

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Käyttöpainotteinen

2014

Pekka Suominen

TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN ANTUREIDEN KÄYTTÖÖNOTTO KARTING-AUTOSSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka | Käyttöpainotteinen

2014 | 37

Ohjaaja: Jani Viinikka - FM

Pekka Suominen

TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN ANTUREIDEN KÄYTTÖÖNOTTO KARTING-AUTOSSA

Opinnäytetyössä on käsitelty tiedonkeruujärjestelmää karting-autossa. Työ on tehty Turun ammattikorkeakoululle. Työssä käydään läpi tiedonkeruuantureiden asentaminen ja käyttöönotto. Lisäksi kuvataan tiedonkeruuantureiden toimintaperiaatteita. Työ tehtiin selvittämään antureiden kytkentöihin ja asennukseen liittyviä ongelmia, sekä opastamaan yksinkertaisen tiedonkeruujärjestelmän käyttöönotto.

Tässä työssä on käsitelty kuutta ulkoista tiedonkeruuanturia, jotka on asennettu karting-autoon. Kolme antureista mittaa kuljettajan toimintaa ja kolme karting-auton toimintaa. Työ suoritettiin asentamalla ensin anturit kiinni ajoneuvoon, jonka jälkeen tehtiin sähkökytkennät. Lopuksi antureiden toiminta todettiin tietokoneohjelman avulla.

Opinnäytetyö koostuu pääosin kahdesta osiosta, joista ensimmäisessä käsitellään tiedonkeruujärjestelmän antureiden asennusta ja testausta. Toisessa osiossa käsitellään antureilta kerättävän datan siirtämistä tietokoneelle. Työn tuloksena on onnistuttu asentamaan tiedonkeruuanturit karting-autoon ja saatu toimimaan ne halutulla tavalla.

ASIASANAT:

tiedonkeruu, anturit, sähkökytkennät, karting-auto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering | Practically oriented Automotive Engineering

2014 | 37

Instructor: Jani Viinikka – M.Sc

Pekka Suominen

INTRODUCTION OF DATA LOGGING SENSORS IN A KART

This thesis deals with the data logging system in a kart. The work was commissioned by Turku University of Applied Sciences. The thesis examines the installation and introduction of the sensors as well as operation principles of the sensor system. The thesis was conducted to address the common problems which may occur during the installation and introduction of data logging sensors.

This thesis deals with six different external sensors. All sensors are mounted to a kart. Three of these sensors measure the driver's actions, and the other three the functions of the kart. The work was implemented by installing the sensors first and then wiring them. The operation of the sensors was ensured with a computer program.

The thesis consists of two parts. The first part deals with the installation and testing of the sensors and the other part is about transmitting the logged data into a computer. As a result the sensors were successfully installed to the kart and valuable data was received with help of the sensors.

KEYWORDS:

data logging, sensors, wiring, kart

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 TIEDONKERUULAITTEET	8
2.1 DL2	8
2.2 Speedbox	8
2.3 Tiedonkeruulaitteiden välinen tiedonsiirto	9
3 ANTURIT	10
3.1 Kaasupoljinanturi	10
3.2 Jarrupaineanturi	12
3.3 Ohjauspyörän kiertokulma-anturi	13
3.4 Polttoaineen tilavuusvirta-anturi	15
3.5 Moottorin pyörintänopeus	16
3.6 Taka-akselin pyörintänopeusanturi	17
4 SÄHKÖKYTKENNÄT	19
4.1 Tiedonkeruulaitteiden johdotus	19
4.2 Tiedonkeruulaitteiden kytkennät	21
4.3 Antureiden kytkennät	22
4.4 DL2:n liittimien kytkennät	23
4.5 Antureiden johdotus	25
5 ANALYYSI JA KONFIGUROINTI	26
5.1 Tiedonkeruu	26
5.2 DL2:n konfigurointi	27
5.3 Lite Monitor -ohjelma	28
5.4 Kaasupolkimen asentoanturin kuvaaja	29
5.5 Jarrupaineanturin kuvaaja	30
5.6 Ohjauspyörän kiertokulma-anturin kuvaaja	31
5.7 Polttoaineen tilavuusvirta-anturin kuvaaja	32
5.8 Moottorin pyörintänopeuskuvaaja	33
5.9 Taka-akselin pyörintänopeusanturin kuvaaja	34
6 YHTEENVETO	35
7 POHDINNAT JA JOHTOPÄÄTÖKSET	36

LIITTEET

Liite 1. DL2:n kytkentänastat.

KUVAT

Kuva 1. Tiedonkeruulaitteiden liittäminen toisiinsa (Race Technology 2010h).	9
Kuva 2. Kaasupolkimen asentoanturi.	11
Kuva 3. Jarrupaineanturi asennettuna.	12
Kuva 4. Ohjauspyörän kiertokulma-anturi asennettuna.	13
Kuva 5. Narun kiinnitys ohjausakseliin.	14
Kuva 6. Polttoaineen tilavuusvirta-anturi sijaitsee kuvassa vasemmalla.	15
Kuva 7. Moottorin pyörintänopeutta mittaava johto.	16
Kuva 8. Taka-akselin pyörintänopeusanturi asennettuna.	18
Kuva 9. Sulakepidikkeet sekä 12 V plus- ja miinuskiskot.	19
Kuva 10. Tiedonkeruulaitteiden kytkentäkaavio.	21
Kuva 11. Antureiden kytkentäkaavio.	22
Kuva 12. DL2:n liittimen kytkentänastat (Race Technology 2014e).	23
Kuva 13. Katteen alla olevat sähkökytkennät.	25
Kuva 14. DL2:n konfigurointiohjelma.	27
Kuva 15. Lite Monitorin aloitusnäky (Race Technology 2014c).	28
Kuva 16. Kaasupoljinanturin kuvaaja.	29
Kuva 17. Jarrupaineanturin kuvaaja.	30
Kuva 18. Ohjauskulma-anturin kuvaaja.	31
Kuva 19. Polttoaineen tilavuusvirta-anturin kuvaaja.	32
Kuva 20. Moottorin pyörintänopeuden kuvaaja.	33
Kuva 21. Taka-akselin pyörintänopeusanturin kuvaaja.	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on kilpa-ajoneuvoihin asennettavan tiedonkeruujärjestelmän antureiden käyttöönotto. Anturit asennetaan karting-autoon, johon liitetään useiden antureiden lisäksi dataloggeri tallentamaan antureilta mitattua dataa. Työssä käsitellään antureiden fyysisen asentamisen lisäksi kaikki vaadittavat sähkökytkennät ja osoitetaan antureiden toiminta tietokoneelle piirityvien kuvaajien avulla.

Työssä käsitellään kuutta eri toimintoja mittaavaa anturia. Kuljettajan toimintaa mitataan kaasupolkimen asento-, jarrupaine- ja ohjauksen kiertokulma-antureilla. Karting-auton toimintaa mitataan taka-akselin pyörintänopeus-, polttoaineen tilavuusvirta- ja moottorin pyörintänopeusantureilla.

Työn tavoitteena on saada anturit asennettua toimiviin paikkoihin ja saada ne tuottamaan analysointikelpoista dataa, jota voidaan analysoida tietokoneella. Järjestelmän asennus edellyttää useita johtoliitoksia sekä toimivia ratkaisuja anturien sijoituspaikoista. Anturivaihtoehtoja ja tiedonkeruujärjestelmiä on useita. Tässä työssä perehdytään Race Technologyn kehittämään järjestelmään.

2 TIEDONKERUULAITTEET

2.1 DL2

DL2 on tärinältä, pölyltä ja roiskeilta suojattu dataloggeri. Kaikki tässä työssä asennetut ulkoiset anturit on kytketty DL2:n anturipaikkoihin. DL2:n avulla pystytään tallentamaan antureilta mitattu data myöhempää analysointia varten. Data tallentuu muistikortille, josta mittaustulokset saadaan tietokoneelle.

Kuljettajan toimintaa mitataan kolmella ulkoisella anturilla. Anturit ovat: kaasupolkimen asentoanturi, jarrupaineanturi ja ohjauspyörän kiertokulma-anturi. Karting-auton toimintaa mitataan myös kolmella ulkoisella anturilla: taka-akselin pyörintänopeusanturi, polttoaineen tilavuusvirta-anturi sekä moottorin pyörintänopeusanturi.

DL2:een on kytketty GPS-antenni. GPS-signaali on välttämätön analogisten antureiden toiminnan kannalta. DL2:een on sisäänrakennettu kiihtyvyyssanturi, mutta tässä työssä ei käydä läpi sen toimintaa. (Race Technology 2014a.)

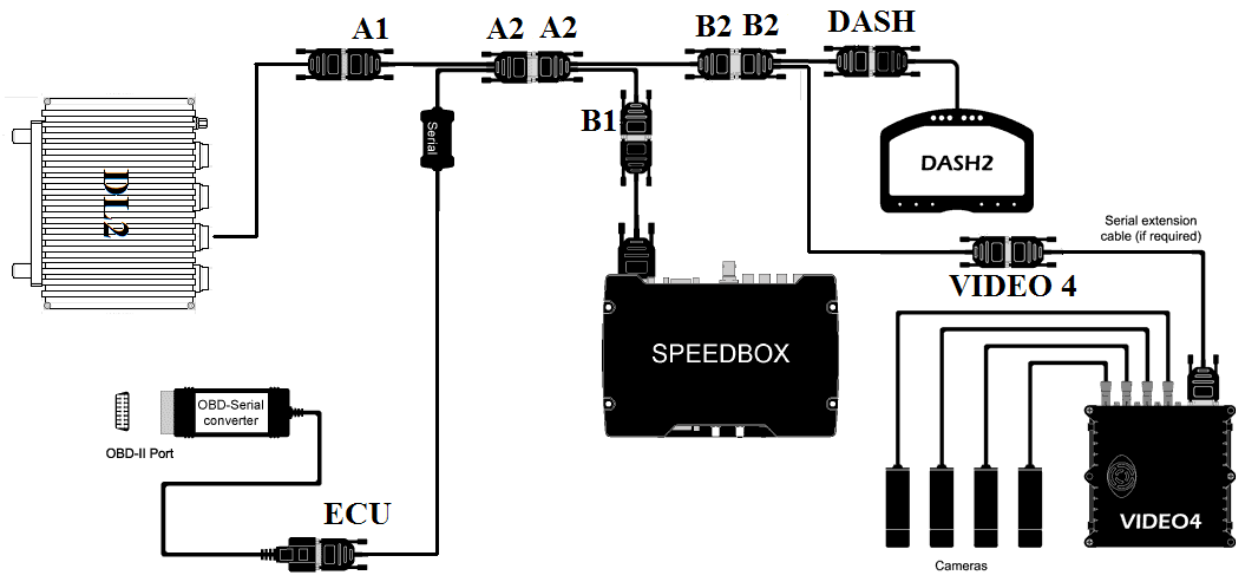
2.2 Speedbox

Speedbox on erittäin tarkka mittalaite, jossa on sisäänrakennettu kiihtyvyyssanturi ja gyroskooppi sekä ulkoinen GPS-anturi. Se on tarkoitettu mittaamaan paikassa ja asennossa tapahtuvia muutoksia. Sillä pystytään havaitsemaan ajoneuvon kallistelu, nyökkäilyä sekä yli- ja aliohjautumista. (Race Technology 2014b.)

Speedbox voidaan kytkeä DL2:een, jolloin mitattu data tallentuu samalle muistikortille ulkoisten antureiden ja DL2:n mittaaman datan kanssa.

2.3 Tiedonkeruulaitteiden välinen tiedonsiirto

Eri tiedonkeruulaitteet on mahdollista kytkeä toisiinsa kuvan 1 osoittamalla tavalla. Laitteiden välisissä kytkennöissä käytetään RS-232-sarjaporttiliitäntää.



Kuva 1. Tiedonkeruulaitteiden liittäminen toisiinsa (Race Technology 2010h).

Kuvassa näkyy myös laitteita, joita tässä työssä ei käsitellä. ECU:n kytkeminen tiedonkeruujärjestelmään karting-autossa on mahdotonta, koska karting-autossa ei ole omaa ajotietokonetta. Speedboxia käytetään yleensä suurempaa tarkkuutta vaativissa tutkimuksissa. DASH2 välittää kuljettajalle tärkeää tietoa ajon aikana. VIDEO4 tallentaa videokuvaan neljän kameran avulla halutuista kohteista.

3 ANTURIT

3.1 Kaasupoljinanturi

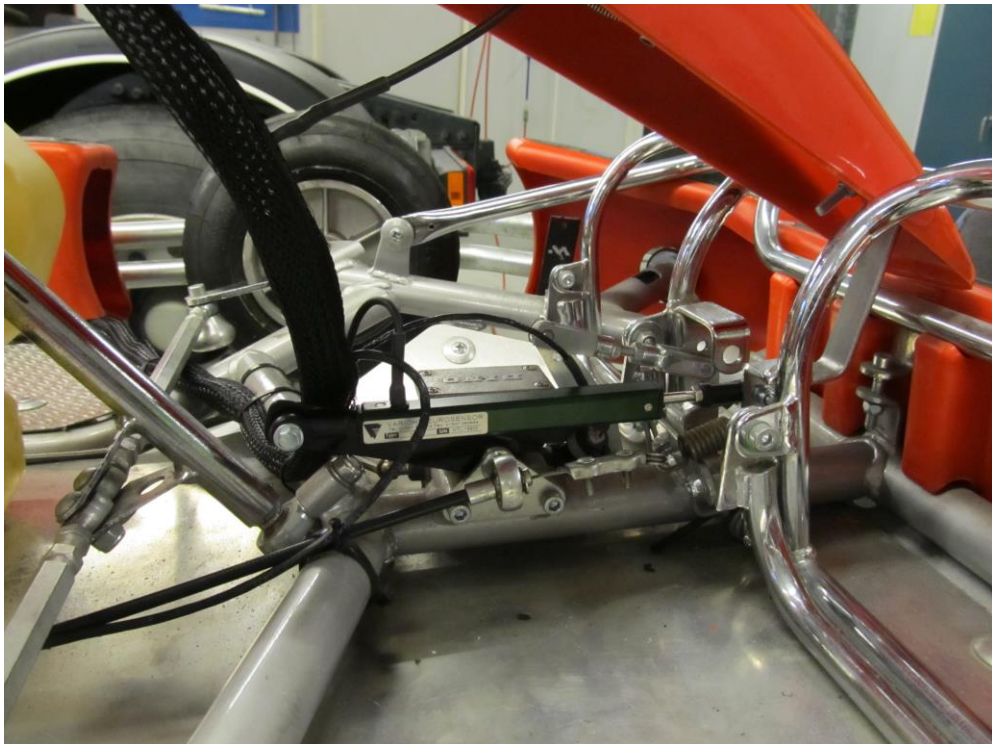
Kaasupolkimen asennon mittaaminen on jarrupaineen ohella yksi tärkeimmistä asioista kuljettajan ajotaitoja analysoitaessa. Jälkikäteen voidaan tietokoneelta analysoida, onko kuljettaja pystynyt hyödyntämään kaiken tehon moottorista pidon sallimissa rajoissa.

Tässä työssä kaasupoljinanturiksi valitaan analoginen lineaarianturi, jonka mitaama liikematka on enimmillään 50 mm. Anturin IP-luokitus on 65, joten se soveltuu käytettäväksi myös ulkoradalla. Anturi pystyy mittaamaan kaasupolkimen liikettä 10 m/s nopeudella, joka on riittävä nopeus asennuskohteessa.

Kaasupolkimen liike on helposti mitattavissa lineaarisesti toimivalla anturilla. Polkimen kokonaisliikematkaksi anturin kiinnityskohdasta tuli 26 mm. Yhtä kooka pienempi lineaarianturi olisi mitannut enimmillään vain 25 mm matkan, jonka vuoksi päädyttiin valitsemaan 50 mm anturikoon. Asennuskohteesta riippuen anturin paikka kannattaa valita niin, että siihen ei kohdistuisi suurta sääolosuhteiden vaikutusta. Vaikka anturi on suojattu kohtalaisen hyvin kosteudelta ja pölyltä, saattaa lika vaurioittaa anturia. Anturi asennettiin liikkumaan kaasupolkimen kanssa samassa suhteessa, jotta välttyttäisiin ylimääräiseltä kalibroinnilta.

Lineaarianturi on potentiometri. Potentiometrissä käytetään metallijohtimen pituuden vaikutusta sen resistanssiin. Johtimen päihin kytketään jännite. Johdinta vasten liikkuvalla kuljettimella mitataan jännite, joka muuttuu koskettimen sijainnin mukaan. Näin potentiometri toimii muuttuvana jännitteenjakokytkimenä. Potentiometrin kestoikä on syytä ottaa huomioon anturin asennuksessa. (Juhala ym. 2005, 156.)

Kaasupoljinanturin asennuksessa tulee ottaa huomioon kuljettajan tarvitsema tila. Sen vuoksi anturi asennetaan kaasupolkimen vasemmalle puolelle, kuten kuvassa 2 on osoitettu. Katteen alla se on suojassa kolhuilta, eikä ylimääräisiä johtojen vetoja tarvita. Anturi kiinnitetään toisesta päästä hieman kaarevaksi muotoiltuun lattaraudasta tehtyyn tukeen ja toinen pää tulee suoraan kaasupolkimessa olevaan reikään kiinni. Molempien päiden kiinnitykset tehdään ruuviliitoksella.



Kuva 2. Kaasupolkimen asentoanturi.

Johdot pujotetaan samaan johdonsuojasukkaan muiden johtojen kanssa. Anturista tulevasta kolmesta johdosta musta kytketään johdinkiskoon, joka on kytketty akun miinusnapaan. Punainen johto kytketään DL2:n 5 V -ulostuloon. Valkoinen signaali johto kytketään DL2:n analogiseen kytkentänastaan.

3.2 Jarrupaineanturi

Jarrutustapahtumaa mittaamaan valitaan anturi, joka mittaa jarruletkun sisäistä painetta. Jarrupolkimen liikematka polkimen yläreunasta mitattuna on hyvin lyhyt eikä jarrupaine kasva täysin suoraan polkimen liikematkan suhteessa, jonka vuoksi lineaarianturilla jarrun käytön mittaaminen on epätarkkaa. Jarrujärjestelmän paine on suoraan verrannollinen jarrutuksen tehokkuuteen, joten sen avulla saamme tarkan tiedon siitä, kuinka kuljettaja käyttää jarrua. Yhdessä tak akselin pyörintänopeusanturin kanssa, pystytään havaitsemaan myös jarrun lukkiutuminen.

Jarrupaineanturi kiinnitetään jarrusatulan viereen T-liittimellä jarruletkun ja satulan väliin kuvan 3 osittamalla tavalla. Johtojen veto onnistuu muiden karting-auton takapäältä tulevien johtojen kanssa saman johdonsuojasukan sisällä. Anturin lämmönkesto on riittävä, jotta se voidaan asentaa ajossa reilusti kuumentuvan jarrusatulan läheisyyteen. Jarrupaineanturin kolmesta johdosta musta kytketään akun miinusnapaan, punainen DL2:n 5 V -ulostuloon johdinkiskon avulla ja valkoinen signaalijohto yhteen DL2:n analogisista kytkentänastoista.



Kuva 3. Jarrupaineanturi asennettuna.

Asennuksessa tulee ottaa huomioon jarrujärjestelmän korkea paine, sekä käyttää ainoastaan jarrujärjestelmille tarkoitettuja osia. Asennuksen jälkeen on huolehdittava järjestelmän huolellisesta ilman poistosta ja varmistuttava, ettei mahdollisia jarrunestevuotoja ole.

3.3 Ohjauspyörän kiertokulma-anturi

Yksi asennetuista antureista mittaa ohjauspyörän kiertymiskulmaa ajon aikana. Tällä anturilla voi ajon jälkeen havainnoida kuljettajan toimintaa esimerkiksi ajo-neuvon ali- ja yliohjautumistilanteissa ja muissa refleksinomaisissa äkkitalanteissa, joissa kuljettaja toimii vaistojen varassa eikä välttämättä huomaa ajon aikana tekemiään virheitä. Kiertoliikettä tunnistavaa anturia oli hyvin vaikea löytää, joten kiertoliike muutettiin lineaariseksi narun välityksellä. Tämä antoi mahdollisuuden käyttää samanlaista lineaarianturia kuin kaasupolkimen asennon tunnistamisessa. Tähän toteutukseen valittiin myös enimmillään 50 mm mittaava anturi.

Kuvassa 4 ohjauspyörän kiertokulma-anturi on asennettuna etukatteen alla sijaitsevaan tukirautaan kiinni.



Kuva 4. Ohjauspyörän kiertokulma-anturi asennettuna.

Uusi tukirauta valmistetaan vahvemmassa 3 mm paksusta lattaraudasta vanhan tilalle.

Ohjausakselin kiertyvä liike muutetaan ohuen narun ja tukiraudassa olevan ohjauslenkin avulla lineaariseksi liikkeeksi. Narun kokonaisliikematka ohjauksen laidasta laitaan on 25 mm, joka on sopivan suuri 50 mm:n anturille. Kuvassa 5 näkyy ohjausnarun kiinnitys ohjausakseliin. Kiinnitykseen käytetään yksinker- taista letkukiristintä, joka mahdollistaa narun säätämisen tavanomaisilla työka- luilla.

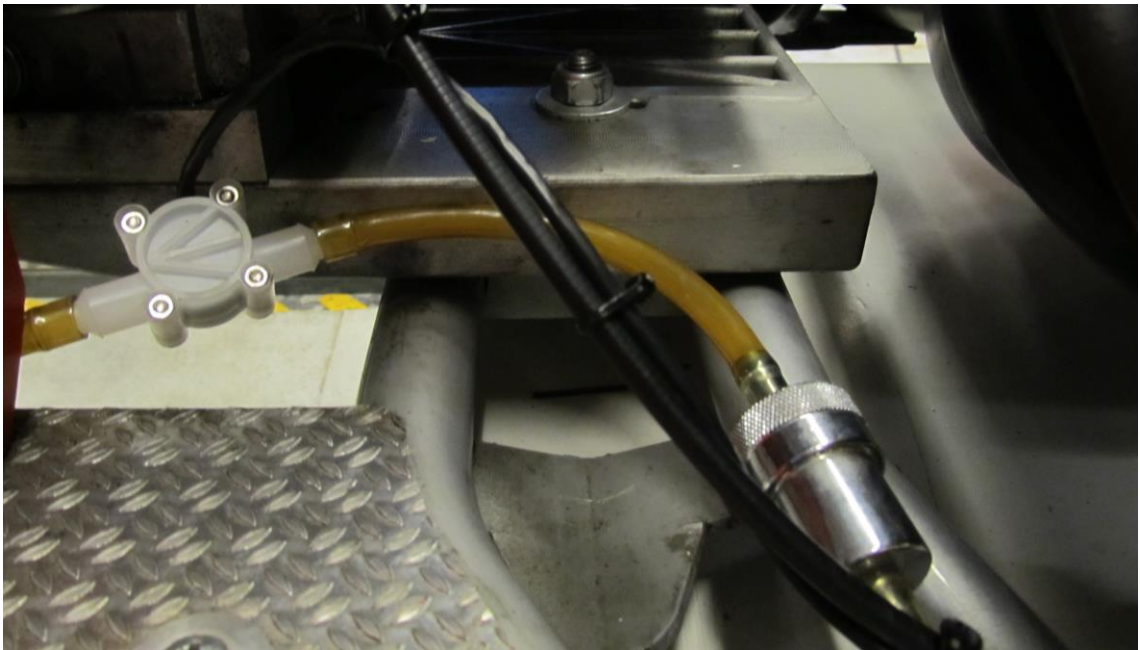


Kuva 5. Narun kiinnitys ohjausakseliin.

Anturin sijoituksen kannalta on tärkeää, että se on mahdollisimman vähän kuljettajan tiellä. Kuitenkin tulee ottaa huomioon mahdolliset tulevat huoltotoimenpiteet, eli anturiin on päästävä helposti käsiksi. Ainoa luonnollinen paikka ohjauksen kiertokulma-anturille on karting-auton etukatteen alla. Anturin liike on su- lavaa, eikä naru pääse pakottamaan tai vääntämään anturia millään tavalla. Liikkeessä ei ole ”kuollutta kohtaa”, kun ohjauspyörän kiertosuuntaa vaihde- taan, vaan naru ja jousi pysyvät kireällä ja anturi havaitsee pienenkin edesta- kaisen liikkeen. Karting-autossa ohjauspyörä kääntyy ääriasennosta toiseen vain 270 astetta, joka on hyvin vähän henkilöautoihin verrattuna. Tällöin pienet- kin liikkeet on saatava tallennettua muistiin, jotta tiedonkeruusta olisi jotain hyö- tyä. Anturin kolmesta johdosta musta kytketään miinuskiskoon, punainen johto kytketään DL2:n 5 V -ulostuloon kytkentäkiskon avulla ja valkoinen signaalijohto DL2:n analogiseen kytkentänastaan.

3.4 Polttoaineen tilavuusvirta-anturi

Polttoaineen kulutusta mittaamaan valitaan anturi, joka on asennettavissa polttoainelinjan väliin heti polttoainesuodattimen jälkeen, kuten kuvassa 6 on havainnollistettu. Polttoaineen kulutuksen perusteella pystytään päättelemään, onko moottori toiminut odotetulla tavalla.



Kuva 6. Polttoaineen tilavuusvirta-anturi sijaitsee kuvassa vasemmalla.

Koska kyseessä on kaasuttimella toimiva ottomoottori, polttoaineen kulutus ja sytytystulpan toiminta ovat yksinkertaisimmat tavat määrittää moottorin toimivuutta. Polttoaineen kulutuksen perusteella voidaan laskea myös moottorin hyötysuhde. Anturin johdoista musta kytketään miinuskiskoon, punainen johto kytketään DL2:n 5 V -ulostuloon johdinkiskon avulla ja valkoinen signaali johto DL2:n analogiseen kytkentänastaan.

3.5 Moottorin pyörintänopeus

Moottorin pyörintänopeutta mittaamaan käytetään tulpan johdon ympärille kierrettyä johtoa, kuvan 7 osoittamalla tavalla. Johto havaitsee sytytysketken, josta voidaan määrittää moottorin pyörintänopeus.



Kuva 7. Moottorin pyörintänopeutta mittaava johto.

Moottorin pyörintänopeutta mittaamaan voidaan asentaa erillinen anturi vauhtipyörän yhteyteen, joka on taka-akselin pyörintänopeusanturin kaltainen Hall-anturi. Karting-autossa järkevintä on kuitenkin käyttää tulpan johdon ympärille kierrettyä johtoa. Johto kytketään DL2:n RPM-kytkentänastaan.

Tulpan johdolta pyörintänopeutta mitattaessa on huomioitava, antaako moottori kipinän joka kierroksella. Tämän työn kohteena olevassa karting-autossa on nelitahtimoottori, joka antaa kipinän joka kierroksella.

3.6 Taka-akselin pyörintänopeusanturi

Takarenkaat on karting-autossa kytketty toisiinsa kiinni yhdellä vetoakselilla, jota moottori pyörittää hihnan välityksellä. Tämän takia takapyörille voidaan käyttää yhteistä pyörintänopeusanturia nopeustiedon saamiseksi.

Pyörintänopeuden mittaamiseen valittiin Hallin ilmiöön perustuva anturi. Vaihtoehtoisena anturina voi käyttää kestopagneetilla varustettua induktiivista anturia. Induktiiviset anturit ovat kuitenkin herkkiä signaalihäiriöille eivätkä tunnista alhaisia pyörintänopeuksia niin tarkasti kuin Hall-anturit.

Hall-anturissa on pieni levymäinen puolijohde, johon kytketään vakiojännite, joka saa aikaan puolijohteen kautta kulkevan sähkövirran. Kun jokin magneettinen aine ohittaa puolijohteen, se aikaansaa puolijohteen yli mitattavan jännitteen. (Juhala ym. 2005, 171-172.)

Karting-autoon asennetulla Hall-anturilla voidaan mitata akselin pyörintänopeutta välillä 10...3600 rpm. Anturivalintaan vaikuttaa myös se, että anturin ohittava kohde voi olla mikä tahansa magneettinen aine, eikä välttämättä kestopagneetti, niin kuin yleensä Hall-antureissa pitää olla. Anturin voi kytkeä 4,5 V...24 V jännitteeseen eikä se hajoa, vaikka johdot tulisi kytkeneeksi epähuomiossa väärinpäin. Race Technologyn Hall-anturi kestää hyvin sääolosuhteiden vaihtelut ja korkean lämpötilan, kuten jarrulevyn lämpenemisen. (Race Technology 2014d.)

Taka-akselissa on jarrulevyn kiinnityksessä käytetty kiilaliitosta. Anturi asennetaan mittaamaan täydet akselin kierrokset kiilasta, jotta vältetään ylimääräisen materiaalin lisäämiseltä pyörivään taka-akseliin. Anturin teline on väännetty lat-taroudasta sopivaan muotoon, kuten kuvassa 8 on havainnollistettu. Anturi on pujotettu telineen päässä olevasta reiästä läpi ja säädetty oikealle etäisyydelle anturin rungossa olevien kierteiden avulla. Lopuksi anturi lukitaan paikoilleen kahden mutterin ja lukkoaluslevyn avulla.



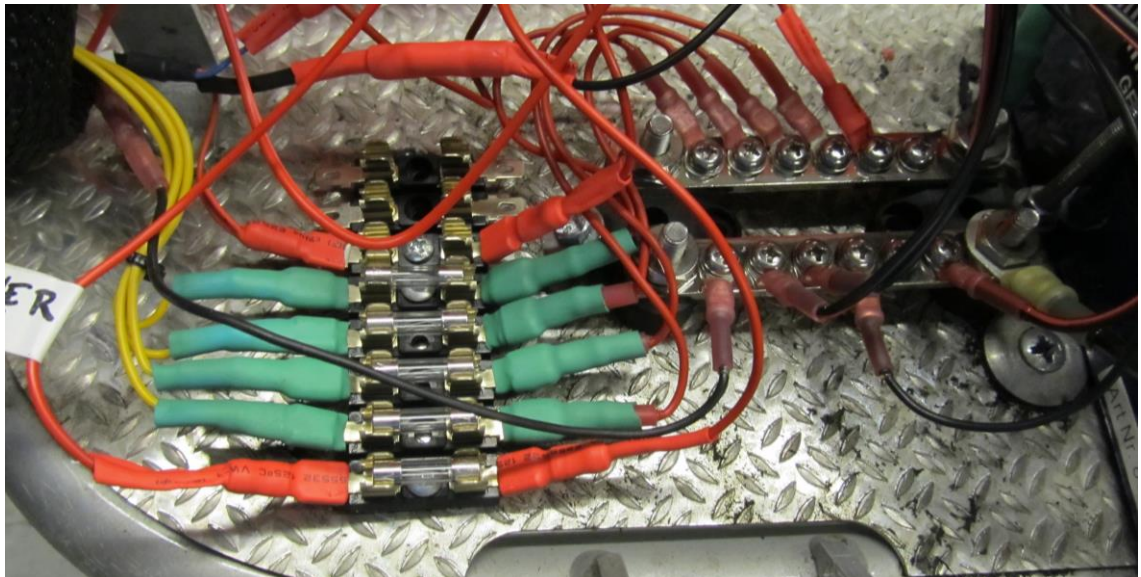
Kuva 8. Taka-akselin pyörintänopeusanturi asennettuna.

Johdot kiinnitetään nippusiteillä anturin telineeseen ja pujotetaan johdon-suojasukan sisään. Kolmesta johdosta musta kytketään akun miinusnapaan. Punainen johto kytketään DL2:n 5 V -ulostuloon ja valkoinen johto DL2:n digitaaliseen kytkentänastaan.

4 SÄHKÖKYTKENNÄT

4.1 Tiedonkeruulaitteiden johdotus

Tavoitteena on tehdä sähkökytkennöistä erittäin yksinkertaisia, jotta mahdolliset antureiden jälkiasennukset sujuisivat helposti. Karting-autoon asennetaan sulakepidikkeet selkeään riviin sekä niiden viereen plus- ja miinuskiskot kuvan 9 osoittamalla tavalla. Ylimääräisiä sulakepaikkoja jätetään tuleville asennuksille. Kytkenäkiskojen kautta virransyöttö useaan kohteeseen onnistuu selkeästi ja siististi ilman sekasotkua.



Kuva 9. Sulakepidikkeet sekä 12 V plus- ja miinuskiskot.

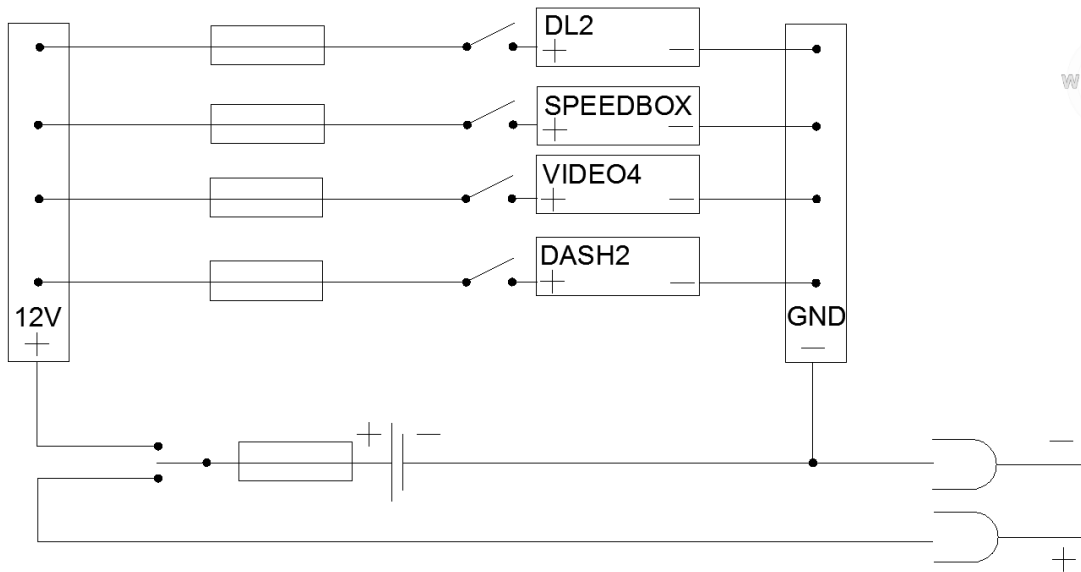
Yksi pluskisko jakaa 5 V jännitettä tiedonkeruulaitteelta antureille. Toinen pluskisko jakaa 12 V jännitettä akun navalta sulakkeiden ja kytkimien kautta tiedonkeruulaitteille. Sekä antureille että tiedonkeruulaitteille asennetaan molemmille omat miinuskiskot.

Suurin syy johdinkiskojen käyttöön on se, että joudutaan haaroittamaan yksi johto useampaan kohteeseen. Kun monta johtoa kytketään akun napaan yhden ruuvin alle, saattaa aiheutua kontaktihäiriöitä ja vianetsintä vaikeutuu. Jos jokainen johto on oman ruuvin alla vierekkäin johdinkiskoissa ja kiskosta menee yksi johto akun napaan, vian paikantaminen on huomattavasti helpompaa. Yleismitaria apuna käyttäen voidaan selvittää, onko jonkin laitteen tai anturin kytkennöissä jotain vikaa.

Johtosarjat kääritään kankaiseen tarrakiinnitteiseen johdonsuojasukkaan, jotta kuljettaja ei vaurioita niitä ajon aikana. Sukkaan on yksinkertaista lisätä ja poistaa johtoja sen tarrakiinnityksen vuoksi. Normaaliin johtosuojasukkaan pitää pujottaa johdot tai suoja kääritään johtojen ympärille. Tarrakiinnitteinen sukka on vetoketjulla toimivaakin parempi, koska se voidaan leikata juuri sen pituiseksi, kun halutaan. Leikatut päät ommellaan ompelukoneella kiinni, jottei sukka pääse purkautumaan.

4.2 Tiedonkeruulaitteiden kytkennät

Kuvassa 10 on esitetty tiedonkeruulaitteiden kytkentäkaavio. Oikeassa alakulmassa näkyy latauspistoke, joka on kytketty kolmeasentoisella vaihtokytkimellä akun plus- ja miinusnapoihin.

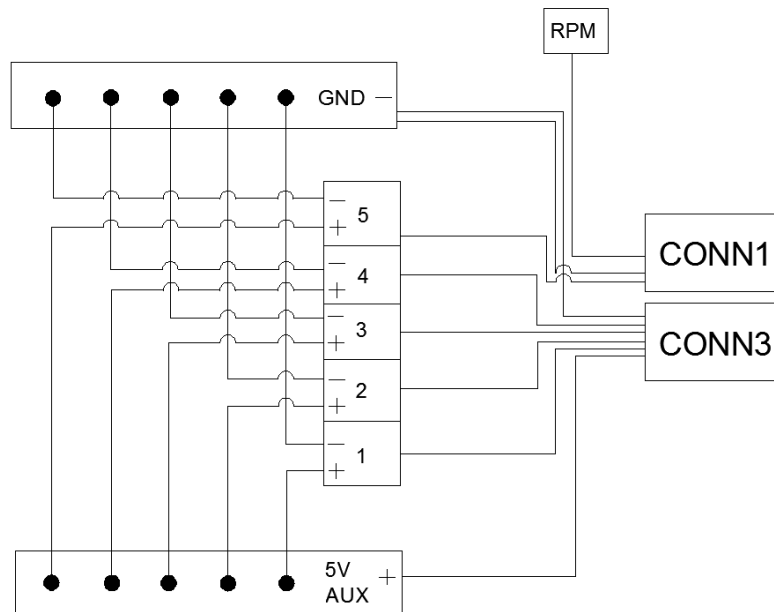


Kuva 10. Tiedonkeruulaitteiden kytkentäkaavio.

Koska pääsulake on ennen pääkytkintä, se toimii sekä ladattaessa että mittauksia suoritettaessa. Plus- ja miinuskiskoihin kytketyt laitteet muodostavat yläosan kytkentäkaaviosta. Jokaisella laitteella on oma lasiputkisulake ja kytkin.

4.3 Antureiden kytkennät

Antureiden kytkentäkaavio on esitetty kuvassa 11. CONN3 ja CONN1 ovat DL2:n liittimiä, joiden kautta virta kytketään antureille. Kaikkien analogisten antureiden signaalijohdot kytketään CONN3 -liittimeen. Digitaalisten antureiden signaalijohdot kytketään CONN1 -liittimeen.



Kuva 11. Antureiden kytkentäkaavio.

Anturit on numeroitu kuvaan:

1. Kaasupolkimen asentoanturi
2. Ohjauspyörän asentoanturi
3. Jarrupaineanturi
4. Polttoaineen tilavuusvirta-anturi
5. Taka-akselin pyörintänopeusanturi

RPM on moottorin pyörintänopeusanturi

4.4 DL2:n liittimien kytkennät

DL2:n liittimiä on neljä. Jokaisessa liittimessä on 12 nastaa kuvan 12 osoittamalla tavalla. Kuhunkin nastaan pystyy juottamaan yhden johdon kiinni. Johtoja juotettaessa on varottava, ettei yksikään johdon säikeistä oikosulje kahta nastaa keskenään. Asia varmistetaan käyttämällä kutistesukkaa johtojen suojana.

12 pol



Kuva 12. DL2:n liittimen kytkentänastat (Race Technology 2014e).

Liitteessä 1 on selvitetty DL2:n kaikkien neljän liittimen kytkentänastojen käyttötarkoitus. Tässä työssä kytketään CONN3:een kaikkien analogisten anturien signaalijohdot seuraavasti:

A: Jarrupaineanturi

B: Maajohto

C: Kaasupolkimen asentoanturi

D: Ohjauspyörän asentoanturi

E: Polttoaineen massavirta-anturi

H: 5 V jännite antureille

Moottorin pyörintänopeus ja taka-akselin pyörintänopeusanturi kytketään CONN1 -liittimeen. Pyörintänopeusanturi on digitaalinen anturi ja digitaalisten antureiden kytkentänastat ovat CONN1 -liittimessä. Liittimen kytkentänastat ovat kuvan 12 mukaiset. Kytkennät suoritetaan seuraavasti:

D: Moottorin pyörintänopeuden signaalijohto

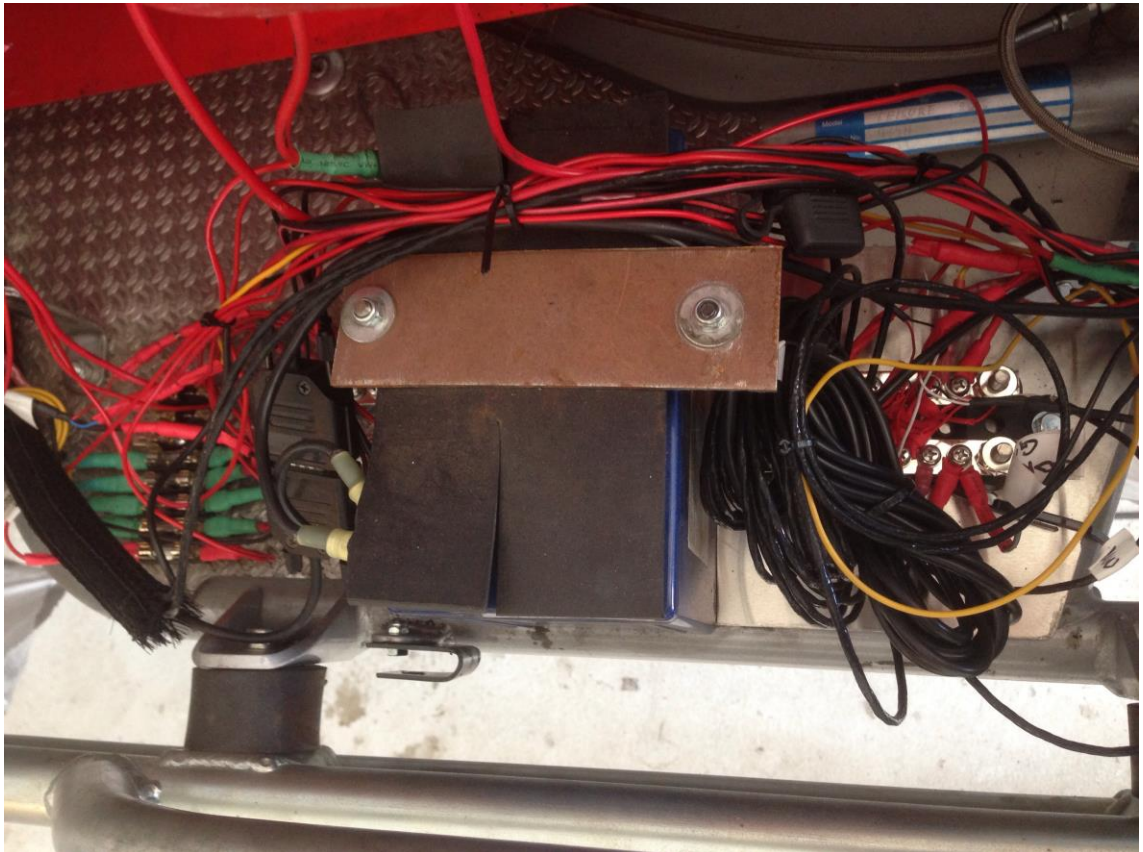
G: 12 V akun plus navalta

H: Taka-akselin pyörintänopeusanturin signaalijohto

M: Maajohto akun miinusnapaan

4.5 Antureiden johdotus

Sulakkeet, johdinkiskot ja akku ovat vasemman puolen katteen alla piilossa. Kate muokataan irrotettavaksi yksinkertaisilla työkaluilla, jotta kytkentöihin ja sulakkeille päästään käsiksi rataolosuhteissa.



Kuva 13. Katteen alla olevat sähkökytkennät.

Kuvassa 13 oikealla olevaan johdinkiskoon liitetään kaikkien antureiden virtajohdot. DL2:lta johdetaan kuvassa ylempänä olevaan kiskoon 5 V jännite antureille ja alempana olevaan kiskoon antureille tarkoitettu maajohto. Antureiden ylimääräiset johdot kääritään rullalle ja kiinnitetään nippusitein akun telineeseen. Akku kiinnitetään tukevasti keskelle metallisella kiinnikkeellä. Johtoihin liimataan tarrat, joihin kirjoitetaan kunkin johdon käyttötarkoitus.

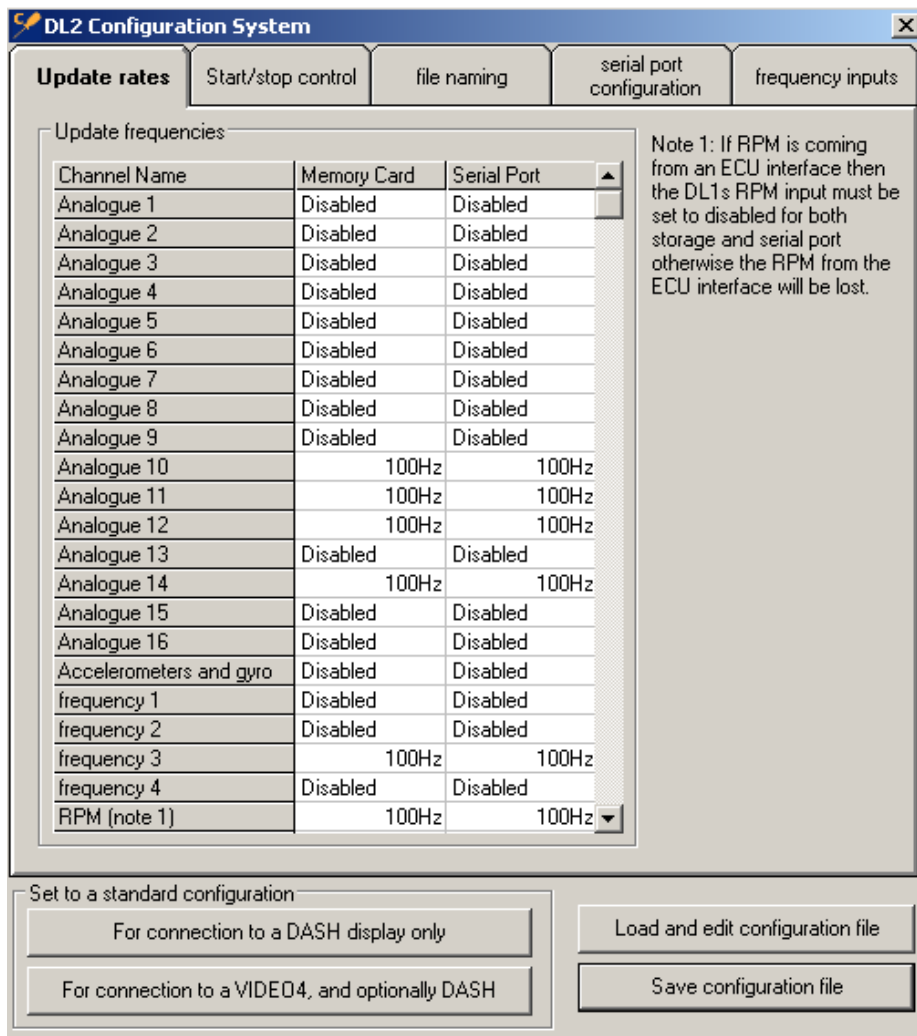
5 ANALYYSI JA KONFIGUROINTI

5.1 Tiedonkeruu

Tiedonkeruujärjestelmää käytetään mittaamaan ajoneuvosta erilaisia fysikaalisia suureita. Tiedonkeruulla pyritään kehittämään sekä ajoneuvoa että kuljettajaa. Erityyppisillä antureilla ja kameroilla kerätään ajosuoritteesta talteen mittauks tulokset. Dataa hyväksi käyttäen voidaan mahdollisesti estää kone- ja muut vauriot, saada moottori toimimaan tehokkaammin tai vaikka säätää ajoneuvon jousitusta ja renkaita kulloiseenkin olosuhteeseen sopivaksi. Kuljettajan toiminta tallentuu antureiden ja kameroiden kautta tietokoneelle, jolloin ajon jälkeen voidaan osoittaa kuljettajan tekemät virheet ja näyttää, milloin on toimittu oikein. Kilpa-autoilussa nopeudet nousevat usein niin korkealle, että ihmisen inhimilliset aistit eivät enää pysty havaitsemaan kaikkea tapahtunutta. Tietokoneen avulla asioiden jälkikäteen läpikäyminen saattaa paljastaa yllättäviä seikkoja ja auttaa saavuttamaan asetetut tavoitteet.

5.2 DL2:n konfigurointi

DL2 pitää konfiguroida lähettämään ja tallentamaan dataa halutulla tavalla. Konfigurointi tapahtuu erillisellä tietokoneohjelmalla, jolla luodaan konfigurointi-tiedosto, joka sisältää kaikki tarvittavat asetukset. Kuvassa 14 on esitetty konfigurointiohjelman ulkoasu.



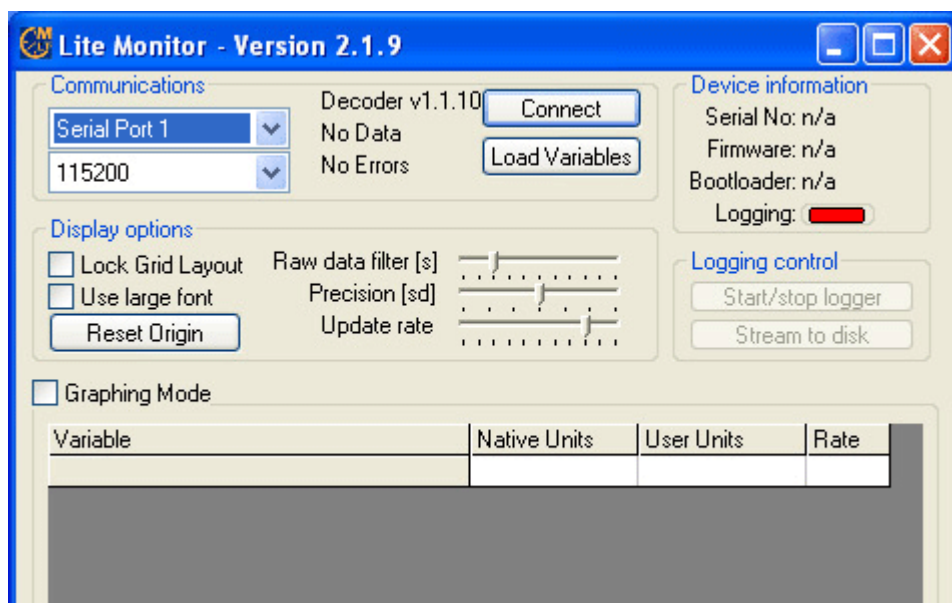
Kuva 14. DL2:n konfigurointiohjelma.

Tiedosto ladataan oikein alustetulle muistikortille. Muistikortti pitää alustaa Race Technologyn Analysis ohjelmalla muotoon FAT16 ja kokoon 32 MB...2 GB. DL2:n virta kytketään päälle ja odotetaan, että GPS-yhteys saavutetaan. Muistikortti asennetaan laitteeseen, jonka jälkeen system -valo vilkkahtaa pari kertaa onnistuneen konfiguroinnin merkiksi. (Race Technology 2014f.)

5.3 Lite Monitor -ohjelma

Lite Monitor -ohjelma on tarkoitettu asennettujen anturien testaamiseen. Ohjelmalla voidaan todeta anturien toiminta reaaliajassa.

Kun DL2 on konfiguroitu lähettämään dataa antureilta sarjaporttiin kytkettyyn tietokoneeseen, voidaan käynnistää Lite Monitor -ohjelma. DL2 kytketään CONN2 -liittimen kautta tietokoneen sarjaporttiin tai adapterilla USB-porttiin.

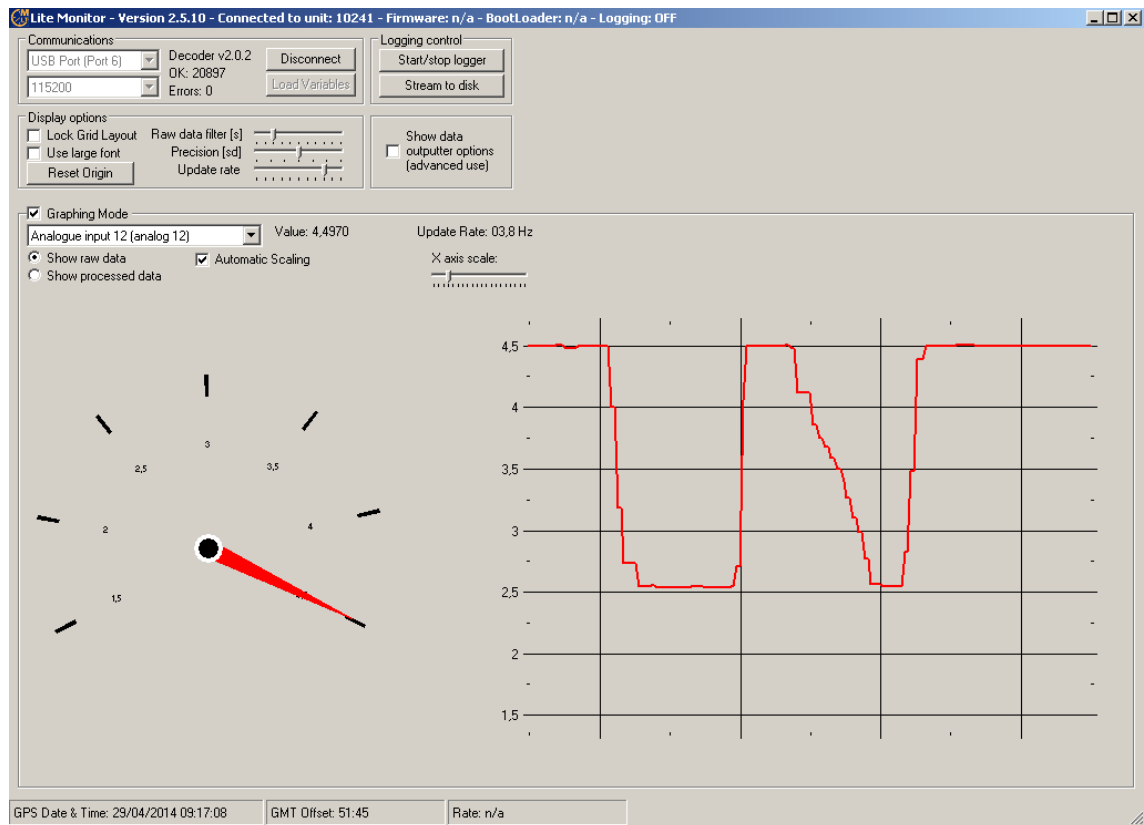


Kuva 15. Lite Monitorin aloitusnäky (Race Technology 2014c).

Kun tietokone on kytketty DL2:n kanssa ja DL2 on päällä, painetaan Connect –näppäintä, joka näkyy kuvassa 15. Tietokone muodostaa yhteyden DL2:n kanssa ja antureiden toimivuuden tarkastelu voidaan aloittaa.

5.4 Kaasupolkimen asentoanturin kuvaaja

Lite Monitor -ohjelma listaa kaikki tarkasteltavat kohteet. Tässä vaiheessa kannattaa valita ”Graphing mode” sekä listasta kytkentänasta, johon tarkasteltava anturi on kytketty.

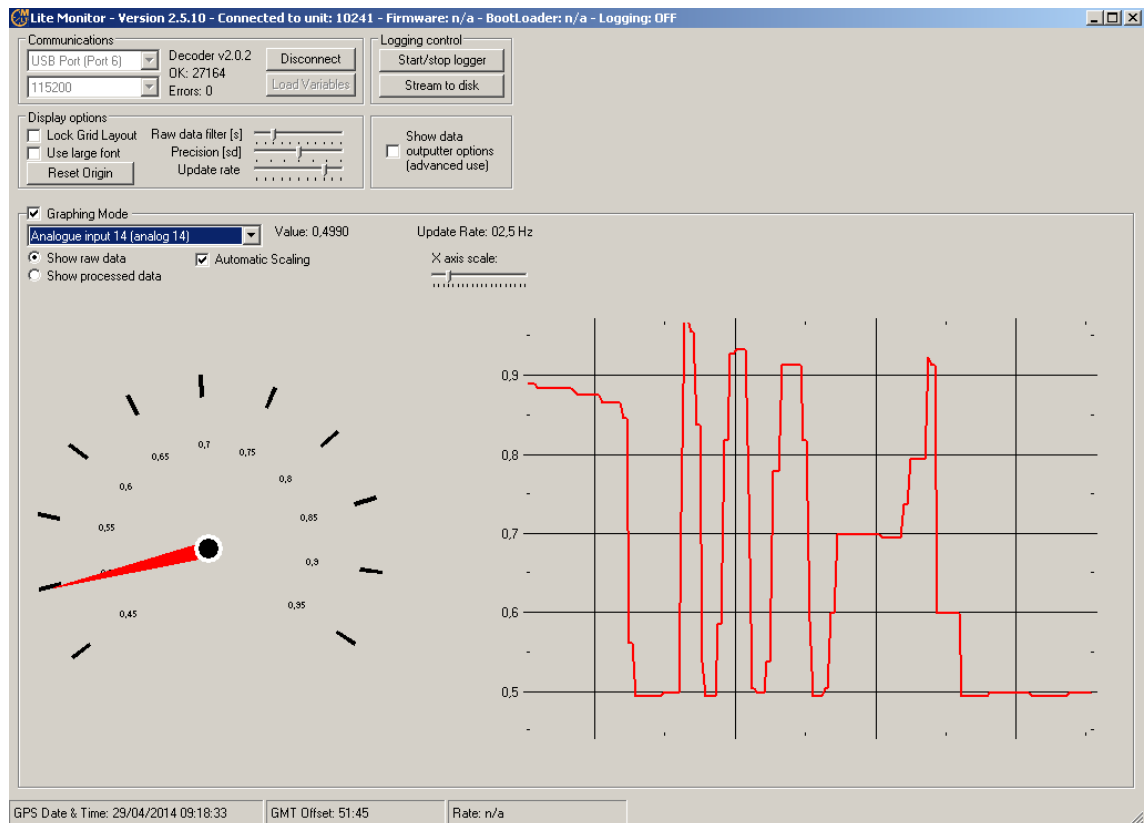


Kuva 16. Kaasupoljinanturin kuvaaja.

Kuvasta 16 näkee, kuinka kaasupoljinanturi seuraa kaasupolkimen liikerataa. Kuvaaja vastaa kahta kaasupolkimen painallusta, ensimmäinen painallus on tehty nopeasti ja vapautettu nopeasti, toinen painallus on ollut rauhallisempi mutta palautus nopea. Valikosta kannattaa valita ”Show raw data” ja laittaa ”Automatic Scaling” päälle, jolloin tietokoneen piirtämä kuvaaja mahtuu näyttöruutuun.

5.5 Jarrupaineanturin kuvaaja

Kuvassa 17 on valittuna ”Analogue input 14”, johon on kytketty jarrupaineanturin kiinni.

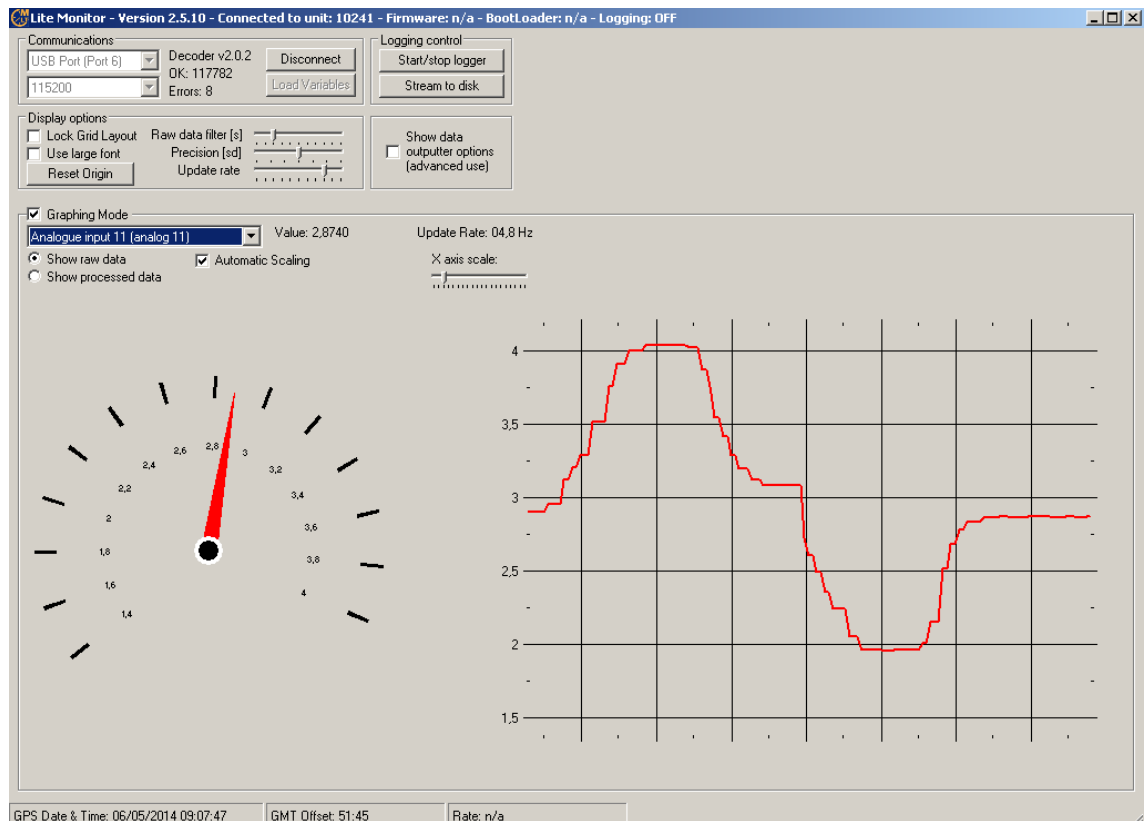


Kuva 17. Jarrupaineanturin kuvaaja.

Kuvan tapauksessa jarrupoljinta on pumpattu useaan kertaan nopeasti, joka voidaan selkeästi havaita tietokoneen piirtämän kuvaajan avulla. Hetkellisesti jarrupoljinta on pidetty puoliväliin painettuna, joka näkyy vaakasuorana viivana keskellä asteikkoa.

5.6 Ohjauspyörän kiertokulma-anturin kuvaaja

Kuvaaja osoittaa kuvassa 18 ohjauspyörän asennon ajan funktiona. Ensin ohjauspyörää on käännetty oikealle ääriasentoon ja sen jälkeen vasemmalle ääriasentoon.

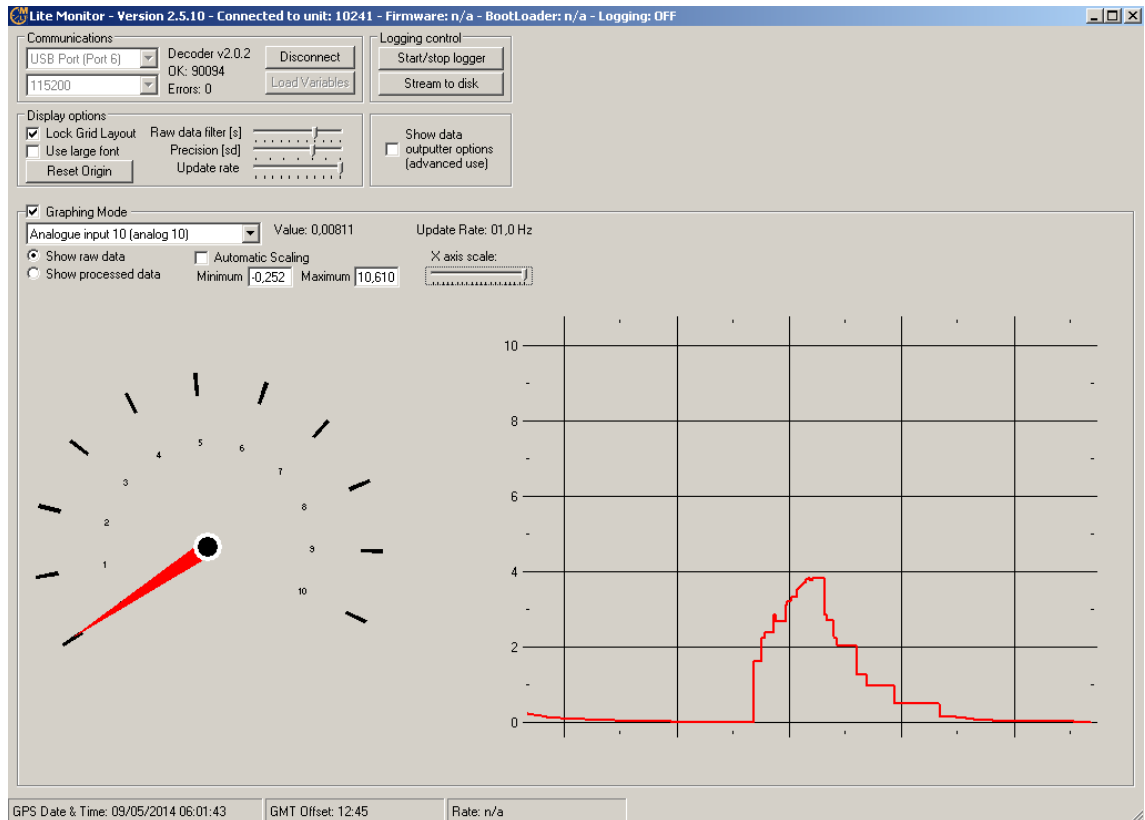


Kuva 18. Ohjauskulma-anturin kuvaaja.

Kuvaaja näyttää loogiselta sekä liikematka kumpaankin suuntaan on sama, joten asennus voidaan todeta onnistuneeksi. Keskellä kuvaajaa näkyvä lyhyt vaakasuora viiva ei johdu anturin liikeradassa olevasta ”kuolleesta kohdasta”, vaan ohjauspyörä on pysäytetty hetkeksi keskiasentoon, ennen kuin se on käännetty vasemmalle.

5.7 Polttoaineen tilavuusvirta-anturin kuvaaja

Kuvan 19 tilanteessa karting-auto on käynyt ensin joutokäyntiä, jonka jälkeen kaasua on painettu ripeästi hetken aikaa ja vapautettu jälleen joutokäynnille.



Kuva 19. Polttoaineen tilavuusvirta-anturin kuvaaja.

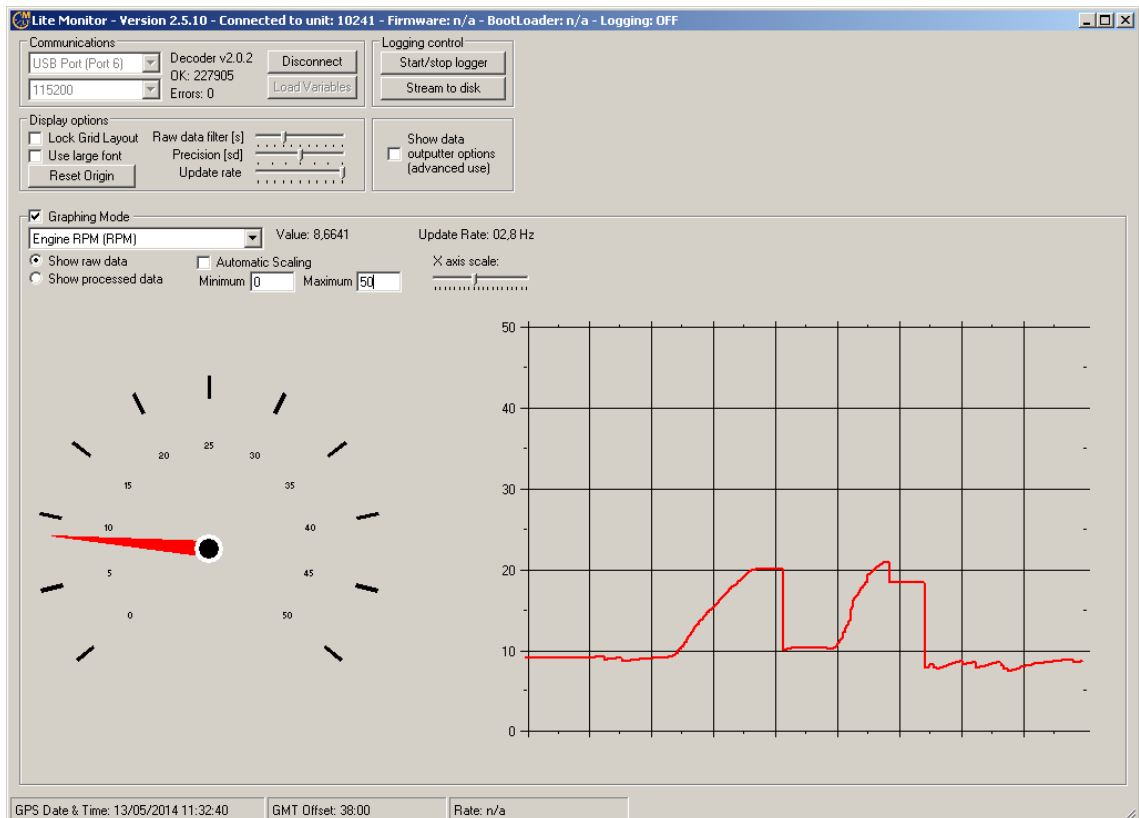
Kuvaajassa voidaan havaita muutos kaasun painamishetken kohdalla, joten voidaan todeta, että anturi toimii. Polttoaineen tilavuusvirta-anturi ilmoittaa mitaustuloksen taajuutena. Anturiin on asennettu 1 mm suutin, jotta virtausnopeus kasvaisi anturin kohdalla. Tällöin tilavuusvirran ollessa 0,5 L/min anturi antaa taajuudeksi 142 Hz. (Race Technology 2014g.)

Anturille pitää laskea muuntokerroin taajuudesta tilavuusvirraksi kaavalla:

$$q_V = x f \Leftrightarrow q_V = \frac{L}{17040} f$$

5.8 Moottorin pyörintänopeuskuvaaja

Kuvan 20 kuvaajasta voidaan havaita moottorin sytytyshetket ajan suhteen. Keskellä kuvaajaa viiva nousee hetkellisesti korkeammalle ja laskee taas samalle tasolle kuin alkuvaiheessa.

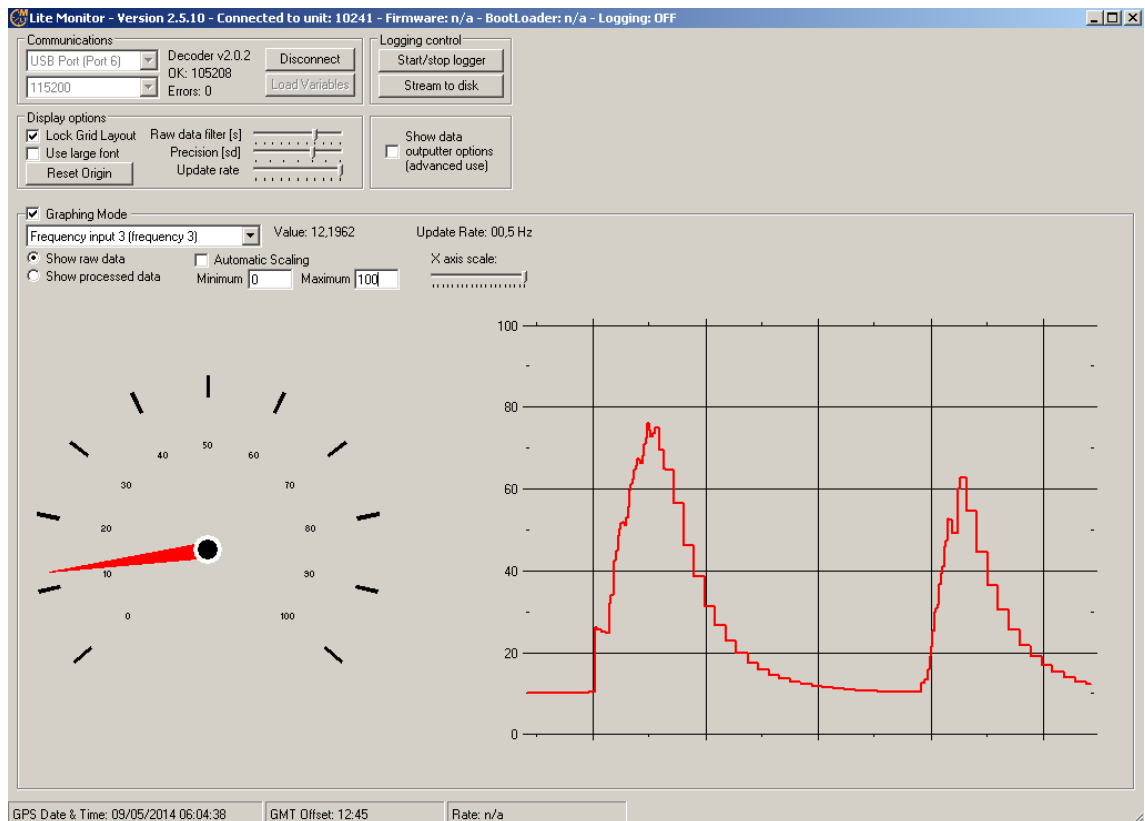


Kuva 20. Moottorin pyörintänopeuden kuvaaja.

Mittauksen alkuvaiheessa karting-auto on käynyt joutokäyntiä, jonka jälkeen moottorin pyörintänopeutta on korotettu ja vapautettu takaisin joutokäynnille. Kuvaajasta on havaittavissa kaksi moottorin pyörintänopeuden nousua, jotka vastaavat kahta kaasupolkimen painallusta.

5.9 Taka-akselin pyörintänopeusanturin kuvaaja

Karting-auton takarenkaat on nostettu ilmaan ja se käy joutokäyntiä. Taka-akseli pyörii tässä vaiheessa hitaalla nopeudella.



Kuva 21. Taka-akselin pyörintänopeusanturin kuvaaja.

Kuvan 21 kuvaajassa näkyy kaksi jyrkkää nousua ja loivempaa laskua, jotka havainnollistavat pyörintänopeuden hetkellistä korotusta. Kaasua on painettu nopeasti ja vapautettu heti sen jälkeen. Kuvaaja on looginen, joten taka-akselin pyörintänopeusanturin voidaan todeta toimivan odotetulla tavalla.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selventää tiedonkeruujärjestelmän antureiden asentamiseen ja käyttöönottoon liittyviä yleisimpiä vaiheita ja neuvoa niitä, jotka aikovat asentaa vastaavanlaisen järjestelmän ajoneuvoon. Alussa asetetut tavoitteet saavutettiin. Anturit saatiin asennettua onnistuneesti ja niiden toimivuus testattiin työn loppuksi.

Varsinainen työosuus koostui kahdesta osiosta. Ensimmäinen osuus oli antureiden asennus ja niiden sähkökytkennät. Toinen osuus koostui laitteiston konfiguroinnista ja antureilta mitatun datan esittämisestä.

Ongelmia tuotti ohjauspyörän kiertokulma-anturin asennus, koska siinä oli muutettava ohjausakselin kiertyvä liike suoraan verrannolliseksi lineaariseksi liikkeeksi anturia varten. Toimiva ja yksinkertainen mekanismi saatiin lopulta kuitenkin toteutettua vähäisin kustannuksin. Toinen ongelmakohta oli DL2:n konfigurointi ja tiedonsiirto tietokoneelle. Työssä havaittiin GPS-anturin signaalin olevan erityisen tärkeä DL2:n toimivuuden kannalta. Konfiguroinnissa käytettävän muistikortin pitää olla alustettu niin, että DL2 osaa lukea sitä.

Tiedonkeruujärjestelmän antureiden asennus ja käyttöönotto saatiin suoritettua suhteellisen vähillä ongelmilla. Suurin syy onnistumiseen oli Race Technologyn ylläpitämä kattava internet -tietokanta, josta on mahdollista löytää ratkaisuja yleisimpiin ongelmatapauksiin. Tiedonkeruujärjestelmän antureiden asennus ja käyttöönotto saattaa olla haastavaa, mutta kuitenkin hyvin opettavaista. Ennen työhön ryhtymistä on hyvä omata 12 V sähkökytkentöjen sekä teknisen työn perustaidot.

7 POHDINNAT JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä työ tehtiin Turun ammattikorkeakoulun autolaboratorion tiloissa, jossa työrauhan saaminen oli ajoittain erittäin vaikeaa. Työ saatiin kuitenkin suoritettua loppuun ilman suurempia vaikeuksia. Tiedonkeruulaitteet oli hankittu koululle jo aikaisemmin, joten tilaamaan jouduttiin ainoastaan järjestelmään tarvittavat anturit, sekä sähkökytkentöjä varten tarvittavat tarvikkeet.

Karting-auton moottorissa havaittiin käyntiongelmia mittauksen yhteydessä. Syyksi paljastui osittain tukkeutunut kaasuttimen pääsuutin. Pääsuuttimen puhdistuksen jälkeen mittaukset saatiin suoritettua loppuun. Suutin tuli kuitenkin porattua epähuomiossa 0,05 mm liian suureksi, jonka vuoksi seossuhde muuttui moottorille epäsuotuisaksi. Kaasuttimeen tilataan kokonaan uusi suutin, jonka jälkeen seossuhde korjautunee normaaliksi.

Toinen ongelma havaittiin polttoaineen tilavuusvirta-anturin asennuksessa. Ensimmäisellä kerralla se asennettiin ilman kuristussuutinta, jonka jälkeen havaittiin, että kuristussuutin on ehdoton anturin toiminnan kannalta näin pienessä moottorissa. Asensimme 1 mm kuristussuuttimen ennen tilavuusvirta-anturia. Suuttimen asentamisen jälkeen anturi toimi halutulla tavalla.

Työn avulla koulun tiedonkeruulaitteet pääsevät hyötykäyttöön. Tulevat opiskelijat voivat perehtyä kilpa-autoilussa käytettävien tiedonkeruujärjestelmien käyttöön ja mahdollisesti myös kehittää asennettua järjestelmää.

Muistikortille tallennetut tiedot voidaan ladata tietokoneelle, jolla niitä pystytään tutkimaan analysointiohjelmalla. Erillisiä kalibroitikarttoja ei pitäisi antureille tarvita, koska ne ovat yhteensopivia tiedonkeruulaitteiden kanssa.

LÄHTEET

Juhala, M.; Lehtinen, A.; Suominen, M. & Tammi, K. 2005. Moottorialan sähköoppi. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Race Technology 2014a. DL2 introduction. Viitattu 10.4.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/DL2/Introduction>

Race Technology 2014b. Speedbox overview and features. Viitattu 10.4.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/SPEEDBOX/OverviewAndFeatures>

Race Technology 2014c. The Lite Monitor. Viitattu 29.4.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/Software/LiteMonitor>

Race Technology 2014d. Wheel speed sensor. Viitattu 31.3.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/OtherSensorTypes/WheelSpeed>

Race Technology 2014e. DL2 Rear panel connectors. Viitattu 9.5.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/DL2/Connections>

Race Technology 2014f. Important notes about compact flash. Viitattu 9.5.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/DL2/Connections>

Race Technology 2014g. Fuel Flow Sensor. Viitattu 8.5.2014. <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/OtherSensorTypes/FuelFlow>

Race Technology. 2010h. Custom Configuration. Race Technology Ltd.

DL2:N KYTKENTÄNASTAT

Connector	Pin N°	Description	Range
Conn-1 Binder 423 Series Male Bulkhead (09-0131-68-12)	1	A Digital/Frequency I/P#1	0v (low), 5-12v (High)
	2	B Low V RPM I/P	0v (low), 5-12v (High)
	3	C Status O/P (Low while Logging)	30mA shared with Conn-2 Pin11
	4	D RPM Gnd	Gnd
	5	E High RPM I/P	Special
	6	F Trigger I/P (Gnd to Toggle Logging)	Active Low
	7	G Power In	9-15v
	8	H Digital/Frequency I/P#3	0v (low), 5-12v (High)
	9	J Digital/Frequency I/P#4	0v (low), 5-12v (High)
	10	K Digital/Frequency I/P#2	0v (low), 5-12v (High)
	11	L Lap Beacon I/P (Gnd to indicate beacon)	Gnd to Toggle Logging
	12	M GND	Gnd
Conn-2 Binder 423 Series Male Bulkhead (09-0131-68-12)	1	A DL2 Serial Comms receive	RS-232 Rx (Male d-type pin 2)
	2	B Charger Supply (Optional) I/P	12v
	3	C Trigger I/P (Gnd to Toggle Logging)	Active Low
	4	D Gnd	Gnd
	5	E CAN High	Not Implemented
	6	F CAN Low	Not Implemented
	7	G Power In	9-15v
	8	H GPS Serial Comms receive	RS-232 RX
	9	J GPS Serial Comms transmit	RS-232 TX
	10	K DL2 Serial Comms transmit	RS-232 Tx (Male d-type pin 3)
	11	L Status O/P (Low while Logging)	30mA shared with Conn-1 Pin3
	12	M Lap Beacon I/P (Gnd to indicate beacon)	Gnd to Toggle Logging

Conn-3 Binder 423 Series Male Bulkhead (09-0131-68-12)	1	A	Analogue I/P	0-12v
	2	B	GND	Gnd
	3	C	Analogue I/P#12	0-12v
	4	D	Analogue I/P#11	0-12v
	5	E	Analogue I/P#10	0-12v
	6	F	Analogue I/P#9	0-12v
	7	G	Power In	9-15v
	8	H	5v Auxilliary	Max 100mA shared with Conn-4 Pin 8
	9	J	Analogue I/P#16	0-12V
	10	K	Analogue I/P#15	0-12V
	11	L	Analogue I/P#13	0-12V
	12	M	Gnd	Gnd
Conn-4 Binder 423 Series Male Bulkhead (09-0131-68-12)	1	A	Analogue I/P#6	0-12v
	2	B	GND	Gnd
	3	C	Analogue I/P#4	0-12v
	4	D	Analogue I/P#2	0-12v
	5	E	Analogue I/P#3	0-12v
	6	F	Analogue I/P#1	0-12v
	7	G	Power In	9-15v
	8	H	5v Auxilliary	Max 100mA shared with Conn-3 Pin 8
	9	J	Analogue I/P#8	0-12V
	10	K	Analogue I/P#7	0-12V
	11	L	Analogue I/P#5	0-12V
	12	M	Gnd	Gnd