

1. Väyläjärjestelmien jaottelu

Väyläjärjestelmät luokitellaan niiden tiedonsiirtonopeuden mukaisesti. Tällä tarkoitetaan maksiminopeutta, jolla tietoa väyläjärjestelmässä voidaan toimittaa. Taulukossa 1 on yleiskatsaus tietoväylistä, joita ajoneuvoissa pääasiassa käytetään.

Infotainment (informaatio ja viihde) -alueella välitetään usein runsaasti tietoa suurella nopeudella. Tästä esimerkkinä elävä kuva (esimerkiksi DVD-soitin), jonka siirrossa pääasiassa hyödynnetään MOST-väylää (Media Oriented Systems Transport).

Luokka	Tiedonsiirtonopeus	Käyttö
Diagnoosi	< 10 kBit/s	K-johdin
A	< 25 kBit/s	LIN
B	25...125 kBit/s	CAN (Low Speed)
C	125...1000 kBit/s	CAN (High Speed)
C +	1 MBit/s	TTCAN
D	> 1 MBit/s	FlexRay, TTP
Infotainment	> 10 MBit/s	MOST

*Taulukko 1: Väyläjärjestelmät nykyajoneuvossa.
Taulukko: Martin Frei*

Väyläjärjestelmien jaottelu siis perustuu eri luokkiin niiden tiedonsiirtonopeuden mukaisesti.

Taulukossa esitetyt ovat raja-arvoja, jotka voivat olla välttämättä ole kiinteitä ja vaihdella valmistajan mukaisesti.

Ajoneuvokäytössä yleisimpiä ovat CAN (Controller Area Network) ja LIN (Local Interconnected Network). Uudempi FlexRay-tietoväylä ei ainakaan vielä ole kovin yleinen, mutta sen käyttö ajoneuvoissa on kasvussa.

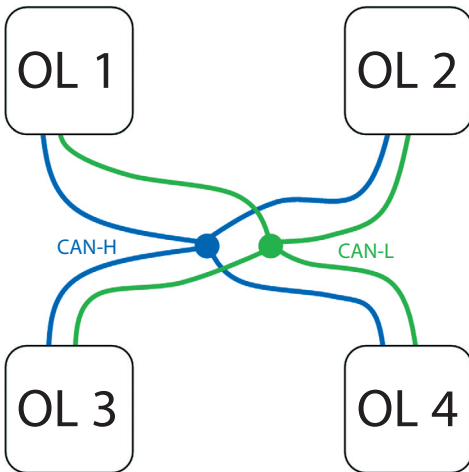
MOST-väylän tiedonsiirrossa käytetään valokaapelia, kun kaikissa muissa väyläratkaisuissa tiedon välittämiseen käytetään kuparijohtimia. MOST-väylä on hinnaltaan varsin kallis, jonka vuoksi sitä yleensä käytetään vain kalliimmista autoista.

Jo 1990-luvun puolivälistä lähtien CAN-väylä on vaikuttanut ajoneuvokehitykseen. CAN-väylä perustuu kahden väyläkaapelin käyttämiseen, jolloin informaatio välittyy kahdessa kuparijohtimessa. Seuraavassa luvussa CAN-väylään tutustutaan tarkemmin.

2. CAN-väylä

2.1 CAN-väylän rakenne

Moottoritekniikalle asetetut vaatimukset, kiristyneet pakokaasupäästö määräykset ja kasvanut mukavuuselektronikan tarve johtivat siihen, että elektronisten ohjainlaitteiden määrä ajoneuvoissa alkoi kasvaa. Tämä puolestaan johti ajoneuvoinformaatioissa erilaisiin osajärjestelmien jaotteluun, kuten tunnistimiin, joita kuitenkin pitäisi olla jälkikäteen helppo asentaa lisää. Lisäksi niiden kuuluisi kokonaisvaltaisesti olla ajoneuvon diagnoosivalvonnan alaisia. Näin oli tullut tarve liittää eri ohjainlaitteet toimivan verkotusratkaisun avulla yhteen. CAN-väylässä jokainen oh-



Kuva 1: Ohjainlaitteiden yksinkertainen verkottaminen. Grafiikka/kuvat: Martin Frei

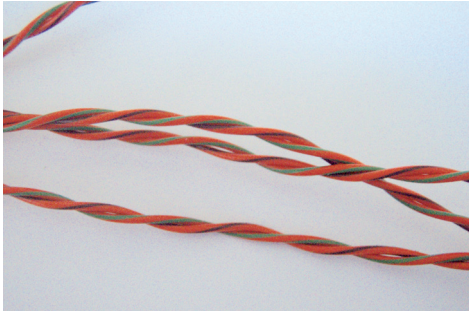
jainlaitteista on kahden kuparijohtimen välityksellä yhteydessä toisiinsa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokaisen ohjainlaitteen kaksi väyläjohdinta on yhdessä kohtaa keskitetty samaan pisteeseen – samalla tavoin kuin ajoneuvon keskitetty maadoituspiste.

Kuvassa 1 näytetään neljän ohjainlaitteen periaatteellinen verkotusratkaisu. Riippuen käytetyistä ohjainlaitteista on mahdollista liittää jopa 128 erillistä elektroniikkayksikköä toisiinsa.

Verkotetun järjestelmän etuja ovat:

- Johtimia ja tunnistimia tarvitaan vähemmän
- Samanaikainen usean ohjainlaitteen diagnoosi on mahdollinen
- Järjestelmän laajentaminen on helpompaa

Piste, jossa väyläjohtimet liittyvät toisiinsa, on nimetty solmukohtaksi. Jokaisessa CAN-järjestelmässä on vähintään kaksi solmukohtaa. Toinen niistä on nimetty CAN H:ksi (CAN High), toinen on puolestaan saanut nimen CAN L (CAN Low). Johtimet, jotka yhdistävät ohjainlaitteet toisiinsa, ovat nimeltään CAN H- ja CAN L-johdin. Johtimet on kierretty toistensa ympärille, jotka ulkoiset häiriötekijät jäisivät mahdollisimman pieniksi. Tätä johtimien kierrätystapaa kutsutaan englanninkielisellä nimellä ”Twisted Pair”.



Kuva 2: Twisted Pair-johtimet

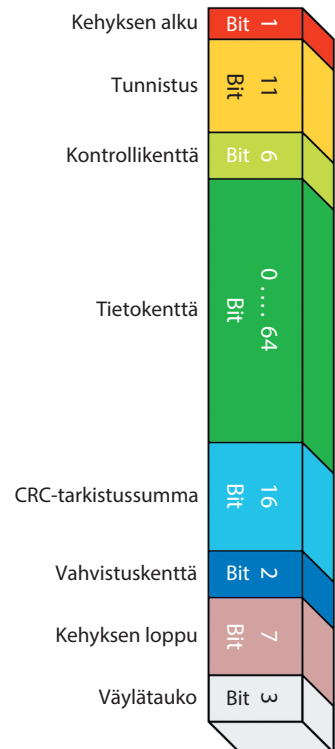
Näin CAN-väylä verkottaa ohjainlaitteet toisiinsa mainittujen CAN-johtimien välityksellä. Jotta kommunikointi ohjainlaitteiden välillä olisi ylipäätänsä mahdollista, on kaikkien väylään kuuluvien ”puhuttava” saman protokollan mukaista kieltä. Näin varmistetaan, että kaikki osalliset ymmärtävät toisiaan viestejä lähetettäessä, välitettäessä ja vastaanottaessa.

2.2. CAN-viesti

CAN-väylän toimintaa voi verrata useamman henkilön käymään puhelinneuvotteluun. Yksi neuvotteluun osallistuvista aloittaa viestinnän tervehtimällä ja esittelemällä itsensä: ”Hyvää päivää, nimeni on Bernd Meier”. Seuraavaksi tämä neuvottelija julkituo esityslistansa: ”Tänään minulla on esityslistalla kolme tärkeää asiaa, jotka teille nyt esitelen”. Näin neuvottelija jatkaa kertomalla kohta kohdalta tarkemmin esityslistansa sisällöstä. Varmistaakseen, että muut puhe-

linneuvotteluun osallistuvat ovat täysin ymmärtäneet, mistä on kyse, saattaa viestinnän aloittanut esittää kysymyksen: ”Oletteko ymmärtäneet kaiken?”. Tässä vaiheessa herra Meier pitää tauon, jotta muut neuvotteluun osallistuvat ehtivät vastata esitettyyn kysymykseen. Mikäli kysymyksiä ei ilmene, on herra Meierin osuus näiltä osin päättynyt.

Kuva 3: CAN-viestin protokolla



Kuten todettua, voi CAN-väylän toimintaa verrata tällä yksinkertaisella esimerkillä. Yksittäiset ohjainlaitteet vastaavat puhelinneuvotteluun osallistuvia henkilöitä. Niinpä väylän tiedon siirtoon liittyvät säännöt ovat ennalta sovitun protokollan mukaisia, ja niiden kuuluu olla samanlaisia sekä yhteisiä kaikissa väylään liittyvissä ohjainlaitteissa.

Periaatteessa protokollamuotoja on kaksi: standardiprotokolla, jota ajoneuvoissa enimmäkseen käytetään ja laajennettu protokolla, jota käytetään järjestelmissä, joiden tietoväylässä liikutettavia viestejä on (nimensä mukaisesti) tavallista enemmän. Näin esimerkiksi raskaissa hyötyajoneuvoissa. Kuvassa 3 osoitetaan, miten standardiprotokollan mukainen CAN-viesti periaatteessa rakentuu.

Jokainen viesti alkaa niin sanotulla Start-bitillä (käynnistysbitti), jonka englanninkielinen lyhenne on SoF. Sitten tulee tunnistusbitti (Identifier; ID). Jokaisella viestillä on yksilöllinen tunnistusbitti, mikä tarkoittaa, että täsmälleen samanlaista tunnistusta ei lähetetä kahteen kertaan. Verrattaessa puhelinneuvotteluun, on SoF kuin tervehtiminen, tunnistusbitin ollessa sama kuin henkilön esittäytyminen.

Seuraavaksi ohjainlaite lähettää informaation, kuinka pitkä viesti tulee olemaan. Tämä tieto on sisällytetty kontrollikenttään. Nämä tiedot siis toimitetaan väylään ja vastaanotetaan muiden ohjainlaitteiden toimesta. Sitten lähetettävä yksikkö vielä toimittaa tietojen tar-

kistussumman, jotta vastaanottavat yksiköt voivat tarkastaa, että liikkunut tieto on oikein ymmärretty. Nyt lähetettävä yksikkö pitää viestitystauon ja odottaa, että vastaanottajilta tulee vahvistus viestisisällön vastaanottamisesta ja sen ymmärtämisestä. Tämä vahvistus (Acknowledge) on tavallaan kuittaus, ja pitää tulla kaikilta yksiköiltä (ohjainlaitteilta), joille viesti on toimitettu. Viestin päätöskenttä (End of Frame) koostuu seitsemästä samanlaisesta merkistä (bitistä). Seuraavaksi lähtevään viestiin tulee pieni katkos, jonka aikana viestejä ei voi liikkua kumpaakaan suuntaan. Heti kun viestiaktiiviteetti tietoväylässä hiljenee, voivat kaikki väylään liitetyt ohjainlaitteet jälleen toimittaa viestejään.

Laajennettu protokolla rakentuu samalla tavalla. Yhdentoista bitin sijasta tunnistuskenttä (Identifier) sisältää kaikkiaan 29 bittä. Pidempää merkkijonoa tarvitaan, jotta väylään olisi mahdollista toimittaa laajempi valikoima viestejä.

2.3 Sovittaminen (viestien priorisointi)

CAN-väylä perustuu niin kutsuttuun Multimaster-periaatteeseen, mikä tarkoittaa, että kaikki järjestelmään liitetyt yksiköt on asetettu toimimaan samoilla valtuuksilla. Jokainen ohjainlaite kykenee itsenäisesti muodostamaan viestejä ja toimittamaan niitä väylään ilman, että tämä aiheuttaisi ohjain-

Prioriteetti	Tunnistuskenttä
1	000 1010 1101
2	001 0000 0100
3	010 0001 1001

Taulukko 2: Prioriteetin mukainen tunnistus.

laitteiden välille konfliktia. Samanaikainen lähetysohje ei johda bittien yhteentörmäykseen, siitä pitää huolen viestijärjestyksen soveltaminen, ts. viestien priorisointi. Viestin tärkeys määritellään tunnistuskentässä; mitä tärkeämpi viesti on kyseessä, sitä enemmän tunnistuskentän merkkijonon alussa on nollia (0). Taulukossa 2 esitellään kolme tunnistuskenttää, jotka on lajiteltu priorisoinnin mukaiseen järjestykseen.

Jos kaksi tai useampi ohjainlaite lähettää samanaikaisesti viestin väylään, asetuvat viestit niiden tärkeyden mukaiseen toimitusjärjestykseen.

Vähemmän tärkeät lähetysohjeet jäävät hetkellisesti taka-alalle. Lähettäjä, jonka viestiä ei sillä hetkellä väylään toimitettu, muuttuu automaattisesti viestiä vastaanottavaksi lukijaksi.

Välittömästi, kun tärkeysjärjestyksessä ohi ajanut viesti on toimitettu ja väylä on jälleen vapaa, voivat muut ohjainlaitteet lähettää viestejään.

Jos useampi ohjainlaite lähettää yhtäaikaista, saa etusijan korkeimmalla prioriteetilla

varustettu viesti. Tätä menetelmää kutsutaan soveltamiseksi, jota siis tarvitaan vain silloin, kun useampi ohjainlaite yrittää lähettää viestejä samanaikaisesti.

Alemmalla prioriteetilla varustetun viestin toimittamista ei voida keskeyttää edes silloin, kun korkeammalla prioriteetilla varustettu viesti olisi menossa jakeluun. Sen on odotettava, kunnes edellinen viesti on toimitettu ja väylä on jälleen vapaa.

2.4 Tiedonsiirto

Datatiedot CAN-väylässä toimitetaan sarjamuotoisesti. Tämä tarkoittaa, että ohjainlaitteet lähettävät viestin bitit peräkkäin aseteltuna väylään. Yhdellä väyläyksiköllä ilmenevä toimintahäiriö ei näin voi vaikuttaa muun väylän toimintaan.

Ensimmäinen bittimerkki aivan vasemmassa on kehyksen alku (Start of Frame). Seuraavat 11 bittiä muodostavat tunnistuskentän. Sitä seuraavat bittiryhmät on selitetty CAN-viestin protokollaa esittelevässä kuvassa 3.

Periaatteessa jokainen verkkoon liitetty ohjainlaite on toteutettu kolmen tason mukaisesti. Niistä ensimmäisellä tasolla käy ilmi, miten elektroninen ohjainyksikkö ylipäätensä on rakennettu. Ymmärrettävästi tähän tarvitaan tietokone (mikroprosessori). Toinen taso on CAN-valvontayksikkö (Controller), jonka tehtävänä on muotoilla tietokoneen oheista-