

Tampereen ammattikorkeakoulu
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma
Auto- ja työkonetekniikka
Jaana Sokka

Opinnäytetyö

CAN-väylätekniikka ajoneuvokäytössä

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 12/2009

Lehtori Leo Sutinen
Bronto Skylift Oy Ab, ohjaajana DI Jouni Törnqvist

Tekijä	Jaana Sokka
Työn nimi	CAN-väylätekniikka ajoneuvokäytössä
Sivumäärä	32 sivua, 32 liitesivua
Valmistumisaika	12/2009
Työn ohjaaja	Lehtori Leo Sutinen
Työn teettäjä	Bronto Skylift Oy Ab, ohjaajana DI Jouni Törnqvist

TIIVISTELMÄ

CAN-väylä on nykyään hyvin yleinen ajoneuvokäytössä. Se on levinnyt laajalti myös muille teollisuuden aloille. Bronto Skylift valmistaa kuorma-autoalustaisia nostolavalaitteita, joissa informaatio kulkee CAN-väylässä. Koska autonvalmistajat eivät noudata täysin mitään CAN-standardia, ei väylien välinen kommunikointi ole täysin yksinkertaista. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää miten kommunikointi nostolavalaitteen ja auton alustan CAN-väyliä välillä toimii.

Työssä on selvitetty CAN-väylän toimintaa ja rakennetta, sekä esitelty raskaan kaluston käyttämää standardia SAE J1939. Kyseinen standardi on käytössä myös Bronto Skyliftin nostolavalaitteissa. CAN-väylän toimintaperiaatteesta on saatavilla tietoa melko hyvin. Tarkat kuvaukset erilaisista CAN-väyläratkaisuksista löytyvät tosin vain standardeista. Standardit ovat hyvin laajoja ja perusteellisia ja tässä työssä niistä on esitetty vain keskeisimmät asiat. Lisäksi työssä on selvitetty kahden eri alustan valmistajan, Scanian ja Mercedes-Benzin, käyttämiä CAN-protokollia.

Työn tuloksena on syntynyt selvitys kahden valitun alustan valmistajan käyttämistä CAN-protokollista, sekä osoitteistoista. Yritys voi hyödyntää työn tuloksia jatkossa, kehittäessään edelleen nostolavan ja alustan välistä kommunikaatiota. Toisaalta työtä voidaan hyödyntää myös haluttaessa tietoa CAN-väylän toimintaperiaatteesta tai standardista SAE J1939.

Tulevaisuudessa nostolavan ja alustan väyliä välistä kommunikaatiota voidaan laajentaa koskemaan muitakin alustan valmistajia.

Työ sisältää luottamuksellista tietoa ja siitä syystä liite 2 on poistettu julkisesta versiosta.

Writer	Jaana Sokka
Thesis	CAN-bus Technology in Automotive Applications
Pages	32 pages, 32 appendices
Graduation time	12/2009
Thesis Supervisor	Senior Lecturer Leo Sutinen
Co-operating Company	Bronto Skylift Oy Ab, Supervisor MSc Jouni Törnqvist

ABSTRACT

Today, CAN-bus is very common in automotive applications. It has also found uses widely in other areas of industry. Bronto Skylift is a manufacturer for truck mounted hydraulic platforms, in which information is transmitted via CAN-bus. Because truck manufacturers do not fully use any CAN-standard, communication between buses is not simple. The aim of this thesis was to fathom out how communication between the CAN-buses of the truck and the platform works.

In this thesis the operation and structure of a CAN-bus is clarified and the standard SAE J1939, used by heavy-duty vehicles, is introduced. This standard is in use also in Bronto Skylift platforms. Information about the working principles of a CAN-bus is available reasonably well, although detailed descriptions of different CAN-bus solutions can only be found in standards. Only the essential parts of the standards are introduced in this thesis, as they are very comprehensive and thorough. In addition, CAN-protocols of two truck manufacturers, Scania and Mercedes-Benz, have been investigated.

As a result, a report of CAN-protocols and addresses being used by the two chosen truck manufacturers was made. The company can make use of the results in future in developing communication between the truck and the platform. This thesis can be also be used if information about the working principles of a CAN-bus or about the SAE J1939 standard is needed.

In future, communication between the buses of the truck and of the platform can be further extended to cover other truck manufacturers.

This thesis contains confidential information. Appendix 2 has thus been removed.

ALKUSANAT

Opinnäytetyön aihe osoittautui erittäin kiinnostavaksi ja lisäksi se oli hyvä tilaisuus yhdistää kaksi kiinnostuksen kohteitani, tietotekniikka ja ajoneuvotekniikka.

Haluan kiittää esimiestäni Jouni Törnqvistiä mielenkiintoisesta aiheesta ja opastuksesta työn eri vaiheissa. Lisäksi haluan kiittää perhettäni, jonka ansiosta minulle järjestyi aikaa opinnäytetyön tekemiseen.

Tampereella joulukuussa 2009

Jaana Sokka

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	7
1.1 Työn tarkoitus.....	7
1.2 Bronto Skylift.....	8
2 CAN-väylätekniikka.....	9
2.1 Perusominaisuuksia.....	9
2.1 Fyysinen kerros.....	10
2.2.1 High speed CAN.....	10
2.2.2 Fault-tolerant CAN.....	12
2.2.3 Single wire CAN.....	13
2.3.4 CAN-solmun rakenne.....	13
2.3 Siirtoyhteyserros.....	13
2.3.1 Standard CAN ja Extended CAN	14
2.4 Kilpavaraus.....	14
2.5 Bit Stuffing.....	15
2.6 Kehysrakenne.....	15
2.6.1 Sanomakehys / Datakehys.....	16
2.6.2 Kyselykehys / RTR-kehys.....	17
2.6.3 Virhekehys.....	17
2.6.4 Viivekehys.....	18
2.6.5 Kuittaus.....	18
2.6.6 Viestikehyksen tarkistus.....	19
2.7 Virheentarkistus.....	19
3 Raskaan kaluston standardi SAE J1939.....	21
3.1 Parametrit ja parametriryhmät.....	21
3.1.1 Parametrit.....	22
3.1.2 Parametriryhmät.....	23
3.2 Viestin rakenne.....	24
4 Työn toteutus.....	26
4.1 Scania.....	27
4.2 Mercedes-Benz.....	29
4.3 Väylien yhdistäminen.....	29
5. Työn tulokset.....	30
6. Päätelmät.....	31
Lähteet.....	32
Liitteet.....	33

Lyhenteiden selitykset

ACD	ACK delimiter
ACK	Acknowledge
CAN	Controller Area Network
CiA	CAN in Automation
CRC	Cyclic Redundancy Check
DLC	Data Length Code
DP	Data Page
EDP	Extended Data Page
EOF	End Of Frame
GE	Group Extension
ID	Identifier
IDE	Identifier Extension
ISO	International Organisation for Standardization
MAC	Medium Access Control
NRZ	Non Return to Zero
OSI	Open Systems Interconnection
PDU	Protocol Data Unit
PF	PDU format
PGN	Parameter Group Number
PS	PDU specific
RTR	Remote Transmission Request
SA	Source address
SAE	Society of Automotive Engineers
SOF	Start Of Frame
SPN	Suspect Parameter Number
SRR	Substitute Remote Request

1 Johdanto

Nykyajan ajoneuvoissa elektroniikan määrä on lisääntynyt huomattavasti, kun sekä mukavuusvarusteet että turvallisuutta parantavat ratkaisut ovat yleistyneet. Tämä asettaa monenlaisia vaatimuksia auton valmistajille. Esimerkiksi ajonvakautusjärjestelmä tarvitsee toimiakseen paljon erilaisia anturitietoja. Elektroniikkakomponentit ja johdotukset taas vievät tilaa ja lisäävät painoa sekä kustannuksia. CAN (Controller Area Network) -väylätekniikka onkin kehitetty alun perin ratkaisemaan juuri lisääntyneen elektroniikan aiheuttamia ongelmia. Nykyään väylätekniikka on yleistynyt ja erilaisia väyläratkaisuja on kehitetty eri tarpeisiin. Yhdessä ajoneuvossa voi olla käytetty useita erilaisia väylätekniikoita tai useampia eri tasoisia CAN-väyliä. Ajoneuvoteollisuuden lisäksi väylätekniikkaa käytetään nykyään laajalti myös erilaisissa koneissa ja teollisuuslaitteissa.

Bronto Skylift valmistaa nostolavalaitteita, joita käytetään sekä pelastus- että urakatöihin. Myös nostolavalaitteessa on nykyään paljon elektroniikka ja erilaisia toimintoja. Työkorissa sijaitsee näytöllä varustettu ohjauskeskus, jonka avulla toimintoja hallitaan ja nostolavaa ajetaan. Näytöltä on nähtävissä paljon erilaista informaatiota. Nostokorkeus voi olla yli sata metriä, joten väylätekniikan ansiosta vähentynyt johdotuksen tarve muodostuu entistä hyödyllisemmäksi.

1.1 Työn tarkoitus

Työssä oli tarkoitus selvittää mahdollisuutta kommunikoida nostolavan CAN-väylän ja ajoneuvon CAN-väylän välillä. Tällöin komentojen antaminen työkorista esimerkiksi auton moottorille olisi mahdollista väylän kautta. Myös ajoneuvon tietojen esittäminen ohjauskeskuksen näytöllä onnistuisi helposti. Bronto Skylift rakentaa nostolavalaitteita usean eri autonvalmistajan alustoille. Tähän työhön on valittu kaksi eri valmistajaa, joiden käyttämiin CAN-protokolliin tutustutaan tarkemmin.

Työssä esitellään yleisesti CAN-väylätekniikkaa ja lisäksi standardia SAE J1939. Standardit ovat hyvin laajoja, eikä niitä ole tarkoitus käsitellä kokonaan. Työssä on käsitelty keskeisimmät ja kokonaisuuden ymmärtämisen kannalta oleelliset osat.

1.2 Bronto Skylift

Bronto Skylift Oy Ab on vuonna 1972 perustettu, maailman johtava kuorma-autoalustaisten nostolavalaitteiden valmistaja. Vuonna 2009 yrityksen liikevaihto oli noin 100 miljoonaa euroa. Bronto Skylift on kuulunut amerikkalaiseen Federal Signal Corporationiin vuodesta 1995. Yrityksen valmistamat nostolavalaitteet voidaan jakaa kahteen tuoteryhmään käyttötarkoituksen mukaan: palo- ja pelastuslaitteet sekä teollisuuslaitteet. Bronto Skyliftin tuotevalikoimaan kuuluu noin 50 mallia, joiden työskentelykorkeus on 16 - 104 metriä. Pitkälle viety modulaarisuus mahdollistaa kuitenkin lukemattomia erilaisia variaatioita. Laitteet räätälöidään aina asiakkaan tarpeiden mukaan, ja erilaisia varusteita on tarjolla satoja. Bronto Skylift on toimittanut noin 6000 laitetta palokuntiin ja yrityksiin yli 120 maassa ympäri maailmaa. Yrityksen tehtaat sijaitsevat Tampereella ja Porissa, ja työntekijöitä on yhteensä yli 300. Pääosa yhtiön toiminnoista sijaitsee Tampereen tehtaalla. Porissa valmistetaan henkilönostinten varmistot ja kotelorungot, mistä ne kuljetetaan Tampereelle loppukokoonpanoa varten. Huoltopisteitä on Porin ja Tampereen lisäksi Kuopiossa, Oulussa, Turussa ja Vantaalla. Bronto Skyliftilla on tytäryhtiöt Ruotsissa, Saksassa ja Sveitsissä sekä edustajia noin sadassa maassa. Lisäksi yrityksellä on USA:ssa oma myyntiorganisaatio. /1/

2 CAN-väylätekniikka

CAN -väylätekniikan on kehittänyt Robert Bosch GmbH 1980-luvun puolivälissä. Se suunniteltiin alun perin ajoneuvojen hajautettujen ohjausjärjestelmien reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon. Vaikka CAN-väylä onkin luonteeltaan ajoneuvoväylä, se sopii periaatteessa mihin tahansa koneeseen, jossa tiedonsiirtoetäisyys ja kommunikointiin käytettävät sanomat ovat lyhyitä. Suuremman tietomäärän siirtoon CAN ei ole toimiva ratkaisu, koska lähetetyssä viestissä itse datan osuus on melko pieni. /2, s.129; 3./

Monipuolisen käytön merkittävin syy on CAN-väylän joustavuus. Tarpeen mukaan valitaan kaapeloinnin laadukkuus, siirtonopeus ja väylän pituus. Yksi merkittävä CAN-väylän etu on johdotuksen tarpeen väheneminen, joka taas tuo säästöä niin kustannuksissa, tilantarpeessa kuin painossakin. CAN-väylän avulla välitetään myös anturitietoja ja ohjataan toimilaitteita. Anturitietojen ansiosta ajoneuvon diagnosointi helpottuu. Järjestelmä on modulaarinen, joten sitä on helppo laajentaa. /3; 4/

CAN toteuttaa ISO:n (International Organisation for Standardization) OSI (Open Systems Interconnection) -mallin kerrokset 1 ja 2 (fyysinen kerros ja siirtoyhteyskerros), joten se ei sovellu käytettäväksi ohjausjärjestelmissä suoraan, ilman sovelluskerrosta. Toisaalta taas mikä tahansa tapa sopia CAN-viestikehysten käytöstä muodostaa sovelluskerroksen protokollan. Sovellustason standardeja on olemassa useita ja ongelmien välttämiseksi kannattaakin valita jokin jo olemassa oleva ratkaisu. /4/

2.1 Perusominaisuuksia

Kaikkia väylään liitetyjä toimilaitteita kutsutaan solmuiksi. CAN-väylä on luonteeltaan usean isännän väylä, jossa kaikilla solmuilla on yhtä suuri oikeus lähettää viestinsä väylälle ja lähetetyt viestit ovat kaikkien saatavilla. Viestejä ei siis erityisesti osoiteta millekään solmulle, vaan viestin tunnusteen perusteella solmu päättää tarvitseeko tietoa vai ei. Sanomaa voidaan lähettää joko jatkuvasti tai silloin, kun sen arvossa tapahtuu muutos. Solmu voi myös pyytää tarvitsemaansa tietoa. /3/

Koska solmuilla ei ole kiinteitä osoitteita, väylään voidaan lisätä tai sieltä voidaan poistaa solmuja helposti. Solmujen yhteisymmärryksestä on kuitenkin muistettava huolehtia. Yleensä asia on hoidettu käyttämällä sovellustason standardeja. /2, s. 129./

Viestin maksimipituus on 8 tavua (64 bittiä). Väylällä kulkevat bitit ovat joko resessiivisiä (looginen 1) tai dominantteja (looginen 0). Nollabitti kumoaa siis ykkösbitin. Oskilloskoopilla väylän liikenne näkyy kanttiaaltona. /3/

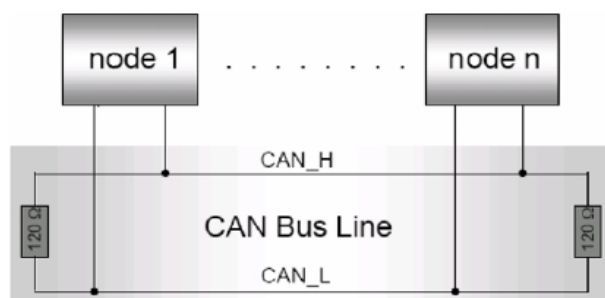
Fyysisten protokollapiirien lisäksi käytännön sovelluksissa tarvitaan lisäksi muita toimintoja, kuten verkonhallintaa ja solmujen valvontaa. Koska niitä ei ole varsinaisissa väylästandardeissa määritelty, täytyy ne toteuttaa ohjelmallisesti sovelluksen mukaan. /2, s. 129/

2.1 Fyysinen kerros

Fyysinen kerros käsittää käytetyt jännitetasot, signaaloinnit ja tuetut siirtonopeudet. Seuraavassa on esitelty kolme erilaista fyysistä kerrosta. /4/

2.2.1 High speed CAN

Yleisin käytetty fyysinen kerros on High speed CAN. Se on määritelty standardissa ISO 11898-2. High speed CAN on tarkoitettu korkeille siirtonopeuksille. Suurin sallittu nopeus on 1 Mbit/s väylän pituuden ollessa korkeintaan 40 metriä. High speed CAN-väylässä väyläkaapeli kulkee jokaisen solmun kautta ja se päätetään molemmista päistään 120 ohmin päätevastuksilla signaalien reunojen aiheuttamien heijastuksien vaimentamiseksi (kuvio 1). /4/



Kuvio 1: High speed CAN-väylän periaatekuva. /5/

Väylän nopeus riippuu väylän pituudesta taulukon 1 mukaan.

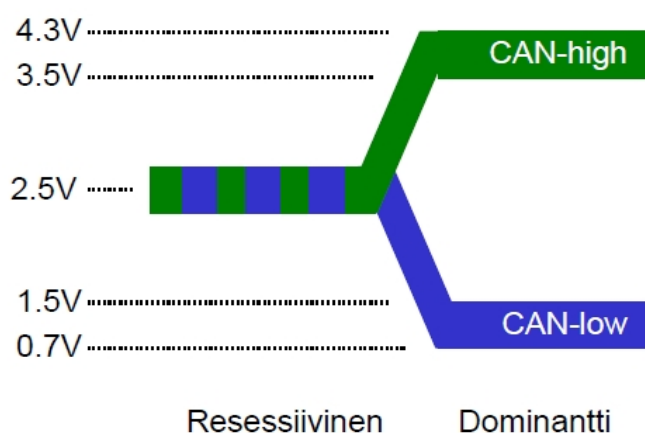
Taulukko 1: Väylän nopeus pituuden mukaan /5/

Datanopeus	Enimmäispituus
1 Mbit/s	30 m
800 kbit/s	50 m
500 kbit/s	100 m
250 kbit/s	250 m
125 kbit/s	500 m
62.5 kbit/s	1 km
20 kbit/s	2 km
10 kbit/s	5 km

Can In Automation on standardoinut liittimeksi 9-napaisen D-liittimen. Kaapeliksi vaaditaan ISO:n CAN-standardeissa parikaapeli. Yleensä väylä on toteutettu kierrettyllä ja suojatulla parikaapelilla. /3/

Fyysinen kerros voidaan jakaa kolmeen osaan: fyysinen signaalinkäsittely, ajoituksen synkronoiminen sekä itse fyysinen väylä johtoineen ja liittimineen. /2, s. 133./

Tiedonsiirto perustuu CAN-high ja CAN-low -johtimien väliseen jännite-eroon. Etuna on se, että jos väylään pääsee vaikuttamaan joku ulkopuolinen sähkömagneettinen säteily, se vaikuttaa samalla tavalla molempiin johtimiin ja jännite-ero säilyy ennallaan. ISO-standardin mukaan resessiivisessä tilassa molempien johtimien arvo on 2,5 V (jännite-ero 0 V) ja dominantissa tilassa CAN-high 3,5 V ja CAN-low 1,5 V (jännite-ero 2 V). Jännite-erot on esitetty kuviossa 2. /2, s. 134./

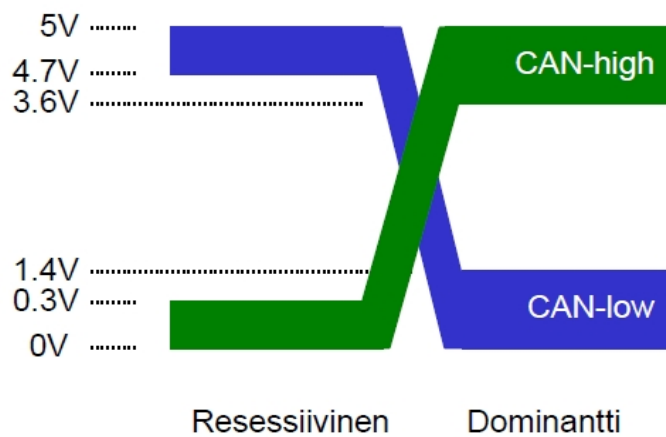


Kuvio 2: High speed CAN:in jännite-erot /4/

Vaikka jännitetasot on standardissa määritelty vain suuremmille tiedonsiirtonopeuksille (125 kbit/s – 1 Mbit/s), käytetään niitä käytännössä usein myös hitaammilla nopeuksilla. /2, s.134./

2.2.2 Fault-tolerant CAN

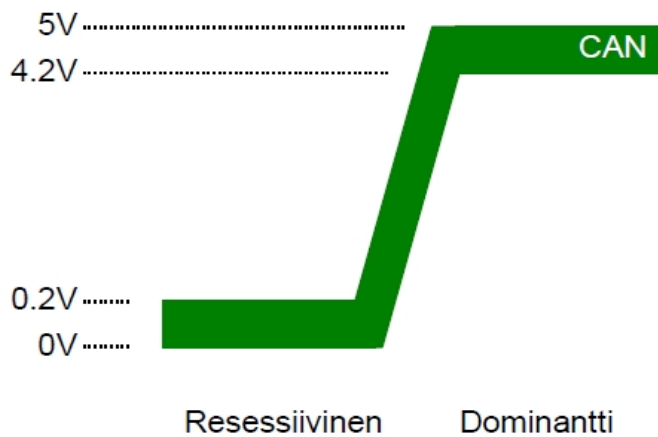
Fault-tolerant CAN:ia käytetään yleisimmin autoteollisuudessa korielektronikassa. Se on määritelty standardissa ISO 11898-3. Suurin sallittu tiedonsiirtonopeus on maksimissaan 125 kbit/s. Toimintaperiaate on muuten samanlainen kuin High speed CAN:ssa, mutta väylä voi toimia myös hetkellisesti pelkästään CAN-high:n tai CAN-low:n avulla. (Kuvio 3.) /6/



Kuvio 3: Fault-tolerant CAN /4/

2.2.3 Single wire CAN

Single wire CAN on määritelty standardissa SAE J2411. Se toimii nimensä mukaisesti vain yhden johtimen avulla ja kommunikointi tapahtuu mittaamalla jännitetasoja jännite-eron sijaan. Väylän nopeus on rajoitettu 33 kbit/s:ssa. (Kuvio 4.) /4/



Kuvio 4: Single wire CAN /4/

2.3.4 CAN-solmun rakenne

CAN-solmu koostuu lähettimestä/vastaanottimesta, CAN-protokollapiiristä sekä sitä ohjaavasta mikroprosessorista. Solmu voi olla itsenäinen, jolloin kaikki osat ovat erillisiä. Integroidussa CAN-ohjaimessa on erillinen lähetin/vastaanotin ja yhdeksi piiriksi integroitu protokollapiiri ja mikroprosessori. Kolmannessa vaihtoehdossa kaikki toiminnot on integroitu samaan piiriin, jolloin ratkaisu on kaikkein kallein, mutta myös nopein ja luotettavin. /2, s.135./

2.3 Siirtoyhteyskerros

Siirtoyhteyskerros on määritelty virallisesti standardissa ISO 11898. Se pitää sisällään muun muassa tietokehyksen, virheiden havaitsemisen, niihin reagoimisen ja viestien prioriteetin määrittelyt. /2, s. 130./

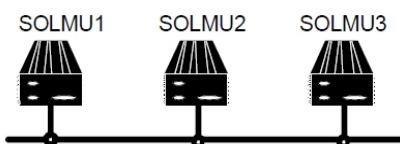
2.3.1 Standard CAN ja Extended CAN

Standard CAN -versiossa tunnustekentän pituus on 11 bittiä, kun taas Extended CAN – versiossa tunnustekentän pituus on 29 bittiä. Extended CAN:in pidempi tunnustekenttä on helpottanut sovelluskerroksen standardien tekemistä, mutta toisaalta se huonontaa hyötysuhdetta. Osaa tunnusteen biteistä voidaan tosin käyttää datan välittämiseen. Väylällä on periaatteessa mahdollista käyttää molempia viestikehyksiä, mutta kaikki protokollapiirit eivät osaa käsitellä laajennettuja viestikehyksiä. /3/

2.4 Kilpavaraus

Mikä tahansa solmu voi siis lähettää viestinsä väylälle ilman, että sitä on erityisesti osoitettu kenellekään. Viestin tunnusteen perusteella solmu voi päätellä, tarvitseeko tietoa vai ei. Tunnusteesta selviää myös viestin prioriteetti. Jos useampi solmu yrittää lähettää viestiä samaan aikaan, viesti jolla on korkein prioriteetti eli pienin tunniste pääsee läpi. Tällöin muut solmut keskeyttävät lähetyksensä ja yrittävät lähetystä uudelleen, sitten kun väylä on vapaa. Kilpavaraustilanne on esitetty kuviossa 11. /2 s. 130./

Kolme solmua yrittää lähettää sanoman yhtäaikaan



SOLMU 1: 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 = 177 (esim. moottorin kierrosnop.)
 SOLMU 2: 0 *1 1 0 0 1 0 1 1 0 1 = 813 (esim. jäähdytysveden lämpöt.)
 SOLMU 3: 0 0 0 1 *1 0 1 1 0 1 0 = 218 (esim. ajoneuvon nopeus)

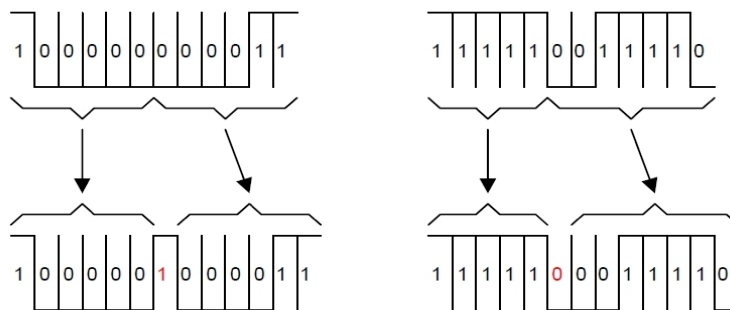
VÄYLÄ : 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 = 177 (moottorin kierrosnopeus)

*Asema huomaa menettäneensä valtuuden väylään, lopettaa lähettämisen ja jatkaa sanoman vastaanottajana. "Moottorin kierrosnopeus" voittaa valtuuden.

Kuvio 11: Kilpavaraustilanne /3/

2.5 Bit Stuffing

Väylällä liikkuvat bitit koodataan kantataajuisesti NRZ (No Return to Zero) -menetelmällä. Bittien erottelu perustuu ainoastaan niiden kestoaikaan, sillä jännitetaso ei muutu kahden samanarvoisen bitin välillä. Bit stuffing -menetelmällä estetään liian monen samanarvoisen bitin esiintyminen perättäin. Eli jos lähetettävässä bittijonossa on peräkkäin viisi samaa bittiä, niiden perään lisätään yksi vastakkainen stuff-bitti, jonka vastaanottaja karsii pois. Stuff-bitit helpottavat virheiden havaitsemista ja solmujen välistä synkronointia. /2, s. 131, 133/



Kuvio 12: Kehys ennen (ylh.) ja jälkeen (alh.) ”bit-stuffing”:n (pun) /3/

2.6 Kehysrakenne

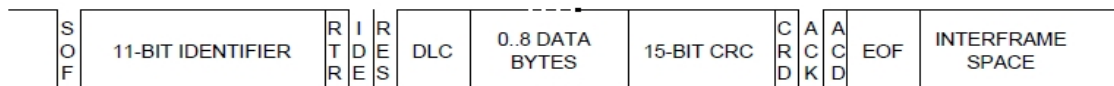
CAN-protokolla määrittelee neljä erilaista viestikehystä: /3; 4/

- sanomakehys / datakehys
- kyselykehys / RTR-kehys
- virhekehys
- viivekehys

2.6.1 Sanomakehys / Datakehys

Sanomakehys koostuu seuraavista osista (kuviot 5 ja 6):

- SOF (Start Of Frame): Viestikehyksen aloituskenttä. Yhden dominantin bitin mittainen. Käytetään apuna solmujen synkronisointiin.
- ID (Identifier): Viestikehyksen tunnistekenttä. Standardimuodossa 11 bittiä ja laajennetussa 29 bittiä. Yksilöi jokaisen viestikehyksen. Tunnistekentän tietoa käytetään kilpavaraustilanteessa. Eniten merkitsevä bitti lähetetään aina ensin.
- RTR (Remote Transmission Request) -bitti: Sen avulla solmu voi lähettää sanomia pyynnön perusteella.
- IDE (Identifier Extension) -bitti: Kertoo viestikehyksen tyyppin. Jos bitti on dominantti, viestikehys sisältää 11 bittisen tunnisteen, jos bitti on resessiivinen, tunnisteosa on 29-bittinen ja tunnistebittiä seuraa tunnisteen 18-bittinen laajennusosa eniten merkitsevä bitti ensin.
- RES-bitti: Bitti on varattu ja sen tulee olla aina dominantti.
- DLC (Data Length Code) -kenttä eli ohjauskenttä: Koostuu kuudesta bitistä, jotka kertovat tietokentän datatavujen määrän (0...8)
- DATA-kenttä eli tietokenttä: Sisältää DLC-kentän ilmaisevan määrän datatavuja 0...64 bittiä. Tyhjää tietokenttää käytetään kyselyissä tai toimintojen tahdistamisessa.
- CRC (Cyclic Redundancy Check) -kenttä: Sisältää 15 bitin mittaisen tietokentän perusteella lasketun tarkistustiedon. Lopussa yhden resessiivisen bitin mittainen kentän lopetusbitti.
- ACK (Acknowledge) -kenttä eli kuittauskenttä: Muodostuu kuittausbitistä ja erotinbitistä (ACD, ACK delimiter). Kuittausbitin aikana kukin solmu ilmoittaa vastaanottaneensa viestin virheettömästi pakottamalla kuittausbitti dominanttiin tilaan. Jos lähettäjä huomaa vastaanottajan vastaanottaneen viestin virheellisesti, synnytetään virheilmoitus. Erotinbitin tulee olla aina resessiivinen. Dominantti erotinbitti ilmaisee virheen solmujen synkronoinnissa.
- EOF (End Of Frame) eli lopetuskenttä: Seitsemän bitin mittainen ja sen aikana lähetetään myös mahdollinen virheilmoitus.



Kuvio 5: 11-bittisellä tunnisteella varustettu sanomakehys /4/

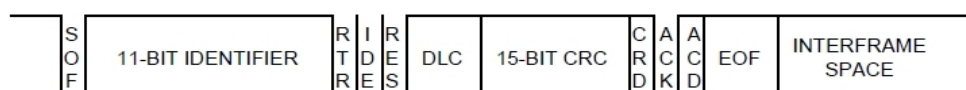


Kuvio 6: 29-bittisellä tunnisteella varustettu sanomakehys /4/

Laajennetulla tunnisteella varustetussa kehyksessä on lisäksi SRR (Substitute Remote Request) -bitti. RTR-bitti on korvattu resessiivisellä SRR-ohjausbitillä ja varsinainen RTR-bitti on tunnisteiden laajennuskentän jälkeen. /2, s. 131; 4/

2.6.2 Kyselykehys / RTR-kehys

Kyselykehyksellä solmu voi pyytää toista solmua lähettämään sanomakehysten. Kyselykehyksessä itsessään ei ole datatavuja, vaan sen ohjauskenttä kuvaa vastaavan sanomakehysten sisältämien datatavujen määrän (kuvio 7). /4/



Kuvio 7: Kyselykehys /4/

2.6.3 Virhekehys

Jos väylällä on virheellinen viesti, kaikkien virheen havainneiden solmujen tulee keskeyttää meneillään oleva lähetys virhekehyksellä. Aktiivinen virhekehys koostuu kuudesta peräkkäisestä dominantista bitistä, mikä rikkoo bit-stuffing -säännön. Solmun tulee keskeyttää viestikehys välittömästi havaittuaan virhekehysten. Kuvion 8 virheesimerkissä varattu ohjausbitti on resessiivinen, vaikka sen pitäisi olla dominantti. /4/



Kuvio 8: Virhekehys /3/

2.6.4 Viivekehys

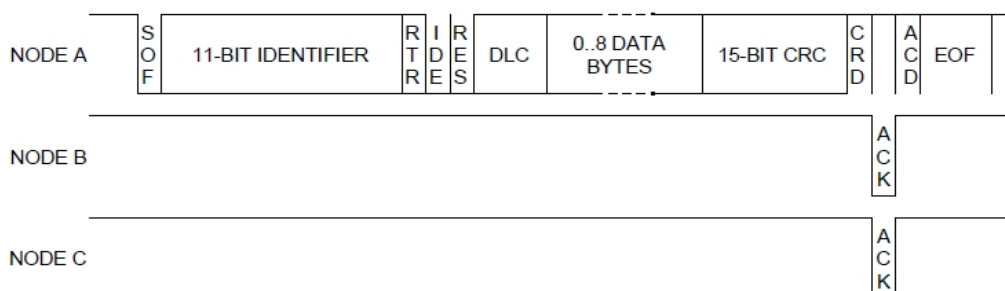
Viivekehyksellä solmu voi pitää väylää varattuna yhden tai useamman kehyksen ajan. Viivekehys on tarkoitettu hitaille solmuille, jotka voivat pitää väylää varattuina edellisen vastaanotetun viestin käsittelyn ajan (kuvio 9). /4/



Kuvio 9: Viivekehys /4/

2.6.5 Kuittaus

Jotta lähettäjä voi tulkita lähetyksen onnistuneen, vähintään yhden solmun täytyy kuitata sanoma vastaanotetuksi muuttumattomana. Kuittaamatta jättäminen aiheuttaa viestikehyksen automaattisen uudelleenlähetyksen. Kuviossa 10 on esitetty esimerkkitilanne, jossa solmu A lähettää viestin ja solmut B ja C kuittaavat sen. /4/



Kuvio 10: Viestin kuittaminen vastaanotetuksi /4/

2.6.6 Viestikehyksen tarkistus

Kun solmu vastaanottaa viestin, se tarkistaa kiinteiden kenttien oikeellisuuden, viestikehyksen eheyden tarkistussumman avulla sekä bit stuffing -menettelyn toteutumisen. Solmun tulee lopettaa viestikehyksen lähettäminen välittömästi virheen havaittuaan ja jokaisen vastaanottavan solmun tulee merkitä kyseinen viestikehys virheelliseksi virhekehyksellä. /4/

2.7 Virheentarkistus

Virheentarkistuksen tarkoituksena on varmistaa, että jokainen lähetetty viesti siirtyy väylän yli muuttumattomana. Virheidentarkistus suoritetaan muun muassa 15-bittisen CRC-summan avulla. Lähetetyn viestin kuittauskentässä on kuittausbitti, jonka avulla lähettäjä tietää, että ainakin yksi solmu on vastaanottanut sanoman virheettömästi. Jos solmu vastaanottaa virheellisen viestin, se saa aikaan virheen muissa solmuissa. Tällöin kaikki solmut tietävät, ettei saapunutta sanomaa saa käyttää, koska joku on vastaanottanut sen virheellisenä. /2, s.131/

Lähettäjä lukee jatkuvasti, onko väylällä sama bitti kuin lähetetty. Näin se pystyy havaitsemaan mahdolliset lähetysvirheet. Virheitä voi havaita myös tarkkailemalla bit-stuffing sääntöä ja kiinteitä bittejä. /3/

Virnehallinnan on myös tarkoitus vähentää virheitä aiheuttavien solmujen vaikutusta virheettömästi toimivien solmujen tiedonsiirtoon. Usein virheen syynä on ohimenevä häiriö, ja mikäli virhe sanomassa on havaittu, solmu lähettää viestin uudelleen. Pidempiaikaiset virheet aiheuttavat helposti väylän tukkeutumisen jatkuvalla uudelleenlähetyksellään ja tällöin järjestelmän on kyettävä päättämään vian pysyvyys ja tarvittaessa poistamaan solmu väylästä. /2, s. 132/

Jokainen solmu sisältää virhelaskurin sekä lähetys- että vastaanottovirheille. Jokainen lähetetty ja vastaanotettu virheellinen viesti kasvattaa laskurin arvoa yhdellä. Jos jompikumpi laskuri saavuttaa arvon 127, solmu siirtyy ns. passiiviseen virhetilaan, jossa se virheen havaittuaan lähettää vain resessiivisistä biteistä koostuvaa virhekehystä eikä näin ollen häiritse väylän muuta liikennettä. Jos solmun lähetysvirhelaskuri saavuttaa

arvon 255, se poistuu automaattisesti väylältä ja se saadaan takaisin vain resetoimalla solmu. Virhelaskurien arvot voivat myös pienentyä onnistuneen kommunikation seurauksena. /2, s. 133/

Verkkojärjestelmän on kyettävä toimimaan myös silloin, kun joku osa siitä on vioittunut. Verkon käyttämän protokollan tulee myös huolehtia siitä, että anturitieto kaikissa sitä käyttävissä kohteissa on sama. /2; s. 131/

3 Raskaan kaluston standardi SAE J1939

CAN-standardi, ISO 11898, määrittelee lähinnä vain väylän fyysisiä ominaisuuksia. Standardeja, jotka määrittelevät tarkemmin väylän ja sovellustason protokollaa, on useita. 90-luvun alussa SAE:n (Society of Automotive Engineers) kehitti J1939-standardin vastaamaan erityisesti raskaan kaluston tarpeisiin. Se on protokolla, joka määrittelee, miten kommunikaatio väylässä tapahtuu. Varhaiset määritelmät keskittyivät moottorin, voimansiirron ja jarrujen viestisovelluksiin, mutta nykyään standardia on laajennettu kattamaan useita funktioita ja sovelluksia. Kun CAN-standardi määrittelee vain kaksi alinta OSI-mallin kerrosta, niin J1939-standardi määrittelee kaikki kerrokset, lukuunottamatta kerroksia 5 ja 6. Fyysinen kerros (J1939/11) kuvaa väylän sähköisen rajapinnan. Standardin mukainen bittinopeus on 250 kbit/s, solmujen maksimimäärä on 30 ja väylän maksimipituus 40 metriä. Siirtoyhteyskerros (J1939/21) kuvaa viestin muodostamisen, väylään liittymisen, ja lähetysvirheiden tunnistamisen. Sovelluskerros (J1939/71 ja 1939/73) kuvaa tiedon, joka sisältyy jokaiseen väylässä liikkuvaan viestiin. SAE J1939-standardin mukaan jokainen solmu saa lähettää tietoa väylään sen ollessa vapaa. Jokainen viesti sisältää 29-bittisen tunnisteiden, joka kertoo viestin prioriteetin, minkälaista tietoa tietokenttä sisältää ja mikä solmu viestin lähetti. Standardi on suunniteltu korvaamaan standardi SAE J1587/J1708. /6; 7/

3.1 Parametrit ja parametriryhmät

SAE J1939-standardi sisältää useita valmiiksi määriteltyjä viestejä eli parametrejä. Parametrit on yhdistelty parametriryhmiksi. Parametriryhmää voi periaatteessa käyttää vain yhdellekin parametrille, mutta parametrejä suositellaan kuitenkin ryhmittelemään siten, että kaikki kahdeksan datatavua tulee käytettyä. Tällöin kaikki tieto voidaan lähettää yhdessä viestikehyksessä. Joidenkin parametriryhmien parametrit saattavat tosin viedä tilaa jopa 32 tavua, jolloin viestejä täytyy lähettää useampia. Vaikka olisi tarve lähettää vain yksittäisen parametrin sisältämä tieto, lähetetään viestissä aina niin monta datatavua kuin parametriryhmän määrittelyssä on ilmoitettu. /8/

Parametrit on ryhmitelty ensisijaisesti tyyppin mukaan (esim. öljy, jäähdytysneste, polttoaine jne.), eikä mitattavan ominaisuuden mukaan (lämpötila, paine, nopeus jne.)

Toisaalta ryhmittelyperusteena on myös päivitystaaajuus. Joissain parametriryhmissä on myös määrittelemättömiä tavuja, jotka voidaan määritellä tarpeen mukaan. Myös uusia parametriryhmiä on mahdollista luoda. /8/

3.1.1 Parametrit

Standardissa SAE J1939-71 on listattu kaikki valmiiksi määritellyt parametrit.

Parametrin tunnisteena on lyhenne SPN (Suspect Parameter Number). Kuviossa 13 on esitetty esimerkki valmiiksi määritellystä parametristä. /8/

SPN 190	Engine Speed	
Actual engine speed which is calculated over a minimum crankshaft angle of 720 degrees divided by the number of cylinders.		
Data Length:	2 bytes	
Resolution:	0.125 rpm/bit, 0 offset	
Data Range:	0 to 8,031.875 rpm	Operational Range: same as data range
Type:	Measured	
Supporting information:		
PGN	61444	

Kuvio 13: Esimerkki parametrin määrittelystä /8/

Parametrin määrittelystä ilmenee seuraavat asiat:

- Data Length: kuinka monta bittiä tai tavua lähetettävä tieto tarvitsee.
- Resolution: minkä arvoinen yksi bitti on.
- Data Range: miltä väliltä parametri voi saada arvoja.
- Type: minkä tyyppistä tietoa lähetettävä data on. Vaihtoehdot ovat joko Measured (mitattu) tai Status (tila). Tilaviesti on joko on/off -tyyppinen viesti, tietty arvo (esim. haluttu moottorin kierrosnopeus) tai vikakoodi. Mitattu arvo on usein joku konkreettinen mittaustulos (esim. lämpötila tai paine).
- Supporting information: PGN osoittaa mihin parametriryhmään parametri kuuluu.

3.1.2 Parametriryhmät

Parametriryhmän tunnisteena on lyhenne PGN (Parameter Group Number). Valmiiksi määritelty parametriryhmä on esitetty kuviossa 14.

PGN 61444 (R) Electronic Engine Controller 1		- EEC1	
Engine related parameters			
Transmission Repetition Rate:	engine speed dependent		
Data Length:	8		
Extended Data Page:	0		
Data Page:	0		
PDU Format:	240		
PDU Specific:	4	PGN Supporting Information:	
Default Priority:	3		
Parameter Group Number:	61444	(0xF004)	
Start Position	Length	Parameter Name	SPN
1.1	4 bits	Engine Torque Mode	899
1.5	4 bits	Actual Engine - Percent Torque High Resolution	4154
2	1 byte	Driver's Demand Engine - Percent Torque	512
3	1 byte	Actual Engine - Percent Torque	513
4-5	2 bytes	Engine Speed	190
6	1 byte	Source Address of Controlling Device for Engine Control	1483
7.1	4 bits	Engine Starter Mode	1675
8	1 byte	Engine Demand – Percent Torque	2432

Kuvio 14: Esimerkki parametriryhmän määrittelystä /8/

Parametriryhmän määrittelystä selviää seuraavat asiat:

- Transmission Repetition Rate: kuinka usein viesti lähetetään. Tässä tapauksessa aika riippuu moottorin kierrosnopeudesta. Arvona voi olla myöskin ”On Request”, jolloin viesti lähetetään vain, kun joku solmu sitä pyytää. Usein arvona on pelkkä aika.
- Data Length: kuinka monta tavua parametriryhmän tiedot tarvitsevat.
- Start position: mistä kohtaa parametrin tieto alkaa ja kuinka pitkä se on. Esim. Engine Speed -parametrille on varattu kokonaan tavut neljä ja viisi, kun taas Engine Starter Mode -parametri alkaa seitsemännen tavun alusta ja sille on varattu neljä bittiä. Koska seuraava parametri alkaa vasta kahdeksannen tavun alusta, bitit 7.5-7.8 jäävät määrittelemättä (kuvio 15).

Tavu 1								Tavu 2								Tavu 3								Tavu 4							
8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
SPN 4154				SPN 899				SPN 512				SPN 513				SPN 190															
Tavu 5								Tavu 6								Tavu 7								Tavu 8							
8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
SPN 190								SPN 1483								1	1	1	1	SPN 1675				SPN 2432							

Kuvio 15: Parametrien sijainti viestissä

Kun viesti lähetetään, täytyy datakentän todella olla niin pitkä kuin Data Length kohdassa on kerrottu. Tästä syystä määrittelemättömien bittien arvoksi laitetaan aina yksi (1). /8/

Muut määrittelyssä esiintyvät kohdat on esitetty seuraavassa luvussa.

3.2 Viestin rakenne

SAE J1939-standardin mukaan jokainen viesti koostuu 29-bittisestä tunnistekestästä ja kahdeksasta tai useammasta datatavusta. Tunnistetta ja datatavuja yhdessä kutsutaan PDU:ksi (Protocol Data Unit). PDU koostuu seitsemästä kentästä, jotka ovat: /9/

- Priority
- Extended Data Page (EDP)
- Data Page (DP)
- PDU format (PF)
- PDU specific (PS)
- Source Address (SA)
- Data Fields

Ne on pakattu yhteen tai useampaan CAN-sanomakehykseen, jotka lähetetään väylään. Jokaista sanomakehystä kohti on vain yksi PDU. Viesti noudattaa kuvion 16 rakennetta

Priority	Ext. Data page	Data page	PDU format	PDU specific	Source Address	Data Field
3 bits	1 bit	1 bit	8 bits	8 bits	8 bits	0- 64 bits

= PGN

Kuvio 16: SAE J1939 -viestin rakenne

Parametriryhmän numero PGN on osa 29-bittistä tunnistetta, joka lähetetään jokaisen viestin mukana. PGN koostuu Extended Data page- ja Data page -biteistä sekä PDU Format- ja PDU Specific -tavuista yhdistettynä yhdeksi 18 -bittiseksi arvoksi. /9/

Muiden viestikehyksen kenttien tarkoitus on seuraava:

- Priority :Kolme ensimmäistä bittiä kertoo viestin prioriteetin. Sen tarkoitus on optimoida viestien viivettä väylässä. Korkein prioriteetti on 0 ja matalin on 7. Oletusarvo kaikille hallintaviesteille on 3. Oletusarvo kaikille informaatio-, pyyntö- ja kuittausviesteille on 6.
- Extended Data page: EDP-bittiä käytetään yhdessä Data page -bitin kanssa määrittelemään CAN -tunnisteen rakennetta datakehyksessä. Extended data page -bitti tulee aina asettaa arvoon nolla.
- Data page: Arvo on yleensä nolla.
- PDU Format: Yksi kentistä, jotka määrittelevät PGN:n ja kentän arvosta riippuu PDU Specific -kentän arvo.
- PDU Specific: Kentän arvo riippuu PDU Format -kentän arvosta taulukon 2 mukaan

Taulukko 2: PDU Specific -kentän arvo /9/

	PDU Format	PDU Specific
PDU1 Format	0 – 239	Destination address
PDU2 Format	240 – 255	Group Extension

- Destination Address: Arvo kertoo kenelle viesti on tarkoitettu. Kaikkien muiden solmujen tulee jättää viesti huomiotta. Osoite 255 vaatii kaikkia solmuja kuuntelemaan ja vastaamaan viestiin tarvittaessa.
- Group Extension (GE): GE:n avulla on mahdollista määritellä lisää tunnisteen avulla esitettäviä parametriryhmiä.
- Source Address (SA): Väylässä tulee olla vain yksi laite kutakin lähdeosoitetta kohti. Tällöin lähdeosoite varmistaa myös sen, että jokainen tunniste on yksilöllinen, kuten CAN -standardi edellyttää.

Sanomakehyksen muita kenttiä (SOF, SRR, IDE, RTR, CRC, ACK ja EOF) ei ole muutettu J1939-standardissa, joten ne käyttäytyvät kuten CAN-standardissa on määritelty. /9/

4 Työn toteutus

Varsinainen työn toteutus aloitettiin käymällä läpi yhdessä työnantajan kanssa tiedot, joita ajoneuvon väylästä haluttiin lukea ja joita ajoneuvon väylään haluttiin lähettää. Seuraavaksi valittiin autonvalmistajat, joihin tässä työssä keskitytään. Bronto Skylift käyttää usean eri valmistajan alustoja, mutta tässä työssä valmistajien määrä rajattiin kahteen. Työhön valitut alustan valmistajat olivat Scania ja Mercedes-Benz.

Scanian käyttämä CAN-protokolla perustuu SAE J1939-standardiin ja Mercedes-Benzin käyttämän protokolla perustuu ISO 11992-standardiin. ISO 11992-standardi perustuu SAE J1939-standardiin ja käsittelee raskaan kaluston ja niihin liitettävien perävaunujen välistä kommunikaatiota. Eri standardien lisäksi kumpikin valmistaja käyttää omia, standardiin kuulumattomia osoitteitaan, erityisesti päällirakenteesta ajoneuvon suuntautuvassa kommunikaatiossa. /10; 11/

Molemmilta valmistajilta ei myöskään löytynyt täysin samaa informaatiota ja toisaalta toisella sama asia saattoi olla esitetty hieman eri tavoin ja erinimisellä parametrilla. Alla on esitetty tarvittavat tiedot:

nostolava → alusta

- Engine Start
- Engine stop
- PTO2 activation
- Requested engine speed
- RPM deaccelerate
- RPM accelerate
- RPM reset
- RPM-UP Level 1
- RPM-UP Level 2
- RPM-UP Disabled

alusta → nostolava

- Engine coolant temperature
- High engine coolant temperature
- Low engine oil pressure
- Generator not charging (S)
- Engine speed
- Fuel level (S) / Fuel level warning (MB)
- Fuel economy
- Engine hours (S)
- Software identification (S)

(S) = saatavilla vain Scaniassa

(MB) = saatavilla vain Mercedes-Benz:ssä

Autonvalmistajilta saatiin tarvittavat CAN-väylää koskevat dokumentit. Näissä dokumenteissa on esitetty kaikki sanomat, joita valmistaja tarjoaa. Kaikki sanomat eivät kuitenkaan olleet tarpeellisia tässä työssä.

4.1 Scania

Scanian käyttämä protokolla perustuu siis SAE J1939-standardiin, mutta lisäksi heillä on omat vaatimukset CAN-tiedonsiirrolle päällirakenteiden ohjausyksikön kanssa ulkoisessa CAN-väylässä. Lisävaatimukset ovat lähinnä liittimiin, johdotuksiin ja muihin väylän fyysisiin ominaisuuksiin liittyviä. Kaikki vaatimukset on esitetty Scanian omassa dokumentissa. Vaatimusten lisäksi Scania on määritellyt SAE J1939-71-standardin mukaisten parametriryhmänumeroiden (PGN) lisäksi omia parametriryhmänumeroita, joita ei suositella käytettävän missään muussa tarkoituksessa päällirakentajan omissa ohjainyksiköissä. Scanian määrittelemät parametriryhmänumerot on esitetty taulukossa 3. /10/

Taulukko 3: Scanian määrittelemät parametriryhmänumerot /10/

Nimi	PGN	Vakiotärkeysjärjestys
EBC2 Proprietary	65305	6
DLN2 Proprietary	65409	6
PTO Information	65424	6
Transmission Proprietary (DLN5)	65440	6
Transmission Proprietary 2	65441	6
Coordinator General Information 2	65455	3
Coordinator General Information	65456	3
CUV Information	65457	6
Alarm Status Proprietary	65460	6
Scania Bodywork Control Message 1	65528	3
Scania Bodywork Control Message 2	65529	3

Lisäksi ulkoisen CAN-väylän ohjainlaitteiden osoitteistossa tulee huomata, että taulukossa 4 esitettyjä lähdeosoitteita käytetään ajoneuvon sisäisestä CAN-väylästä ulkoiseen CAN-väylään lähetettävissä viesteissä. Näin ollen ristiriitojen ja häiriöiden välttämiseksi muut ulkoisen verkon ohjainyksiköt eivät saa käyttää niitä. /10/

Taulukko 4: Esimääritellyt lähdeosoitteet ulkoisessa CAN-väylässä /10/

Nimi	Lähdeosoite (hex)
EMS	00
GMS	03
BMS	0B
RET	10
ICL	17
LAS	1D
VIS	1E
COO	27
BWS	2E
SMS	2F
APS	30
TCO	EE

4.2 Mercedes-Benz

Mercedez-Benziltä saatu dokumentti heidän CAN-protokollastaan ei ollut niin kattava, että siinä olisi takemmin käsitelty väylää fyysisesti tai varsinaisia poikkeuksia standardista. Saatu dokumentti tosin osoittaa, että käyttämässään osoitteissa Mercedes-Benz noudattaa hyvinkin tarkasti ISO 11992-3-standardia. /11/

4.3 Väylien yhdistäminen

Jotta solmut voisivat kommunikoida keskenään, tulee kaikkien noudattaa samaa sovellustason protokollaa. Yleensä kuitenkin kahden eri valmistajan käyttämät protokollat eroavat ainakin osittain toisistaan. Tällaisessa tapauksessa väylien yhdistämiseen käytetään yhdyskäytävää, jonka avulla on mahdollista muuntaa protokollia niin, että kaikki solmut ymmärtävät toisiaan. Viestit kulkevat yhdyskäytävän kautta väylästä toiseen. /12/

Tässä työssä käsitellyssä tapauksessa auton alustan ja nostolavan välisten väylien yhdistämiseen tarvittava yhdyskäytävä on teetetty Bronto Skyliftin yhteistyökumppanilla, joten sitä ei tässä työssä käsitellä tarkemmin.

5. Työn tulokset

Työn tuloksena syntyi selvitys molempien valmistajien käyttämistä viesteistä ja niiden osoitteista. Molempien valmistajien dokumenteista kerättiin halutut viestit ja niistä koostettiin lista. Viestit on jaoteltu parametreiksi ja parametriryhmiksi samaan tapaan, kuin SAE J1939-standardissa. Lista molempien valmistajien viesteistä löytyy liitteestä 1. Lisäksi liitteessä 2 on esitetty yhteenveto kustakin viestistä ja esitetty viestien lähetysjärjestystä.

Bronto Skyliftin ranskalainen yhteistyökumppani on testannut työssä käsiteltyä väylien yhdistämistä Scanian alustan kanssa ja se on todettu toimivaksi. Suomessa väylien yhdistämistä olisi tarkoitus kokeilla seuraavan puolen vuoden aikana. Tarkoitus on, että järjestelmä tulisi yleisesti käyttöön vuoden 2010 aikana, aluksi ainakin juuri Scanian alustojen kanssa.

Tulevaisuudessa on mahdollista laajentaa väylien yhdistäminen koskemaan muidenkin autonvalmistajien alustoja. Väylästä on myös saatavilla paljon enemmän tietoa, kuin tässä työssä on käsitelty.

6. Päätelmät

Nykypäivän ajoneuvoissa erilaista informaatiota liikkuu paljon, joten väylätekniikka on monessakin mielessä hyvä ratkaisu. Kaikkeen tiedonsiirtoon CAN-väylä ei kuitenkaan ole paras vaihtoehto, vaikka se onkin hyvin muunneltavissa eri tarkoituksiin. Erilaisia väylätekniikoita on kehitetty useita eri tarkoituksiin. Jos on esimerkiksi tarve siirtää suuria määriä tietoa (multimedia ym.) on CAN-viestin tiedonsiirtokyky auttamatta liian pieni. Toisaalta taas joissain sovelluksissa väylätekniikalta ei vaadita kaikkia CAN-väylän ominaisuuksia ja silloin halvempi väyläratkaisu saattaa olla parempi vaihtoehto. Toistaiseksi CAN-väylätekniikka on ajoneuvotekniikassa hyvin laajalti käytössä, mutta tulevaisuudessa tilanne voi olla toinen.

Lähteet

1. Bronto Skylift Oy [www-sivu] [viitattu 17.11.2009] <http://bronto.fi>
2. Juhala Matti, Lehtinen Arto, Suominen Matti, Tammi Kari 2005. Moottorialan sähköoppi. 8. painos. Autoalan Koulutuskeskus Oy.
3. Alanen Jarmo. 2003. CAN- ajoneuvojen ja koneiden sisäinen paikallisväylä. [pdf-tiedosto]
4. Saha Heikki. 2005. CAN-väylä. FLUID Finland 4/2005 6-12. [pdf-tiedosto] [viitattu 17.9.2009] http://www.fluidfinland.fi/content/download/200/1246/file/FLUID_4_2005.pdf
5. Lammila Mika, Karhu Otso. 2007. CAN ja CANopen – perusteet. [pdf-tiedosto] [viitattu 17.9.2009] http://www.iha.tut.fi/education/IHA-3100/can_perusteet.pdf
6. CAN in Automation [www-sivu] [viitattu 17.11.2009] <http://can-cia.org/>
7. CAN (Controller Area Network) [www-sivu] [viitattu 17.11.2009] <http://www.kvaser.com/can/hlps/index.htm>
8. SAE J1939-71-standardi. 2008. Vehicle Application Layer. SAE International.
9. SAE J1939-21-standardi. 2006. Data Link Layer. SAE International.
10. Scania. 2006. Päällirakenteen CAN-liitäntä.
11. Lüdicke Mario. 2004. Parametrierbares Sondermodul PSM 3 Technische Informationen.
12. Paananen Juha 2004. Tietotekniikan peruskirja. 2. painos. Jyväskylä. Docendo Finland Oy.

SCANIA

Parametrit, joissa on SPN -numero, ovat täysin SAE 1939-71 -standardin mukaisia. Ne parametriryhmät ja parametrit, joissa ei ole merkintää, ovat Scanian määrittelemiä.

Parametriryhmät

Bronto Skylift => Scania

PGN 65528 (FF F8) Scania Bodywork Control Message 1

Identifier: 0C FF F8 XX
Transmission Repetition Rate: 50 ms
Data Length: 8
Default Priority: 3

Start Position	Length	Parameter Name
1	1 byte	Messages configuration version
2.1	2 bits	Engine control mode
2.5	2 bits	Request governor
2.7	2 bits	Accelerator pedal disable
3-4	2 bytes	Requested engine speed
6.1	2 bits	Retardate
6.3	2 bits	Accelerate
6.5	2 bits	Resume

PGN 65529 (FF F9) Scania Bodywork Control Message 2

Identifier: 0C FF F9 XX
Transmission Repetition Rate: 100 ms
Data Length: 8
Default Priority: 3

Start Position	Length	Parameter Name
1	1 byte	Messages Configuration Version
2.1	2 bits	Increased idle speed switch 1 (ISSW1)
2.3	2 bits	Increased idle speed switch 2 (ISSW2)
3.1	2 bits	Second vehicle speed limiter
3.5	2 bits	Torque limit 1
3.7	2 bits	Torque limit 2
4.1	2 bits	Engine Start
4.5	2 bits	Monitored Engine Stop
5.1	2 bits	PTO1/External equipment 1 activation
5.3	2 bits	PTO2/External equipment 2 activation
5.5	2 bits	External equipment 3 activation
6.1	2 bits	Horn activation
6.3	2 bits	Main beam activation
6.5	2 bits	Hazard lamp activation
6.7	2 bits	Buzzer activation
7.1	2 bits	Wiper activation

Scania => Bronto Skylift

PGN 65409 (FF 81) DLN2-Proprietary

Identifier: 0C FF 81 00
Transmission Repetition Rate: 100 ms
Data Length: 8
Default Priority: 6

Start Position	Length	Parameter Name
3.5	2 bits	Low engine oil pressure
4.1	2 bits	High engine coolant temp
5.1	2 bits	Charge 61

Parametrit

Bronto Skylift => Scania

Engine control mode

00 = Engine speed control disabled
01 = Engine speed control 1
10 = Engine speed control 2
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65528

Requested engine speed

Data Length: 2 bytes
Resolution: 0.125 rpm/bit
Data Range: 0 to 8031.875 rpm
Type:
Supporting Information: PGN 65528

Retardate

00 = Retardation not requested
01 = Retardation requested
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65528

Accelerate

00 = "Accelerate" not requested
01 = "Accelerate" requested
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65528

Resume

00 = "Resume" not requested
01 = "Resume" requested
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65528

Increased idle speed switch 1 (ISSW1)

00 = ISSW1 not demanded
01 = ISSW1 demanded
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65529

Increased idle speed switch 2 (ISSW2)

00 = ISSW2 not demanded
01 = ISSW2 demanded
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65529

Monitored engine stop

00 = Monitored engine stop not requested
01 = Monitored engine stop requested
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65529

PTO2/External equipment 2 activation

00 = External equipment 2 not requested
01 = External equipment 2 requested
10 = Error indicator
11 = Not available or not installed

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65529

Scania => Bronto Skylift

Low engine oil pressure

00 = Not low engine oil pressure
01 = Low engine oil pressure
10 = Error
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65409

High engine coolant temp

00 = Not high engine coolant temp
01 = High engine coolant temp
10 = Error
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65409

Charge 61

00 = Generator not charging
01 = Generator charging
10 = Error
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type:
Supporting Information: PGN 65409

SPN 96 Fuel level

Ratio of volume of fuel to the total volume of fuel storage containers (total fuel in all fuel containers).

Data Length: 1 byte
Resolution: 0,4 %/bit
Data Range: 0 to 100 %
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65276

SPN 100 Engine oil pressure

Gage pressure of oil in engine lubrication system as provided by oil pump.

Data Length: 1 byte
Resolution: 4 kPa/bit
Data Range: 0 to 100 kPa
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65263

SPN 110 Engine coolant temperature

Temperature of liquid found in engine cooling system

Data Length: 1 byte
Resolution: 1 °C/bit, -40 °C offset
Data Range: -40 to 210 °C
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65262

SPN 190 Engine speed

Actual engine speed which is calculated over a minimum crankshaft angle of 270 degrees divided by the number of cylinders.

Data Length: 2 bytes
Resolution: 0.125 rpm/bit
Data Range: 0 to 8031.875 rpm
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65119

SPN 247 Engine total hours of operation

Accumulated time of operation of engine.

Data Length: 4 bytes
Resolution: 0,05 h/bit
Data Range: 0 to 210 554 060,75 h
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65253

Parametrit

Bronto Skylift => M-B

Requested engine speed*

Data Length: 2 bytes
Resolution: 0.125 rpm/bit
Data Range: 0 to 8031.875 rpm
Type: Status
Supporting Information: PGN 65120

Engine start switch*

00 = Switched off
01 = Switched on
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65122

Engine stop switch*

00 = Switched off
01 = Switched on
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65122

Second clutch depended PTO switch*

00 = Switched off
01 = Switched on
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65122

Fixed engine speed 1

00 = Turned off
01 = Turned on
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 61200

Fixed engine speed 2

00 = Turned off
01 = Turned on
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 61200

Engine speed control states

000 = Off / Disabled
001 = Resume
010 = Increase
011 = Decrease
100 = Not defined
101 = Not defined
110 = Error indicator
111 = Not available

Data Length: 3 bits
Resolution: 8 states / 3 bit
Data Range: 0 to 7
Type: Measured
Supporting Information: PGN 61200

M-B => Bronto Skylift

Engine control allowed*

00 = Control not allowed
01 = Control allowed
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65119

Engine running*

00 = Engine not running
01 = Engine running
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65119

Engine speed*

Data Length: 2 bytes
Resolution: 0.125 rpm/bit
Data Range: 0 to 8031.875 rpm
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65119

Engine oil pressure*

Data Length: 1 byte
Resolution: 4 kPa/bit
Data Range: 0 to 100 kPa
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65123

Engine coolant temperature*

Data Length: 1 byte
Resolution: 1 °C/bit, 40 °C offset
Data Range: -40 to 210 °C
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65123

Engine coolant temperature warning*

000 = No warning
001 = Prewarning
010 = Warning
011 = Not yet defined
100 = Not yet defined
101 = Not yet defined
110 = Not yet defined
111 = Not available

Data Length: 3 bits
Resolution: 8 states / 3 bit
Data Range: 0 to 7
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65123

Engine oil pressure warning*

00 = No warning
01 = Warning
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65123

Fuel level warning*

00 = Fuel level warning off
01 = Fuel level warning on
10 = Error indicator
11 = Not available

Data Length: 2 bits
Resolution: 4 states/2 bits
Data Range: 0 to 3
Type: Measured
Supporting Information: PGN 65123