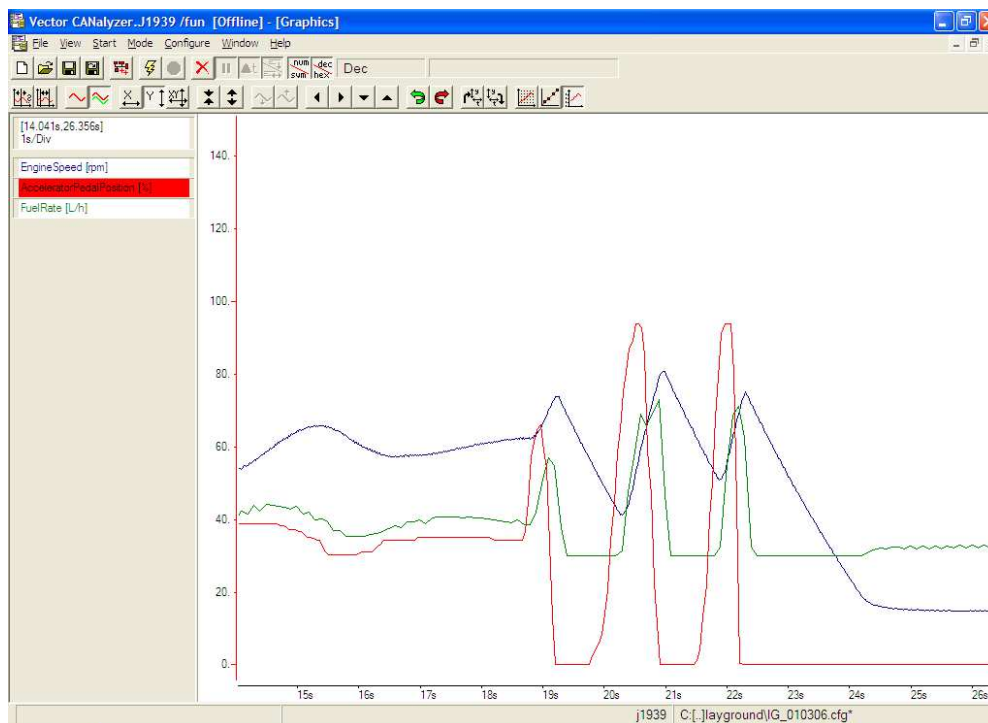
Kuvion 34 avulla voidaan esimerkiksi nähdä ajan hetkellä 21.992300 sekuntia tapahtuva sanomaliikenne, jossa ensimmäisenä nähdään polttoainetalous (Fuel Economy) sanoma (FEF2). Datan pituuskoodin (Data Length Code) mukaan sanomasisältö esitetään kahdeksalla tavulla (DLC = 1000). Sanoman lähdeosoitteena on 00 (moottorin ohjausyksikkö), ja sanoma on kohdistettu kaikille väylään liitetyille laitteille (Destination --). Sanoma päivittyy 100 ms välein. CAN-id arvo generoidaan tunniste eli PGN (Program Group Number) arvosta, lähde- ja kohdeosoitteesta ja sanoman prioriteetti-arvosta. Tässä sanomassa parametri polttoainetaso (Fuel Rate) esiintyy ensimmäisenä kahden tavun mittaisena HEX-lukuna DE00 (BIN 1101 1110 0000 0000), joka kuvaa tällä ajan hetkellä arvoa 11,1 l/h. Tietokannan mukaan (kuvio 35) yhden bitin muutos tarkoittaa 0,05 litraa /h muutosta mitattavan parametrin arvossa, kuviossa 35 ”Factor” -arvo. Polttoainetaso (Fuel Rate) parametri voi saada arvon välillä 0 – 3212,75 litraa/h



Kuvio 35. Polttoainetason (Fuel Rate) parametrin Factor -arvo (Vector J1939 2006.)

Keskimääräinen polttoainetalous (Average Fuel Economy) ilmaistaan kahdella tavulla ja saa HEX lukuna arvon 17D3. Parametri ”kaasuläpän” asento Throttle Position ilmaistaan yhdellä tavulla ja saa arvon FF, koska Cummins ei tue tällä moottorityypillä kyseistä parametritietoa. Kaikissa standardin mukaisesti esiintyvissä sanomissa parametritiedot, joita Cummins ei tue, täytetään kyseiselle parametritiedolle varatut tavut kehyksessä ykkösbiteillä. Trace-näkymään tulostuvista sanomista nähdään niiden sisältämät parametrit, arvot ymmärrettävässä muodossa ja se kuinka mones tavu ja kuinka monta bittiä tiedon

esittämiseen on varattu sanomakehyksessä. ABS-järjestelmä lähetti myös renkaan pyörintänopeusviestejä (Wheel Speed Info), mikä oli havaittavissa erilaisesta lähdeosoitteesta (lähdeosoitteet HEX muodossa moottori = 0 ja ABS = 0B).



Kuvio 36. Graafiset kuvaajat kolmesta valitusta signaalista

Edellä mainitun kuvion 34 hetkellisistä arvoista voidaan piirtää kuvaajat. Olen valinnut kuvioon 36 esitettäväksi kolme signaalia graafisessa muodossa. Sinisellä käyrällä nähdään moottorin pyörimisnopeuden vaihtelut yksikössä kierroksia minuutissa, punainen käyrä esittää kaasupolkimen asentoa ajan hetkellä prosenteissa (alueella 0-100%). Vihreä kuvaaja ilmaisee polttoaineen kulutuksen yksikössä l/h.

Sanomatunnisteella 65257 Polttoaineen kulutus (Fuel Consumption) ja sen parametrit matkan aikana tai tietyn matkan osan aikana käytetty polttoaine (Trip Fuel) ja kumulatiivinen käytetyn polttoaineen määrä ajoneuvon ollessa toiminnassa (Total Trip Fuel) kiinnostivat erityisesti, koska nämä kertoisivat

matkan aikana käytetyn polttoaineen määrän yksikössä litra. Tämä sanoma kuitenkin saadaan vain pyydettyäessä, eli väylälle on lähetettävä kysely. Ohjelmalla voidaan luoda sanomia lähetettäväksi, mutta kyselykehyksiä ei voida muodostaa J1939 protokollalla. Ohjelmasta pitäisi olla käytössä professional versio, jotta kyselyitä saataisiin väylälle, mutta tällöinkin ainoastaan 11 bittisellä tunnisteella varustettuja kyselykehyksiä. Tätä ominaisuutta olisin ehdottomasti halunnut käydä läpi varmistaakseni, saadaanko tietoa pyydettyäessä ja aiheutuuko kyselystä häiriötä väylän liikenteelle. Vaikka määrittelydokumentti ilmaiseekin viestin saatavuudesta kyselyn avulla, ei voida kuitenkaan olla varmoja, että näin todella tapahtuu ennen kuin asiaa testaa. Toiminto olisi aktivoitavissa lisäämällä mittausasetus (Measurement Setup) ikkunassa (kuvio 19) lähetyslohkon (SEND) yläpuolelle interaktiivinen sanomalähetin yksikkö (Interactive generator block). Tämän generaattorin voi määrittää lähettämään haluttuja sanoma- tai kyselykehyksiä ajastetusti tai jonkin näppäimen painalluksesta.

Tiedonkeruulaitteiston ohjelmointityötä varten pitää tietää sanomien PGN (Program Group Number) tunnisteet ja näiden sanomien datasisältö. Liitteessä 1 on eriteltyä sanomien parametrien ilmaisemiseen käytetyt tavut sekä yhden bitin tarkkuus. Liitteen 1 tietojen perusteella on jatkossa mahdollista ohjelmoida tiedonkeruulaitteen vastaanottamat sanomat. Sanomat noudattelivat standardia ja tunnistamattomia sanomia ei mittauksissa havaittu. Ajoneuvo oli kaikissa mittauksissa paikoillaan, mutta kaikki Cummins:n dokumentin mukaiset säännöllisesti päivittyvät sanomat kulkivat väylällä, joten en nähnyt tarpeelliseksi suorittaa mittauksia liikkuvassa ajoneuvossa. Standardin mukaisia sanomia on määritelty lukuisia, ja Cummins ilmoittaa omassa dokumentaatioissaan tukevansa vain pientä osaa kaikista mahdollisista sanomista. Toki on ymmärrettävä, että sanomaa ei voida lähettää, jos ko. parametrin mittaamiseen ei ole tarjolla antureita, joka mittaisi arvoa.

Erään 101.85 sekunnin mittausjakson aikana väylällä kulki datakehyksiä 18684 kappaletta eli noin 182 kehystä sekunnissa. Edellä mainitulla ajan jaksolla väylän keskimääräinen kuormitus prosenteissa ilmaistuna oli 10,50%, ja hetkellinen kuormitus oli suurimmillaan 17,79%. Eräessä mittauksessa väylän hetkellinen

kuormitus saavutti 87 prosentin tason. Virhekehysä ei ko. mittausjaksolla esiintynyt yhtään ja CAN-väylän liikennöintivarmuudesta kertoi myös se, ettei muissakaan mittauksissa esiintynyt yhtään virhekehystä.

6.3.5 Ongelmat

Ensimmäisissä mittauksissa oli ongelmana oma kokemattomuuteni ohjelman käytöstä. Ohjelmassa on todella paljon erilaisia kohteita, joita on asetettava mittauksen onnistumiseksi. Jonkinlainen pieni koulutus ohjelman ominaisuuksista voisi olla ensikertalaiselle paikallaan, mutta tekemälläkin oppii. Onneksi ohjelmiston myyjän jälkimarkkinointi toimi hyvin, ja sain vinkkejä ohjelman toiminnasta aina kysyessäni.

Ongelmia ensivaiheessa tuotti myös mittaustulosten analysointi jälkikäteen ja samalla kävi ilmi, että jokaisella kerralla täytyy tallentaa uusi tiedosto, muuten aikaisempi mittaustiedosto ylikirjoittuu jokaisella uudelleen käynnistyksellä. Ensimmäisessä mittauksessa oli ongelmia mittakaapeleiden maadoittamisessa. Kaapelissa olleen maadoitusvian takia mittaukset eivät onnistuneet. Maadoitusvika ilmeni mittauksissa virhekehysinä (errorframe), juurikaan mikään sanoma ei tullut analysaattorihjelmalle, koska mittausrajapinnan PC-kortti meni virheiden johdosta heti passiiviseen virhetilaan ja lopuksi sulki itsensä pois väylältä, kuten oikeaan toimintaan kuuluu.

6.4 Tiedonkeruulaitteen kytkentä Kabus TC-6Z3/7300 moottoriväylään

Laitteen paikka on syytä valita tarkasti mahdollisten huolto- ja ylläpitotoimien helpottamiseksi. On myös otettava huomioon hyökkäävät toimet, joita voisi olla esimerkiksi mahdollisen irrotettavan flash -muistikortin anastaminen tms. ilkkivalta. Paikan ei tarvitse olla lukittu, mutta muutamalla ruuvilla suljettu laitetila

riittää. Pääasiana on laitteiston sijainti katseilta suojaan, jos se asennetaan esimerkiksi matkustamon puolelle.

Laite voidaan kytkeä Kibesin keskustietokoneen voimalinjan (Power Train) väylän liittimeen. Vaikka laitteistot ovat suunniteltu ajoneuvokäyttöön, on otettava huomioon myös kosteus-, lika ja pölyolosuhteet, joilta suojautuminen vaatii tiiviitä koteloratkaisuja, jos asennuspaikka on jossakin muualla kuin ajoneuvon matkustamo- tai kuljettajatilassa. Kaapeloinnissa on otettava huomioon väylän kaapeloinnille asetetut AC- ja DC -parametrit (kuvio 37), jotka määrittelevät käytettävän kaapelin ominaisuudet. Taulukosta voidaan lukea myös terminointivastuksen arvot eri pituisille väylille. Moottoriväylän liittämässä tiedonkeruu laitteeseen käytetään RJ-45 liittintä.

| Bus length [m] | Bus cable (1) | | Termination resistance [Ω] | Baudrate [Kbit/s] |
|----------------|---|--------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| | Length-related resistance [$m\Omega/m$] | Cross-section [mm^2] | | |
| 0 ... 40 | 70 | 0.25 ... 0.34 | 124 | 1000 at 40 m |
| 40 ... 300 | <60 | 0.34 ... 0.6 | 150 ... 300 | >500 at 100 m |
| 300 ... 600 | <40 | 0.5 ... 0.6 | 150 ... 300 | >100 at 500 m |
| 600 ... 1000 | <26 | 0.75 ... 0.8 | 150 ... 300 | >50 at 1 km |

Kuvio 37. Väyläkaapeloinnin AC parametrit (CAN in Automation 2001)

Kaapelin poikkipinta-ala riippuu väylän pituudesta, käytetystä nopeudesta ja solmujen määrästä. Lyhyillä etäisyyksillä voidaan käyttää esim. CAT 5 suojattua ja kierrettyä parikaapelia, vaikka johtimen poikkipinta-ala on alarajalla. Oheisen kuvion mukaiset parametrit ovat otettu CanOpen-spesifikaatiosta, mutta sitä voidaan käyttää J1939 kanssa, koska fyysinen kerros on määritelty ISO11898:n mukaan.

Laitteelle paras asennuspaikka olisi kuljettajan tilassa seinään kiinnitettynä. Tältä paikalta olisi lyhyt matka laitteen vaatimille johdotuksille. Laite kytketään moottoriväylän lisäksi kiinni rahastusjärjestelmän GPRS -telineen liittimeen CAN2 käyttäen RJ-45 liittimiä, jonka avulla saadaan langaton yhteys varikolle ja rahastusjärjestelmään tarvittavien lisätietojen saamiseksi.

6.5 Tulevaisuus

Tietotekniikka näyttää jo nyt suurta roolia ajoneuvotekniikassa ja tulee taatusti vain lisääntymään. Ajoneuvojen hallinnan parantamisessa ja taloudellisuuden metsästämisessä tämä tulee olemaan merkittävä apuväline. Ajoneuvon kytkytyminen kokonaisvaltaisesti osaksi yrityksen lähiverkkoa on lähempänä kuin koskaan ja on jo jossakin saavutettu. Tähän liittyen tiedonsiirrossa seuraava kehitysaskel on langattoman lähiverkon (WLAN) käyttöönotto varikkoalueella. Tämä merkitsisi isoa kustannussäästöä datan siirtomaksuissa. Tosin tiedonsiirto pitäisi järjestää niin, että palvelin tai ajoneuvo hakisi mahdollisuutta tiedonsiirtoon ensin langattoman lähiverkon kautta ja vasta sitten käyttäisi GSM / GPRS siirtoa. WLAN yhteyden takia myös ajoneuvot pitäisi varustaa ip-osoitteilla, mikä saattaa aiheuttaa yrityksen lähiverkon ylläpitäjälle ylimääräistä mietintää ja ip-osoite avaruuden jakamista aliverkkoihin tms. Toisaalta ip-osoitteet voidaan valita vapaasti suljettaessa ajoneuvojen WLAN-verkko yrityksen varsinaisen verkon ulkopuolelle omaksi verkokseen, tällöin ainakin ip-osoitteiden puolesta ei tule raja vastaan.

Ajoneuvoihin voisi asentaa valmiiksi esimerkiksi mittausliittimen, jolla liitytään suoraan moottoriväylään. Näin saataisiin helpotettua kannettavalla tietokoneella tapahtuvia tilapäisiä mittauksia huomattavasti, kun ei tarvitsisi etsiä väylää keskustietokoneen liittimiltä. Väylän liittimellä on paikoin todella niukat tilat, joten mittapäiden kytkeminen voi olla vaikeaa ja seurauksena voi olla liittimen rikkoutuminen. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla myös tiedonkeruulaitteen liitännöiden hyödyntämistä, jolloin kytkeydytäänkin suoraan laitteen ulostuloon. Tällöin keruulaite olisi mittauskanavana, koska laite olisi kiinteästi yhteydessä väylään.

Sanomaliikenteen analysointia voisinkin jatkaa Kibes-järjestelmän puolelle ja tarkastella korin väylissä tapahtuvaa liikennöintiä. Näiden väyliä liikennettä ei ole aikaisemmin tutkittu myöskään VTT:llä.

7 YHTEENVETO

CAN-väylä on mahdollistanut tietotekniikan käyttöönoton laajamittaisessa käytössä myös ajoneuvoissa. Varsinkin linja-autokalustossa väylätekniikka yleistyi 90 -luvun puolivälissä, ja sen jälkeen ei ole juuri perinteisiä sähköjärjestelmiä linja-autoihin asennettu. Väylätekniikka on monella tapaa yksinkertaistanut ja helpottanut sähköjärjestelmän rakentamista ja huoltoa. Linja-autojen kaapelointitarpeen vähentymisen myötä saavutettava autojen keventyminen on näkynyt myös polttoainetaloudellisuuden parantumisena. Toki on muistettava, että sähköjärjestelmä on vain yksi osa auton kokonaispainon ja taloudellisuuden muodostumisessa. Tietokoneohjattu sähköjärjestelmä antaa myös mahdollisuuden vapaampaan sähkösuunnitteluun. Sähköjärjestelmän yksinkertaistuminen on luonnollisesti tuonut mukanaan johtovikojen määrän vähentymisen, mutta liittimien ja mahdollisten johtojatkosten huono laatu aiheuttaa vikoja. Perinteinen sähköjärjestelmä antaa hiukan enemmän anteeksi huonoille liitoksille. Huonot sähkötyöt voivat näin ollen aiheuttaa vaikeasti löydettäviä vikoja väyläautoihin, joten huolellisuuteen valmistuksessa on panostettava, jos linja-autolle asetetaan esimerkiksi 25 vuoden käyttöikä.

Tietokoneella ohjataan lähes kaikkia auton toimintoja, mikä on tuonut mukanaan myös ohjelmavikoja. Ohjelma toteuttaa ohjelmoijan asettamia toimintoja ja on näin ollen sähköjärjestelmän toiminnan ydin. Esimerkiksi ulkolämpötila-anturin rikkoutuminen voi aiheuttaa epätavallisen kylmän tai kuumen matkustamon, jos ohjelma pitää ulkolämpötilan antamaa arvoa lämpötilaohjauksen kannalta merkittävänä.

Tietokoneohjatut sähköjärjestelmät ovat vaatineet myös huoltohenkilökunnalta uusien työmenetelmien ja välineiden omaksumista. Tietokoneet ovat nyt ”rasvamontunkin” reunalla jokapäiväisiä työvälineitä. Toisaalta lisääntynyt tietotekniikka helpottaa asentajien työtä, koska erilaisilla analysointiohjelmilla voidaan jossakin toimilaitteessa oleva vika paikallistaa hyvinkin tarkasti. Järjestelmä kerää muistiinsa kirjanpitoa ajon aikana tapahtuneista virhetilanteista

ja näin ollen antaa arvokasta tietoa asentajille sekä auttaa varmasti auton kehitystyössä.

Tiedonkeruulaitteiston käyttöönotossa kannattaa pohtia tarkkaan, onko järkevää antaa tiedonkeruulaitteistoprojektin hoito kokonaisuudessaan siihen erikoistuneelle yritykselle vai yrittää itse etsiä ratkaisuja. Järjestelmään sijoitetulle rahalle halutaan luonnollisesti aina kunnan vastine. Kokonaan alusta alkaen tällaista systeemiä ei kannata eikä ole tarkoituksenmukaistakaan lähteä rakentamaan. Sanomatunnisteet ja sanoman sisältämä informaatio ovat tärkeitä palasia tietoja kerättäessä, ja tässä tutkimassani tapauksessa liikennöinti tapahtui standardin määrittelemällä tavalla. Haluttu informaatio on löydettävissä standardidokumentin ja väyläliikenteen analysoinnin avulla. Mittaukset viimeistään kertovat todellisen tilanteen ja mitä tarjolla olevasta informaatiosta on käytettävissä.

Koiviston Auton tapauksessa on luonnollista valita Pusatecin kehittämä ajoneuvotietokone tiedonkeruu laitteeksi, koska laitteen liittäminen olemassa olevaan tiedonsiirtokanavaan on vaivatonta, ja kerätty tieto kulkee jo käytössä olevan palvelin infrastruktuurin kautta. Myös rahastusjärjestelmästä saatavan lisäinformaation merkitystä ei pidä unohtaa, eikä laitteen tarjoaman GPS-paikannuksen tulevaisuuden hyötyarvoa rahastusjärjestelmälle pysäkkipaikannuksen muodossa. Lisäksi laitteessa on paljon ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa.

CAN-väylän tulevaisuus on vakaalla pohjalla ja ajoneuvopuolella erityisesti juuri J1939 standardi on saavuttanut suuren suosion. Tietotekniikalla on nykyisin suuri merkitys autojen eri toimintojen hallinnassa, ja erilaisten sovellusten määrä ei tule ainakaan vähenemään. Käytössä on lukuisia standardeja piirivalmistajille, jotka ovat myös sitoutuneet niihin. Luotettavuuden ja laajan piirituen vuoksi tekniikkaa on ryhdytty käyttämään myös monissa muissa sovelluksissa eri aloilla, mikä turvaa tekniikan käytön ja kehityksen myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Alanen, J. CAN-ajoneuvojen ja koneiden sisäinen paikallisväylä [verkkodokumentti], Tampere: VTT automaatio, 2000 [viitattu 19.9.2004].
Saatavissa: <http://www.machina.hut.fi/kurssit/41/012/>

Digitaalinen viestintä pulssimodulaatio ja näytteenotto 1989.
Ammattikasvatushallitus, Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Mikkonen, P. 2004. CAN -väylän teoria. Kibes –koulutus, Koiviston Auto Oy, Lahti 7.10.2004.

Raunisto, J. 2004 a. CAN – väylän vianetsintä. Yrityskäsikirja 4.3.3.5.
KOIVISTON AUTO –yhtymä.

Raunisto, J. 2004 b. Kibes Runtime -ohjelman käyttö Kabus TC-6Z3/7300 -linja-auton sähköhäiriöiden selvittämisessä. Yrityskäsikirja 4.3.3.3. KOIVISTON AUTO –yhtymä.

Raunisto, J. 2004 c. Kibes sähköjärjestelmä. Kibes -koulutusmateriaali.
KOIVISTON AUTO –yhtymä.

Siemens Microelectronics Inc. Controller Area Network [verkkodokumentti].
CANPRES version 2.0, lokakuu 1998 [viitattu 19.9.2004]. Saatavilla:
http://staticweb.rasip.fer.hr/rip/seminari/can_atlas/can_doc/canpres.pdf

Can in Automation. CAN Specification 2.0, part B [verkkodokumentti]. Erlangen Saksa: CAN in Automation (CiA), 26.11.2002 [viitattu 15.8.2005].
Saatavissa: <http://www.can-cia.org/downloads/specifications>

Can in Automation. Controller Area Network (CAN) – Protocol [online].
26.5.2004 [viitattu 4.1.2006]. Saatavissa: <http://www.can-cia.org/can/protocol>

Granlund, K. 2001. Langaton tiedonsiirto, langattoman tiedonsiirron peruskirja. Docendo Finland Oy, Jyväskylä.

Nylund, N.-O., Erkkilä, K. & Westerholm, M. Raskaan ajoneuvokaluston energian käytön tehostaminen raportti 2004 [verkkodokumentti]. Espoo: VTT Prosessit, 28.2.2005 [viitattu 15.8.2005]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/fi/raskaskalusto/raskaankalustonenergian kaytto/>

Asennus CD: Vector Informatik GmbH a. CANcardXL and CANcabs User's Guide Version 1.1 [optinen levy] 2003 [viitattu 26.1.2006]. CANcardXL_UsersGuide.pdf

Vector Informatik GmbH b 14.3.2004. J1939 standardin sanomien tietokanta 2004. j1939.dbc. Tietokanta. KOIVISTON AUTO –yhtymä.

Can in Automation. CANopen Cabling and Connector Pin Assingment Version 1.1.1 [verkkodokumentti]. Erlangen Saksa: CAN in Automation (CiA), 12.12.2001 [viitattu 27.2.2006]. Saatavissa: <http://www.can-cia.org/downloads/specifications>

Society of Automotive Engineers Inc. Vehicle Application Layer - J1939-71. SAE International, elokuu 2002 [viitattu 14.2.2006]. Saatavissa: <http://www.sae.org>

LIITE 1

Sanomat ja niiden PGN (Program Group Number) tunnisteet.

Liitteen lähteenä on käytetty SAE International Vehicle Application Layer - J1939-71 standardidokumenttia elokuu 2002, j1939_71_200208.pdf. Taulukosta nähdään sanomatunniste desimaali- ja hex lukuna sekä tunnistetta vastaava nimi ja sanoman pituus tavuina (DLC). Taulukon ”tavu / aloitusbitti” sarakkeesta nähdään monesko tavu ja mistä bitistä lähtien ko. tieto sijaitsee sanomakehyksessä. Parametritiedot kertovat yksityiskohtaisemmat tiedot sanoman sisältämistä tiedoista. Pituus sarake ilmaisee parametrin pituuden bitteinä ja tavuina. SPN tunnus ilmaisee parametriin liittyvät yhden bitin muutoksen aiheuttamat muutokset mitattavissa arvoissa ja kuvauksen parametristä. SPN tunnisteiden selitykset alkavat sivulta 71.

| PGN ₁₀ | PGN ₁₆ | NIMI | DLC | TAVU / ALOITUSBITTI | PARAMETRIT | PITUUS | SPN |
|-------------------|-------------------|--|-----|------------------------|--|-----------|------|
| 0 | 000000 | Torque/Speed Control #1 TSC1 | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Override Control Mode | 2 bittiä | 695 |
| | | | | 1 / 3 | Requested speed Control Conditions | 2 bittiä | 696 |
| | | | | 1 / 5 | Override Control Mode Priority | 2 bittiä | 897 |
| | | | | 4 | Requested Torque/Torgue Limit | 1 tavu | 518 |
| 59904 | 00EA00 | Request PGN | 3 | | | | |
| | | | | | Requested PGN | 24 bittiä | |
| 60160 | 00EB00 | Transport Protocol – Data Transfer TP_DT | 8 | | | | |
| 60416 | 00EC00 | Transport Protocol – Connection Management TP_CM | 8 | | | | |
| 61440 | 00F000 | Electronic Retarder Controller #1 ERC1 | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Retarder torque mode | 4 bittiä | 900 |
| | | | | 1 / 5 | Retarder enable - brake assist switch | 2 bittiä | 571 |
| | | | | 2 | Actual Retarder - percent torque | 1 tavu | 520 |
| | | | | 3 | Intended Retarder percent torque | 1 tavu | 1085 |
| | | | | 5 | Source address of controlling device for retarder | 1 tavu | 1480 |
| 61441 | 00F001 | Electronic Brake Controller #1 EBR1 | 8 | | | | |
| | | | | 4 / 1 | Accelerator interlock switch | 2 bittiä | 972 |
| | | | | 4 / 3 | Engine derate switch | 2 bittiä | 971 |
| | | | | 4 / 5 | Auxiliary engine shutdown switch | 2 bittiä | 970 |
| | | | | 4 / 7 | Remote accelerator enable switch | 2 bittiä | 969 |
| | | | | 5 | Engine retarder selection | 1 tavu | 973 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|--------------------------------------|---|-------|---|----------|------|
| 61443 | 00F003 | Electronic Engine Controller #2 EEC2 | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Accelerator pedal low idle switch | 2 bittiä | 558 |
| | | | | 1 / 3 | Accelerator pedal kickdown switch | 2 bittiä | 559 |
| | | | | 1 / 5 | Road speed limit status | 2 bittiä | 1437 |
| | | | | 2 | Accelerator pedal position | 1 tavu | 91 |
| | | | | 3 | Percent load at current speed | 1 tavu | 92 |
| | | | | 4 | Remote accelerator | 1 tavu | 974 |
| 61444 | 00F004 | Electronic Engine Controller #1 EEC1 | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Engine torque mode | 4 bittiä | 899 |
| | | | | 2 | Driver's demand engine - percent torque | 1 tavu | 512 |
| | | | | 3 | Actual engine - percent torque | 1 tavu | 513 |
| | | | | 4 - 5 | Engine speed | 2 tavua | 190 |
| | | | | 6 | Source address of controlling device for engine | 1 tavu | 1483 |
| 65213 | 00FEBD | Fan Drive | 8 | | | | |
| | | | | 1 | Estimated percent fan speed | 1 tavu | 975 |
| | | | | 2 / 1 | Fan drive state | 4 bittiä | 977 |
| 65215 | 00FEBF | Wheel Speed Information | 8 | | | | |
| | | | | 1 - 2 | Front axle speed | 2 tavua | 904 |
| | | | | 3 | Relative Speed: Front Axle Left Wheel | 1 tavu | 905 |
| | | | | 4 | Relative Speed: Front Axle Right Wheel | 1 tavu | 906 |
| | | | | 5 | Relative Speed: Rear Axle #1 Left Wheel | 1 tavu | 907 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|--------------------------------------|----|--------|---|----------|-----|
| | | | | 6 | Relative Speed: Rear Axle #1 Right Wheel | 1 tavu | 908 |
| 65247 | 00FEDF | Electronic Engine Controller #3 EEC3 | 8 | | | | |
| | | | | 1 | Nominal friction - percent torque | 1 tavu | 514 |
| | | | | 2 - 3 | Engine's desired operating speed | 2 tavua | 515 |
| | | | | 4 | Engine's operating speed asymmetry adjust | 1 tavu | 519 |
| 65249 | 00FEE1 | Retarder Configuration | 19 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Retarder Type | 4 bittiä | 901 |
| | | | | 1 / 5 | Retarder Location | 4 bittiä | 902 |
| | | | | 2 | Retarder Control Method (Retarder Configuration) | 1 tavu | 557 |
| | | | | 3 - 4 | Retarder Speed At Idle, Point 1 (Retarder Configuration) | 2 tavua | 546 |
| | | | | 5 | Percent Torque At Idle, Point 1 (Retarder Configuration) | 1 tavu | 551 |
| | | | | 6 - 7 | Maximum Retarder Speed, Point 2 (Retarder Configuration) | 2 tavua | 548 |
| | | | | 8 | Percent Torque At Maximum Speed, Point 2 (Retarder Configuration) | 1 tavu | 552 |
| | | | | 9 - 10 | Retarder Speed At Point 3 (Retarder Configuration) | 2 tavua | 549 |
| | | | | 11 | Percent Torque At Point 3 (Retarder Configuration) | 1 tavu | 553 |
| | | | | 12 -13 | Retarder Speed At Point 4 (Retarder Configuration) | 2 tavua | 550 |
| | | | | 14 | Percent Torque At Point 4 (Retarder Configuration) | 1 tavu | 554 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|----------------------|----|---------|---|---------|-----|
| | | | | 15 - 16 | Retarder Speed At Peak Torque, Point 5 (Retarder Configuration) | 2 tavua | 547 |
| | | | | 17 - 18 | Reference Retarder Torque (Retarder Configuration) | 2 tavua | 556 |
| | | | | 19 | Percent Torque At Peak Torque, Point 5 (Retarder Configuration) | 1 tavu | 555 |
| 65251 | 00FEE3 | Engine Configuration | 34 | | | | |
| | | | | 1 - 2 | Engine Speed At Idle, Point 1 (Engine Configuration) | 2 tavua | 188 |
| | | | | 3 | Percent Torque At Idle, Point 1 (Engine Configuration) | 1 tavu | 539 |
| | | | | 4 - 5 | Engine Speed At Point 2 (Engine Configuration) | 2 tavua | 528 |
| | | | | 6 | Percent Torque At Point 2 (Engine Configuration) | 1 tavu | 540 |
| | | | | 7 - 8 | Engine Speed At Point 3 (Engine Configuration) | 2 tavua | 529 |
| | | | | 9 | Percent Torque At Point 3 (Engine Configuration) | 1 tavu | 541 |
| | | | | 10 - 11 | Engine Speed At Point 4 (Engine Configuration) | 2 tavua | 530 |
| | | | | 12 | Percent Torque At Point 4 (Engine Configuration) | 1 tavu | 542 |
| | | | | | | | |
| | | | | 13 - 14 | Engine Speed At Point 5 (Engine Configuration) | 2 tavua | 531 |
| | | | | 15 | Percent Torque At Point 5 (Engine Configuration) | 1 tavu | 543 |
| | | | | 16 - 17 | Engine Speed At High Idle, Point 6 (Engine Configuration) | 2 tavua | 532 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|----------|---|---------|---|----------|------|
| | | | | 20 - 21 | Reference Engine Torque (Engine Configuration) | 2 tavua | 544 |
| | | | | 22 - 23 | Maximum Momentary Engine Override Speed, Point 7 (Engine Configuration) | 2 tavua | 533 |
| | | | | 24 | Maximum Momentary Override Time Limit (Engine Configuration) | 1 tavu | 534 |
| | | | | 25 | Requested Speed Control Range Lower Limit (Engine Configuration) | 1 tavu | 535 |
| | | | | 27 | Requested Torque Control Range Lower Limit (Engine Configuration) | 1 tavu | 537 |
| | | | | 28 | Requested Torque Control Range Upper Limit (Engine Configuration) | 1 tavu | 538 |
| 65252 | 00FEE4 | Shutdown | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Idle Shutdown has Shutdown Engine | 2 bittiä | 593 |
| | | | | 1 / 3 | Idle Shutdown Driver Alert Mode | 2 bittiä | 594 |
| | | | | 1 / 5 | Idle Shutdown Timer Override | 2 bittiä | 592 |
| | | | | 1 / 7 | Idle Shutdown Timer State | 2 bittiä | 590 |
| | | | | 2 / 7 | Idle Shutdown Timer Function | 2 bittiä | 591 |
| | | | | 3 / 1 | A/C High Pressure Fan Switch | 2 bittiä | 985 |
| | | | | 4 / 1 | Wait to Start Lamp | 2 bittiä | 1081 |
| | | | | 5 / 1 | Engine Protection System has Shutdown Engine | 2 bittiä | 1110 |
| | | | | 5 / 3 | Engine Protection System Approaching Shutdown | 2 bittiä | 1109 |
| | | | | 5 / 7 | Engine Protection System Timer | 2 bittiä | 1107 |

| | | | | | State | | |
|-------|--------|--------------------------------|---|-------|---|----------|------|
| | | | | 6 / 7 | Engine Protection System Configuration | 2 bittiä | 1111 |
| 65257 | 00FEE9 | Fuel Consumption | 8 | | | | |
| | | | | 1 - 4 | Trip fuel | 4 tavua | 182 |
| | | | | 5 - 8 | Total fuel used | 4 tavua | 250 |
| 65262 | 00FEEE | Engine Temperature #1 ET1 | 8 | | | | |
| | | | | 1 | Engine Coolant Temperature | 1 tavu | 110 |
| | | | | 2 | Fuel Temperature | 1 tavu | 174 |
| 65263 | 00FEEF | Engine Fluid Level/Pressure #1 | 8 | | | | |
| | | | | 4 | Engine oil pressure | 1 tavu | 100 |
| 65264 | 00FEF0 | Power Takeoff Information PTO | 8 | | | | |
| | | | | 4 - 5 | Power Takeoff Set Speed | 2 tavua | 187 |
| | | | | 6 / 1 | PTO Enable Switch | 2 bittiä | 980 |
| | | | | 6 / 3 | Remote PTO Preprogrammed Speed Control Switch | 2 bittiä | 979 |
| | | | | 7 / 1 | PTO Set Switch | 2 bittiä | 984 |
| | | | | 7 / 5 | PTO Resume Switch | 2 bittiä | 982 |
| 65265 | 00FEF1 | Cruise Control / Vehicle Speed | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Two Speed Axle Switch | 2 bittiä | 69 |
| | | | | 2 - 3 | Wheel-Based Vehicle Speed | 2 tavua | 84 |
| | | | | 4 / 1 | Cruise Control Active | 2 bittiä | 595 |
| | | | | 4 / 3 | Cruise Control Enable Switch | 2 bittiä | 596 |
| | | | | 4 / 5 | Brake Switch | 2 bittiä | 597 |
| | | | | 4 / 7 | Clutch Switch | 2 bittiä | 598 |
| | | | | 5 / 1 | Cruise Control Set Switch | 2 bittiä | 599 |
| | | | | 5 / 3 | Cruise Control Coast (Decelerate) Switch | 2 bittiä | 600 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|----------------------------|---|-------|----------------------------------|----------|-----|
| | | | | 5 / 5 | Cruise Control Resume Switch | 2 bittiä | 601 |
| | | | | 5 / 7 | Cruise Control Accelerate Switch | 2 bittiä | 602 |
| | | | | 6 | Cruise Control Set Speed | 1 tavu | 86 |
| | | | | 7 / 1 | PTO State | 5 bittiä | 976 |
| | | | | 7 / 6 | Cruise Control States | 3 bittiä | 527 |
| | | | | 8 / 1 | Idle Increment Switch | 2 bittiä | 968 |
| | | | | 8 / 3 | Idle Decrement Switch | 2 bittiä | 967 |
| | | | | 8 / 5 | Engine Test Mode Switch | 2 bittiä | 966 |
| 65266 | 00FEF2 | Fuel Economy | 8 | | | | |
| | | | | 1 - 2 | Fuel rate | 2 tavua | 183 |
| | | | | 3 - 4 | Instantaneous fuel economy | 2 tavua | 184 |
| | | | | 5 - 6 | Average fuel economy | 2 tavua | 185 |
| 65269 | 00FEF5 | Ambient Conditions | 8 | | | | |
| | | | | 1 | Barometric Pressure | 1 tavu | 108 |
| 65270 | 00FEF6 | Inlet / Exhaust Conditions | 8 | | | | |
| | | | | 2 | Boost Pressure | 1 tavu | 102 |
| | | | | 3 | Intake Manifold 1 Temperature | 1 tavu | 105 |
| 65271 | 00FEF7 | Vehicle Electrical Power | 8 | | | | |
| | | | | 5 - 6 | Electrical potential (Voltage) | 2 tavua | 168 |
| 65279 | 00FEFF | Water in Fuel Indicator | 8 | | | | |
| | | | | 1 / 1 | Water in fuel indicator | 2 bittiä | 97 |

LIITE 1 jatkuu

SPN (Suspect Parameter Number) tiedot

spn69 - Two Speed Axle Switch - Switch signal which indicates the current axle range.

00 - Low speed range

01 - High speed range

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn84 - Wheel-Based Vehicle Speed - Speed of the vehicle as calculated from wheel or tailshaft speed.

Resolution: 1/256 km/h/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 250.996 km/h

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn86 - Cruise Control Set Speed - Value of set (chosen) velocity of velocity control system.

Resolution: 1 km/h/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 250 km/h

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn91 - Accelerator Pedal Position - The ratio of actual accelerator pedal position to maximum pedal position. Although it is used as an input to determine powertrain demand, it also provides anticipatory information to transmission and ASR algorithms about driver actions.

Resolution: 0.4 %/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 100 %

Type: Measured

Parameter Group Number: [61443]

spn92 - Percent Load At Current Speed - The ratio of actual engine percent torque (indicated) to maximum indicated torque available at the current engine speed, clipped to zero torque during engine braking.

Resolution: 1 %/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 250 %

Operating Range: 0 to 125%

Type: Status

Parameter Group Number: [61443]

spn97 - Water In Fuel Indicator - Signal which indicates the presence of water in the fuel.

00 - No

01 - Yes

Type: Measured

Parameter Group Number: [65279]

spn100 - Engine Oil Pressure - Gage pressure of oil in engine lubrication system as provided by oil pump.

Resolution: 4 kPa/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 1000 kPa

Type: Measured

Parameter Group Number: [65263]

spn102 - Boost Pressure - Gage pressure of air measured downstream on the compressor discharge side of the turbocharger.

Resolution: 2 kPa/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 500 kPa

Type: Measured

Parameter Group Number: [65270]

spn105 - Intake Manifold 1 Temperature - Temperature of pre-combustion air found in intake manifold of engine air supply system.

Resolution: 1 deg C/bit , -40 deg C offset

Data Range: -40 to 210 deg C

Type: Measured

Parameter Group Number: [65270]

spn108 - Barometric Pressure - Absolute air pressure of the atmosphere. Data Length: 1 byte

Resolution: 0.5 kPa/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 125 kPa

Type: Measured

Parameter Group Number: [65269]

spn110 - Engine Coolant Temperature - Temperature of liquid found in engine cooling system.

Resolution: 1 deg C/bit , -40 deg C offset

Data Range: -40 to 210 deg C

Type: Measured

Parameter Group Number: [65262]

spn168 - Electrical Potential (Voltage) - Measured electrical potential of the battery.

Resolution: 0.05 V/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 3212.75 V

Type: Measured

Parameter Group Number: [65271]

spn174 - Fuel Temperature - Temperature of fuel entering injectors.

Resolution: 1 deg C/bit , -40 deg C offset

Data Range: -40 to 210 deg C

Type: Measured

Parameter Group Number: [65262]

spn182 - Trip Fuel - Fuel consumed during all or part of a journey.

Resolution: 0.5 L/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 2,105,540,607.5 L

Type: Measured

Parameter Group Number: [65257]

spn183 - Fuel Rate - Amount of fuel consumed by engine per unit of time.

Resolution: 0.05 L/h per bit , 0 offset

Data Range: 0 to 3,212.75 L/h

Type: Measured

Parameter Group Number: [65266]

spn184 - Instantaneous Fuel Economy - Current fuel economy at current vehicle velocity.

Resolution: 1/512 km/kg , 0 offset

Data Range: 0 to 125.5 km/kg

Type: Measured

Parameter Group Number: [65266]

spn185 - Average Fuel Economy - Average of instantaneous fuel economy for that segment of vehicle operation of interest.

Resolution: 1/512 km/kg , 0 offset

Data Range: 0 to 125.5 km/kg

Type: Measured

Parameter Group Number: [65266]

spn187 - Power Takeoff Set Speed - Rotational velocity selected by operator for device used to transmit engine power to auxiliary equipment.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 8,031.875 rpm

Type: Measured

Parameter Group Number: [65264]

spn188 - Engine Speed At Idle, Point 1 (Engine Configuration) - Stationary low idle speed of engine which includes influences due to engine temperature (after power up) and other stationary changes (calibration offsets, sensor failures, etc). This parameter is point 1 of the engine configuration map (see PGN 65251).

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65251]

spn190 - Engine Speed - Actual engine speed which is calculated over a minimum crankshaft angle of 720 degrees divided by the number of cylinders.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61444]

spn250 - Total Fuel Used - Accumulated amount of fuel used during vehicle operation.

Resolution: 0.5 L/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 2,105,540,607.5 L
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65257]

spn512 - Driver's Demand Engine - Percent Torque - The requested torque output of the engine by the driver. It is based on input from the following requestors external to the powertrain: operator (via the accelerator pedal), cruise control and/or road speed limit governor. Dynamic commands from internal powertrain functions such as smoke control, low- and high-speed engine governing; ASR and shift control are excluded from this calculation. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference engine torque. See PGN 65251 for the engine configuration message. Several status bits are defined separately to indicate the request which is currently being honored. This parameter may be used for shift scheduling.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: 0 to 125%
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61444]

spn513 - Actual Engine - Percent Torque - The calculated output torque of the engine. The data is transmitted in indicated torque as a percent of reference engine torque (see the engine configuration message, PGN 65251). The engine percent torque value will not be less than zero and it includes the torque developed in the cylinders required to overcome friction.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: 0 to 125%
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61444]

spn514 - Nominal Friction - Percent Torque - The calculated torque that indicates the amount of torque required by the basic engine itself added by the loss torque of accessories. It contains the frictional and thermodynamic loss of the engine itself, and the losses of fuel, oil and cooling pumps. The data is transmitted in indicated torque as a percent of reference engine torque (see the engine configuration message, PGN 65251). The realization can be done by a map dependent on engine speed and engine temperature and an offset value for additional loss torques.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: 0 to 125%
 Type: Status
 Parameter Group Number: [65247]

spn515 - Engine's Desired Operating Speed - An indication by the engine of the optimal operating speed of the engine for the current existing conditions. These conditions may include the torque generated to accommodate powertrain demands from the operator (via the accelerator pedal), cruise control, road speed limit governors, or ASR. Dynamic commands from functions such as smoke control or shift control are excluded from this calculation.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 8,031.875 rpm

Operating Range: (upper byte resolution = 32 rpm/bit)
 Type: Status
 Parameter Group Number: [65247]

spn518 - Requested Torque/Torque Limit - Parameter provided to the engine or retarder in the torque/speed control message for controlling or limiting the output torque. Requested torque to the engine is measured in indicated torque as a percentage of reference engine torque (see the engine configuration message, PGN 65251). This is the engine torque at which the engine is expected to operate if the torque control mode is active or the engine torque which the engine is not expected to exceed if the torque limit mode is active. Zero torque can be requested which implies zero fuel and the engine will not be allowed to stall. The actual engine percent torque (SPN 513) should be zero and the engine should decelerate until the low idle governor kicks in, at which time the actual engine percent torque will be calculated and the engine torque mode bits (SPN 899) should be equal to 0000b - Low Idle Governor. Requested torque to the retarder is measured in indicated torque as a percentage of reference retarder torque (see the retarder configuration message, PGN 65249). The logic used in enabling or disabling the retarder is based on the override control mode priority bits (SPN 897). A zero torque request to the retarder is a disable request, and is used by a J1939 node to prevent the retarder from being activated by other combinations of inputs outside of J1939 commands. The Torque Limit Mode is commonly used for this purpose.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: 0 to 125% engine torque requests, -125% to 0% for retarder torque requests
 Type: Status
 Parameter Group Number: [0]

spn519 - Engine's Desired Operating Speed Asymmetry Adjustment - This byte is utilized in transmission gear selection routines and indicates the engine's preference of lower versus higher engine speeds should its desired speed not be achievable. This is a scaled ratio such that 125 represents an equal reference for a speed lower or higher than the engine's indicated desired speed. The higher the asymmetry adjustment value is above 125, the more the engine prefers to be operated at or above its indicated desired speed. Conversely, the lower the asymmetry adjustment value is below 125, the more the engine prefers to operate at or below its indicated desired speed. Typically, the engine's asymmetry adjustment will be predicated on fuel consumption considerations, and under these conditions. The engine may include other factors into its asymmetry adjustment calculation such as temperatures, pressures, and other operating parameters.

Resolution: 1/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 250
 Type: Status
 Parameter Group Number: [65247]

spn520 - Actual Retarder - Percent Torque - Actual braking torque of the retarder as a percent of retarder configuration reference torque SPN 556.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: -125% to 0 %
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61440]

spn527 - Cruise Control States - This parameter is used to indicate the current state, or mode, of operation by the cruise control device. This is a status parameter. (Reference: PGN 65265)

Type: Status
 Parameter Group Number: [65265]

spn528 - Engine Speed At Point 2 (Engine Configuration) - Engine speed of point 2 of the engine torque map (see PGN 65251). In engine configuration mode 1 and 3, point 2 is defined as the kick-in point from which torque is reduced to zero. In mode 2, there are no special requirements for the definition of this point.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65251]

spn529 - Engine Speed At Point 3 (Engine Configuration) - Engine speed of point 3, 4, and 5 of the engine torque map (see PGN 65251). It is recommended that one of these points indicate the peak torque point for the current engine torque map. Points 3, 4, and 5 are optional and lie between idle and point 2.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 8,031.875 rpm

Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn530 - Engine Speed At Point 4 (Engine Configuration) - Engine speed of point 3, 4, and 5 of the engine torque map (see PGN 65251). It is recommended that one of these points indicate the peak torque point for the current engine torque map. Points 3, 4, and 5 are optional and lie between idle and point 2.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn531 - Engine Speed At Point 5 (Engine Configuration) - Engine speed of point 3, 4, and 5 of the engine torque map (see PGN 65251). It is recommended that one of these points indicate the peak torque point for the current engine torque map. Points 3, 4, and 5 are optional and lie between idle and point 2.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn532 - Engine Speed At High Idle, Point 6 (Engine Configuration) - Engine speed of high idle (point 6) of the engine torque map (see PGN 65251). In engine configuration mode 3, point 6 is not defined by the engine torque map but by the governor characteristic and the zero torque line.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn533 - Maximum Momentary Engine Override Speed, Point 7 (Engine Configuration) - The maximum engine speed above high idle allowed by the engine control during a momentary high idle override. This duration of the override is limited by the maximum momentary override time limit, SPN 534.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn534 - Maximum Momentary Override Time Limit (Engine Configuration) - The maximum time limit allowed to override the engine's high idle speed.

Resolution: 0.1 s/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 25 s
Operating Range: 0 to 25 sec, 0 = no override of high idle allowed, 255 = not applicable (no time restriction)
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn535 - Requested Speed Control Range Lower Limit (Engine Configuration) -

The minimum engine speed that the engine will allow when operating in a speed control/limit mode.
Resolution: 10 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 2,500 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn537 - Requested Torque Control Range Lower Limit (Engine Configuration) -

The minimum engine torque that the engine will allow when operating in a torque control/limit mode.
Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn538 - Requested Torque Control Range Upper Limit (Engine Configuration) -

The maximum engine torque that the engine will allow when operating in a torque control/limit mode.
Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%

Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn539 - Percent Torque At Idle, Point 1 (Engine Configuration) - The torque limit that indicates the available engine torque which can be provided by the engine at idle speed. This parameter may be influenced by engine temperature (after power up) and other stationary changes (calibration offsets, sensor failures, etc.) See also SPN 188. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference engine torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn540 - Percent Torque At Point 2 (Engine Configuration) - The torque limit that indicates the available engine torque which can be provided by the engine at point 2 of the engine map (see PGN 65251). In engine configuration mode 1 and 3 (see PGN 65251), point 2 is defined as the kick-in point from which torque is reduced to zero. In mode 2, there are no special requirements for the definition of this point. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference engine torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn541 - Percent Torque At Point 3 (Engine Configuration) - The torque limit that indicates the available engine torque which can be provided by the engine at point 3, 4, and 5 of the engine map (see PGN 65251). It is required that one of these points indicate the peak torque point for the current engine torque map. Points 3, 4, and 5 lie between idle and point 2. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference engine torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn542 - Percent Torque At Point 4 (Engine Configuration) - The torque limit that indicates the available engine torque which can be provided by the engine at point 3, 4, and 5 of the engine map (see PGN 65251). It is required that one of these points indicate the peak torque point for the current engine torque map. Points 3, 4, and 5 lie between idle and point 2. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference engine torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn543 - Percent Torque At Point 5 (Engine Configuration) - The torque limit that indicates the available engine torque which can be provided by the engine at point 3, 4, and 5 of the engine map (see PGN 65251). It is required that one of these points indicate the peak torque point for the current engine torque map. Points 3, 4, and 5 lie between idle and point 2. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference engine torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: 0 to 125%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65251]

spn544 - Reference Engine Torque (Engine Configuration) - This parameter is the 100% reference value for all defined indicated engine torque parameters. It is only defined once and doesn't change if a different engine torque map becomes valid.

Resolution: 1 Nm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 64,255 Nm
Type: Measured

Parameter Group Number: [65251]

spn546 - Retarder Speed At Idle, Point 1 (Retarder Configuration) - Please reference PGN 65249

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn547 - Retarder Speed At Peak Torque, Point 5 (Retarder Configuration) - Please reference PGN 65249

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn548 - Maximum Retarder Speed, Point 2 (Retarder Configuration) - Maximum speed of retarder (Please reference PGN 65249).

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn549 - Retarder Speed At Point 3 (Retarder Configuration) - Retarder speed of point 3 of the engine retarder torque map. Please reference PGN 65249.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn550 - Retarder Speed At Point 4 (Retarder Configuration) - Retarder speed of point 4 of the engine retarder torque map. Please reference PGN 65249.

Resolution: 0.125 rpm/bit , 0 offset
Data Range: 0 to 8,031.875 rpm
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn551 - Percent Torque At Idle, Point 1 (Retarder Configuration) - The torque limit that indicates the available retarder torque which can be provided by the retarder at idle speed. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference retarder torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: -125 to 0%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn552 - Percent Torque At Maximum Speed, Point 2 (Retarder Configuration) - The torque limit that indicates the available retarder torque which can be provided by the retarder at its maximum speed. Please reference PGN 65249. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference retarder torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: -125 to 0%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn553 - Percent Torque At Point 3 (Retarder Configuration) - The torque limit that indicates the available retarder torque which can be provided by the retarder at points 3 and 4 of the retarder torque map. Please reference PGN 65249. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference retarder torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
Data Range: -125 to 125 %
Operating Range: -125 to 0%
Type: Measured
Parameter Group Number: [65249]

spn554 - Percent Torque At Point 4 (Retarder Configuration) - The torque limit that indicates the available retarder torque which can be provided by the retarder at points 3 and 4 of the retarder torque map. Please reference PGN 65249. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference retarder torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: -125 to 0%
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65249]

spn555 - Percent Torque At Peak Torque, Point 5 (Retarder Configuration) - The torque limit that indicates the available retarder torque which can be provided by the retarder at point 5 of the retarder torque map. Please reference PGN 65249. The data is transmitted in indicated torque as a percent of the reference retarder torque.

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset
 Data Range: -125 to 125 %
 Operating Range: -125 to 0%
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65249]

spn556 - Reference Retarder Torque (Retarder Configuration) - This parameter is the 100% reference value for all defined indicated retarder torque parameters. It is only defined once and doesn't change if a different retarder torque map becomes valid.

Resolution: 1 Nm/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 64,255 Nm
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65249]

spn557 - Retarder Control Method (Retarder Configuration) - This parameter identifies the number of steps used by the retarder.

Resolution: 1 step/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 250 steps
 Operating Range: 0: continuous control, 1 On/Off control, 2 to 250: Number of steps
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65249]

spn558 - Accelerator Pedal Low Idle Switch - Switch signal which indicates whether the accelerator pedal low idle switch is opened or closed. The low idle switch is defined in SAE J1843.

00 Accelerator pedal not in low idle condition
 01 Accelerator pedal in low idle condition
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61443]

spn559 - Accelerator Pedal Kickdown Switch - Switch signal which indicates whether the accelerator pedal kickdown switch is opened or closed. The kickdown switch is defined in SAE J1843.

00 Kickdown passive
 01 Kickdown active
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61443]

spn571 - Retarder Enable - Brake Assist Switch - Switch signal which indicates whether the operator wishes the retarder to be enabled for vehicle braking assist. The retarder does not check this switch, nor does the enabling of this switch engage the retarder. When this switch is "enabled," the devices constructing TSC1 destination retarder messages may command retarder torque for braking. For example, the cruise control should not request retarder torque if this switch is not "enabled." The switch exists to prevent the engine retarder from being asked to be engaged via TSC1 in a noise sensitive area. See also SPN 572

00 Retarder - brake assist disabled
 01 Retarder - brake assist enabled
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [61440]

spn590 - Idle Shutdown Timer State - Status signal which indicates the current mode of operation of the idle shutdown timer system.

00 - Inactive

01 - Active

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn591 - Idle Shutdown Timer Function - Parameter which indicates the configuration of the idle shutdown timer system.

00 - Disabled in calibration

01 - Enabled in calibration

Type: Measured

Parameter Group Number: [65252]

spn592 - Idle Shutdown Timer Override - Status signal which indicates the status of the override feature of the idle shutdown timer system.

00 - Inactive

01 - Active

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn593 - Idle Shutdown has Shutdown Engine - Status signal which identifies whether or not the engine has been shutdown by the idle shutdown timer system.

00 - No

01 - Yes

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn594 - Idle Shutdown Driver Alert Mode - Status signal which indicates the status of the driver alert mode of the idle shutdown timer system. While the driver alert mode is active, the idle shutdown timer may be overridden.

00 - Inactive

01 - Active

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn595 - Cruise Control Active - Cruise control is switched on. It is not ensured that the engine is controlled by cruise control, as in the case of a large driver's demand the engine is controlled by the driver while cruise control is active (maximum selection of cruise control and driver's demand). The cruise control is set to 0 if a switch off condition occurs.

00 - Cruise control switched off

01 - Cruise control switched on

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn596 - Cruise Control Enable Switch - Switch signal which indicates that it is possible to manage the cruise control function.

00 - Cruise control disabled

01 - Cruise control enabled

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn597 - Brake Switch - Switch signal which indicates that the driver operated brake foot pedal is being pressed. This brake foot pedal is controlling the vehicles' service brake (total vehicle braking application, not park brakes). It is necessary for safe drivetrain behavior that the switch activates before the physical braking components are activated (i.e. Disengage the cruise control function prior to the activation of friction brakes).

00 - Brake pedal released

01 - Brake pedal depressed

10 - Error

11 - Not Available

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn598 - Clutch Switch - Switch signal which indicates that the clutch pedal is being pressed. It is necessary for a safe drivetrain behavior that the clutch switch is set before the clutch is opened (cruise control function).

00 - Clutch pedal released

01 - Clutch pedal depressed

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn599 - Cruise Control Set Switch - Switch signal of the cruise control activator which indicates that the activator is in the position "set."

00 - Cruise control activator not in the position "set"

01 - Cruise control activator in position "set"

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn600 - Cruise Control Coast (Decelerate) Switch - Switch signal of the cruise control activator which indicates that the activator is in the position "coast (decelerate)."

00 - Cruise control activator not in the position "coast"

01 - Cruise control activator in position "coast"

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn601 - Cruise Control Resume Switch - Switch signal of the cruise control activator which indicates that the activator is in the position "resume."

00 - Cruise control activator not in the position "resume"

01 - Cruise control activator in position "resume"

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn602 - Cruise Control Accelerate Switch - Switch signal of the cruise control activator which indicates that the activator is in the position "accelerate."

00 - Cruise control activator not in the position "accelerate"

01 - Cruise control activator in position "accelerate"

Type: Measured

Parameter Group Number: [65265]

spn695 - Override Control Mode - The override control mode defines which sort of command is used:

00 Override disabled - Disable any existing control commanded by the source of this command.

01 Speed control - Govern speed to the included "desired speed" value.

10 Torque control - Control torque to the included "desired torque" value.

11 Speed/torque limit control - Limit speed and/or torque based on the included limit values. The speed limit governor is a droop governor where the speed limit value defines the speed at the maximum torque available during this operation.

Type: Status

Parameter Group Number: [0]

spn696 - Requested Speed Control Conditions - This mode tells the engine control system the governor characteristics that are desired during speed control. The four characteristics defined are:

00 Transient Optimized for driveline disengaged and non-lockup conditions

01 Stability Optimized for driveline disengaged and non-lockup conditions

10 Stability Optimized for driveline engaged and/or in lockup condition 1 (e.g., vehicle driveline)

11 Stability Optimized for driveline engaged and/or in lockup condition 2 (e.g., PTO driveline)

Type: Status

Parameter Group Number: [0]

spn897 - Override Control Mode Priority - This field is used as an input to the engine or retarder to determine the priority of the Override Control Mode received in the Torque/Speed Control message (see PGN 0). The default is 11 (Low priority). It is not required to use the same priority during the entire override function. For example, the transmission can use priority 01 (High priority) during a shift, but can set the priority to 11 (Low priority) at the end of the shift to allow traction control to also interact with the torque limit of the engine.

The four priority levels defined are:

00 Highest priority

01 High priority

10 Medium priority

11 Low priority

00b - Highest Priority = Used for situations that require immediate action by the receiving device in order to provide safe vehicle operation (i.e., braking systems). This level of priority should only be used in safety critical conditions.

01b - High Priority = Used for control situations that require prompt action in order to provide safe vehicle operation. An example is when the transmission is performing a shift and requires control of the engine in order to control driveline reengagement.

10b - Medium Priority = Used for powertrain control operations which are related to assuring that the vehicle is in a stable Vehicle Application Layer - J1939-71 (through December 1999) - p. 87 operating condition. An example is when the traction control system is commanding the engine in order to achieve traction stability.

11b - Low Priority = Used to indicate that the associated command desires powertrain control but is needed for function which improves the driver comfort which may be overridden by other devices. An example is cruise control or the non-critical part of a transmission shift to a new gear.

Type: Status

Parameter Group Number: [0]

spn899 - Engine Torque Mode - State signal which indicates which engine torque mode is currently generating, limiting, or controlling the torque. Note that the modes are not in prioritized order. Not all modes may be relevant for a given device. Some devices may not implement all functions. The data type of this parameter is measured. Mode 0000b means "No request": engine torque may range from 0 to full load only due to low idle governor output; retarder torque = 0 (no braking).

Modes 0001b to 1110b indicate that there is either a torque request or the identified function is currently controlling the engine/retarder: engine/retarder torque may range from 0 (no fueling/no braking) to the upper limit.

Type: Measured

Parameter Group Number: [61444]

spn900 - Retarder Torque Mode - State signal which indicates which retarder torque mode is currently generating, limiting, or controlling the torque. Note that the modes are not in prioritized order. Not all modes may be relevant for a given device. Some devices may not implement all functions. For typical priorities refer to Figures SPN512_A and SPN512_B for engine control and Tables SPN518_A to SPN518_B for retarder control. The data type of this parameter is measured. Mode 0000b means "No request": engine torque may range from 0 to full load only due to low idle governor output; retarder torque = 0 (no braking).

Modes 0001b to 1110b indicate that there is either a torque request or the identified function is currently controlling the engine/retarder: engine/retarder torque may range from 0 (no fueling/no braking) to the upper limit.

Type: Measured

Parameter Group Number: [61440]

spn901 - Retarder Type - A vehicle retarder is a supplementary device to the wheel brakes for the driver to better control the vehicle. The wheel brakes used in the vehicle are not designed for continuous retarding operation. In a prolonged period of braking, the brakes can be thermally over-stressed, causing the braking effect to be reduced or even lead to complete braking system failure. The vehicle retarder is designed for continuous operation for braking during downhill operation and is also used for braking the vehicle to comply with speed limits and traffic conditions. This parameter provides some indication of the retarder dynamics. It is used in the retarder configuration message (See PGN 65249). The data type of this parameter is measured.

Type: Measured

Parameter Group Number: [65249]

spn902 - Retarder Location - This parameter defines whether the "torque/speed curve" defined by the retarder configuration message (PGN 65249) is dependent on engine rpm, output shaft rpm, or other parameter. The data type of this parameter is measured. This parameter defines whether the "torque/speed curve?" defined by the retarder configuration message (PGN 65249) is dependent on engine rpm, output shaft rpm, or other parameter. The data type of this parameter is measured.

Type: Measured

Parameter Group Number: [65249]

spn904 - Front Axle Speed - The average speed of the two front wheels.

Resolution: 1/256 km/h/bit , 0 offset
 Data Range: 0 to 250.996 km/h
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65215]

spn905 - Relative Speed; Front Axle, Left Wheel - The speed of the front axle, left wheel relative to the front axle speed, SPN 904.

Resolution: 1/16 km/h/bit , -7.8125 km/h offset
 Data Range: -7.8125 to 7.8125 km/h
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65215]

spn906 - Relative Speed; Front Axle, Right Wheel - The speed of the front axle, right wheel relative to the front axle speed, SPN 904.

Resolution: 1/16 km/h/bit , -7.8125 km/h offset
 Data Range: -7.8125 to 7.8125 km/h
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65215]

spn907 - Relative Speed; Rear Axle #1, Left Wheel - The speed of the rear axle #1, left wheel relative to the front axle speed, SPN 904.

Resolution: 1/16 km/h/bit , -7.8125 km/h offset
 Data Range: -7.8125 to 7.8125 km/h
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65215]

spn908 - Relative Speed; Rear Axle #1, Right Wheel - The speed of the rear axle #1, right wheel relative to the front axle speed, SPN 904.

Resolution: 1/16 km/h/bit , -7.8125 km/h offset
 Data Range: -7.8125 to 7.8125 km/h
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65215]

spn966 - Engine Test Mode Switch - Switch signal which indicates the position of the engine test mode switch.

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65265]

spn967 - Idle Decrement Switch - Switch signal which indicates the position of the idle decrement switch.

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65265]

spn968 - Idle Increment Switch - Switch signal which indicates the position of the idle increment switch.

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65265]

spn969 - Remote Accelerator Enable Switch - Switch signal which indicates that the remote accelerator has been enabled and controls the engine.

00 - Off
 01 - On

NOTE: The accelerator interlock switch (see SPN 972) must be disabled in order for the remote accelerator to perform engine control.

Type: Measured
 Parameter Group Number: [61441]

spn970 - Auxiliary Engine Shutdown Switch - Switch signal which requests that all engine fueling stop.

00 - Off

01 - On

Type: Measured

Parameter Group Number: [61441]

spn971 - Engine Derate Switch - Switch signal used to activate the torque limiting feature of the engine. The specific nature of torque limiting should be verified with the manufacturer.

00 - Off

01 - On

Type: Measured

Parameter Group Number: [61441]

spn972 - Accelerator Interlock Switch - Switch signal used to disable the accelerator and remote accelerator inputs, causing the engine to return to idle.

00 - Off

01 - On

Type: Measured

Parameter Group Number: [61441]

spn973 - Engine Retarder Selection - The position of the operator controlled selector, expressed as percent and determined by the ratio of the current position of the selector to its maximum possible position. Zero percent means no braking torque is requested by the operator from the engine while 100% means maximum braking.

Resolution: 0.4 %/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 100 %

Type: Measured

Parameter Group Number: [61441]

spn974 - Remote Accelerator - Ratio of the actual remote accelerator position to the maximum remote accelerator position. NOTE: The remote accelerator enable switch (see SPN 969) must be active and the accelerator interlock switch (see SPN 972) inactive before the remote accelerator can be enabled.

Resolution: 0.4 %/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 100 %

Type: Measured

Parameter Group Number: [61443]

spn975 - Estimated Percent Fan Speed - Estimated fan speed as a ratio of the fan drive (current speed) to the fully engaged fan drive (maximum fan speed). A two state fan (off/on) will use 0% and 100% respectively. A three state fan (off/intermediate/on) will use 0%, 50% and 100% respectively. A variable speed fan will use 0% to 100%. Multiple fan systems will use 0 to 100% to indicate the percent cooling capacity being provided. Note that the intermediate fan speed of a three state fan will vary with different fan drives, therefore 50% is being used to indicate that the intermediate speed is required from the fan drive.

Resolution: 0.4 %/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 100 %

Type: Status

Parameter Group Number: [65213]

spn976 - PTO State - This parameter is used to indicate the current state or mode of operation by the power takeoff (PTO) device. It needs to be ensured that each achieved state information be set up to be conveyed in at least one datalink message before a transition to another state is allowed. The Suspect Parameter Number for this parameter is 976. This parameter is used to indicate the current state or mode of operation by the power takeoff (PTO) device. It needs to be ensured that each achieved state information be set up to be conveyed in at least one datalink message before a transition to another state is allowed. The Suspect Parameter Number for this parameter is 976.

Type: Status

Parameter Group Number: [65265]

spn977 - Fan Drive State - This parameter is used to indicate the current state or mode of operation by the fan drive.

0000 Fan off

0001 Engine system - General

0010 Excessive engine air temperature
 0011 Excessive engine oil temperature
 0100 Excessive engine coolant temperature
 0101 Excessive transmission oil temperature
 0110 Excessive hydraulic oil temperature
 0111 Default Operation
 1000 Not defined
 1001 Manual control
 1010 Transmission retarder
 1011 A/C system
 1100 Timer
 1101 Engine brake
 1110 Other
 1111 Not available
 Fan off - 0000b -- Used to indicate that the fan clutch is disengaged and the fan is inactive
 Engine system - General - 0001b -- Used to indicate that the fan is active due to an engine system not otherwise defined.
 Excessive engine air temperature - 0010b -- Used to indicate that the fan is active due to high air temperature.
 Excessive engine oil temperature - 0011b -- Used to indicate that the fan is active due to high oil temperature.
 Excessive engine coolant temperature - 0100b -- Used to indicate that the fan is active due to high coolant temperature.
 Manual control - 1001b -- Used to indicate that the fan is active as requested by the operator.
 Transmission retarder - 1010b -- Used to indicate that the fan is active as required by the transmission retarder.
 A/C system - 1011b -- Used to indicate that the fan is active as required by the air conditioning system.
 Timer - 1100b -- Used to indicate that the fan is active as required by a timing function.
 Engine brake - 1101b -- Used to indicate that the fan is active as required to assist engine braking.
 Excessive transmission oil temperature - 0101b -- Used to indicate fan is active due to excessive transmission oil temperature.
 Excessive hydraulic oil temperature - 0110b -- Used to indicate fan is active due to excessive hydraulic oil temperature.
 Default Operation - 0111b - Used to indicate fan is active due to a error condition resulting in default operation
 Type: Status
 Parameter Group Number: [65213]

spn979 - Remote PTO Preprogrammed Speed Control Switch - Switch signal which indicates that the remote PTO toggle switch is in the enabled (ON) position. If the toggle switch is enabled and other conditions are satisfied then the remote PTO control feature is activated and the PTO will control at the preprogrammed speed.

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65264]

spn980 - PTO Enable Switch - Switch signal which indicates that the PTO toggle switch is in the enabled (ON) position and therefore it is possible to manage the PTO control function.

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65264]

spn982 - PTO Resume Switch - Switch signal of the PTO control activator which indicates that the activator is in the position "resume".

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65264]

spn983 - PTO Coast/Decelerate Switch - Switch signal of the PTO control activator which indicates that the activator is in the position "coast/decelerate".

00 - Off
 01 - On
 Type: Measured
 Parameter Group Number: [65264]

spn984 - PTO Set Switch - Switch signal of the PTO control activator which indicates that the activator is in the position "set".

00 - Off

01 - On

Type: Measured

Parameter Group Number: [65264]

spn985 - A/C High Pressure Fan Switch - Switch signal which indicates that the pressure in the coolant circuit of an air conditioning system is high and the fan may be engaged.

00 - Pressure normal

01 - Pressure high, fan may be engaged

Type: Measured

Parameter Group Number: [65252]

spn1081 - Wait to Start Lamp - Lamp signal which indicates that the engine is too cold to start and the operator should wait until the signal becomes inactive (turns off).

00 - Off

01 - On

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn1085 - Intended Retarder Percent Torque - Braking torque of retarder that the retarder is currently trying to achieve. This value takes into account all static limitations, but not the limitations due to the dynamic behavior of the retarder. This value, if unchanged over a certain time, can and will be reached by the actual retarder - percent torque (See SPN 520).

Resolution: 1 %/bit , -125 % offset

Data Range: -125 to 125 %

Operating Range: -125 to 0%

Type: Status

Parameter Group Number: [61440]

spn1107 - Engine Protection System Timer State - Status signal which indicates the current mode of the engine protection system timer system.

00 - Inactive

01 - Active

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn1109 - Engine Protection System Approaching Shutdown - Status signal which indicates that engine shutdown is imminent. This engine protection signal can be a result of different systems failing, i.e., engine overheating.

00 - Not approaching

01 - Approaching

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn1110 - Engine Protection System has Shutdown Engine - Status signal which indicates whether or not the engine protection system has shutdown the engine.

00 - No

01 - Yes

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn1111 - Engine Protection System Configuration - Parameter which indicates the configuration of the engine shutdown system.

00 - Disabled in calibration

01 - Enabled in calibration

Type: Status

Parameter Group Number: [65252]

spn1437 - Road Speed Limit Status - Status (active or not active) of the system used to limit maximum vehicle velocity.

00 - Active

01 - Not Active

Type: Status

Parameter Group Number: [61443]

spn1480 - Source Address of Controlling Device for Retarder Control - The source address of the SAE J1939 device currently controlling the retarder. It is used to expand the torque mode parameter (see SPN 899) in cases where control is in response to an ECU that is not listed in Table SPN899_A. Its value may be the source address of the ECU transmitting the message (which means that no external SAE J1939 message is providing the active command) or the source address of the SAE J1939 ECU that is currently providing the active command in a TSC1 (see PGN 0) or similar message. Note that if this parameter value is the same as the source address of the device transmitting it, the control may be due to a message on a non-SAE J1939 data link such as SAE J1922 or a proprietary link.

Resolution: 1 source address/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 255

Operating Range: 0 to 253

Type: Status

Parameter Group Number: [61440]

spn1483 - Source Address of Controlling Device for Engine Control - The source address of the SAE J1939 device currently controlling the engine. It is used to expand the torque mode parameter (see SPN 899) in cases where control is in response to an ECU that is not listed in Table SPN899_A. Its value may be the source address of the ECU transmitting the message (which means that no external SAE J1939 message is providing the active command) or the source address of the SAE J1939 ECU that is currently providing the active command in a TSC1 (see PGN 0) or similar message. Note that if this parameter value is the same as the source address of the device transmitting it, the control may be due to a message on a non-J1939 data link such as SAE J1922 or a proprietary link.

Resolution: 1 source address/bit , 0 offset

Data Range: 0 to 255

Operating Range: 0 to 253

Type: Status

Parameter Group Number: [61444]