

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Elektroniikan suuntautumisvaihtoehto

Kari Heikkilä

TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄ AJONEUVOKÄYTTÖÖN

Insinöörityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi insinöörin
tutkintoa varten Tampereella 17.5.2006

Työn valvoja: TkT, Yliopettaja Matti Ilmonen

Tekijä:	Kari Heikkilä
Työn nimi:	Tiedonkeruujärjestelmä ajoneuvokäyttöön
Päivänmäärä:	2.5.2006
Sivumäärä:	41 sivua ja 8 liitesivua
Hakusanat:	Tiedonkeruujärjestelmä
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Elektroniikka
Työnvalvoja:	TkT, Yliopettaja Matti Ilmonen
<p>Haluttaessa selvittää katu- tai kilpakäytössä olevan ajoneuvon suoritusarvoja käytetään yleensä kallista ja kiinteää mittaustapaa kuten moottoridynamometriä. On olemassa vielä halvempi vaihtoehto, voidaan käyttää ajoneuvon asennettua tiedonkeruujärjestelmää.</p> <p>Järjestelmä mittaa halutut suoritusarvot ja mittaukset ajon aikana. Ajon aikana tehdyt mittaukset ottavat huomioon moottoridynamometrissä näkymättömän ajoneuvon alustan käyttäytymisen.</p> <p>Tässä työssä tutustutaan ajoneuvoihin tarjolla oleviin tiedonkeruujärjestelmiin ja yhden järjestelmän asennukseen ja käyttöön tavallisessa henkilöautossa.</p> <p>Parhaiten asetettuihin vaatimuksiin vastasi Nologyn G-Dyno Plus -järjestelmä, joka on kiihtyvyydesteri ja tiedonkeruulaite.</p> <p>Tiedonkeruujärjestelmän tallentamia mittaustuloksia analysoidaan tietokoneella. Graafisia tuloksia käytetään apuna ajoneuvon suorituskyvyn määrittämiseen. Tuloksia voidaan käyttää hyväksi jonkin ajoneuvon osa-alueen muokkaamisessa, esim. alustan säätämisessä. Vertaamalla ennen ja jälkeen säätötoimenpiteitä tehtyjä mittaustuloksia nähdään, onko muutoksella saatu aikaan haluttua vaikutusta.</p>	

Author:	Kari Heikkilä
Title:	In-vehicle data acquisition system
Date:	2.5.2006
Number of pages:	41 pages and 8 appendix pages
Key words:	Data acquisition system
Program:	Computer Systems Engineering
Specialisation:	Electronics

Supervisor:	Dr.Tech., Docent Principal Lecturer Matti Ilmonen
--------------------	---

The thesis looks into available commercial in-vehicle data acquisition systems and shows an installation and usage of a one selected system to a common passenger car.

A dynamometer is usually used when performance of a street or a racecar is wanted to know. But the dynamometers are stationary and can cost a lot to operate. Cheaper alternative is to use in vehicle data acquisition system.

During test-drive the performance of a car and wanted measurements are stored by the system. A chassis behaviour that a stationary dynamometer cannot show is also by this system.

Measurements are stored on the data acquisition system from where data can be analysed by a computer. Graphical results are used to define vehicles performance. Results can also be used on tuning a car, for example modification on a cars chassis. From comparison of results before and after modification is seen have wanted effect achieved.

Nologys G-Dyno Plus-system, which is a performance computer and data acquisition system, is shown to be the best system that fills the given requirements.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö sai alkunsa kiinnostuksesta autojen tekniikkaa ja teknisten arvojen todentamista kohtaan.

Tampereella 17. toukokuuta 2006

Kari Heikkilä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ALKUSANAT.....	iv
SISÄLLYSLUETTELO.....	v
KÄYTETYT MERKINNÄT JA TERMIT.....	vi
1 JOHDANTO.....	1
2 KAUPALLISIA TIEDONKERUUJÄRJESTELMIÄ.....	1
2.1 Autoelektroniikkaa.....	1
2.2 National Instrumentin tuotteita.....	6
2.2.1 Tietokone ja PCMCIA-tiedonkeruukortti.....	7
2.2.2 Tietokone ja USB-tiedonkeruukortti.....	8
2.3 Race Tecnologyn tuotteita.....	9
2.4 Nologyn tuotteita.....	12
3 VALITTU JÄRJESTELMÄ JA INSTALLOINTI.....	15
3.1 Tiedonkeruulaitteen asennus.....	15
3.2 Ulkoisten sensoreiden asennus.....	21
3.2.1 Valitut sensorit.....	21
3.2.2 Imusarjanpaineen mittaus.....	21
3.2.3 Lämpötilojen mittaus.....	22
3.2.4 Nakutuksen mittaus.....	26
3.2.5 Öljynpaineen mittaus.....	29
4 LAITTEISTON KÄYTTÖ.....	36
5 OHJELMISTO.....	37
6 YHTEENVETO.....	41
LÄHDELUETTELO	
LIITELUETTELO	

KÄYTETYT MERKINNÄT JA TERMIT

Ilmapolttonesteseos	Syttymis- ja palamiskelpoinen seos, jonka palamisen polttomoottori muuttaa mekaaniseksi työksi
Street-luokka	Kiihdytysautoluokka, jossa auton tulee olla vuosikatsastettu, vakuutettu ja rekisteröity katukäyttöön
Varaosa-auto	Rekisteristä poistettu auto, josta otetaan käyttöautoon varaosia
ABS	Anti-lock braking system, lukkiutumattomat jarrut
GPS	Global Positioning System, satelliittipaikannusjärjestelmä
OBD	On-Board Diagnose, OBD-Diagnoosi
ECU	Engine Control Unit, moottorin ohjausyksikkö

1 JOHDANTO

Tässä päättötyössä on tarkoitus löytää ajoneuvokäyttöön kannettava, mittausten aikana itsenäisesti toimiva, monipuolinen ja edullinen tiedonkeruujärjestelmä.

Järjestelmän tulee myös täyttää kiihdytysautoilun asettamat vaatimukset, jos se joskus asennetaan street-luokan ajoneuvoon. Ajon aikana ajoneuvossa ei saa olla tietokonetta, mutta erillisen tiedonkeruulaitteen käyttö on sallittu.

Tallennetut tiedot analysoidaan kannettavalla tietokoneella varikkoalueella, koska siellä ei välttämättä ole verkkovirtaa saatavilla.

Päättötyössä tiedonkeruulaite asennetaan ja sitä testataan normaalikäytössä olevassa Saab 900 -mallisessa henkilöautossa.

2 KAUPALLISIA TIEDONKERUUIJÄRJESTELMIÄ

Ensiksi kerrotaan yleistä tietoa autoelektroniikasta.

2.1 Autoelektroniikkaa

Elektroniikan käyttö ajoneuvotekniikassa on kehittynyt paljon niistä ajoista lähtien kun, karkeasti sanottuna ainoat sähköllä toimivat laitteet autoissa olivat starttimoottori ja ajovalot.

Sytytys

Polttomoottorissa oikea-aikaiseen ilmapolttonesteseoksen palamiseen tarvitaan sytytysjärjestelmä. Järjestelmät ovat muuttuneet täysin mekaanisista elektronisiin ja täyselektronisiin sytytysjärjestelmiin.

Täysin mekaanisessa järjestelmässä sytytysmuuntajassa eli puolassa aikaan saatua korkeaa jännitettä katkotaan mekaanisella kytkimellä. Kytkin, jota

kutsutaan katkojaksi, sijaitsee virranjakajassa. Virranjakajassa oleva mekaaninen pyörrin puolestaan jakaa sytytysjännitettä suurjännitejohdoille, joiden toisissa päissä ovat sytytystulpat. Sytytystulpat ovat moottorin sylinterin kannessa. Sytytystulppiin johdetun korkeajännitteen aiheuttama valokaari saa aikaan moottoriin syötetyn ilmapolttonesteseoksen palamisen. Sytytyshetki määräytyy moottorin pyörintänopeudesta ja kuormituksesta mekaanisten keskipako- ja alipainesäätimien mukaan. /2/

Transistorisytytysjärjestelmissä mekaanisesti toimivia osia on korvattu elektronisesti. Virranjakajan katkojan kärkien sähköinen ja mekaaninen kytkentäteho rajoittaa korkeajännitteen suuruutta. Näin ollen katkojan kärjet on korvattu puolijohdekomponentilla kuten suurtehotransistorilla. Katkojana toimivaa transistoria ohjataan elektronisesti. Ohjainlaite ohjaa transistoria tahdistimelta saatavan vaihtojännitteen perusteella. Tahdistimina käytetään joko induktioon tai Hall-ilmiöön perustuvia impulssiantureita. Tahdistin muodostaa moottorin pyörintänopeutta vastaavan vaihtojännitteen. Tahdistin on joko virranjakajan tai moottorin vauhtipyörän yhteydessä. On olemassa myös optiikkaan perustuvia tahdistusjärjestelmiä. Niissä virranjakajan akselilla olevalla ohuella reikälevyllä katkotaan ledin ja valotransistorin välissä kulkevaa valonsädettä. Näin aikaansaadaan digitaalinen ohjauspulssi sytytyksen ohjainlaitteelle. /1/, /2/

Elektronisessa sytytysjärjestelmässä sytytysajankohta ei enää määräydy mekaanisten säätimien perusteella, vaan se perustuu optimoituun elektroniseen sytytyssäätökäyrästään. Ohjainlaite on pientietokone, joka laskee moottorin pyörintätiedon ja kuormituksen perusteella tarkan sytytysajankohdan. Pyörintätietoa mitataan moottorin vauhtipyörältä impulssianturilla ja kuormitus saadaan selville moottoriin virtaavasta imuilmanpaineesta paineanturilla. Ohjainlaitteelle voidaan syöttää tarkkaan sytytyksensäätöön vaadittavia signaaleja, kuten esim. nakutustieto sekä moottorin- ja imuilman lämpötilat. /3/

Täyselektronisessa sytytysjärjestelmässä korkeajännitteen jakoa ei tehdä enää yhdeltä puoltalta mekaanisesti pyörintä käyttäen. Jokaista sylinteriä varten on oma yksittäiskipinäsytytyspuolansa. Järjestelmästä käytetään nimitystä jakajaton sytytysjärjestelmä. /3/

Polttoaineen suihkutus

Bensiininsuihkutuslaitteet ovat muuttuneet ensimmäisistä mekaanisista laitteista sähköisesti ohjattuihin suihkutussuoritusjärjestelmiin.

Ensimmäisissä mekaanisissa suihkutussuoritusjärjestelmissä moottorin ottaman imuilman määrä mitattiin täysin mekaanisesti. Mekaanisesti säädettiin myös polttonesteen määrän syöttäminen moottorille. Polttoaineen syöttö moottorille oli yhtäjaksoista. Mekaanista suihkutussuoritusjärjestelmää kehitettäessä vastaamaan tiukentuneita päästöarvoja lisättiin laitteistoon elektroniikkaa. Lambda-anturi on liitetty moottorin pakokaasujärjestelmään, josta se ilmoittaa pakokaasun happipitoisuuden. Ohjainlaite säätää laitteistoon kuuluvien antureiden antamien tietojen perusteella moottoriin syötettävän polttoaineen seossuhdetta. /1/

Sähköiset suihkutussuoritusjärjestelmät mittaavat moottoriin virtaavan imuilman määrän sähköisesti. Polttonestettä suihkutetaan jaksottaisesti moottoriin, tällöin saavutetaan pienempi polttoaineen kulutus kuin mekaanisella suihkutussuoritusjärjestelmällä. Ohjainlaite ohjaa polttoaineen suihkutusta optimoidun kuormituskartan pohjalta. /1/

Jarrujärjestelmä

ABS-järjestelmä estää pyörien lukkiutumisen jarrituksen aikana. Näin säilytetään ohjauskyky jarrutustilanteessa, jarrutusmatka lyhenee eikä ajoneuvo pääse pyörähtämään pysty akselinsa ympäri.

ABS-järjestelmällä ohjataan ajoneuvon tehostettua mekaanista jarrujärjestelmää. ABS-järjestelmällä on useita eri valmistajia. Pääpiirteittäin

järjestelmät toimivat kuitenkin samalla tavalla. Kaikista järjestelmistä löytyvät pyörien nopeusanturit, elektroninen ohjainlaite ja sähköhydrauliyksikkö.

Jokaisessa pyörässä on oma tunnistimensa. Pyörien nopeuden tunnistukseen käytetään induktiivista anturia sytytysjärjestelmän tapaan. Pyörän nopeudentunnistimen pyörivä osa, hammastettu pyörä, pyörii ajoneuvon pyörän akselilla. Induktiivinen anturi pysyy paikoillaan lähellä hammastettua pyörää ja muodostaa pyörän nopeutta vastaavan vaihtojännitteen.

Elektroninen ohjainlaite on mikrotietokone, joka ohjaa sähköhydrauliyksikköä antureilta saatujen tietojen mukaan.

Sähköhydrauliyksikkö koostuu magneettiventtiileistä, pumpusta ja sen sähkömoottorista. Pumpulla muodostetaan ohjainlaitteen säätämä jarrupaine. Ohjainlaitteen ohjaamalla magneettiventtiileillä syötetään mekaaniseen jarrujärjestelmään jarrupainetta kulloisenkin jarrutustilanteen vaatimalla tavalla. Esim. hätäjarrituksen aikana magneettiventtiilit katkovat mekaaniseen jarrujärjestelmään syötettävää jarrupainetta niin, että pyöriä jarrutetaan jaksoittain suurella jarruvoimalla ja jaksoittain pyörän annetaan pyöriä vapaasti. Jonkin pyörän pyöriessä muita hitaammin vaikkapa ajoradan liukkauden vuoksi pyörän mekaaniseen jarruelementtiin syötettävää jarrupainetta lasketaan.

ABS-järjestelmien osien integrointiaste on nykyään korkea. Elektronisten ohjainlaitteiden koko on pienentynyt ja niitä on integroitu sähköhydrauliyksiköiden yhteyteen. /3/

Luistonesto- ja ajonvakautusjärjestelmä

Luistonestojärjestelmä toimii yhdessä ABS-järjestelmän kanssa ja käyttää sen pyörien nopeusantureita ja magneettiventtiileitä.

Moottorin vaihteiston tasaussyöröstön vuoksi liukkaalla alustalla oleva vetävä pyörä pyörii tyhjä. Luistonestojärjestelmän ohjainyksikkö saa vetävien pyörien nopeusantureilta tiedon, että pyörän nopeus on suurempi kuin ajoneuvon nopeus. Ohjainyksikkö ohjaa magneettiventtiilillä jarrupainetta tyhjä pyörivän pyörän mekaaniseen jarruelementtiin, kunnes molemmat vetävät pyörät pyörivät yhtä nopeasti.

Luistonestojärjestelmä ohjaa elektronisesti polttoaineen suihkutusta. Luiston aikana pienennetään moottorin antamaa voimaa vetäville pyörille, esim. ohjaamalla polttoainesuihkutusjärjestelmän kaasuläppää.

Ajonvakautusjärjestelmä on ABS- ja luistonestojärjestelmän jatke. Järjestelmässä on poikittaiskiihtyvyyden tunnistava anturi ja ohjauspyörän asennon tunnistin, joilta saadun tiedon perusteella järjestelmä tunnistaa, mikäli ajoneuvo on lähdössä sivuluisuun. Ajonvakautusjärjestelmä käyttää em. järjestelmiä jarruttamaan pyörien nopeutta ja vähentämään vetävien pyörien voimaa. /3/

Turvalliset

Etuistuinten matkustajien turvavyöjen ja turvavyön kiristimien lisäksi autoihin on tullut suojalaitteita, kuten sivutörmäystyyny ja turvaverhot. Turvavyöillä ja turvavyön kiristimillä vähennetään kolaritilanteessa päähän ja rintaan syntyviä vammoja. Turvajärjestelmät ovat joko itsenäisesti toimivia tai keskitettyjä.

Ensimmäiset turvavyöjärjestelmät olivat itsenäisesti toimivia. Kuljettajan ohjauspyörä sisälsi kaikki tarvittavat komponentit: törmäystunnistimen, sytyttimen, kaasunkehittimen ja tyynypussin. Törmäystunnistimen havaittua törmäyksen sytytetään pienellä räjähdysainemäärällä tabletteina oleva kemikaali, joka palaessaan aiheuttaa suuren määrän kaasua. Kaasu johdetaan laskostettuun tyynypussiin, joka täyttyy nopeasti ja tulee esiin ohjauspyörän keskiöstä. Turvavyö vähentää kuljettajan iskeytymistä eteenpäin.

Turvavyön kiristin poistaa törmäyshetkellä turvavyön välyksen ja näin pienentää matkustajien eteenpäin kohdistuvaa liikettä. Kiristimissä oleva pieni panos sytytetään joko mekaanisesti tai sähköisesti. Panos on sylinterissä, jossa oleva mäntä on liitetty turvavyöhön. Panoksen räjähdyksessä aiheuttama kaasutyöntää mäntää ja turvavyö kelautuu entistä kireämmälle. Mekaanisesti toimiva turvavyönkiristin on itsenäisesti toimiva laite. /3/

Uudemmat 90-luvun turvalaitteet ovat keskitettyjä. Järjestelmään liitettyjä turvalaitteita ohjataan ja valvotaan elektronisella ohjainlaitteella.

Tiedonsiirtoväylät

Nykyään edellä esitetyt elektroniset järjestelmät voidaan toteuttaa käyttäen ajoneuvoväylää. Jaettaessa anturitiedot kaikkien niitä tarvitsevien järjestelmien kesken väylän kautta käytettävien johtosarjojen määrää vähenee.

ABS-järjestelmän pyörien nopeusantureiden antama tieto välitetään väylän kautta luistonestojärjestelmän käyttöön. Väylä mahdollistaa eri säätöjärjestelmien yhteiskäytön, esim. sytytys- ja polttoaineensuihkutusjärjestelmät. CAN (Controller Area Network), digitaalinen tiedonsiirtoväylä, on yksi yleisesti käytössä oleva väylästandardi.

2.2 National Instrumentin tuotteita

Ensimmäinen vaihe tiedonkeruujärjestelmää suunniteltaessa oli ottaa selvää tarjolla olevista järjestelmistä. Eräs henkilö vihjasi, että National Instrumentsin laitteisto saattaisi käydä myös tähän tarkoitukseen.

Käytettävissä oleviin järjestelmiin tutustuttiin lähinnä Internetin ja harrasteautolehtien kautta.

2.2.1 Tietokone ja PCMCIA-tiedonkeruukortti

Edellä mainittu henkilö tekee päättötyökseen National Instrumentsin PCI-väyläiseen tiedonkeruukorttiin perustuvan työn. Ensiksi selvitettiin, olisiko mahdollista käyttää samankaltaista laitteistoa ajoneuvokäytössä.

Yksi tämän päättötyön tiedonkeruujärjestelmälle asetetuista vaatimuksista on kannettavuus, koska tiedonkeruu tapahtuu ajoneuvon ollessa liikkeessä. PCI-väyläistä tiedonkeruukorttia ei siis voitu käyttää.

Kannettavan tietokoneen yhteydessä väylävaihtoehdot ovat PCMCIA- ja USB-väylä.



Kuva 1 PCMCIA-kortti, koko 85.6mm x 54mm x 5mm /4/

DAQCard-6024E (kuva 1) on PCMCIA-kortti, joka toimii joko tietokoneessa tai kämmentietokoneessa. Kanavia on yli vaaditun määrän eli 16 analogista ja kahdeksan digitalista kanavaa.

Analogisten sisäänmenojen jännitealue on -10... +10 V, joka on sopiva ajoneuvokäyttöön, digitaalisten kanavien 0-5V.

Pienikokoisen PCMCIA-tiedonkeruukortin hinta (725€) on lähes viisinkertainen halvimpiin USB-tiedonkeruulaitteisiin nähden. Lisäksi kortti tarvitsee ulkoisia kytkentöjä varten sovitekappaleita ja suotimia.

Tiedonkeruukortti ei ole itsenäisesti toimiva laite. Käyttöjännitteensä se ottaa tietokoneesta, johon se on kytketty. Saman liittymän kautta kortti käyttää tallennukseen tietokoneen massamuistia. Näin ollen kyseistä tiedonkeruukorttia ei voida käyttää. /4/

2.2.2 Tietokone ja USB-tiedonkeruukortti



Kuva 2 USB-6008 kotelolla ja ilman /5/

Laitteessa on kahdeksan analogista sisäänmenoa ja kaksi uloslähtöä. Sisäänmenojen jännitealue, $-20...+20$ V, on sopiva ajoneuvokäyttöön. Digitaalisia I/O-kanavia on 12 kappaletta. Niiden jännitealue on sama kuin PCMCIA-tiedonkeruukortilla.

USB-6008 (kuva 2) on halvin National Instrumentsin USB-väyläinen tiedonkeruukortti (155€). /5/

USB-tiedonkeruukortti on kuitenkin samanlainen antureiden ja tietokoneen välissä oleva liityntälaitte, kuten em. PCMCIA-kortti. Kyseistä USB-korttiakaan ei siis voida käyttää tiedonkeruujärjestelmän pohjana.

2.3 Race Tecnologyn tuotteita

Eräässä harrasteautolehdessä kerrottiin Race Tecnologyn kiihtyvyytesteristä. Laitteita tuo maahan ja myy T.Muukkonen Oy. Seuraavassa kerrotaan lisää englantilaisen valmistajan tuotteista.

AC22 ja AP22

Laitteet ovat kiihtyvyyssantureihin perustuvia kiihtyvyytestereitä. Näillä testereillä voidaan mitata auton suorituskykyä: kiihtyvyyksiä halutuilla matkoilla tai nopeuksilla ja sivuttaiskiihtyvyyksiä. Laitteet kertovat myös mittausajon jälkeen maksimitohon ja g-voimapiikin.



Kuva 3 AC-22 näyttö ja käyttönappi /6/

AC22 näyttää edellä luetellut tiedot laitteessa olevalla LCD-näytöllä (kuva 3). Laite ei voi tallentaa usean testiajon tietoja. Se nollautuu automaattisesti ennen uutta ajoa. Laitteen hinta on 248€.

AP22-perusmallin laitteelle voidaan tallentaa perusversiossa maksimissaan 999 testiajoa. Laitteessa on dataliitäntä tietokonetta varten, mikä mahdollistaa tietojen graafisen tarkastelun suoraan tietokoneen näytöltä. Laitteeseen on ostettavissa lisämuistia, jolloin tallennuskapasiteetti kasvaa, ja GPS-vastaanotin, jonka avulla saadaan entistä tarkempia mittaustuloksia. Perusmalli ilman GPS-vastaanotinta maksaa 298€. /6/, /9/

Lehden testissä AC22 menestyi mainiosti viralliseen ajanottolaitteeseen verrattuna. Virhemarginaali oli 1 %:n luokkaa. /7/

AC22 ja AP22 ovat kuitenkin vain kiihtyvyydestereitä, joten ne eivät pysty tallentamaan minkään ulkopuolisen anturin antamaa tietoa. Laitteet eivät siis täytä asetettua tiedonkeruujärjestelmän vaatimusta.

AX22

Laite toimii em. laitteiden tapaan kiihtyvyydestesterinä mutta myös tiedonkeruulaitteena. AX22:ssa on sisäänrakennettu GPS-vastaanotin, jonka tarkkuus on 5Hz. GPS:n avulla voidaan ajetusta radasta tehdä kartta. Sen avulla on mahdollista katsoa kerätyt tiedot radan halutusta pisteestä.

Laitteeseen on valittavissa tiedonkeruun sisäänmenoiksi moottorin kierrosluvun lisäksi sarjaliitintä moottoritietoja ECU-/OBDII varten.



Kuva 4 AX22, kiinnitysteline ja GPS-antenni

AX22:ssa on edellisistä poiketen taustavalaistu LCD-näyttö (kuva 4). Laite tallentaa tiedot muistikortille, jolta ne luetaan tietokoneelle analysointia varten. Laitteeseen on saatavilla uloslähtö erilliselle koelaudalle sijoitettavalle näytölle, videoille tai telemetrialaitteelle. AX22 on 995€:n hinnan puolesta ammattilaisille tarkoitettu laite. /8/, /9/

DL90

DL90 on niin ikään tiedonkeruulaite, joka sisältää kiihtyvyyssanturit. GPS-vastaanotin on ulkopuolinen. Sen tarkkuus on 1Hz. Mallissa ei ole LCD-näyttöä (kuva 5).



Kuva 5 DL90

Laitteessa on vakiosisäänmenoina kaksi analogista, yksi digitaalinen ja yksi oma kanava moottorin kierrosluvulle. Valittavissa on lisäksi pyörien pyörimisnopeus. Laite tallentaa kerätyn datan muistikortille.



Kuva 6 Näyttölaite Dash1, joka voidaan asentaa ajoneuvon kojelautaan

Lisävarusteena laitteeseen on saatavissa erillinen Dash 1 -näyttö (kuva 6), joka maksaa noin 700€. DL90 on niin ikään ammattikäyttöön tarkoitettu (810€).

/9/, /11/

DL1



Kuva 7 DL1 ja GPS-antenni

Laitteessa (kuva 7) on kahdeksan 12-bittistä analogista kanavaa, kaksi kierroslukukanavaa, neljä pyörimistunnistinkanavaa, sarjaliitäntä ECU-/OBDII-tietoja varten ja ulosotot näyttölaitteille. Laite tallentaa kerätyt tiedot DL90:n tapaan muistikortille.

DL1:ssä on enemmän sisäänmenokanavia kuin DL90:ssä. Se näkyy myös laitteen hinnassa (995€). /9/, /10/

2.4 Nologyn tuotteita

Etsittäessä halvempia tiedonkeruulaitteita löydettiin pieni kalifornialainen Nology Engineering yritys. Suomeen laitteita tuo Kaasutin Expertti ja jälleenmyyjä on ympäri maata. Seuraavassa ovat esittelyt kolmesta Nologyn laitteesta.

PDA-Dyno

PDA-Dyno on dynamometri, eli se ilmoittaa ajoneuvon suorituskyvyn. Laite on liitäntäyksikkö (kuva 8), joka liitetään kämmentietokoneeseen.



Kuva 8 PDA-Dynon asennussarja /13/

Liitäntäyksikköön kytketään johto ajoneuvon OBDII-diagnostiikkapistokkeesta. Laite ei itsessään sisällä mitään antureita vaan kerää tiedot ajoneuvon omilta antureilta.

Kerätyt tiedot on nähtävissä kämmentietokoneen näytöltä graafisina muodossa. Laitteen käyttöön tarvitaan kämmentietokone, eikä se toimi vanhakoissa ajoneuvoissa, joissa ei ole OBDII-pistoketta.

G-Dyno

Laite on Race Tecnologyn AP22:n tapainen kiihtyvyydesteri, jossa on sisäänrakennettu kaksisuuntainen kiihtyvyyssanturi. G-Dynossa ei ole näyttöä (kuva 9).



Kuva 9 G-Dyno ja kierrosluvun mittaukseen käytettävät johdot /14/

Laitteella voidaan mitata auton teho ja vääntömomentti, kiihtyvyys 0-100km/h ja hidastuvuus 100-0km/h, ajat ja loppunopeudet 200m:n ja 400m:n matkoilta sekä kiihtyvyyksien g-voimat.

Kerätyt tiedot ovat analysoitavissa tietokoneella joko graafisesti omassa ohjelmassaan tai Excel-taulukkona.

Laite ei pysty tallentamaan mitään ulkopuolisen anturin antamaa tietoa, joten se ei täytä asetettuja vaatimuksia. Hintaa laitteella on 333€. /12/, /14/

G-Dyno Plus

Perusominaisuuksiltaan laite on G-Dynon tapainen kiihtyvyystesteri, mutta sen mittausalueet ovat laajemmat.



Kuva 10 G-Dyno Plus-paketti GPS-vastaanottimella

Lisäksi laitteessa on tiedonkeruulaite. Laitteessa on 11 kanavaa, joiden vihreät liittimet sijaitsevat päälikannessa (kuva 10). Analogisia kanavia on seitsemän ja ne ovat 10-bittisiä. Digitaalisia kanavia laitteessa on neljä. Analogisilla kanavilla voidaan mitata esim. käytetyn polttoaineen seossuhdetta, polttoaineensyötön kaasuläpän asentoa, lämpötiloja ja paineita. Kanavien jännitealueet ovat: 1 kanava 12 V, 3 kanavaa 5 V ja 3 kanavaa 2,5 V.

Digitaalisia kanavia voidaan käyttää esim. ruiskutussuuttimien pulssien ja pyörien pyörimisnopeuksien mittaamiseen sekä vaihteen tunnistukseen.

Laitteessa on moottorin kierrosluvun mittaamista varten oma kanava. Kierrosluvun mittaukseen käytetyt johdot ovat kuvan (kuva 10) vasemmassa reunassa.

Tiedon tallennukseen laite käyttää standardi SD-muistikorttia. Pakkauksen mukana tulevalle 16MB:n kortille mahtuu kolme tuntia tallennettua dataa. Laitteessa voidaan käyttää maksimissaan 128MB:n muistikorttia, jolle mahtuu kerättyä dataa 12 tunnin edestä.

Laitteeseen on saatavana GPS-vastaanotin (kuva 10), jonka avulla laitteesta saadaan entistä tarkempi ja ajetusta radasta voidaan tehdä kartta Race Tecnologyn laitteiden tapaan. Lisälaitteen hinta on 320€.

G-Dyno Plus maksaa 529€. Laite on ominaisuuksiltaan ja hinnaltaan paras valinta haluttuun tarkoitukseen. /12/, /15/

3 VALITTU JÄRJESTELMÄ JA INSTALLOINTI

3.1 Tiedonkeruulaitteen asennus

Tiedonkeruulaite tulee asentaa vaakatasoon ajoneuvon etuosaan ja mielellään lähelle ajoneuvon lattiaa. Ohjekirjan mukaan laitetta voi väliaikaisesti pitää esimerkiksi koelaudan päällä tai lattialla. Auton kojelaudalla laite ei ole kuitenkaan tarpeeksi vaakatasossa.

Ensimmäisillä testiajoilla laitetta pidettiin auton lattialla ilmanjakokanavan päällä (kuva 11). Paikka ei kuitenkaan ollut hyvä. Laite ei ollut vaakatasossa ja tiukahkossa kaarteissa laite liukui auton lattialle. Lattia osoittautui parhaaksi väliaikaiseksi käyttöpaikaksi laitteelle.



Kuva 11 Ilmanjakokanava

Laitteelle päätettiin tehdä pieni teline entistä parempien mittausten saamiseksi ja johtojen piilottamiseksi. Tähän tarkoitukseen sopii varaosa-auton keskikonsolin säilytyslokero (kuva12). Keskikonsolia tullaan edempänä hyödyntämään öljynpainemittarin asennuksessa.

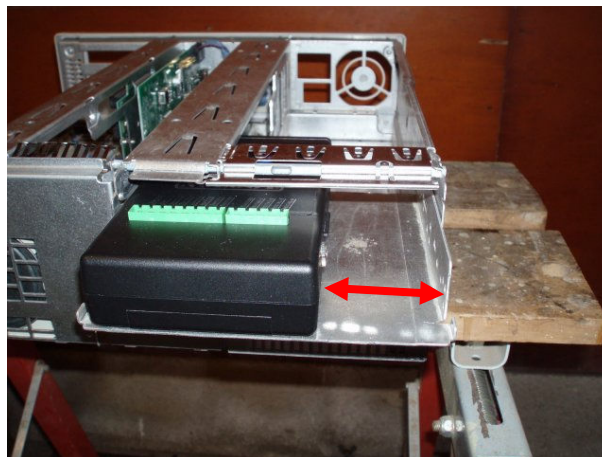


Kuva 12 Varaosa-auton keskikonsoli

Kojelaudan alaosassa olevan tuhkakupin kiinnitysniitit porattiin pois.

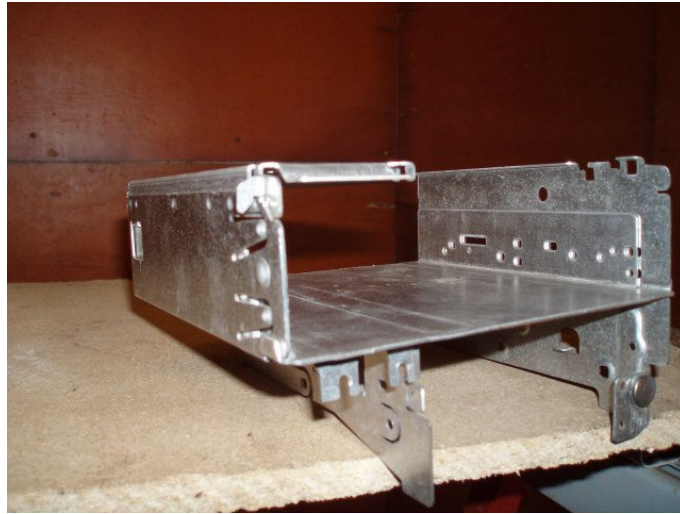
Keskikonsolin etuosa sovitettiin paikoilleen. Keskikonsoli tulee ylhäältä kiinni kojelaudan alaosan keskikohdassa olevalla pultilla. Alhaalta keskikonsoli tulee kiinni kahdella ruuvilla varta vasten autossa olevaan kiinnitysrautaan.

Etsittäessä sopivaa kiinnitysmekanismia säilytyslokeroon sisälle mitattiin vanhan tietokoneen kotelosta cd-rom-aseman kehikon leveys (kuva 13). Leveys oli 145mm, joten alusta mahtuu säilytyslokeroon sisälle. Muistikortti voidaan ottaa pois ja panna takaisin irrottamatta itse laitetta alustasta, koska alusta on 50mm leveämpi kuin tiedonkeruulaitteen kotelo.



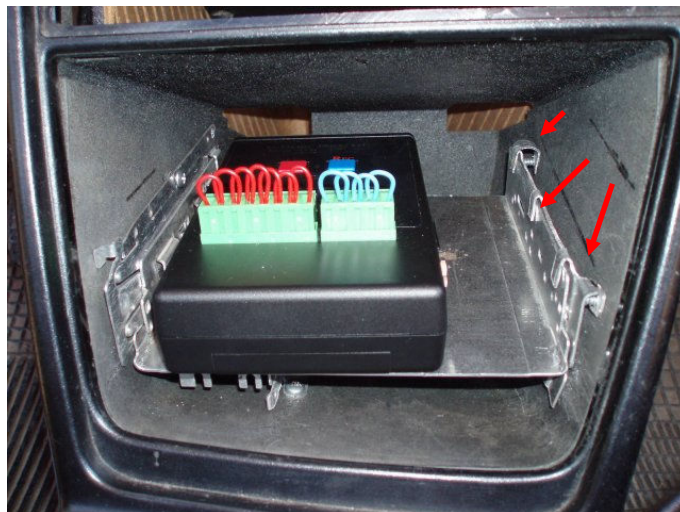
Kuva 13 Tiedonkeruulaitteen telineen etsintää

Cd-rom-aseman kehikko irrotettiin tietokoneen rungosta. Aseman kehikko katkaistiin sopivan mittaiseksi kulmahiomakoneella (kuva 14). Kehikon vasemmasta puolesta piti poistaa yläosa, koska se oli tiedonkeruulaitteen sisäänmenojen johtojen tiellä. Yläosa poistettiin poraamalla pistehitsauskohdat auki.



Kuva 14 Lyhennetty cd-rom-aseman kehikko

Vasemmanpuoleisen reunan alaosa täytyi lyhentää ja taivuttaa, jotta saatiin kiinnityskohta säilytyslokeroon pohjaan. Oikeanpuoleisen reunan yläosaan tehtiin kulmahiomakoneella seitsemän pystysuoraa leikkausta. Leikkausten väliin jääneet palat taivutettiin poikki ja katkaisukohdat hiottiin tasaisiksi. Pystyyn jääneistä korvakeista taivutettiin kaksi edestä katsottuna (oikealle kiinnitystä varten) ja kolme vasemmalle (kiskoiksi tiedonkeruulaitteen alustalle) (kuva 15).



Kuva 15 Telineen testausta

Telineen paikoilleen asettamista testattiin tiedonkeruulaitteen kanssa (kuva 15). Laitteessa oleva tasoledi sammuu laitteen ollessa vaakatasossa. Käsivaralla

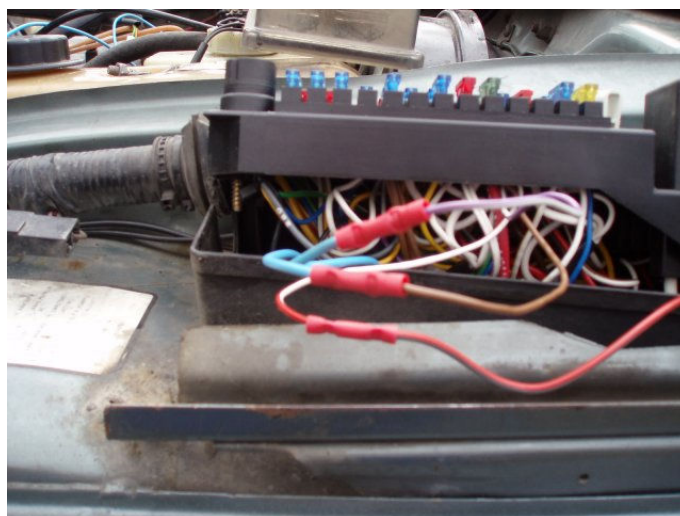
haettiin kohta, jossa tasoledi sammuu. Tussilla merkittiin säilytyslokeron seiniin kohdistusmerkit. Vasemmanpuoleinen sivu kiinnitettiin ruuveilla ylä- ja alaosista kiinni. Testattiin, onko teline vaakatasossa. Tämän jälkeen kiinnitettiin oikea puoli. Ruuvit kiinnitettiin säilytyslokeron ulkopuolelta sisäpuolelle.

Alusta toimi halutulla tavalla. Se on mahdollista vetää pois telineestä. Testauksen jälkeen ruuvit irrotettiin ja sivut sekä alusta maalattiin mustalla maalilla. Maalin kuivuttua osat koottiin yhteen.

Ruuvikiinnityksen lisäksi säilytyslokero oli syytä liimata kiinni kehykseensä, koska teline lisäsi kotelon painoa.

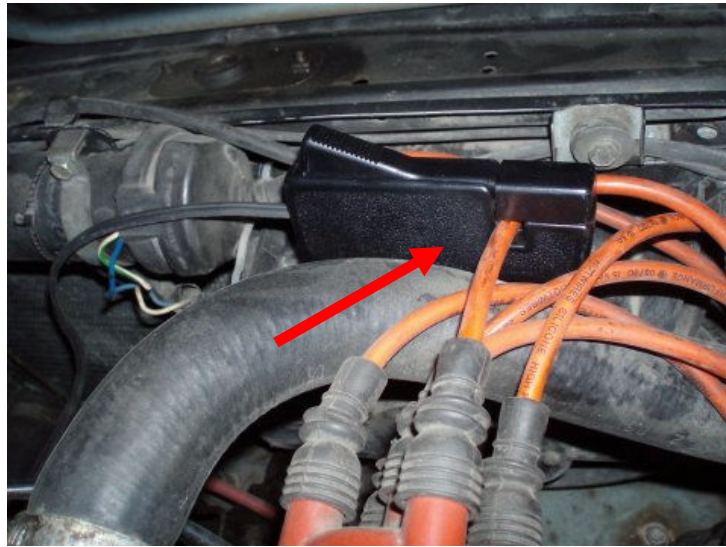
Sähköinen asennus

Tiedonkeruujärjestelmään liitettäviä ulkoisia sensoreita varten päätettiin auton sulakerasiaan lisätä oma sulake. Toinen sulakkeenpidin otettiin varaosa-auton sulakerasiasta ja painettiin paikoilleen. Sulakerasialta vietiin auton matkustamon puolelle kaksi +12V:n syöttöä ja kierroslukutiedon johto sytytyspuoltopistokkeelta (kuva 16). Moottoritilaan vietiin yksi +12V:n syöttö.



Kuva 16 Sulakerasiaan tehdyt abikoeliitokset

Tiedonkeruujärjestelmä mittaa omalla kanavallaan kierroslukunopeutta. Kierroslukusignaali otetaan joko suoraan sytytyspuolan miinuskaapelista tai induktioanturilta (kuva 17), joka on kiinnitetty yhden tulpanjohdon ympärille. Tässä tapauksessa päätettiin käyttää induktioanturia.



Kuva 17 Induktioanturi tulpanjohdon ympärillä

Induktioanturin muovikuoret lämpenevät moottorin lämpötilan vuoksi. Anturia ei näin ollen pidetä paikoillaan muulloin kuin mittauksien aikana.

Moottorin ohjaamoon tulevat johdot kuljetettiin koelaudan alaosaan takaa ja otettiin alas vanhasta tuhkakupin valoreiästä (kuva 18).



Kuva 18 Tiedonkeruulaitteelle liitettävät johdot

3.2 Ulkoisten sensoreiden asennus

Laitteeseen voidaan kytkeä 11 ulkoista anturia. Seuraavassa esitellään tehtyjä anturivalintoja. Tiedonkeruujärjestelmän lohkokaavio on esitetty liitteessä (LIITE 1).

3.2.1 Valittut sensorit

Päättötyössä päätettiin hyödyntää projektiauton ja varaosa-auton, vuosimallia 1984 olevan Saab 900 turbon, osia. 20 vuotta vanhoista autoista löytyy jo muutamia antureita.

3.2.2 Imusarjanpaineen mittaaminen

Ensiksi kaavailtiin, että käytetään turbo-Saabin ahtopaineentunnistinta projektiauton imusarjanpaineen mittaamiseen.



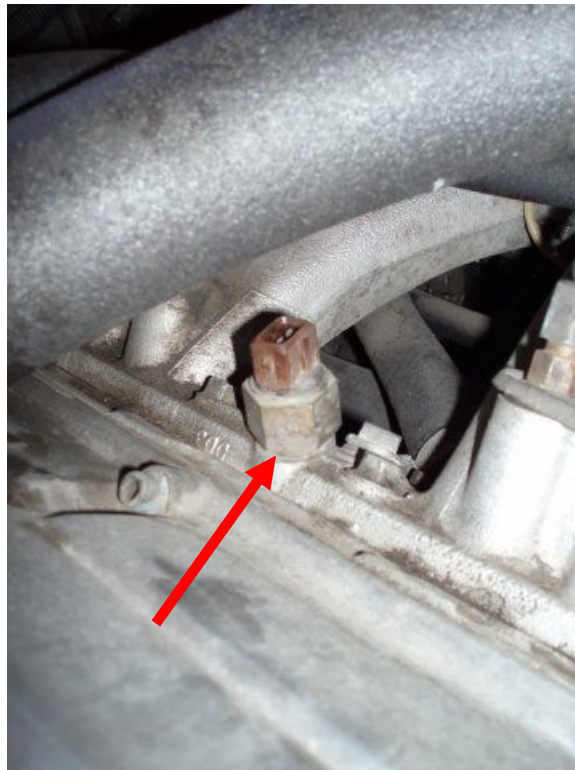
Kuva 19 Ylipaineentunnistin

Kyseinen VDO:n valmistama paineentunnistin (kuva 19) ei kuitenkaan soveltunut käytettäväksi väärän painealueensa (0-1,5bar) vuoksi.

Turboahdettujen autojen imusarjassa vallitsee ylipaine, toisin kuin ahtamattomien autojen imusarjassa, jossa vallitsee alipaine. Vaihtoehtoisten alipaineentunnistimien jännitealueet olivat vääriä ja hinnat olivat luokkaa 80...200€, joten kyseinen paine jätettiin mittaamatta.

3.2.3 Lämpötilojen mittaus

Autosta löytyy kolme lämpötila-anturia, jotka mittaavat moottorin jäähdytysnesteen lämpötilaa. Yksi sijaitsee jäähdyttimessä ja kaksi moottorin kannessa. Kannen antureista päätettiin käyttää keskellä kantta, imusarjan puolella olevaa anturia (kuva 20).



Kuva 20 Lämpöanturi imusarjan keskellä

Anturi on Boschin lämpökytkin, jota polttoaineenruiskutuslaitteisto on käyttänyt polttoaineseoksen rikastukseen. Aiemmin ruiskunvaihdon yhteydessä käyttämättömäksi jäänyt lämpöanturi sai näin uuden tehtävän.

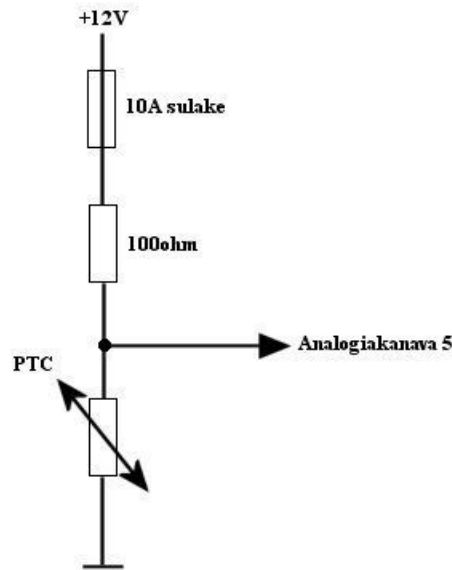


Kuva 21 Lämpöanturin mittauskytkentä

Lämpöanturin resistanssin muutokset mitattiin käyttäen kahta yleismittaria, hiustenkuivaajaa ja kuumailmapuhallinta (kuva 21). Yleismittari liitettiin sokeripalalla lämpöanturin liittimeen mittamaan resistanssia. Toisella yleismittarilla mitattiin lämpöanturin pinnan lämpötilaa lämpövastuksen avulla. Saadut mittaustulokset ovat nähtävissä liitteessä (LIITE 2). Mittaukset tehtiin 10 °C:n lämpötilassa, ja sitä kylmempiä lämpötiloja varten lämpöanturia pidettiin jonkin aikaa pakastimessa.

Lämpöanturi on tyypiltään kytkin, jonka resistanssi on 73Ω yli 33 °C:n lämpötiloilla, kuten nähdään kuvaajasta (LIITE 2). Kyseinen lämpökytkin ei oikein sovellu käytettäväksi moottorin jäähdytysnesteen mittaukseen, koska jäähdytysnesteen lämpötila on 90 °C:n luokkaa ja neste lämpenee nopeasti.

Lämpöanturia testattiin jäähdytysnesteen mittaukseen tiedonkeruujärjestelmässä seuraavalla kytkennällä (kuva 22).



Kuva 22 Lämpöanturin kytkentäkaavio

Tiedonkeruulaitteen analogiakanavan +5V:n jännitetason takia anturille syötettävää +12V:n käyttöjännitettä alennettiin sarjavastuksella.

Sarjavastuksen laskemiseen käytettiin kahden vastuksen jännitejaon kaavasta (1) johdettua kaavaa (2). Vastuksen arvoksi saatiin 100Ω. Tällöin analogiakanavaan syötettävä jännite lämpöanturin maksimiresistanssilla 73Ω on +5V.

$$\frac{R1}{R1 + R2} * U_{CC} = U_{R2} \quad (1)$$

jossa R1 ja R2 ovat vastuksia, U_{CC} käyttöjännite ja U_{R2} vastuksen R2 yli vaikuttava jännite

$$R1 = \frac{R2 * U_{CC}}{U_{R2}} - R2 = \frac{73\Omega * 12V}{5V} - 73\Omega = 102,2\Omega \approx 100\Omega \quad (2)$$

Tiedonkeruulaitteella tehdyt mittaustulokset ovat nähtävissä liitteessä (LIITE 3).

Graafisesta kuvaajasta nähdään, että anturin antama jännite nousee seitsemässä sekunnissa +5V:iin. Toisin sanoen anturi ylittää lämpötilan, jonka jälkeen resistanssi pysyy samana.

Mittaustuloksista laskettiin lämpöanturin yli vaikuttavasta jännitteestä anturin resistanssi johtamalla se kaavasta (1) kaava (3).

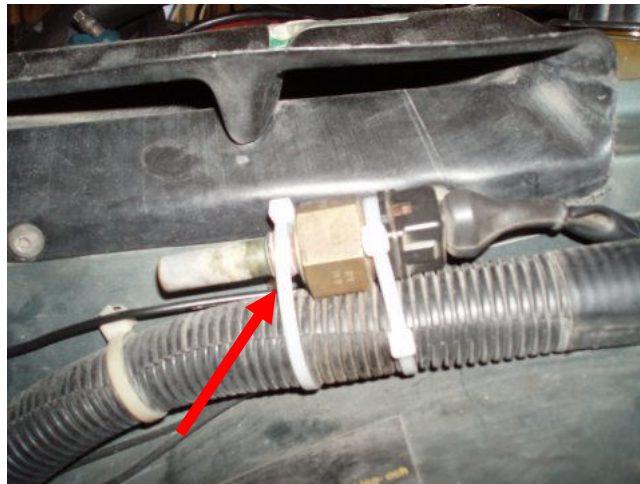
$$R1 = \frac{-U_{R2} * R2}{U_{R2} - 12V} \quad (3)$$

Tiedettäessä lämpöanturin resistanssi katsotaan sitä vastaava lämpötila liitteestä (LIITE 2). Esim. U_{R2} on 3,59V

$$R1 = \frac{-3,59V * 100\Omega}{3,59V - 12V} = 42,7\Omega$$

Tällöin lämpöanturiin vaikuttavaksi lämpötilaksi saadaan +30 °C:ta, kun otetaan huomioon ulkoilmalämpötila +20 °C:ta.

Anturia päätettiin kuitenkin käyttää. Ylimääräinen samanlainen anturi siirrettiin mittaamaan imuilman lämpötilaa ilmanpuhdistimen ilmanoton edestä (kuva 23). Todellisessa järjestelmässä esim. polttoaineen suihkutuksessa käytetään erimallista lämpöanturia ja ilman lämpötila mitataan imusarjasta.



Kuva 23 Lämpöanturi ilmanpuhdistimen ilmanoton alapuolella

Mittaustulos on nähtävissä liitteessä (LIITE 4). Tiedonkeruu on otettu 40 sekunnin ajalta noin kahden minuutin päästä kun moottori on käynnistetty +20 °C:n ulkolämpötilassa.

3.2.4 Nakutuksen mittaus

Vuoden 1982 Saab 900 turbo APC:sta (Automatic Performance Control) lähtien on Saabin turbomoottoreissa ollut nakutusanturi. Nakutusanturi tunnistaa moottorissa tapahtuvan nakutuksen, jota esiintyy eritoten ahdettujen autojen moottorissa mutta myös ahtamattomissa kovan kuormituksen aikana, karstoittuneella moottorilla, vääräoktaanisella polttoaineella tai sytytysennakon ollessa pielessä. Nakutusanturi on pietsosähköinen anturi eli se ilmoittaa mekaanisesta värinästä resistanssin muutoksena. /1/, /16/, /17/

APC-järjestelmä ohjaa ahdetussa moottorissa magneettiventtiilillä ahtopainetta. Järjestelmään syötetään moottorin kierrosluku, ahtopaine em. paineentunnistimelta ja nakutustieto nakutusanturilta. Järjestelmän havaitessa nakutusta alennetaan ahtopainetta avaamalla magneettiventtiili, jolloin ahtopaine laskee.

Varaosa-auton nakutusanturia testattiin kopauttamalla moottorin lohkoa vasaralla anturin vierestä. Samalla mitattiin resistanssia anturin liittimistä. Resistanssi aleni, joten anturi osoittautui toimivaksi.

Seuraavaksi varaosa-autosta irrotettiin nakutusanturi ja APC-ohjainyksikkö johtosarjoineen. Nakutusanturi asennettiin paikoilleen moottorin lohkon imusarjan alle (kuva 24).



Kuva 24 Nakutusanturi moottorin lohkon kyljessä

Anturiin kytkettävä suojattu johto vietiin moottoritilasta auton ohjaamoon.

APC-ohjainyksikköön kytkettiin sen vaatima +12V:n käyttöjännite, maadoitus kahteen kohtaan, johdot nakutusanturilta ja kierroslukutieto. /17/

Ohjainyksikön käyttöjännite liittimen 14 sekä liittimen 5 välille lisättiin nakutuksen ilmoittava ledi 550Ω:n etuvastuksen kanssa. /17/

Tässä käytössä ohjainyksikkö ei säädi mitään vaan ilmoittaa ledin syttymisellä havaitusta nakutuksesta (kuva 25). APC-järjestelmän liittäminen tiedonkeruujärjestelmään on esitetty liitteessä (LIITE 5).



Kuva 25 APC-järjestelmän nakutusledi koelaudassa

APC-ohjainyksikkö asennettiin keskikonsolin säilytyslokeron yläpuolella olevaan tyhjään tilaan.

APC-ohjainyksikön liittimeen 14 vaikuttaa noin 12V:n suuruinen jännite. Nakutuksen ilmoittavan ledin katodilla liittimessä 5 vaikuttaa noin 10V:n jännite. Nakutuksen aikana jännite putoaa 0V:iin eli nakutuksesta ilmoittava ledi maadoittuu ja syttyy palamaan nakutuksen ajaksi.

Tiedonkeruulaitteen analogiakanavan liittimeen vietiin ledin katodilta jännitetieto. Jännitettä alennettiin vastusketjulla, jonka yhteenlaskettu resistanssi on $1M\Omega$, jotta jännite saatiin vastaamaan tiedonkeruulaitteen analogiakanavan jännitetasoa +12V.

Normaalitoiminnan aikana tiedonkeruujärjestelmän analogiakanavaan vaikuttaa noin 1,7V:n jännite (LIITE 7).

3.2.5 Öljynpaineen mittaus

Auton oma öljynpaineanturi ilmoittaa vain liian alhaisesta öljynpaineesta. Jos arvo 0,3-0,5bar alittuu, koetauluun syttyy merkkivalo. /16/

Öljynpaineen mittausta varten ostettiin öljynpainemittarisarja (kuva 26) Biltemasta.



Kuva 26 Sähköisen öljynpainemittarin asennussarja

Saab 900 mallin 8-venttiilisen moottorin vuosimallien 1984 ja 1985 suurin ja ainoa ero on starttimoottorin paikan siirtyminen pakosarjan alta imusarjan alle. Auton öljynpaineanturi sijaitsee öljynsuodattimen jalassa (kuva 27). /16/



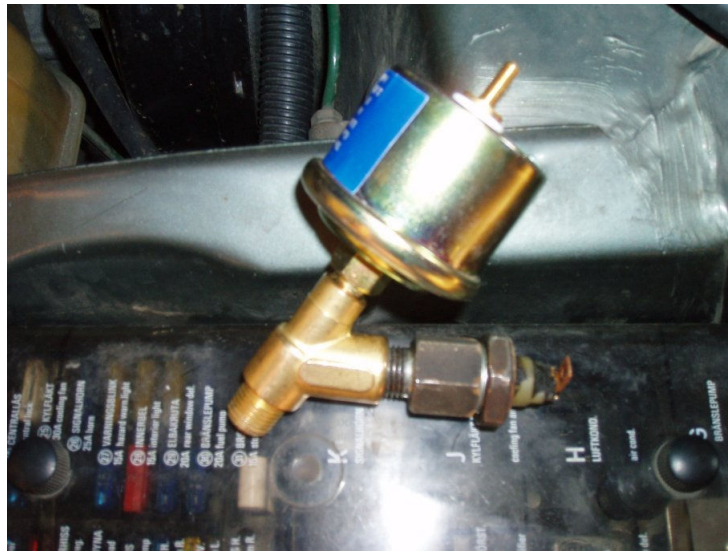
Kuva 27 Öljynpaineanturi öljynsuodattimen yläpuolella

Moottorinlohkossa olevat kierteet ovat kokoa M14. Öljynpainemittarisarjan anturin kierteet ovat 1/8-37 joten tarvittiin adapteri. Sopivaa adapteria kysyttiin ensiksi Teollisuus Etolasta, mutta siellä kävi ilmi, että hydraulikassa ja pneumatiikassa käytetään eri kierteitä kuin autoissa. Autoissa käytettävien kierteiden nousukulma on jyrkempi. Sopiva adapteri löytyi autovaraosaliikkeestä (kuva 28). Päätettiin ostaa y-kappale johon saadaan sähköisen öljynpainemittarin anturin lisäksi kytkettyä varmuuden vuoksi alkuperäinen öljynpaineanturi.



Kuva 28 Y-kappale

Öljynpainemittarisarjan ja yleisten autosähkötoiden ohjeiden mukaisesti plus- ja miinuskaapelit irrotettiin akusta. Öljynpaineanturista otettiin liitin irti. Anturia kierrettiin hieman auki, jonka jälkeen anturin ympäristä putsattiin paineilmalla ja anturi otettiin kokonaan pois. Irrotettua anturia y-kappaleeseen kierrettäessä huomattiin, etteivät kierteet olekaan täysin samat. Sovitettaessa varaosa-auton öljynpaineanturin jatkoadapteria se sopi paikoilleen (kuva 29).



Kuva 29 Y-kappale jatkoadapterilla ja antureilla

Em. jatkoadapteri tosin levensi koko adapteri-rakennelmaa niin, että kokeiltaessa kiinnittää y-kappaletta öljynpaineanturin sähköliitin otti kiinni laturin takaseinään. Y-kappaletta ei voi kiertää kiinni, jos siihen on kiinnitetty suora adapteri ja öljynpaineanturi.

Öljynpaineantureiden ja adaptereiden kasaaminen pitää tehdä seuraavassa järjestyksessä: Ensiksi kiinnitetään y-kappale tiivisteiden kanssa moottorin lohkon lähes kiinni asti kuitenkin niin, että adapterin sivuhaara osoittaa ylöspäin. Näin öljynpaineanturi oman adapterinsa kanssa saadaan kierrettyä hylsyn ja pitkän jatkovarren avulla kiinni. Tässä vaiheessa kannattaa liittää öljynpaineanturista lähtevä johto takaisin kiinni. Tämän jälkeen kiristetään y-kappaletta ja öljynpainemittarin anturi kiinnitetään adapterin päähän.

Sitten oli testauksen vuoro. Moottori käynnistettiin ja alettiin tarkkailla, ilmeneekö tehdyissä liitoksissa öljyvuotoja.



Kuva 30 Öljyvuoto y-kappaleen juuressa

Melko pian y-kappaleen ja moottorinlohkon välissä alkoi näkyä öljyä (kuva 30), joten moottori sammutettiin. Liitosta tiivistänyt tiivisterengas osoittautui liian isoksi. Liitokseen ostettiin oikean kokoinen tiiviste, mutta sama ongelma toistui.

Öljyvuoto saatiin eliminoidua, kun liitokseen laitettiin kaksi tiivisterengasta päällekkäin. Tämä muutti y-kappaleen sivuhaaran asentoa otollisemmaksi (kuva 31). Öljynpaineanturi menee laturin takaseinän alapuolelle eikä täten ota enää kiinni ja on paremmin asennettavissa.



Kuva 31 Y-kappale kahdella tiivisteellä

Öljynpainemittari päätettiin asentaa keskikonsoliin lisämittareille tai radiolle tarkoitettuun aukkoon (kuva 32). Työpaikalla leikattiin levyleikkurilla sähkösinkitystä 1,25mm:n paksuisesta jätelölyn kappaleesta aukon kokoinen levy. Levyn kulmat pyörästettiin hiomakoneella kotona.



Kuva 32 Öljynpainemittarin asennuslevyn sovitus

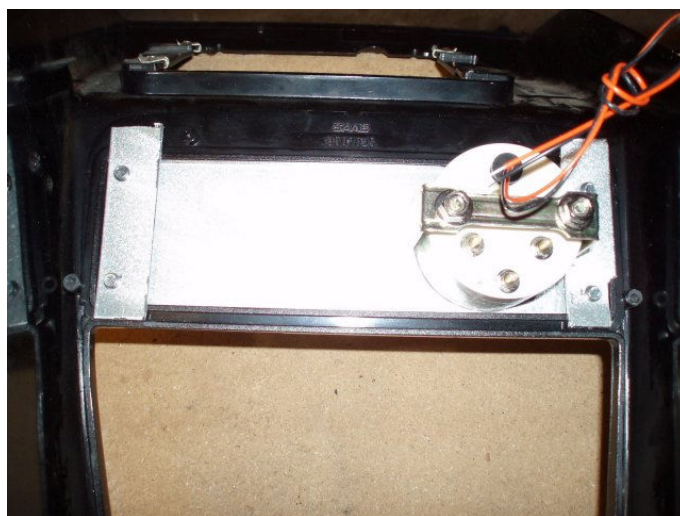
Tussilla piirrettiin levyyn mittarin upposennukseen vaadittu 53mm:n kokoinen ympyrä. Ympyrän kehälle porattiin useita reikiä 9mm:n terällä. Reikien välit

sahattiin poikki pistosahalla metallin katkaisuun tarkoitettulla terällä. Terävät reunat hiottiin pois ja mittari laitettiin paikoilleen (kuva 33).



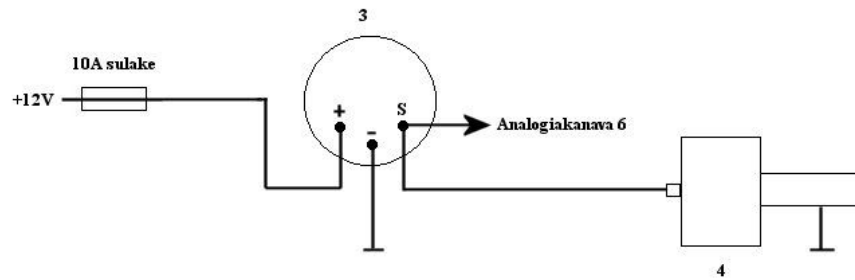
Kuva 33 Valmis asennuslevy etupuolelta

Levy päätettiin kiinnittää keskikonsoliin näkyvästi kuusiokolopulteilla (kuva 33). Levyyn porattiin neljä 6mm:n kokoista reikää. Jätepalasta leikattiin kaksi pientä palaa pulttien vastakappaleiksi. Paloihin porattiin reiät mittarin asennuslevyn reikien mukaan ja reikiin tehtiin kierteet 6mm:n kierretapilla (kuva 34).



Kuva 34 Asennuslevy takaa

Öljynpainemittari kytkettiin järjestelmään kuvan (kuva 35) mukaan.



Kuva 35 Sähköinen kytkentä ja osat: (3) öljynpainemittari, (4) öljynpainemittarin anturi

Öljynpainemittarin anturin lähettämän jännitteen ja öljynpaineen suhde on 1V/1bar. Tiedonkeruulaitteen analysointiohjelman kuvaajan jännitteestä nähdään suoraan öljynpaine baareina (LIITE 7). Kuvaajasta nähdään öljynpaineen muuttuminen moottorin kierrosluvun mukaan.

Öljynpaineeseen vaikuttaa myös moottorin kuormitus, joka olisi saatu selville mittaamalla alipaineentunnistimella imusarjassa vaikuttavaa alipainetta.

4 LAITTEISTON KÄYTTÖ



Kuva 36 Valmis tiedonkeruujärjestelmä

Laitteen käyttö on melko yksinkertaista. Jännitelähteeksi tiedonkeruulaitteeseen asetetaan joko paristot tai käytetään pakkauksessa mukana tullutta tupakansytyttimeen sopivaa adapteria.

Tiedon tallennusta varten laitteeseen asetetaan muistikortti paikoilleen. Ennen tiedonkeruulaitteen käynnistämistä siihen liitettävät ulkoiset kytkennät on irrotettava. Laite käynnistetään painamalla päälikannassa olevaa On-nappia. Laite ilmoittaa äänimerkillä, jos laitteessa ei ole muistikorttia.

Ensimmäisellä käyttökerralla laitteen muistikortti on alustettu laitteen käyttöön. Muistikortin tyhjennyksen jälkeen, joka tapahtuu tietyllä nappien painojärjestyksellä tai tietokoneella, on muistikortti alustettava ohjelmistolla.

Laitteeseen kytketään takaisin ulkoisten antureiden johdot. Oranssi ledi kertoo vilkkumalla, jos laite vastaanottaa kierroslukutiedon.

Tiedonkeruulaitteen päälikannessa oleva taso-ledi kertoo sammumalla, onko ajoneuvo horisontaalisesti vaakatasossa. Mitattaessa ajoneuvon kiihtyvyyttä tai muita suoritusarvoja on mittausten oikeellisuuden vuoksi tärkeää, että ajoneuvo on vaakatasossa.

Tiedon tallennus aloitetaan painamalla Rec-nappia. Laite ilmoittaa äänimerkillä, kun nappia on painettu. Laite nolaa itsensä kahdessa sekunnissa, jolloin ajoneuvon on oltava paikoillaan. Ajoneuvolla kiihdytetään tasaisesti ja nopeasti 30km/h nopeuteen. Toimenpiteellä kalibroidaan kiihtyvyyssanturit. Nollaus ja kalibrointi pitää suorittaa jokaisen testiajon alussa. Kalibroinnin jälkeen laite on valmis käyttöön.

Tiedon tallennus lopetetaan painamalla Rec-nappia uudelleen. Laite sammutetaan On-napista.

Muistikortti poistetaan tiedonkeruulaitteesta ja liitetään tietokoneen kortinlukijaan. Voidaan myös käyttää pakkauksessa mukana tullutta sarjakaapelia. Sarjakaapelikäytössä muistikortin on oltava tiedonkeruulaitteessa. Pakkauksen mukana tulleen sarjakaapelin RJ-11 liittimen pää oli liian leveä eikä sopinut tiedonkeruulaitteeseen. Muistikortinlukija lukee muistikortin tiedot nopeammin kuin sarjakaapelia käytettäessä.

5 OHJELMISTO

Tässä kappaleessa esitetään tiedonkeruulaitteiston ohjelmiston käyttöä.

Ohjelmisto-cd ei sisältynyt pakkaukseen vaan se on ladattavissa Internetistä.

G-Dyno Plus-ohjelmiston asennuspaketti on kooltaan 4,26Mt.

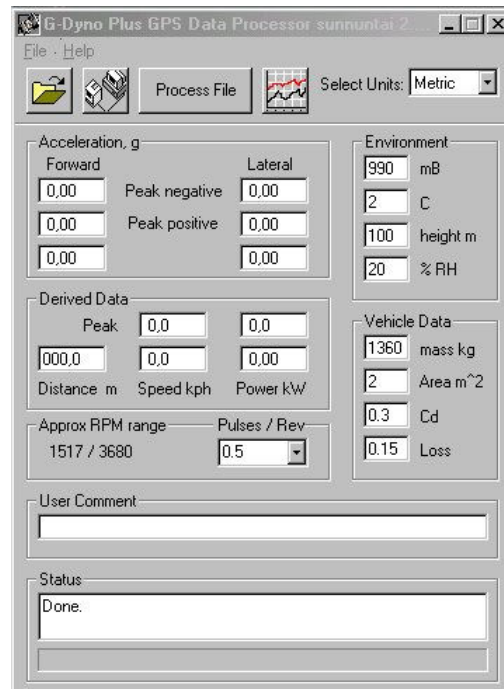
Englanninkielinen manuaali ladattiin myös internetistä valmistajan kotisivuilta.

Manuaalissa kerrotaan ohjelmiston käyttö pääpiirteittäin. Ohjelmiston tehokkain mahdollinen hyödyntäminen vaatisi kattavamman manuaalin.

Ohjelmisto koostuu kolmesta ohjelmasta Data Processor-, 2D Grapher- ja 3D Grapher-ohjelmista.

Data Processor

Ohjelma käynnistettäessä avautuu seuraavanlainen ikkuna.



Kuva 37 Data Processor-ohjelman pääikkuna

Ohjelman pääikkunasta valitaan Downloader-ohjelma. Sen avulla toimitaan tiedonkeruulaitteen muistikortin kanssa. Ohjelmaa käytetään muistikortin alustamiseen ja tallennetun datan siirtoon tietokoneelle.



Kuva 38 Downloader-ohjelma

Muistikortilta luettu data tallennetaan tietokoneen kovalevyille. Tallennettu tiedosto avataan Data Processor-ohjelmalla. Seuraavaksi täytetään mittausympäristöä koskevat tiedot: ilmanpaine, lämpötila, korkeus merenpinnasta ja ilmankosteus sekä ajoneuvoa koskevat tiedot: ajoneuvon kokonaismassa, ajoneuvon etupään pinta-ala, ilmanvastuskerroin ja vaihteistollinen häviö.

Ohjelma näyttää tyhjäkäynnin ja suurimman mitatun kierrosnopeuden, mikäli kerätyssä tiedossa on ollut kierrosluvun mittaus. Pulses/Rev -valikosta valitaan kierrosluvun mittauskytkentää ja mitatun ajoneuvon moottorin sylinterien määrää vastaava kerroin, jonka perusteella ohjelma osaa muuntaa kierrosluvun oikeaksi. Nelisynterisen nelitahtisen induktioanturilla mitatun kierrosluvun kerroin on 0,5.

Seuraavaksi mitattu tieto käsitellään painamalla Process File -laatikkoa. Tämän jälkeen käsitelty tieto on analysoitavissa graafisesti.

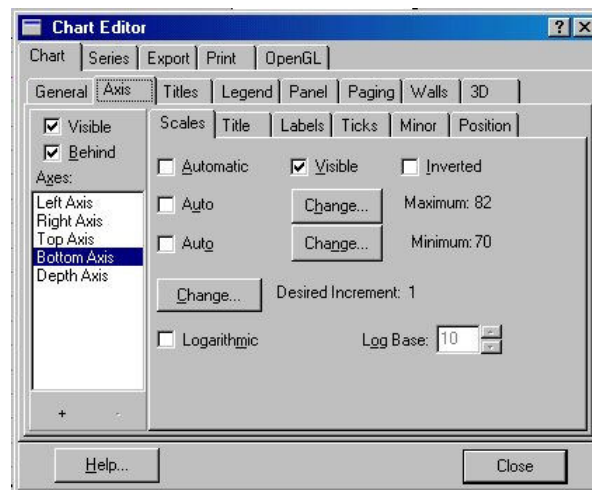
Quickgraph-ohjelma saadaan auki kuvaajia osoittavasta laatikosta. Ohjelma ei kuitenkaan toiminut kovin hyvin ja se kaatui ajoittain, kun sitä testattiin Windows 98 ja Windows XP-pohjaisissa tietokoneissa.

Ainoa järkevä Quickgraph-ohjelmalla saatu kuvaaja on esitetty liitteenä (LIITE 6). Kuvaajassa nähdään nopeuden kehitys matkalla 0-200m:iin.

2D Grapher

Ohjelma on Quickgrapher-in tapainen. Ohjelmalla voidaan Quickgrapher-in näyttämien moottorin väännön, tehon ja nopeuden lisäksi tarkastella kiihtyvyyksiä sekä ulkoisten antureiden antamia mittaustuloksia (LIITE 7, LIITE 8).

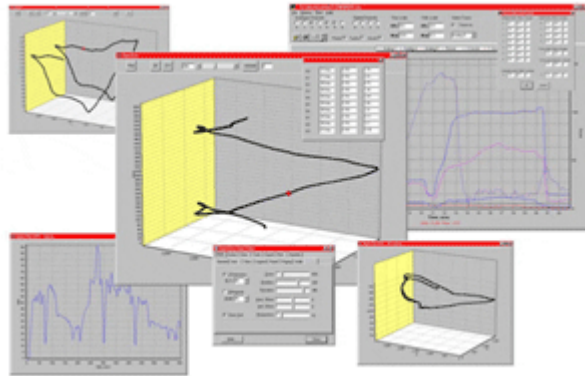
Hiirellä kaksoisklikattaessa ohjelman taustaa aukeaa Chart Editor, josta taulukkojen monipuolisia ominaisuuksia voidaan muuttaa (kuva 39).



Kuva 39 Kuvaajan ala-akselin ajan muuttaminen

3D Grapher

Käytettäessä GPS-vastaanotinta tiedonkeruujärjestelmässä ohjelma osaa piirtää tallennetuista koordinaattitiedoista ajetun radan 3-ulotteisen kuvan. Miltä tahansa kuvan kohdalta voidaan katsoa tallennetut tiedot. /15/



Kuva 40 3-ulotteisia graafisia kuvaajia /15/

6 YHTEENVETO

Nologyn G-Dyno Plus tiedonkeruujärjestelmä on varsin kehityskelpoinen järjestelmä. Laitteistoa käyttäen voitaisiin tehdä varsin monipuolinen tiedonkeruujärjestelmä. Järjestelmään voisi rakentaa Race Technologyn AC-22:n tyyppisen LCD-näytön, josta olisi ajon aikana nähtävissä haluttu tieto.

Tiedonkeruujärjestelmänä laite toimii hyvin ja tallentaa tarkasti siihen kytkettyjen antureiden jännitteet. Järjestelmässä tulisi käyttää tarkoitukseen paremmin sopivia antureita, esim. lämpötilan mittauksessa käytetty lämpökytkin pitäisi korvata oikealla lämpöanturilla.

Pidemmissä suorituskykymittauksissa ohjelmisto laskee väärin ilman GPS-vastaanotinta ja tuloksiksi saadaan mielivaltaisia moottorin tehon ja väännön arvoja.

LÄHDELUETTELO

www-sivut tarkistettu toukokuussa 2006

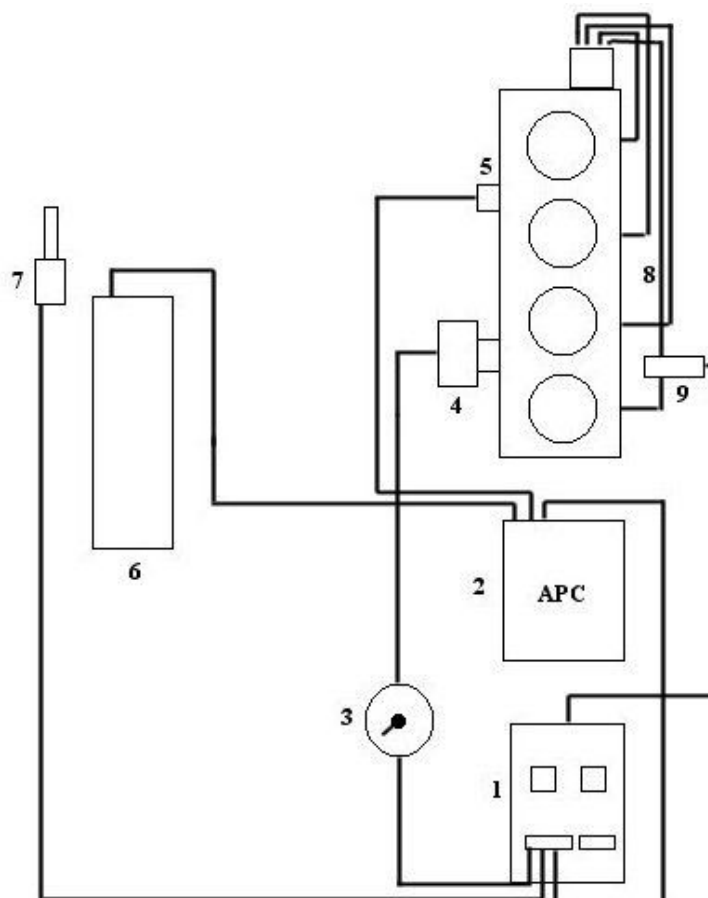
- 1 Bauer Horst, Autoteknillinen taskukirja 6. painos, Gummerus Oy. Jyväskylä 2003
- 2 Juhala Matti, Suominen Matti, Tammi Kari, Moottorialan sähköoppi 7. painos, Gummerus Oy. Jyväskylä 2001
- 3 Kangastupa Timo, Kori- ja alustatekniikka 1. painos, Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo 2005
- 4 National Instruments, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/comp/p/sn/n24:PCMCIA/lang/en/nid/1036/ap/daq/sd/d8289593a2d42010VgnVCM100000940aa482RCRD>
- 5 National Instruments, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/comp/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq/sd/54df4a683cd42010VgnVCM100000940aa482RCRD>
- 6 RaceTecnology, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
http://www.race-technology.com/Site1_UK/acatalog/Performance_Meters.html
- 7 Laulajainen, Petri, Performance Meter AC-22 tuunarin aikalaatikko. GTi-Magazine 6/2001, s.40.
- 8 RaceTecnology, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
http://www.race-technology.com/Site1_UK/acatalog/AX22_Performance_computer2.htm
- 9 T.Muukkonen Oy, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://www.tmuukkonen.fi>

- 10 RaceTechnology, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
http://www.race-technology.com/Site1_UK/acatalog/DL1_Data_Logger.htm
- 11 RaceTechnology, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
http://www.race-technology.com/Site1_UK/acatalog/DASH1_Display.html
- 12 Kaasutin Expertti, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://www.kaasutinexpertti.fi/>
- 13 Nology Engineering, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://www.nology.com/pdadyno.html>
- 14 Nology Engineering, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://www.nology.com/gdyno.html>
- 15 Nology Engineering, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://www.nology.com/gdynoplus.html>
- 16 Maunu Esko, SAAB 900 1979–1993 Korjausopas, Teekkarien Autopalvelu.
Helsingissä 1991
- 17 Saabismi on sairaus, [www-sivu] [viitattu 2.5.2006.] Saatavissa:
<http://www.saabismionsairaus.net/tietopankki/nakuvalo.html>

LIITELUETTELO

- LIITE 1** Tiedonkeruujärjestelmän lohkoakaavio
- LIITE 2** Lämpöanturin resistanssin muutos lämpötilan funktiona
- LIITE 3** Jäähdytysnesteen lämpötilan mittaustulos
- LIITE 4** Imuilman lämpötilan mittaustulos
- LIITE 5** APC-järjestelmän kytkentä tiedonkeruujärjestelmään
- LIITE 6** Nopeutta osoittava kuvaaja Quickgraph-ohjelmalla
- LIITE 7** Kuvaajat moottorista kerätystä tiedosta
- LIITE 8** Hidastuvuuden kuvaaja autolla jarrutettaessa

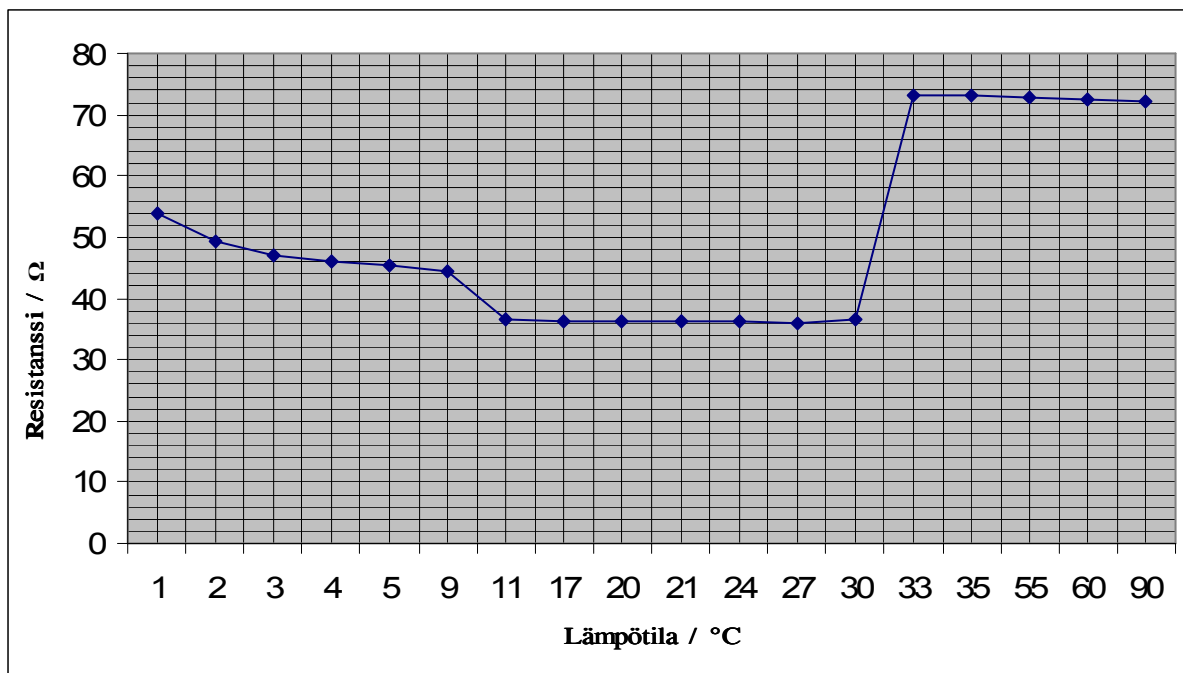
Tiedonkeruujärjestelmän lohkokaavio



- 1 Tiedonkeruulaite
- 2 APC-ohjainyksikkö
- 3 Öljynpainemittari
- 4 Öljynpainemittarin anturi
- 5 Nakutusanturi
- 6 Sulakerasia
- 7 Lämpöanturi
- 8 Tulpanjohto
- 9 Kierrosluvun induktiotunnistin

Kuva 41 Järjestelmän lohkokaavio signaaliteiden kanssa

Lämpöanturin resistanssin muutos lämpötilan funktiona



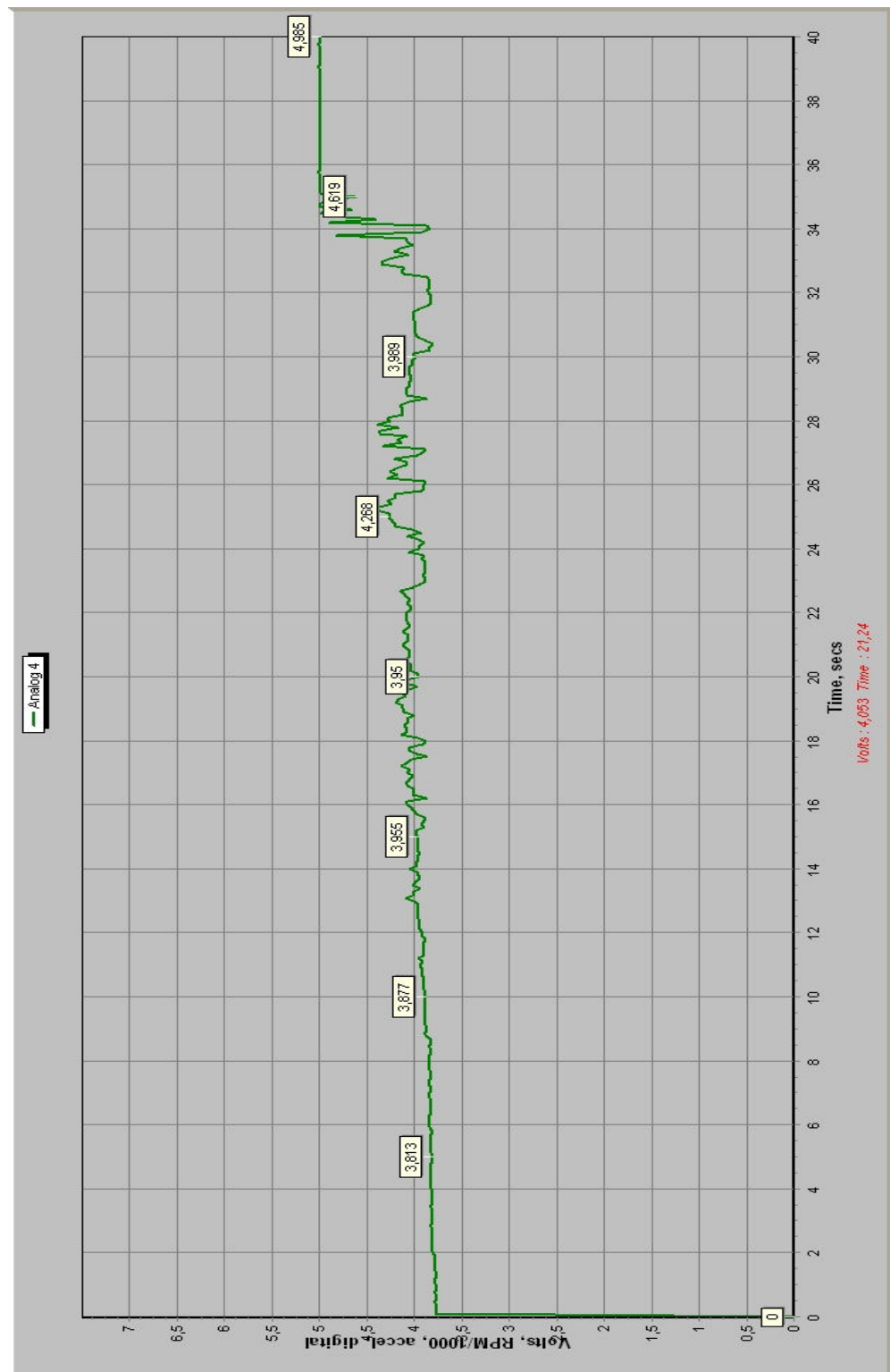
Kuva 42 Lämpötilan vaikutus lämpöanturin resistanssiin

Jäähdytysnesteen lämpötilan mittaustulos



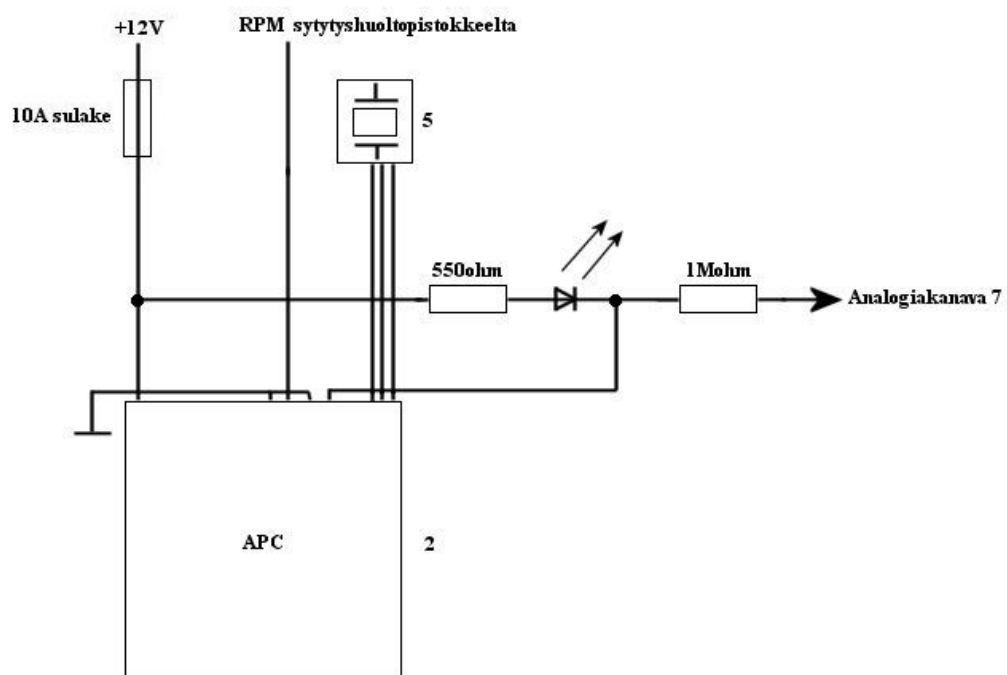
Kuva 43 Jäähdytysnesteen lämpötilan nousu 7 sekunnissa

Imuilman lämpötilan mittaustulos



Kuva 44 Imuilman lämpö 31 °C:sta (3,8V) 32,5 °C:een (4,6V)

APC-järjestelmän kytkentä tiedonkeruujärjestelmään

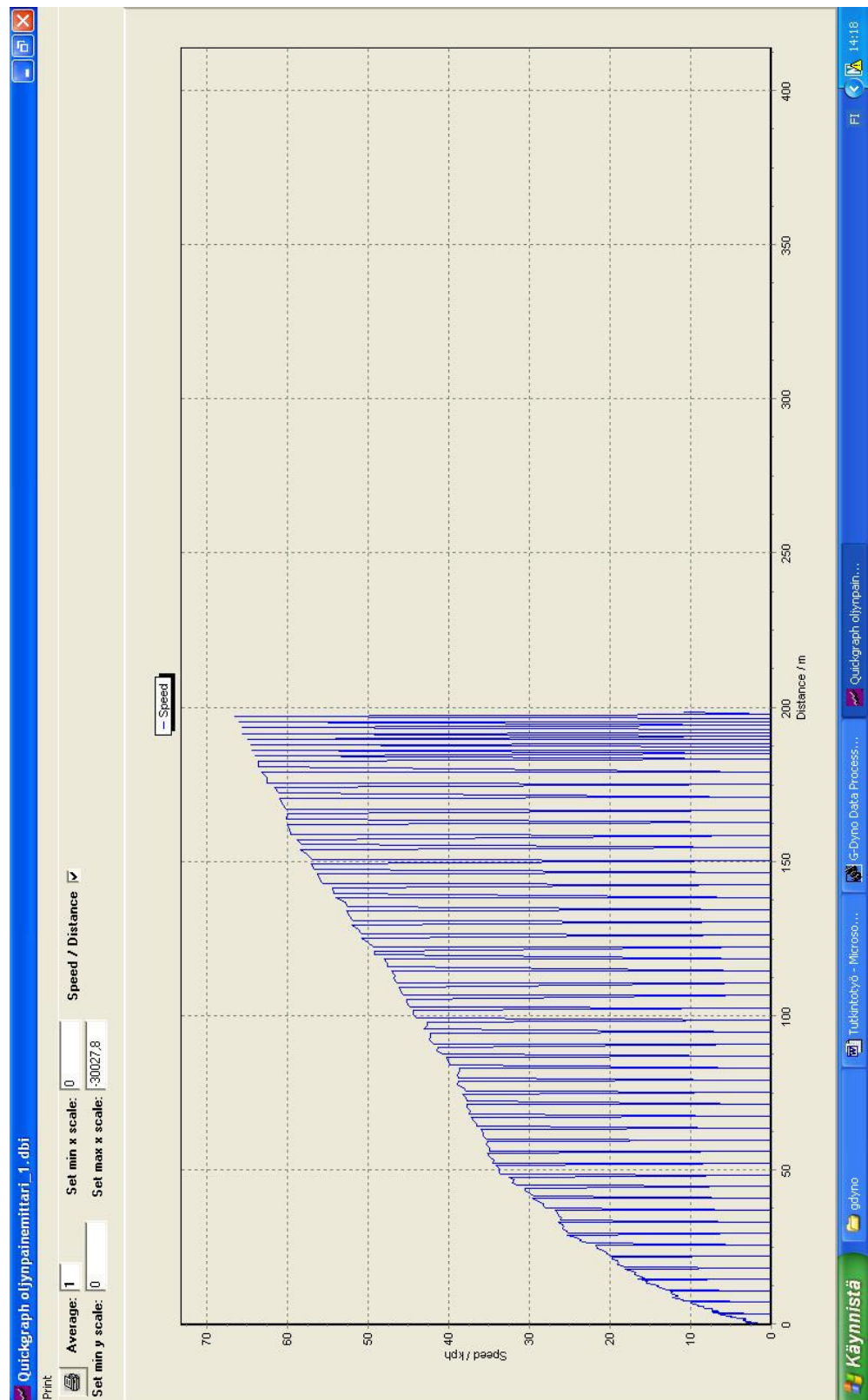


2 APC-ohjainyksikkö

5 Nakutusanturi

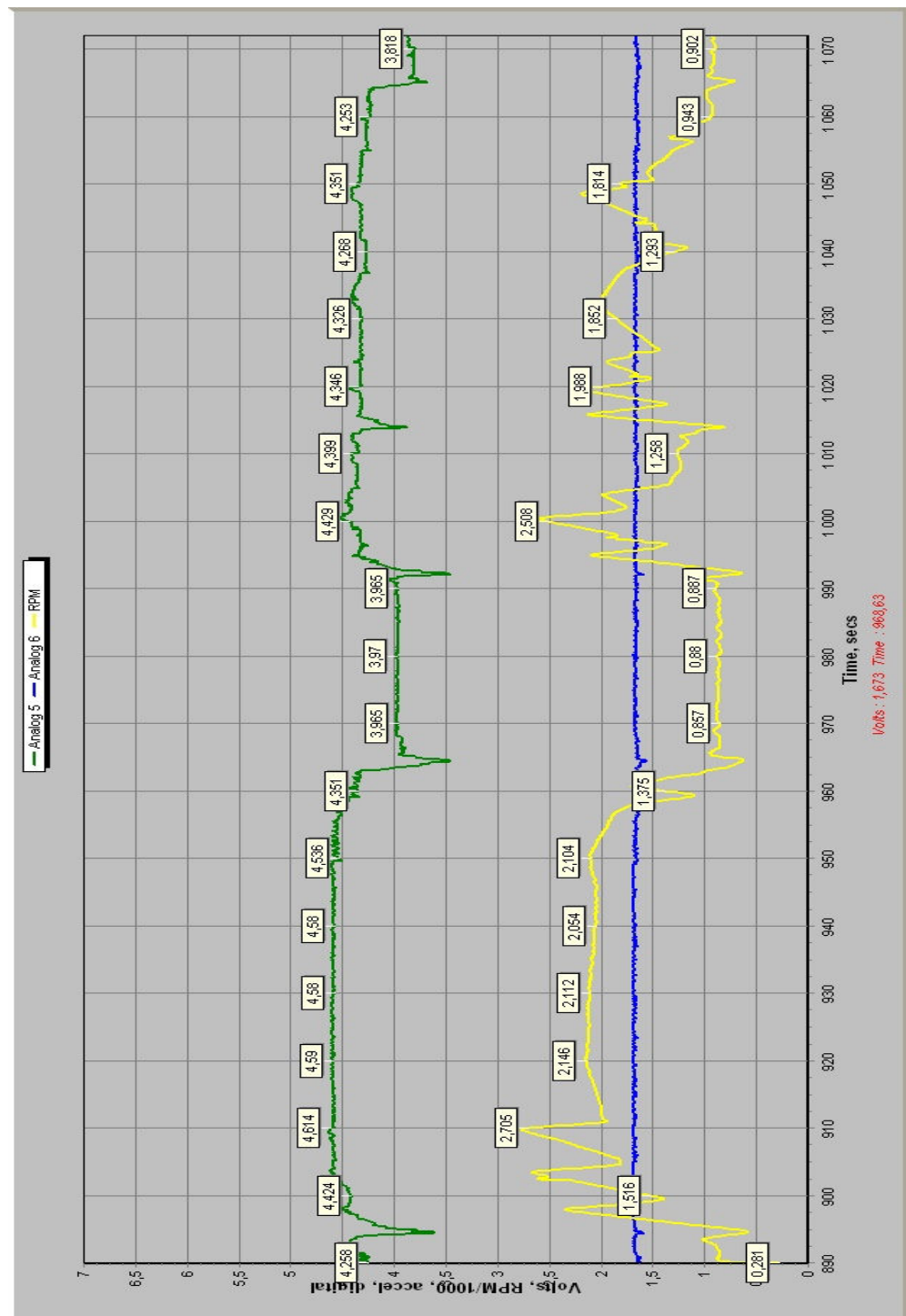
Kuva 45 APC-järjestelmä ja ledillä nakutuksen ilmoittava kytkentä

Nopeutta osoittava kuvaaja Quickgraph-ohjelmalla



Kuva 46 Nopeudenmuutos 0-65km/h:ssa matkalla 0-200m:iin

Kuvaajat moottorista kerätystä tiedosta



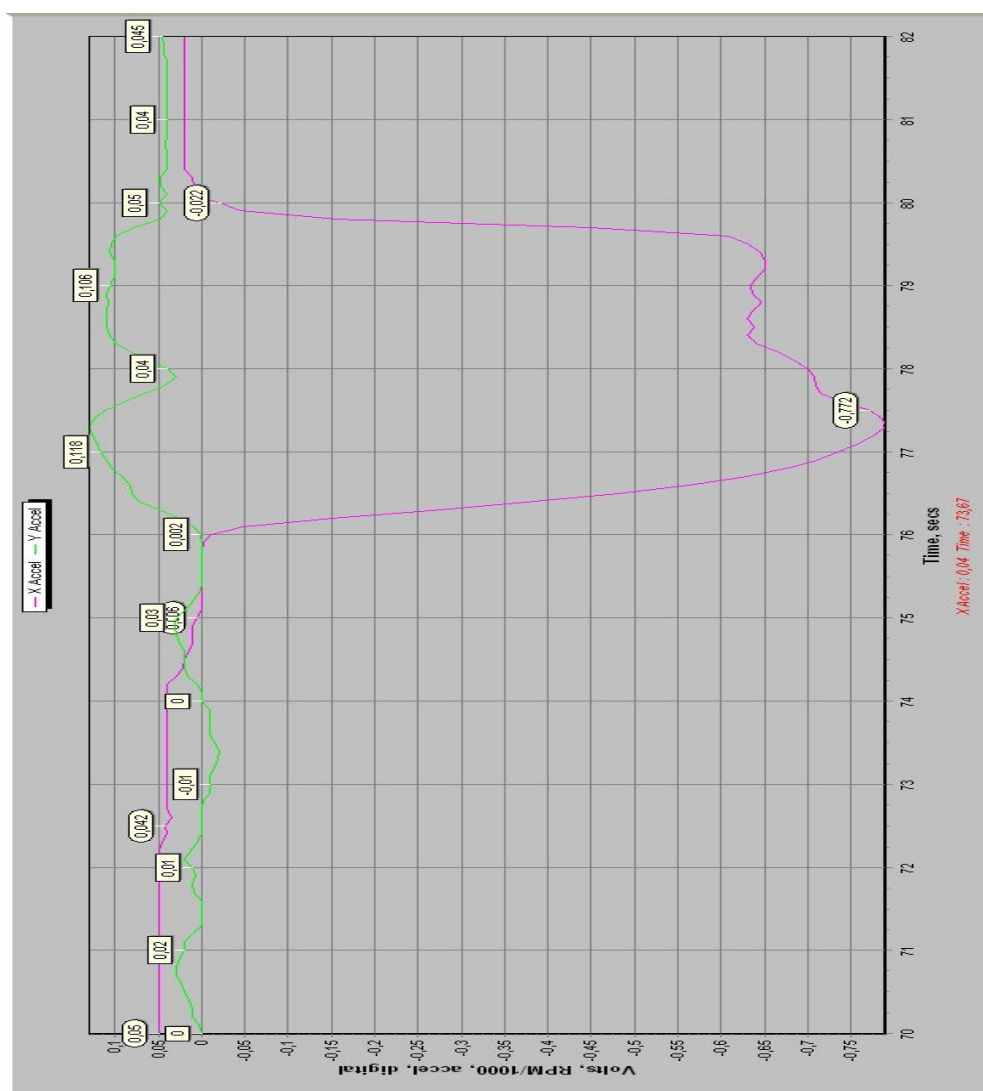
Analog 5 vihreä kuvaaja, öljynpaine

Analog 6 sininen kuvaaja, nakutustieto

RPM keltainen kuvaaja, moottorin kierrosluku

Kuva 47 Moottorista kerättyä tietoa kolmen minuutin ajalta

Hidastuvuuden kuvaaja autolla jarrutettaessa



X Accel vaaleanpunainen kuvaaja, auton kulkusuuntainen kiihtyvyys

Y Accel vihreä kuvaaja, auton sivusuuntainen kiihtyvyys

Kuva 48 Auton hidastuvuus 80-0km/h:ssa

Ajoneuvolla tehtiin lukkojarrutus 80km/h nopeudessa. Kuvassa (kuva 48) X Accel-kuvaajalla oleva negatiivisin arvo -0,8g:tä on autoon jarrutuksen aikana kohdistunut suurin voima. Y Accel-kuvaajalla samalla ajanhetkellä nähtävät 0g:n ja 0,1g:n väliset heilahtelut kertovat siitä, ettei jarruttaminen tapahtunut tasaisesti eli toinen pyörä lukkiutui. Jarrut ovat siis epätasapainossa. Auton jarruja tutkittaessa havaittiin, että auton vasemmanpuoleinen jarrulevy on liian kulunut, mikä aiheuttaa em. jarrujen epätasapainon.