

Vesa Lakkala

**TIEDONKERUUN JA TEHDYNAMOMETRIN HYÖDYNTÄMINEN
SIVILIAUTON VIANHAUSSA**

TIEDONKERUUN JA TEHODYNAMOMETRIN HYÖDYNTÄMINEN SIVILIAUTON VIANHAUSSA

Vesa Lakkala
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Vesa Lakkala
Opinnäytetyön nimi: Tiedonkeruun ja tehodynamometrin hyväksikäyttö siviiliau-
ton vianhaussa
Työn ohjaaja: Mauri Haataja
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 59 + 2 liitettä

Työssä suunniteltiin ja valmistettiin tiedonkeruulaitteisto Dynotest Center Oy:n tehodynamometriin. Lisäksi selvitettiin, kuinka laitteistoa voidaan käyttää hyväksi siviiliautojen vianhaussa. Laitteistoa tullaan käyttämään pääasiassa jälkiasennettujen moottorinohjainlaitteiden säätötyössä, mutta myös vianhaussa.

Työssä selvitettiin tiedonkeruulaitteiston vaatimukset. Vaatimusten pohjalta suunniteltiin dynamometrin yhteyteen tiedonkeruulaitteisto, jota voidaan hyödyntää sekä moottorien säätötyössä että vianhaussa. Laitteisto toteutettiin Motec C125 -näytön avulla, jossa on tiedonkeruun ominaisuus. Järjestelmällä pystytään seuraamaan moottorin toiminnan kannalta kriittisiä tietoja reaaliajassa kuormitettaessa moottoria dynamometrillä. Laitteistolla pystytään myös tarkastelemaan jälkikäteen mittaustuloksia Motec i2 -tiedonkeruun analysointiohjelmalla.

Laitteiston rakennuksen jälkeen suoritettiin laitteiston koekäyttö ja esimerkkimitauksien avulla selvitettiin laitteiston soveltuvuutta vianhakuun. Esimerkkimitauksissa havaittiin, että laitteistoa voidaan käyttää hyväksi moottorivikojen selvittämisessä ja varmistamisessa.

Asiasanat: tiedonkeruu, vianhaku, tehodynamometri

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 NYKYAIKAISEN AUTON VIAN HAKU	7
3 MITTAUSJÄRJESTELMÄT	9
3.1 Autotekniikassa käytetyt anturit	9
3.1.1 Induktioanturi	9
3.1.2 Hall-anturit	11
3.1.3 Paineanturit	13
3.1.4 Potentiometrit	14
3.1.5 Lämpötila-anturit	16
3.1.6 Laajakaista lambda-anturi	18
3.2 Anturien vaatimukset ja erottelukyky	21
3.3 Näytteenottotaajuus	25
4 ETSITTÄVÄT VIAT	27
4.1 Muuttuvageometrisien ahtimien ongelmat	27
4.2 Hiukkassuodattimen ja katalysaattorin tukkeutuminen	28
4.3 Auton omien anturitietojen varmistaminen vertailumittauksella	30
4.4 Ahtopainevikojen selvittäminen	30
5 TIEDONKERUULAITTEISTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	32
5.1 Mitattavat kohteet	32
5.2 Laitteiston valinta ja suunnittelu	32
5.3 Johtosarjan suunnittelu	37
5.4 Laitteiston rakentaminen	38
5.5 Laitteiston käyttö	41
6 KOEKÄYTTÖ JA ESIMERKKIMITTAUKSET	49
6.1 Paine-eromittaus	50
6.2 Muuttuvageometrisen turboahtimen toiminnan mittaaminen	52
6.3 Ahtopainevuodon toteaminen	54
7 YHTEENVETO	56
LÄHTEET	58

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Kytkentäkaavio

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä selvitetään, kuinka tehodynamometriä ja tiedonkeruulaitteistoa voidaan hyödyntää nykyaikaisten ajoneuvojen vianhaussa, jotka lähtötietomuisuudessa on sovittu (liite 1). Työssä suunnitellaan ja toteutetaan Dynotest Center Oy:n tehodynamometriin tiedonkeruulaitteisto. Laitteiston suunnittelussa huomioidaan sen käyttö siviiliautojen vianhaussa sekä kilpa-autojen ja viritettyjen autojen säätötyössä. Laitteiston avulla suoritetaan erilaisia mittauksia ja analysoidaan tulosten pohjalta laitteiston toimivuutta vianhaussa. Työn tavoitteena on rakentaa toimiva tiedonkeruujärjestelmä sekä saada selville, kuinka yritys voi hyödyntää tehodynamometriä ja tiedonkeruulaitteistoa vianhaussa.

Dynotest Center DTC Oy on Jäälissä toimiva 2009 vuonna perustettu autoalan yritys, joka on osa Autofit-korjaamoketjua. Yritys tarjoaa korjaus- ja huoltopalveluja sekä henkilö- että kilpa-autoille. Yrityksellä on käytössään pohjoisen Suomen ainut kaupallisessa käytössä oleva nelipyörä tehodynamometri, jonka avulla yrityksessä säädetään ja optimoidaan siviiliautojen ja kilpa-autojen moottoreita. Yritys työllistää tällä hetkellä kaksi henkilöä.

Tiedonkeruulaitteistoa tullaan Dynotest Center Oy:ssä pääasiassa käyttämään hyväksi säädetäessä autojen jälkiasennettuja moottorinohjauslaitteita. Laitteiston avulla moottorit ovat aiempaa helpompi ja nopeampi säätää toimimaan mahdollisimman hyvin, koska säätäjä saa tallennettua moottorin käytökseen vaikuttavat mitta-arvot ja pystyy tarkastelemaan niitä kuormitustilanteen jälkeen.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään, kuinka laitteistoa voi käyttää hyväksi myös siviiliautojen vianhaussa. Työn avulla pyritään nostamaan tehodynamometrin käyttöastetta, kun sitä voidaan käyttää hyväksi vianhaussa. Dynamometrin etu on siinä, että sillä voidaan kuormittaa auton moottoria paikallaan, jolloin mitaukset voidaan suorittaa turvallisesti toisin kuin liikenteen joukossa julkisilla teillä.

2 NYKYAIKAISEN AUTON VIAN HAKU

Nykyaikaisissa autoissa käytetään paljon elektroniikkaa, ja niissä on monenlaisia antureita sekä ohjainlaitteita. Ohjainlaitteissa on pitkälle kehittynyt itsediagnostiikka. Diagnostiikan vikakoodit voidaan lukea ja paikallistaa autoista vikadiagnostiikkaan kehitetyillä mittalaitteilla. Mittalaitteita on olemassa useille automerkeille käyviä yleistestereitä ja merkkikohtaisia testereitä. Yleistestereitä ovat esimerkiksi Boschin valmistama KTS, sekä Autocomin ja Texan valmistamat testerit. Merkkikohtaisia testereitä ovat esimerkiksi Mercedes-Benzin Star, Volkswagenin VCDS ja BMW:n Inba. (1.)

Nykyautoissa auton oma sisäinen vikadiagnoosijärjestelmä syyttää merkkivalon mittaritauluun, kun se havaitsee vian, joka vaikuttaa päästöihin, jarruihin tai turvalaitteisiin. Ohjainlaitteille on ennalta määritetty eritoiminnoille omat raja-arvot. Raja-arvon ylittyessä toimintoa ohjaava ohjainlaite rekisteröi vian ja tallentaa sen yksilöitynä vikakoodina. Ohjainlaitteet tallentavat raja-arvojen ylittymisen, myös silloin kun vika ei vaikuta päästöihin eikä turvallisuuteen. Tällöin ei yleensä ohjainlaite sytytä mitään valoa mittaritauluun. Vian yksilöity koodi ja vika paikallistetaan korjaamoilla vikadiagnostiikkaan kehitettyjen mittalaitteiden avulla. Mittalaite liitetään auton CAN-väylään, jonka kautta mittalaite on yhteydessä kaikkiin auton ohjainlaitteisiin. (1.)

Monien autojen huolto-ohjelmaan kuuluu vikakoodien tarkistus, aina huollon yhteydessä. Joihinkin huoltotoimiin, osien vaihtoihin, sekä huollon merkkivalon nollaamiseen tarvitaan myös mittalaitteita. Mittalaitteilla pystytään koodaamaan eri toimintoja käyttöön ja pois, kuten esimerkiksi perävaunun valopistoke tai saattovalotoiminto. Merkkitestereillä pystytään koodaamaan yleensä yleistestereitä huomattavasti laajemmin eri toimintoja. (1.)

Yleistesterit ovat siitä hyviä, että ne toimivat kaikille automerkeille ja malleille. Tämän ansiosta monimerkkikorjaamoiden ei tarvitse ostaa usean merkin merkkikohtaista mittalaitetta. Yleistestereiden ongelmana on se, että ne eivät aina kerro tarkkaa vikakoodia. Yleistesteri voi ilmoittaa saman viankuvauksen viidelle

eri vikakoodille, kun merkkitesteri antaisi jokaiselle vikakoodille yksilöidyn tarkemman kuvauksen. Yleistesterin vikakoodi voi olla sellainen, että asentaja voi saada selville mistä lähtee etsimään vikaa, mutta suoraa vikaa koodi ei kerro.

Merkkitestereiden etuna on se, että yleensä niillä saadaan tarkempi vian kuvaus näkyviin. Niiden vikakoodiin liitetty vianhaku ja paikallistamisohjeet ovat myös yleensä laajempia. Lisäksi merkkitestereillä nähdään yleensä yleistestereitä enemmän mitattuja-arvoja, niin sanottuja anturitietoja. Yleistestereillä näkyviin saatavat mitatut arvot vaihtelevat paljon auton merkin ja mallin mukaan. Tähän vaikuttaa muun muassa se, minkä valmistajan ohjainlaitteita autossa käytetään. (1.)

Vikakoodeihin ei yleensä kannata luottaa tarkastamatta vikaa, sillä vikakoodi tallennetaan jonkun raja-arvon ylittyessä. Vika voidaan yleensä tarkastaa mittaamalla komponentti ja sille tuleva johtosarja. Merkkitestereiden kuvauksia yksilöidyille vikakoodeille voidaan pitää luotettavampina, yleensä kuitenkin myös yleistestereiden koodien kuvaukset ovat luotettavia. On tiedossa tapauksia, missä yleistesteri on antanut vikakoodin map-anturin toiminnasta. Anturi on mitattu toimivaksi ja sille on vaihdettu johtosarjakin, mutta vikakoodi ei ole lähtenyt pois. Myöhemmin merkkitesterillä luettaessa vikakoodit kyseisessä tapauksessa oli selvinnyt, että vika olikin sähköisesti ohjatun VNT-ahtimen säätömoottorissa, joka oli vioittunut. (1.)

Mittalaitteissa voi olla lisäosana niin sanottu vianhakuosio. Ne sisältävät yleensä ohjeen, kuinka tarkistusmittaukset voidaan suorittaa ja mitkä ovat raja-arvot sille, toimiiko komponentti vai ei. Osio toimii hyvänä apuna asentajan paikallistaessa vikoja. Autojen vikadiagnostiikka on asiana sellainen, että sitä on hankala oppia kirjoista lukemalla. Vikadiagnostiikkaan parissa työskentelevältä vaaditaan vankkaa teoriapohjaa sähkö- ja mittaustekniikasta, jotta hän osaa valita mittauksiin oikeat mittavälineet sekä suorittaa mittaukset oikein saadakseen luotettavia tuloksia. Yleensä vikadiagnostiikan ammattilaiset ovatkin tehneet useita vuosia työtä vikadiagnostiikan parissa ja harjaannuttaneet itseään sen saralla. (1.)

3 MITTAUSJÄRJESTELMÄT

3.1 Autotekniikassa käytetyt anturit

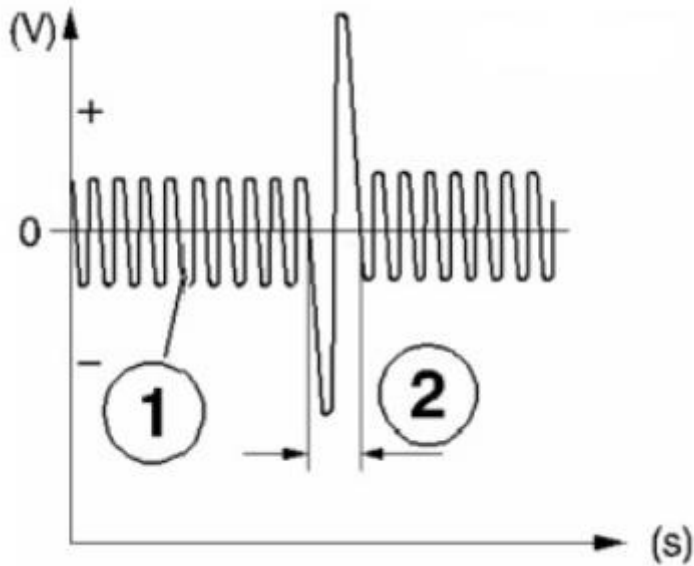
Anturien eli tunnistimien ja mittalaitteiden määrä on lisääntynyt koko ajan ajoneuvoissa viimeisten vuosikymmenien aikana. Nykypäivänä auton elektroniikkajärjestelmän osuus auton kokonaishinnasta on noin 26 prosenttia. Uudet elektroniset järjestelmät tarvitsevat erilaisia antureita toimiakseen ja seuratakseen omaa toimintaansa. Ohjainyksiköt päättelevät anturien antaman tiedon perusteella kulloisenkin tilanteen ja sen miten ohjainyksikön pitää toimintoja ohjata kyseisessä tilanteessa. (2, s. 4 - 10.)

3.1.1 Induktioanturi

Induktioantureita käytetään pyörimisnopeusantureina ja nopeusantureina. Autossa niillä mitataan moottorin kampiakselin ja nokka-akselin pyörimisnopeutta. Induktioantureita voidaan käyttää myös pyörien nopeuden mittaamiseen ABS- ja luistonestojärjestelmiä varten. (3, s. 143.)

Induktioanturi indusoi sen kahden ulostulonavan välille jaksollisesti muuttuvan jännitesignaalin. Signaali saadaan aikaan, kun anturi lukee hammastettua ferromagneettista pyörää, jonka hammastus saa aikaan jännitesignaalin muuttumisen. Tasavälisellä hammastuksella signaali on sinimuotoista ja signaalin amplitudi muuttuu pyörimisnopeuden mukaan. Hammaskoolla ja anturin ja hammastuksen ilmarako on voimakas vaikutus signaalin voimakkuuteen. Tavallisesti käytetty ilmarako on 0,8–1,5 millimetriä. (3, s.143.)

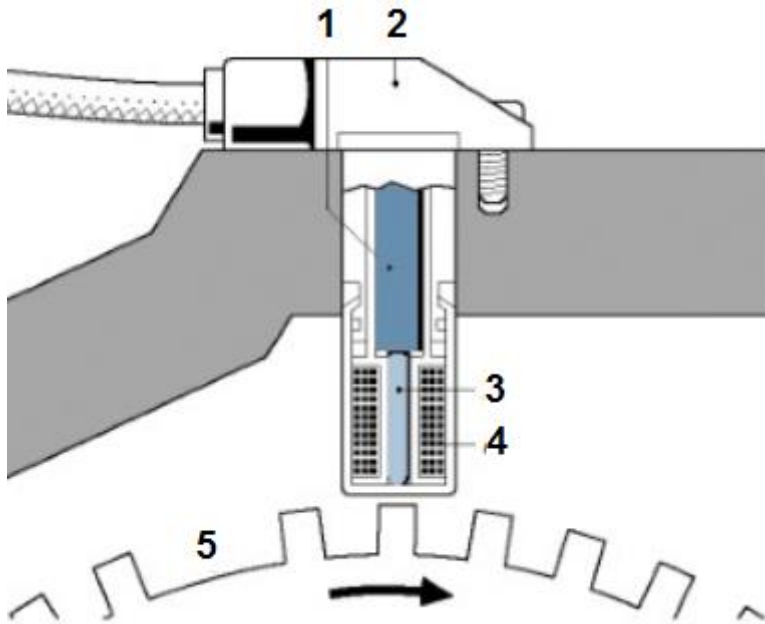
Sytytysjärjestelmässä ajoitusignaali saadaan aikaan poistamalla yksi tai kaksi hammasta kehältä kohta, josta hampaat puuttuvat saa aikaan voimakkaamman signaalin ja aiheuttaa signaalin nolapisteiden etäisyyksien kasvun. Kuvassa 1 nähdään induktioanturin tuottamaa signaalia kampiakselin-asentoanturilta. (3, s. 143.)



KUVA 1. Induktioanturin tuottama jännitesignaali moottorin kampiakselilta ajan funktiona: 1. sinimuotoista signaalia tasavälisellä hammastuksella, 2. puuttuvan hampaan kohta saa aikaan jännitteen kasvun ja nollapisteiden muutoksen (4)

Induktioanturit eivät tarvitse erillistä ohjauselektroniikkaa, minkä ansiosta niistä voidaan rakentaa pieniä ja ne ovat helppoja sijoittaa ajoneuvoihin. Signaalin voimakkuus riippuu pyörimisnopeudesta, joten antureita ei voida käyttää sovelluksissa, joissa mitattava pyörimisnopeus on alhainen. (2, s. 57–62.)

Induktioanturit pitää asentaa kiinni mahdollisimman hyvin, jotta anturi ei pääse liikkumaan suhteessa hammastettuun pyörään. Anturin tärinästä seuraava ilmaraon muuttuminen aiheuttaa häiriötä signaaliin, koska ilmaraon vaikutus signaaliin on eksponentiaalinen. Anturin kotelon sisällä on kestopagneetti ja rautasydän, jonka ympärillä on kela jonka napojen välille jännite hammaspyörän pyöriessä indusoituu. Kuvassa 2 nähdään halkileikatun induktioanturin rakenne sekä asennus hammastettuun pyörään nähden. (2, s. 57–62.)

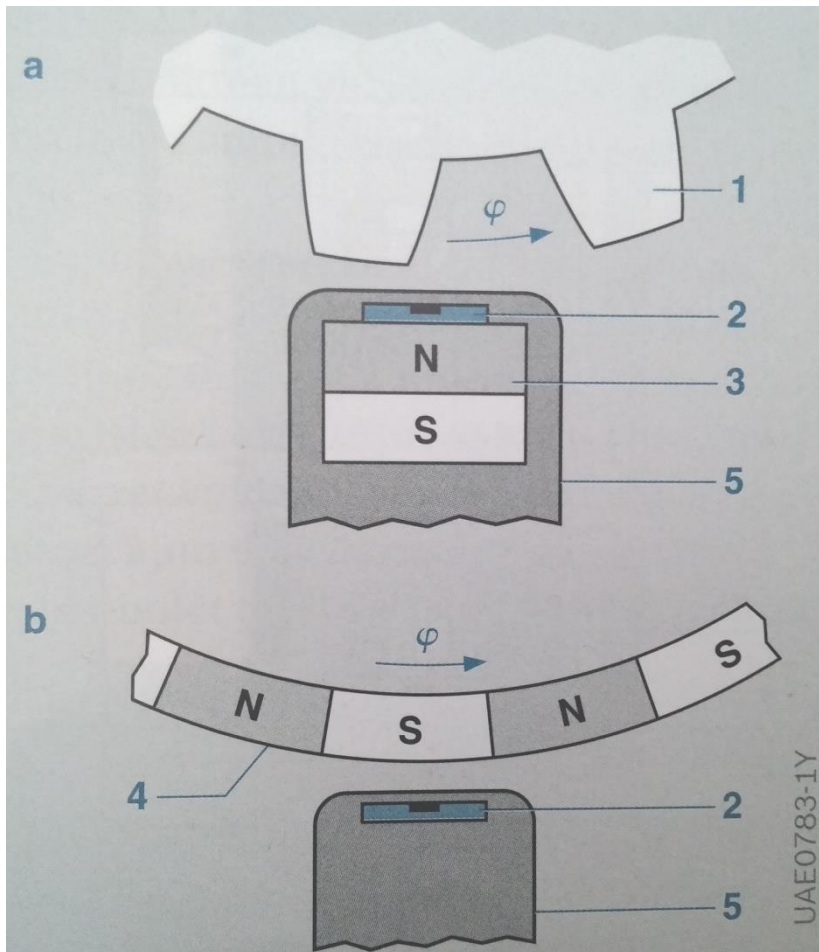


KUVA 2. Induktioanturi sekä sen asennus hammaspyörään nähden, ilmarako hammaspyörän ja anturin välissä on yleensä noin 1 millimetri: 1. kestopagneetti, 2. anturin kotelo, 3. rautasydän, 4. induktiokäämi, 5. ferromagneettinen hammaspyörä (4)

3.1.2 Hall-anturit

Hall-antureita käytetään ajoneuvoissa nopeus-, pyörimisnopeus- ja asentoantureina eri järjestelmissä. Anturin toiminta perustuu Hall-ilmiöön. Hall-anturin ulostulosignaali on suorakaidesignaali. Signaalin voimakkuus ei ole riippuvainen pyörimisnopeudesta, vaan signaalin taajuus muuttuu pyörimisnopeuden mukaan. Tämän vuoksi Hall-antureilla voidaan mitata alhaisia pyörintänopeuksia, nolla nopeudesta lähtien. (2, s. 63–64; 4.)

Itse Hall-anturi koostuu kestopagneetista ja Hall-IC-piiristä. Sauvamallinen Hall-anturi lukee ferromagneettista hammaspyörää samalla tavalla kuin induktioanturi. Hall-IC-piiri on sijoitettu siten, että se on hammastetun pyörän ja kestopagneetin välissä, kuten kuvan 3 a-kohdasta voidaan nähdä. Magneettikentän muutos Hall-IC-piirillä voidaan toteuttaa myös roottorilla, jonka magneettisuus vaihtuu vuorotellen kuten kuvan 3 b-kohdassa. Tällöin anturissa ei tarvita kestopagneettia vaan pelkkä Hall-IC-piiri. (2, s. 63–64, 116; 4.)



KUVA 3. HALL-anturin rakenne ja asennus suhteessa hammaspyörään ja roottoriin: A-kohdassa tyypillinen sauva-anturin rakenne luettaessa ferromagneettista hammaspyörää; B-kohdassa rakenne, kun roottorin napaisuus vaihtuu tasaisin välein; 1. ferromagneettinen hammaspyörä, 2. Hall-IC-piiri, josta Hall-jännite tunnistetaan, 3. kestopagneetti, 4. roottori, jonka napaisuus vaihtuu tasaisin välein, 5. anturin runko (2, s. 64)

Kestomagneetti luo kohtisuoran magneettikentän Hall-IC-piiriin nähden. Hammaspyörän hammas muuttaa Hall-IC-piiriin vaikuttavan kohtisuoran magneettikentän voimakkuutta. Magneettikentän muutos saa aikaan IC-piirillä Hall-jännitteen, joka ei ole riippuvainen pyörimisnopeudesta. Hall-IC-piiri tarvitsee toimiakseen syöttöjännitteen, joka on tavallisesti 5–28 V. (4.)

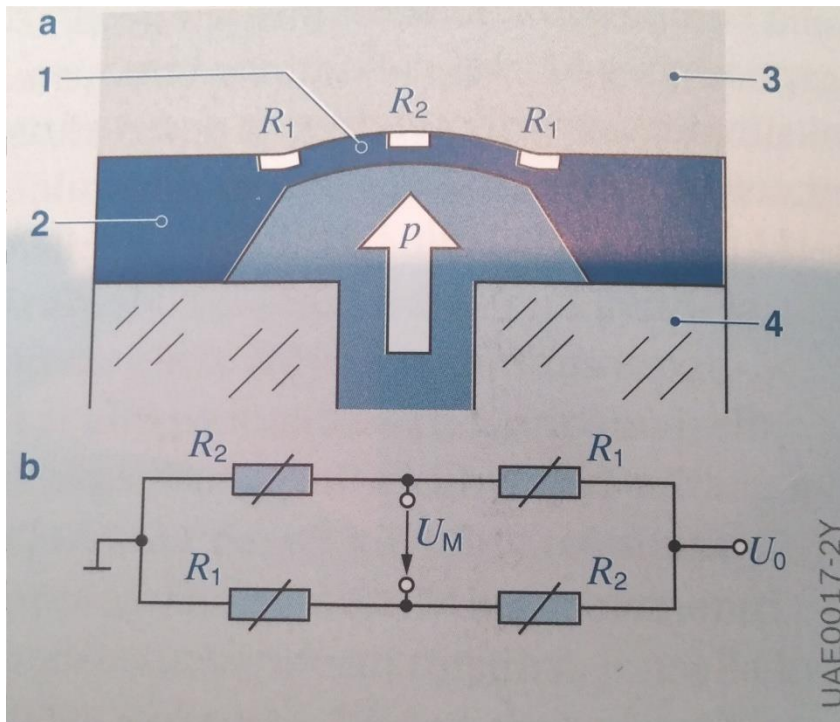
3.1.3 Paineanturit

Paineantureita käytetään nykyaikaisissa ajoneuvoissa paljon. Moottorista voidaan mitata esimerkiksi imusarjan ja polttoineen painetta sekä ahtopainetta. Lisäksi monista muista järjestelmistä mitataan painetietoa kuten ilmastoinnista, ilmajousituksesta ja jarrujärjestelmästä.

Paine muodostuu pinta-alalle kohdistuvasta voimasta. Painemittaus suoritetaan yleensä mittaamalla tiedetylle pinta-alalle kohdistuvaa voimaa tai pinta-alaan kohdistuvaa liikettä. Anturit mittaavat aina paine-eroa vertailupaineeseen, paineena voi olla tyhjiö, ilmanpaine tai jokin muu tiedetty paine. Mittausalue riippuu anturista, sen valmistus- ja mittaustekniikasta. Yleisesti käytettyjä anturityyppejä ovat kalvopaineanturit, pietzo-sähköiset paineanturit sekä kapasitiiviset paineanturit. Anturien ulostulosignaali on yleensä lineaarinen jännitesignaali. (2, s. 74–76; 4.)

Kalvopaineantureita on useaa tyyppiä. Kalvon materiaali vaikuttaa anturin mitta-alueeseen. Paksu- ja ohutkalvoantureissa kalvoon vaikuttavaa voimaa mitataan kalvoon kiinnitetyillä venymäliuskoilla tai venymävastuksilla. Paksukalvoanturien kalvo valmistetaan joko keraamisesta aineesta tai metallista. Ohutkalvoantureissa käytetään metalli- sekä piikalvoja. (2, s. 74–76.)

Kalvolle sijoitettujen venymävastusten vastus muuttuu kalvoon kohdistuvan voiman mukaan. Vastuksia on tavallisesti kalvolla neljä. Ne kytketään Wheatstone-sillaksi, sillasta mitattu jännite arvo kertoo kalvon venymän. Kuvassa 4 on esitetty Wheatstone-siltakytkentä. (2, s. 74–76.)



KUVA 4. A-kohdassa nähdään venymävastusten sijoitus kalvolle kalvopaineanturissa. B-kohdassa on esitetty vastusten Wheatstone-siltakytkentä. 1. kalvo, 2. Pii-siru, 3. vertailutyhjiö, 4 anturinrunko, p mitattava paine, R_1 ja R_2 venymävastukset, U_0 syöttöjännite ja U_M mittausjännite (2, s. 128)

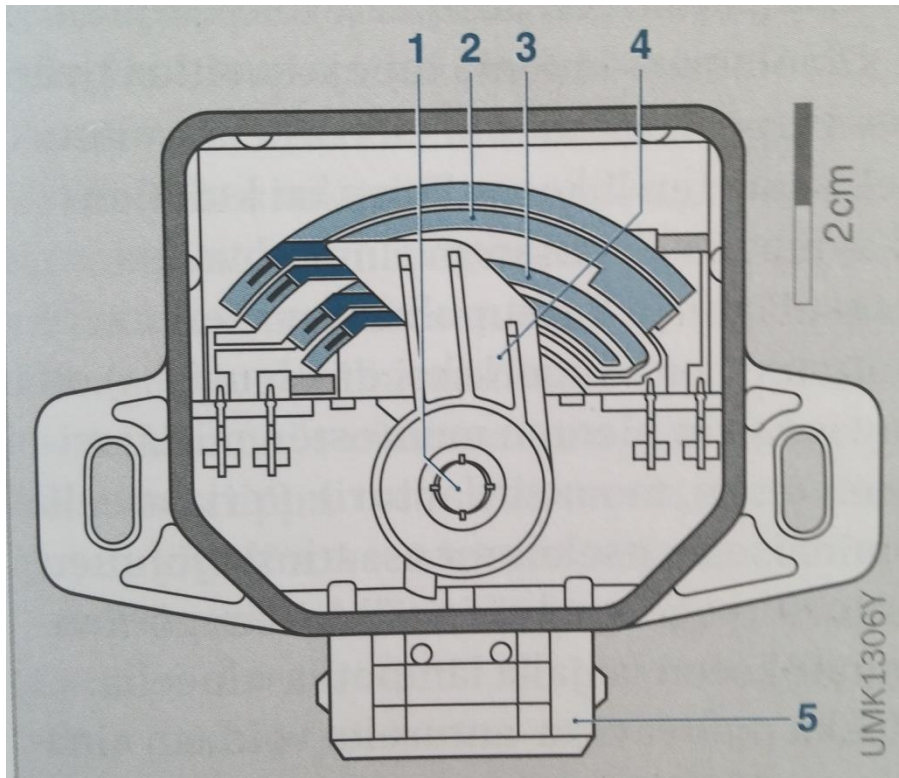
3.1.4 Potentiometrit

Potentiometriantureiden yleinen käyttökohde on kaasuläpän ja kaasu-polkimen asennon mittaaminen. Lisäksi niitä käytetään esimerkiksi polttoainemittareina ja auton asennonmittauksessa.

Potentiometri on tavallisesti kulma-anturi. Anturin signaali saadaan aikaan käyttämällä lanka- tai kalvovastusta. Anturin pyyhkijä liikkuu lankaa tai kalvoa vasten ja vastuksen muutoksesta voimaann määrittää anturin kiertymä kulma. Potentiometrin mittausalue voi olla lähes 360° . (2, s. 29–30.)

Lanka- tai kalvovastuksen muodostaman vastusradan päiden välille on kytketty yleensä syöttöjännite, joka on yleensä 5 V. Anturin pyyhkijän liikkua vastusrataa pitkin, muuttuu siitä mitattu jännite sen mukaan, missä kohtaa vastusrataa se on. Ominaiskuvaajan muotoon voidaan vaikuttaa muotoilemalla vastusrataa tai sen osaa. Kalvovastusta voidaan helposti muuttaa ja kalibroida laserpolton

avulla. Kuvassa 5 on esitetty kaasulämpän aseman tunnistavan potentiometrin rakenne. (2, s. 29–30;4.)



KUVA 5. Kaasulämpän aseman mittaamiseen käytettävän potentiometrin rakenne. Kaasun asento mitataan kahta erillistä mittausrataa käyttäen. 1. kaasulämpän akseli, 2. kalvovastus 1, 3. kalvovastus 2, 4. pyyhkijänvarsi ja pyyhkijät, 5. anturin liittynät (2, s. 31)

Anturin kuluminen voi vääristää mittaustulosta. Kuluminen pyritään minimoimaan pitämällä anturin syöttöjännitteen virta matalana n. 1 mA sekä valitsemalla mittaradan ja pyyhkijän kitkaparit siten, että kitka on mahdollisimman pieni. Potentiometri anturit on yleensä myös koteloitu hyvin, etteivät pöly ja kosteus pääse vaurioittamaan anturia tai vääristämään mittaustulosta. (2, s. 30.)

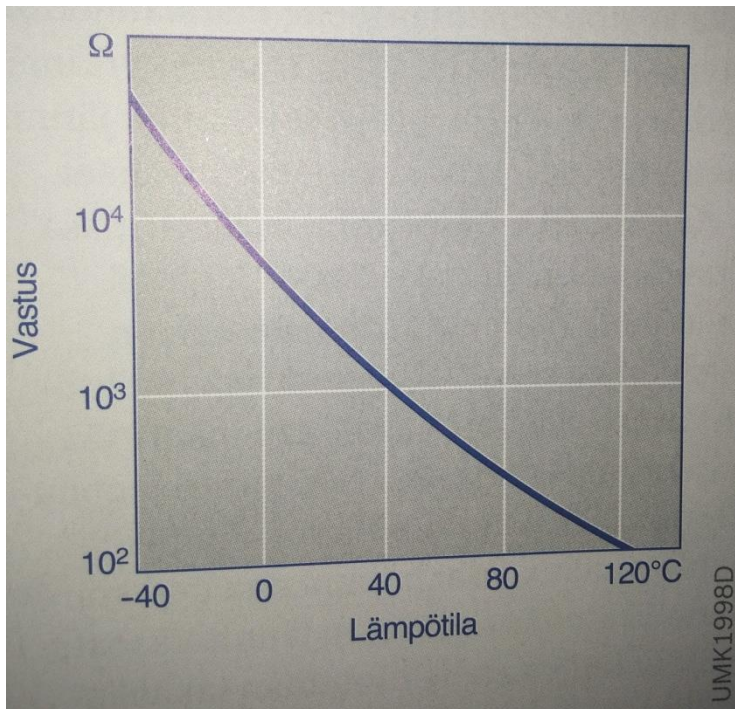
Joissakin käyttökohteissa, kuten esimerkiksi kaasupoljin anturissa käytetään kahdennettua kitkarataa. Kahdennettua kitkarataa käytetään sen vuoksi, että kaasupolkimen asennolle saadaan tällöin varasignaali, jos toinen signaali jostakin syystä katoaa. Toista signaalia käytetään myös hyväksi tunnistettaessa viikoja. Toisen kitkaradan jännite voi olla sama kuin pääradalla tai esimerkiksi puolet siitä. (2, s. 132.)

3.1.5 Lämpötila-anturit

Lämpötilaa mitataan ajoneuvoissa monista kohteista. Mitattavia kohteita ovat esimerkiksi jäähdytysnesteen, imuilman, pakokaasun, moottoriöljyn, sisätilan, polttoaineen ja vaihteiston lämpötilat. Lämpötila-anturit ovat kytketty ohjainlaitteisiin, joissa on mittapiiri lämpötilan mittaamista varten. (2, s. 96.)

Autotekniikassa lähes kaikki lämpötila-anturit ovat kosketuksellisia antureita. Antureina käytetään vastuksia ja termistoreja, jotka reagoivat nopeasti lämpötilan muutoksiin. Antureina käytettyjen vastusten ja termistorien vastusarvo muuttuu jyrkästi lämpötilan mukaan, arvo vaihtelee mitta-alueella välillä $10 - 10^5 \Omega$. Mittausalue on yleensä noin 200 astetta. Mittausalue pystytään valitsemaan anturin valmistustavalla ja siinä käytetyillä komponenteilla välillä $-40 - 800 \text{ }^\circ\text{C}$. (2, s. 97–99.)

Yleisimmin käytetty anturityyppi on NTC-vastus eli Negative Temperature Coefficient. NTC vastuksilla vastus alenee jyrkästi lämpötilan noustessa, kuten kuvasta 6 nähdään. Vastukset ovat yleensä puolijohdeita, jotka ovat valmistettu raskasmetallioksideista ja oksidoiduista kiteistä. Puolijohdevastusten valmistuskustannukset ovat alhaiset, mutta niiden mitta-ominaisuudet ovat erinomaiset. Puolijohdevastukset valmistetaan sintraamalla. Vastukset ovat yleensä pisaran tai ympyränmuotoisia. (2, s. 98–99.)



KUVA 6. NTC-vastuksen kuvaaja; vastuksen muutos suhteessa lämpötilaan, lämpötilan noustessa alenee vastus eksponentiaalisesti (2, s. 131)

Harvemmin käytettyjä antureita ovat PTC-tyyppin anturit eli Positive Temperature Coefficient. PTC-antureilla, toisin kuin NTC-antureilla, vastus nousee jyrkästi lämpötilan noustessa. Mittauselementtinä PTC-antureissa toimii ohut- tai paksukalvometallivastus. (2, s. 99.)

Mitattaessa noin 1 000 °C lämpötiloja, sekä sen ylittäviä lämpötiloja, käytetään termopari-antureita. Termopari-anturit perustuvat Seebeck ilmiöön, jossa kahdessa eri lämpötilassa olevien eri metallia olevien johteiden päiden välille syntyy termosähköinen jännite. Termosähköinen jännite riippuu lämpötilaerosta, joten mitattu jännite kertoo aina niin sanotun kylmän ja kuuman liitoksen jännite eron, josta pystytään laskemaan lämpötilaeron. Haluttaessa tarkka absoluuttinen lämpötila mittauspäästä tarvitaan mittausjärjestelmään lisäelektroniikkaa, joka mittaa vertailuliitoksen eli niin sanotun kylmänpään lämpötilan. Kuumaliitos sijaitsee johteiden välillä mittaavan anturin päässä. Kylmäliitos sijaitsee johteiden mittapiirin päässä. (2, s. 101–102.)

Yleisesti käytettyjä termopareja ovat kupari ja konstantaani, rauta ja konstantaani, nikkeli ja nikkelikromium, platinarhodium ja platina sekä nikkeli ja alumiini.

Autotekniikassa yleisimmin käytetty termopari on K-tyyppin termopari, joissa termoparina on nikkeli/nikkelikromium tai nikkeli/alumiini. Niiden mittausalue on n. +200—+1 200 °C. Termoparien jännitekuvaajat ovat yleensä melko lineaarisia. Termosähköinen signaali on yleensä pieni. Tämän vuoksi niitä vahvistetaan ja linearisoidaan yleensä mikropiireillä. Mikropiirien ulostulojännite on yleensä 0–12 V. Termoparien mittaustarkkuus ei ole kovin hyvä, mittausrvirhe on yleensä 5–15 °C. (2, s. 102–103;6.)

3.1.6 Laajakaista lambda-anturi

Lambda-anturi eli happianturi tunnistaa hapen määrän pakokaasuista. Hapen määrää seurataan monesta syystä. Tiukentuneet pakokaasujen päästö määräkset ovat yksi syistä. Samoin moottorin ihanteellisen toiminnan kannalta pakokaasujen hapen määrän seuraaminen on oleellinen tieto. (7.)

Bensiinin teoreettinen palamisilman tarve on 14,7 kg happea 1 kg bensiiniä kohti. Tätä ilman ja bensiinin palamissuhdetta kutsutaan stökiometriseksi palamissuhteeksi, jolloin $\lambda=1$. Lambda-anturilla mitattava λ -arvo kertoo jäännöshapen määrän pakokaasuissa suhteessa stökiometriseen palamiseen. Seos on rikas, kun $\lambda<1$ eli palavassa polttoaineilmaseoksessa on vähemmän happea kuin stökiometriseen palamiseen tarvitaan. Kun $\lambda>1$ seos on laiha eli happea on ylimäärä stökiometrisen palamiseen. (7.)

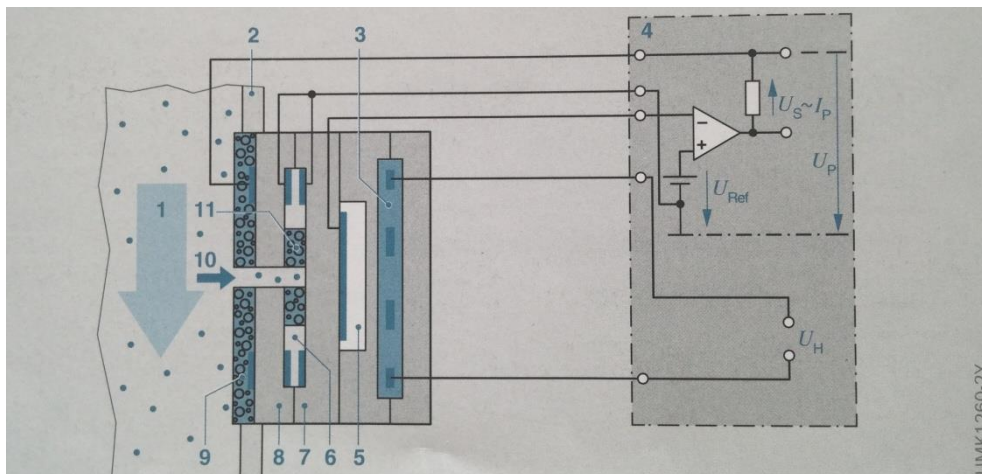
Paras teho moottorista saavutetaan rikkaalla seoksella, kun $\lambda=0,8-0,9$. Polttoaineen kulutuksen kannalta taloudellisimmillaan moottori on yleensä, kun $\lambda=1,2-1,3$. Pienimmät päästöt moottori tuottaa, kun $\lambda=1$. Tiukentuneiden päästöjen mukanaan tuoma kolmitoimikatalysaattori vaatii myös toimiakseen, että $\lambda=1$. Katalysaattori toimii mahdollisimman hyvin, pelkistäen typen oksideja mahdollisimman tehokkaasti, kun $\lambda=1$. Dieselmoottorit toimivat aina ilmaylimäärällä; ja niissä λ arvo on tyyppillisesti yli 1,4 (7.)

Kapeakaistaiset lambda-anturit toimivat vain stökiometrisen palamisen alueella eli kun $0,995<\lambda<1,005$. Laajakaistalambdan toiminta alue on nimensä mukaan laaja, sen toiminta alue on $0,7<\lambda<\infty$. Laajakaistalambda toimii siis jokaisella

moottorin toiminta alueella, ja sitä voidaan käyttää hyväksi niin toimittaessa laihalla kuin rikkaallakin seoksella. (2, s. 154–159; 7.)

Lambda-anturi voidaan sijoittaa moneen paikkaan pakoputkessa. Yleensä anturi, jonka mukaan säädetään moottorin seossuhdetta, on sijoitettu lähelle kohtaa jossa kaikkien sylinterien pakokaasut yhdistyvät. Toinen lambda-anturi sijoitetaan yleensä katalysaattorin jälkeen. Tämän anturin tehtävä on seurata katalysaattorin toimintaa. Anturi sijoitetaan siten, että sen mittauspää on pakoputkessa kosketuksissa pakokaasuun. Anturia varten putkeen on hitsattu kierteitettyholkki, johon anturi kiinnitetään. (2, s. 154–158.)

Boschin valmistama LSU4 on tasomainen laajakaista lambda-anturi. Anturi on kaksikammioinen, virtaa rajoittava anturi. Anturissa on mittauskenno, joka koostuu keraamisesta zirkoniumoksidista valmistetusta Nernstin pitoisuuskennosta, sekä happipumppukennosta. Kennojen välillä 10–50 mikrometrin diffusiorako. Pakokaasu johdetaan diffusiorakoon kaasukäytävää pitkin. Huokoinen diffuusioneste rajoittaa pakokaasussa olevien happimolekyylien virtausta diffusiorakoon. Kuvassa 7 näkyvässä Boschin LSU4 lambda-anturin mittauspään rakenne sekä kytkentä ohjauselektronikkaan (2, s. 158.)



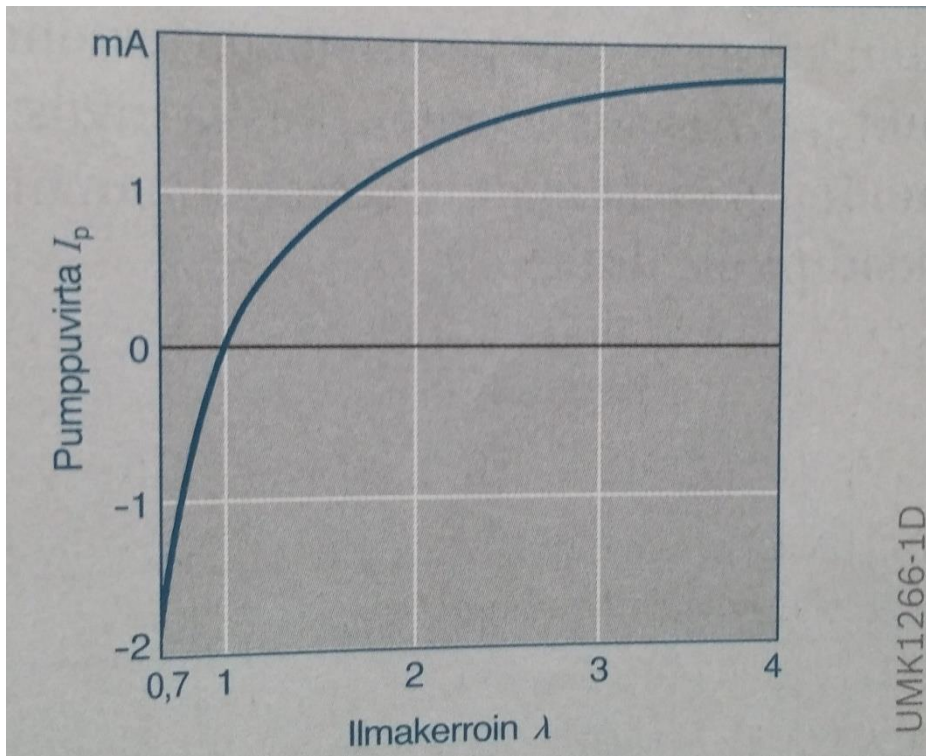
KUVA 7. Bosch LSU4 laajakaistalambda-anturin sisäinen rakenne sekä kytkentä ohjauselektronikkaan. 1. Pakokaasu, 2. Pakoputki, 3. lämmityselementti, 4. ohjauselektronikka, 5. vertailukammio ja vertailuilmanakanava, 6. diffusiorako, 7. Nernstipitoisuuskenno, 8. happipumppukenno, 9. huokoinen suojakerros, 10. kaasukanava, 11. huokoinen diffuusioneste, I_P pumppuvirta, U_P pumppujännite,

U_H lämmitysännite, U_{Ref} vertailujännite ($\lambda=1$ 450 mV), U_s anturijännite (2, s. 158)

Nernstin pitoisuuskennon toinen puoli yhdistyy pakokaasuihin diffuusioraon kautta ja toinen puoli ulkoilmaan vertailuilman kautta. Nernstin pitoisuuskenno vertaa hapen määrää vertailuilman ja diffuusioraossa olevan pakokaasun välillä. Mittauselektronikan ja happipumppukennon avulla säädetään hapen määrää diffuusioraossa. Siellä oleva pakokaasu pyritään pitämään arvossa $\lambda=1$. Mittauselektronikka säätää happipumppukennon pumppaus jännitettä sen mukaan, täytyykö happea pumpata diffuusiorakoon vai sieltä pois. (2, s. 158–159.)

Moottorin seoksen ollessa rikas, ohjaa säätöelektronikka happipumppukennolle negatiivisen jännitteen, jolloin pumppukenno pumppaa pakokaasuista happea diffuusiorakoon, jotta $\lambda=1$. Pakokaasun seoksen ollessa laiha, muuttaa ohjaus-elektronikka pumppausjännitteen positiiviseksi. Tällöin pumppukenno pumppaa happea pois diffuusioraosta. Pumppausjännite on nolla, kun $\lambda=1$. (2, s. 159.)

Säätöelektronikan ohjaama virta happipumppu kennolle on verrannollinen pakokaasujen jäännöshappipitoisuuteen. LSU4-laajakaista-anturin pumppausvirtaa mittaamalla saadaan selville pakokaasun λ -arvo, sillä pumppausvirta muuttuu sen mukaan. Virta muuttuu kuitenkin λ -arvon mukaan epälineaarisesti kuten kuvassa 8. Anturin toiminta lämpötila on 659–900 °C, jotta anturi saavuttaa nopeasti toimintalämpötilansa, on siihen integroitu lämmitys elementti. Koska anturin tuottama signaali on käyttökelpoista vain oikeassa lämpötilassa, vähentää anturin lämmittäminen ratkaisevasti pakokaasujen lämpötilan vaikutusta mitaustulokseen. (2, s. 159.)



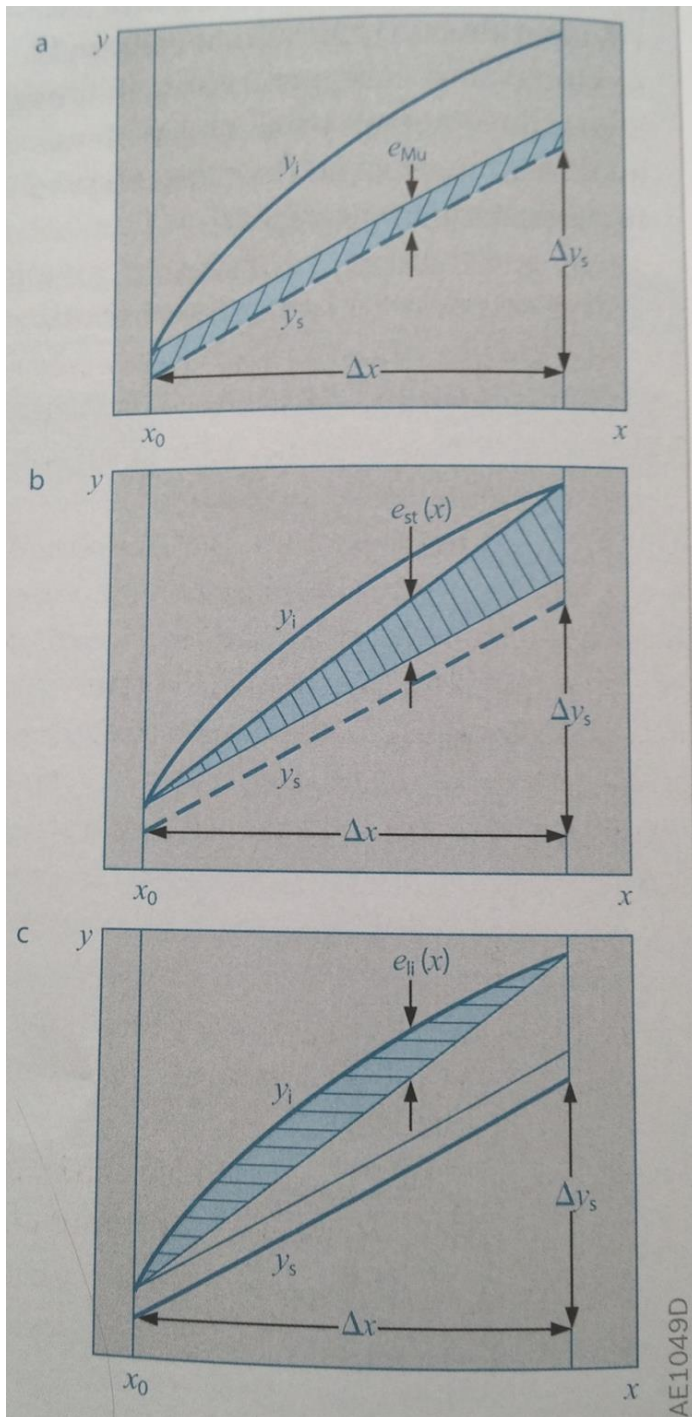
KUVA 8. Esimerkki laajakaistaisen lambda-anturin pumppuvirta suhteessa λ -arvoon, kun $\lambda=1$ pumppuvirta on nolla (2, s. 159)

Laajakaista lambda-anturin tarvitsema ohjauselektronikka on aina ulkoinen eli anturia ei voida käyttää ilman ohjauselektronikkaa. Ohjauselektronikka voi olla rakennettu joko suoraan moottorinohjainlaitteeseen tai sitä varten voi olla erillinen ohjainyksikkö. Esimerkiksi tässä työssä käytetty Motecin valmistama PLM on näytöllinen laajakaistalambdamittari, josta lambdatieto saadaan moottorinohjainlaitteelle joko CAN-väylän kautta tai jänniteviestinä.

3.2 Anturien vaatimukset ja erottelukyky

Anturien ulostulosignaali voi olla jatkuva virta- tai jännitesignaali, muuttuva taajuus tai jakson kesto, tai se voi olla pulssin kesto tai pulssin teho. Jatkuva ulostulosignaali voi olla ominaiskuvaajaltaan lineaarinen tai epälineaarinen. Epäjatkuvia ulostulosignaaleja ovat kaksi ja moniportaiset koodatut ulostulot. Ulostulosignaalissa voi olla myös hystereesi-ilmio eli signaali palaakin takaisin eri reittiä kuin se nousee. (2, s. 12–13.)

Anturivirhe saadaan, kun verrataan anturin todellista ominaiskuvaajaa vertailukuvaajaan. Mitä enemmän todellinen kuvaaja poikkeaa vertailukuvaajasta, sitä suurempi on anturin virhe. Kokonaisvirheen muodostavat virheet voidaan luokitella kolmeen luokkaan. Siirtymävirheessä nollakohta ei ole oikea. Lineaarisessa kuvaajassa tämä tarkoittaa sitä, että todellinen kuvaaja kulkee joko vertailukuvaajan ylä- tai alapuolella. Kulmavirheessä kuvaajien muutosnopeus suhteessa toisiinsa on liian nopea tai hidas. Lineaarisuus virheessä signaali ei muutu lineaarisesti niin kuin sen pitäisi, vaan kuvaaja on hieman paraabelimainen. Virhetyypit on esitetty havainnollistavina kuvaajina kuvassa 9. (2, s. 14.)



KUVA 9. Virhesignaalit kuvaajassa: a) siirtymävirhe, b) kulmavirhe ja c) lineaarisuusvirhe (2, s. 14)

Kuvassa 9 esitettyjen virheiden syitä ovat esimerkiksi tuotantoprosessissa aiheutuneet syyt ja ominaiskuvaajan lämpötilariippuvuus. Tällaiset virheet ovat

systemaattisia ja pääteltävissä. Ne voidaan helposti korjata erilaisilla kompensatioilla. Satunnaisvirheitä sen sijaan on hankalampi päätellä, eikä niitä voida kompensoida. (2, s. 14–15.)

Anturien luotettavuutta ei voida selvittää kuin käytössä ja mittaamalla niiden virhettä. Antureiden vikataajuutta kuvataan kreikkalaisella kirjaimella λ (lambda). vikataajuuden yksikkö on 1/h eli virhettä tunnissa tai promilleina ppm/h eli promillea tunnissa. Määritettäessä vikataajuutta kriteereinä voi olla täydellinen rikoontuminen, osittainen vioittuminen, äkillinen vioittuminen tai kulkeutuminen eli vähitellen tapahtuva ominaiskuvaajan muutos. (2, s. 15–16.)

Anturien luotettavuutta lisää siihen tähtäävä suunnittelu sekä kestävä materiaalit. Lisäksi täytyy suunnitella tarkkaan kuinka ehkäistään mekaaniset, kemialliset ja sähköisistä vaikutuksista johtuvat ongelmat tai virheet. Ajoneuvoissa luotettavuusvaatimukset eri järjestelmissä ovat korkeat. Kuvassa 10 on verrattu ajoneuvon eri järjestelmien luotettavuus vaatimusta matkapuhelimeen. (2, s. 16–17.)

Takuutavoite: 150 000 km/10 vuotta	
→ ECU vikatiheys (kentällä)	< 50 ppm
→ ECU vikatiheys (0 km)	< 15 ppm
→ Moduulien ja antureiden vikatiheys	< 10 ppm
→ ASIC vikatiheys	< 3 ppm
→ IC vikatiheys	<< 1 ppm
→ Erilliskomponenttien vikatiheys	< 0,5 ppm
→ <i>Vertailuna</i> matkapuhelin	~ 5000 ppm

KUVA 10. Ajoneuvojen erijärjestelmille sallittuja vikataajuuksia promillemuodossa, vertailukohtana toimii matkapuhelin (2, s. 17)

Anturit jaetaan ajoneuvoissa kolmeen luokkaan niiltä vaadittavan luotettavuuden suhteen. Nämä luokat ovat 1. ohjaus, jarrutus ja henkilöiden suojaus, 2.

moottori ja voimalinja, alusta ja renkaat, 3. mukavuus ja viihtyvyys, diagnosointi, informaatio ja varkaudenesto. 1. luokan antureiden luotettavuusvaatimus on samaa tasoa avaruusteollisuuden vaatimuksien kanssa. Ajoneuvoissa antureihin kohdistuu äärimmäisiä rasituksia, värinat, iskut, lämpötilanvaihtelut, kosteus, erilaiset kemialliset rasitteet sekä erilaiset sähkömagneettiset rasitukset. (2, s. 18–19.)

Pelkästään anturien vaatimukset eivät ole korkeat, myös liitosten ja johdotuksien anturien ja ohjainlaitteiden välillä täytyy olla luotettavia. Liitosten täytyy olla tiukkoja, jotta signaali ei vääristy. Lisäksi ne täytyy olla tiivistetty, jotta korroosio ei kuluta liitospintoja. Johtojen täytyy pysyä joustavina useiden vuosien ajan vaikka niihin kohdistuu niin mekaanista kuin kemiallistakin kulutusta. Vaatimukset ovat samat myös antureiden ja ohjainlaitteiden sisäisissä kytkennöissä. (2, s. 19–20.)

Ajoneuvoissa yleisesti käytettyjen anturien tarkkuusvaatimus on 1 % mittausalueesta. Tarkempia mittausvaatimuksia on lähinnä moottorin toiminnan ja päästöjen muodostuksen ja käsittelyn komponenteissa. Järjestelmien kehittyminen kuitenkin nostaa kokoajan anturien tarkkuusvaatimuksia. (2, s. 23.)

Tässä opinnäytetyössä rakennettavaa tiedonkeruulaitteistoa tullaan käyttämään hyväksi säädettäessä moottoreita, joten järjestelmän antureilta vaaditaan korkea luotettavuutta ja mittaustarkkuutta. Antureiden valinnassa tullaan kiinnittämään huomiota antureiden laatuun.

3.3 Näytteenottotaajuus

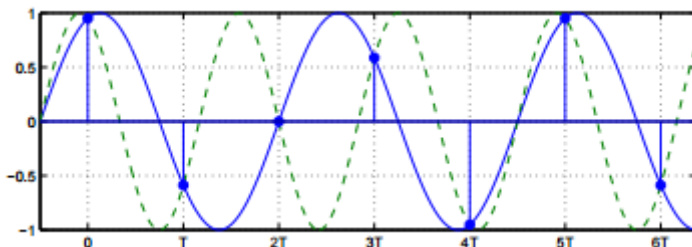
Näytteenottotaajuudella tarkoitetaan mittauspisteiden aikaväliä eli mittaustaajuutta. Näytteenottotaajuudesta puhutaan yleensä hertseinä, 10 Hz tarkoittaa että mittauksessa tallennetaan 10 mittauspistettä sekunnissa. Mitä suurempi mittaustaajuus on, sitä pienemmät mittauksessa tapahtuvat muutokset saadaan talteen. (8, s. 3.)

Näytteenottotaajuuden kasvattaminen lisää mittausjärjestelmän muistin tarvitsemaa määrää, jos mittausaika pysyy samana. Kun näytteenottotaajuus kaksin-

kertaistuu, tulee mitattua tietoa kaksi kertaa enemmän samassa ajassa. Näytteenottotaajuuden valinnassa täytyy aina ottaa huomioon, mitattavan suureen muutosnopeus ja millä tarkkuudella muutosta halutaan seurata. Lisäksi pitää aina miettiä mittaustaajuutta kasvattaessa, mikä on järkevää ja milloin se on turhaa. (8, s. 3–4.)

Perussääntö mittauksissa on, että mittaustaajuuden tulisi olla kaksinkertainen mitattavaan kohteen muutostaajuuteen nähden. Mittaustaajuuden ollessa liian pieni voi oleellinen tieto mittauksen kannalta jäädä tallentamatta. Tämä voi johtaa siihen, että mittauksissa saatua tietoa tulkitaan väärin. Käytettävissä olevan muistin määrä täytyy huomioida myös valittaessa mittaustaajuutta, jotta muisti riittää halutulle mittausajalle. (8, s. 3–4.)

Kuvassa 11 nähdään kaksi signaalia, jotka ovat mitattu taajuudella T . Molempien signaalien mitatut pisteet ovat samat ja ne näyttävät mittaustuloksissa samanlaisilta. Todellisuudessa signaalit ja niiden muutosnopeus eroavat paljon toisistaan. Nostamalla mittaustaajuus kaksinkertaiseksi, saataisiin molempien signaalien muutos näkyviin mittaustuloksiin ja nähtäisiin signaalien eroavan toisistaan.



KUVA 11. Näytteenottotaajuuden valintaan täytyy kiinnittää huomiota. Kaksinkertaistamalla näytteenottotaajuus saataisiin molempien signaalien muutos mitattua tarkemmin. Silloin mittauksen perusteella pystyttäisiin huomaamaan, että signaalit ovat erilaisia. Käytettäessä näytteenottotaajuutta T signaalit näyttävät mittaustuloksissa samanlaisilta (8, s. 4)

4 ETSITTÄVÄT VIAT

4.1 Muuttuvageometrisien ahtimien ongelmat

Turboahdetuissa moottoreissa, ahtimen tuottamaa ylipainetta on normaalisti rajoitettu hukkaportin avulla. Hukkaportin kautta pakokaasu päästetään virtaamaan ahtimen turbiinin ohi, jolloin turbiinipyörää pyörittävä pakokaasumäärä on pienempi. Tämä saa aikaan sen, että turbiinipyörän pyöriminen hidastuu ja näin saadaan rajoitettua turboahtimen tuottamaa ylipainetta. (9, Etusivu -> Turbon toiminta.)

Muuttuvageometrisissä ahtimissa pakokaasua ei ohjata virtaamaan turbiinin ohi, vaan turbiinin pyörimisnopeutta säädetään turbiinipesässä olevan johdin siivikon avulla. Siivikkoa kääntämällä muutetaan pakokaasun virtausta. Siivikko ollessa kiinni kaikki pakokaasun ja sen sisältämä energia pyörittävät turbiini pyörää, kun siivikkoa avataan ohivirtaus turbiinipyörällä kasvaa ja tämä saa aikaan sen että turbiini pyörä pyörii hitaampaa. (9, Etusivu -> VNT.)

Puhekielessä yleisesti käytetty termi muuttuvageometrisistä ahtimista on VNT, variable nozzle turbine on Garretin valmistama muuttuvageometrinen ahdin. Muiden valmistajien ahtimia ovat Borg Warner Turbosystems'in VTG, variable turbine geometry, sekä Holsetin variable geometry turbine eli VGT. Kaikkien valmistajien ahtimet eroavat rakenteeltaan hieman toisistaan, mutta toimintatapa on sama. (9, Etusivu -> VNT.)

Muuttuvageometrisien ahtimien johdinsiivikkoa on ohjattu pitkään ali- ja yli paineen avulla. Ali- ja ylipaineohjatuissa järjestelmissä painetta ohjataan magneettiventtiileillä, joita ohjataan moottorinohjauksella. Markkinoille on myös tullut kokonaan sähköisesti ohjattuja ahtimia, joita moottorinohjaus ohjaa suoraan. (9, Etusivu -> VNT.)

Muuttuvageometrisien ahtimien ongelmana on ahtimen turbiinipesässä olevan johdinsiivikon ja sitä liikuttavien komponenttien karstoittuminen. Karstan kertyminen saa aikaan johdinsiivikon hitaamman liikkumisen ja aiheuttaa takertelua. Pahimmillaan siivikko voi jumiutua yhteen asentoon.

Siivikon takertelu ja jumiutuminen huomataan moottorin huonontuneesta toiminnasta. Moottori ei nosta ahtopainetta tai sitten moottori nostaa ahtopainetta liikaa. Lisäksi ahtopaineen muutos tapahtuu hitaammin kuin sen pitäisi.

Markkinoilta löytyy erilaisia polttoaineen sekaan ja imuputken kautta suoraan moottoriin lisättäviä lisäaineita. Lisäaineiden tarkoitus on liottaa ja polttaa karsata vähemmäksi. Aineiden valmistajien mukaan ne auttavat ja parantavat ahtimen toimintaa. Täytyy kuitenkin muistaa, että jos ahdin on kokonaan jumissa, eivät puhdistusaineet sitä pysty palauttamaan entiselleen.

Puhdistus- ja liuotusaineet ovat hyvä vaihtoehto silloin, kun ahdin antaa ensimmäisiä merkkejä takertelusta. Aineilla ei saada ahtimia uuden veroisiksi, mutta todennäköisesti ne jatkavat ahtimien käyttöikää hieman. Muuttuvageometriset ahtimet ovat tarkkoja säädöistä ja kalibroinneista. Tämän vuoksi yksikään ahdinvalmistaja ei myy varaosia muuttuvageometrisiin ahtimiin, koska ne voidaan säätää ja kalibroida vain valmistajien omilla laitteilla (9, Etusivu -> VNT.). Tämän vuoksi erilaiset liuotusaineet ovat ainoa vaihtoehto, jos ahdinta ei haluta heti vaihtaa.

Tiedonkeruujärjestelmän avulla voidaan tutkia ahtimen toimintaa sekä liikkuuko johdinsiivikko niin kuin sen kuuluu. Järjestelmän paineanturit voidaan liittää mittaamaan moottorin ahtopainetta ja muuttuvageometrisen ahtimen ohjauspainetta. Lisäksi mittauksessa voidaan mitata ohjauspainetta ohjaavan magneettiventtiilin jännitettä. Mittauksissa kuormitetaan moottoria eritavalla simuloimalla erilaisia ajotilanteita, joissa ahtopaineen pitäisi muuttua. Mittauksia analysoimalla voidaan todeta, että muuttuuko ahtopaine ohjauspaineen tai jännitteen mukaan.

4.2 Hiukkassuodattimen ja katalysaattorin tukkeutuminen

Ajoneuvojen tiukentuneet päästövaatimukset ovat tuoneet mukanaan erilaisia pakokaasujen puhdistusjärjestelmiä. Kaikissa ajoneuvoissa käytetään nykyään kolmitoimista katalysaattoria, jossa CO eli häkä HC eli hiilivedyt ja NO_x eli typen oksidit muutetaan vaarattomammiksi aineiksi. Katalysaattorin aikaansaama kemiallinen reaktio muuttaa haitalliset päästöt typpikaasuksi N₂, hiilidioksidiksi

CO₂ ja vesihöyryksi H₂O. Katalysaattorin tukkeutuminen johtuu yleensä sen kennorakenteen sulamisesta. (10.)

Hiukkassuodatin eli DPF Diesel Particulate Filter on 2007 pakolliseksi tullut suodatin dieselautoihin, joka suodattaa pakokaasuista haitallisia pienhiukkasia.(11.) Hiukkassuodattimien yleinen ongelma on niiden nopea tukkeutuminen. Suodattimen tukkeutuminen aiheuttaa vastapaineen kasvun pakoputkistossa. Tukkeutunut suodatin aiheuttaa yleensä turbon hajoamisen liian suureksi kasvaneen vastapaineen vuoksi.

Auton oma järjestelmä suorittaa hiukkassuodattimelle niin sanotun puhdistuspolton, joka polttaa suodattimeen kertynyttä nokea tietyin väliajoin. Tämä väli on mallista riippuen 300–700 km. Puhdistuspolton tarkoituksena on estää suodattimen tukkeutuminen. Se saadaan aikaan esimerkiksi myöhästyttämällä polttoaineen suihkutusta, jolloin pakokaasun lämpötila nousee. Jotta puhdistuspoltto onnistuu, täytyy suodattimen lämpötilaksi saada yli 600 °C. (11.)

Lyhyet ajomatkat lisäävät suodattimen tukkeutumista. Puhdistuspolttoon varten määrätyt olosuhteet eivät täyty, vaatimuksena voi olla esimerkiksi moottorin tietty lämpötila, 30 minuutin yhtäjaksoinen ajo ja vähimmäisnopeus ajon aikana. Puhdistuspoltto voidaan myös suorittaa pakotetusti. Tähän vaaditaan testi, jonka avulla moottorin ohjainlaite määrätään suorittamaan puhdistuspoltto. (11.)

Hiukkassuodattimet ovat kalliita, pelkkä suodatin voi helposti maksaa 1 000–2 000 euroa. (11.) Tämän vuoksi markkinoilla on paljon erilaisia aineita suodattimen puhdistukseen. Osa on tarkoitettu polttoaineen joukkoon lisättäväksi. Toiset aineet syötetään suoraan pakoputkeen ennen hiukkassuodatinta ja tämän jälkeen suoritetaan puhdistuspoltto pakotetusti. Jotkut korjaamot myös poistavat hiukkassuodattimia ajoneuvoista. Tällöin itse suodatin otetaan pois autosta ja autonmoottorinohjainlaitteesta koodataan hiukkassuodatin toiminto pois käytöstä. Tämä toimenpide ei ole kuitenkaan laillinen, vaikka sitä ei tällä hetkellä mitenkään valvota.

Hiukkassuodattimilla varustetuissa ajoneuvoissa on omat paineanturit suodattimen tukkeutumisen mittaamiseksi. Antureiden antama painetieto pystytään varmistamaan vertailumittauksella tiedonkeruulaitteistoa hyväksi käyttäen kiinnittämällä paineanturit hiukkassuodattimen molemmilta puolilta tuleviin letkuihin. Dynamometrin avulla pystytään moottoria myös kuormittamaan, jolloin nähdään suodattimen aiheuttama paine-ero pakoputkistossa niin joutokäynnillä kuin kuormitettaessakin. Puhdistuskäsittelyn toimivuus pystytään myös todentamaan suorittamalla mittaus uudestaan puhdistuksen jälkeen.

4.3 Auton omien anturitietojen varmistaminen vertailumittauksella

Ajoneuvon eri anturien painetietoja pystytään tiedonkeruulaitteiston avulla mittaamaan ja tarkistamaan, onko anturien näyttämä tieto moottorinohjainlaitteelle oikea. Jännitemittauskanavilla pystytään mittaamaan toimilaitteille tuleva ohjausjännite ja päättelemään toimiiko toimilaite tai toimiiko se oikein.

4.4 Ahtopainevikojen selvittäminen

Ahtopaineen nousuun tai vaihteluun liittyviä ongelmia pystytään selvittämään ja päättelemään tiedonkeruulaitteiston avulla, kun mitataan ahtopainetta sekä ohjauspainetta. Mittaamalla jännitetieto ohjauksen magneettiventtiileiltä ja vertaamalla tätä ohjauspaineeseen ja sen muutokseen voidaan päätellä, miten moottorinohjain haluaa ahtopainetta muuttaa.

Itselleni tuli vastaan esimerkiksi yksi Alfa Romeo, joka kiihdytettäessä lähti nostamaan kierroksia normaalisti mutta yhtäkkiä auto alkoi nykiä. Vikaa etsittiin kauan. Vikakoodeja ohjainlaitteelta ei löytynyt yhtäkään. Selvää ahtopaine vuotoa autossa ei ollut. Mittaamalla ulkoisella mittarilla ahtopainetta nähtiin, että ahtopaine alkaa vaihdella ylös alas, kun auto alkoi nykiä.

Testerin avulla nähtiin kyseisestä autosta, moottorinohjauksen ahtopaineen pyyntiarvo. Pyyntiarvo seilasi samalla tapaa ylös ja alas, kuin ahtopaine, mutta päinvastaisessa järjestyksessä. Vika viittasi ahtopainevuotoon, mutta selvää vuotoa ei saatu paikallaan ilmenemään. Lopulta vika löydettiin moottorin imu-sarjan läppien akseleista. Ahtopaineen noustessa tarpeeksi ylös läppien akseli

muutti asentoa ja alkoi vuotaa. Paineen laskeessa akseli liikkui takaisin ja vuotoa ei ollut.

Mielestäni tiedonkeruulaitteisto olisi helpottanut tämän vian paikallistamista sillä kaikki mittaukset olisi pystytty tekemään laitteiston ja testerin avulla. Ahtopainevuoto olisi mahdollisesti voitu kuulla kuormitettaessa moottoria dynamometrillä. Lisäksi vianhaku olisi ollut turvallisempaa, sillä vikaa jouduttiin selvittämään yleisillä teillä, koska autoa piti kuormittaa, jotta vika ilmeni.

5 TIEDONKERUULAITTEISTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Yrityksen käyttöön tuleva tiedonkeruulaitteisto liitetään sen käytössä olevan nelipyörädynamometrin yhteyteen. Laitteiston pääasiallinen käyttötarkoitus on helpottaa moottorien säätötyötä dynamometri mittauksissa. Sen avulla saadaan tallennettua ja seurattua reaaliajassa moottorin toiminnan kannalta oleellisia tietoja, joiden pohjalta moottorin säätötyö helpottuu ja nopeutuu. Laitteiston suunnittelun lähtökohtana on myös se, että sitä pystytään hyödyntämään erilaisten vikojen etsinnässä siviiliajoneuvoissa mahdollisimman paljon.

5.1 Mitattavat kohteet

Laitteiston suunnittelu aloitettiin miettimällä, mitä tietoja moottorien säätötyössä tarvitaan. Lisäksi mietittiin, mitä muita ominaisuuksia järjestelmässä pitäisi olla. Tällaisia ovat merkkiausnappi vianhakua varten, jolla voidaan merkitä kerättyyn tietoon nappia painamalla paikka, jossa vika on ilmennyt. Toinen lisättävä ominaisuus on luistovalo, joka ilmoittaa moottoria säätävälle henkilölle auton renkaiden luistavan dynamometrin rullien päällä.

Mittauksissa tarvitaan seuraavat tiedot:

- moottorin pyörintänopeus
- lambda-tieto eli jäännöshapen määrä pakokaasuissa
- lämpötilatiedot, ilman lämpötila ja pakokaasun lämpötila
- painetiedot, kuten polttoaineen-, ahto- ja pakopaine
- dynamometrin rullien pyörimisnopeudet, luiston valvontaa varten
- erilaiset jännitemittaukset, kuten auton omat painetunnistimet ja kaasun asento ilmamassamittari, vertailumittaukset.

5.2 Laitteiston valinta ja suunnittelu

Yritys myy ja asentaa Australialaisen MoTeC:n valmistamia moottorinohjauslaitteita ja muita valmistajan tuotteita. Tämän vuoksi tiedonkeruulaitteisto päätettiin toteuttaa Motecin tuotteilla. Lisäksi Motecin valmistamat laitteet voidaan liittää

CAN-väylän kautta toisiinsa. Jos säädettävässä ajoneuvossa on Motecin moottorinohjainlaite, saadaan esimerkiksi moottorin pyörimisnopeus ja kaasun asento tätä kautta tiedonkeruujärjestelmän muistiin.

Tiedonkeruujärjestelmä päätettiin rakentaa sellaiseksi, että se kerää kolme painetietoa, dynamometrin neljän rullan pyörimisnopeudet, kaksi lämpötilatietoa, moottorin kierrosluvun, lambdatiedon, sekä 2 jännitemittaus kanavaa. Lisäksi CAN-väylän kautta Motecin moottorinohjauksella varustetuista autoista saadaan kaikki moottorin ohjaukselle tulevat tiedot siirrettyä tiedonkeruulaitteen muistiin. Järjestelmään lisätään myös merkklausnappi sekä luistovalo helpottamaan työkentelyä.

Tiedontiedonkeruu laitteeksi Motecin valikoimasta löytyy monia laitteita. Laitteita on sekä näytöllisiä että näytöttömiä, mittauskanavien ja muistin lukumäärät vaihtelevat laitteen mukaan. Tiedonkeruulaitteeksi valittiin Motecin C125 näyttö, kuvassa 12 näyttö ja sen näkymä mittaustilanteessa. 125:ssa oli riittävästi kanavia tiedonkeruulaitteisto varten: kuusi analogista jännitekanavaa, kaksi analogista lämpötilakanavaa, kaksi digitaalikanavaa, kolme kanavaa nopeustietoa varten, sekä kaksi erillistä CAN-väylää ja kaksi sarjaviestikanavaa. (4, Linkit Downloads-> User Manuals-> C125 User Manual, s. 53.) Näyttöön päädyttiin, koska muilla laitteilla olisi jäänyt käyttämättömiä kanavia ja tämä olisi nostanut turhaa laitteiston hintaa. Näytön muistin voidaan tallentaa 120 megabittiä tietoa. Tiedonkeruujärjestelmää voidaan laajentaa myöhemmin esimerkiksi E888 laajennus moduulilla, jolloin mittakanavia saadaan käyttöön enemmän.



KUVA 12. Motec C125 näyttö joka on varustettu tiedonkeruu ominaisuudella (4. Linkit Products-> Displays-> C125)

C125:lla mitattu tieto nähdään reaaliaikaisena C125 Dash Manager -ohjelman avulla. Tietoa voidaan tarkastella monessa muodossa: tieto saadaan suoraan reaaliaikaisena numero arvona, mittarinäkymänä, palkkinäkymänä, sekä käyränä esimerkiksi viimeiseltä 30 sekunnilta. Kun tiedot on tallennettu näytöstä tietokoneelle, voidaan mitattua tietoa tarkastella Motecin i2 tiedonkeruun analysointi ohjelman avulla.

Lambdatietoa varten tehodynamometrissä on ollut käytössä Motecin valmistama PLM laajakaista lambda. PLM voidaan liittää CAN-väylän kautta suoraan näyttöön, jolloin lambdatieto saadaan suoraan tiedonkeruulaitteen muistiin. PLM johdotetaan uudestaan, jolloin itse PLM saadaan sivuun sitä ja näyttöä varten varattuun koteloon.

Paineantureiksi valittiin Kellerin valmistamat paineanturit, joiden mittausalue on 0–5 baaria absoluuttista painetta. Kellerin antureihin päädyttiin niiden mittatarkkuuden ja laadun vuoksi. Painetieto saadaan antureista 0,5–4,5 voltin jännitetietona, joten ne mitataan analogisilla jännitekanavilla.

Näytössä oli käytössä vain kolme kanavaa nopeustietoa varten, joten yksi nopeustieto täytyy tallentaa digitaalikanavan kautta. Digitaalikanavan kautta tallen-

nettava rullanopeustieto täytyy mitata Hall-anturilla. Nopeusantureina päädyttiin käyttämään yhtä Boschin valmistamaa Hall-anturia ja kolmea induktioanturia.

Lämpötilaa päätettiin mitata kahdella erityyppisellä anturilla. Niin sanotuksi imuilma-anturiksi valittiin Boschin valmistama avoin NTP-anturi, joka reagoi nopeasti lämpötilanmuutoksiin. Anturi on tarkempi huoneen lämpötilan lähellä olevissa lämpötiloissa, toisin kuin K-tyyppin termopari anturi joka valittiin niin sanotuksi pakolämpöanturiksi. NTP- anturin tieto voidaan mitata suoraan analogisen lämpötilakanavan kautta. K-tyyppin termopari tarvitsee jännitteen vahvistimen. Termopari liitetään vahvistimeen, jonka ulostulojännite on 0–12 voltia ja vahvistin kytketään analogiseen jännitekanavaan.

Jännitemittaukset voidaan suorittaa näytön analogisilla jännitekanavilla. Näytössä on jännitekanavia joiden mitta-alue on 0–5 voltia sekä 0–15 voltia. Jännitemittauskanaviksi valittiin yksi kummankin tyyppisiä kanavia, koska kanavien mittaustaaajuus saadaan pienemmän jännitteen kanavassa suuremmaksi.

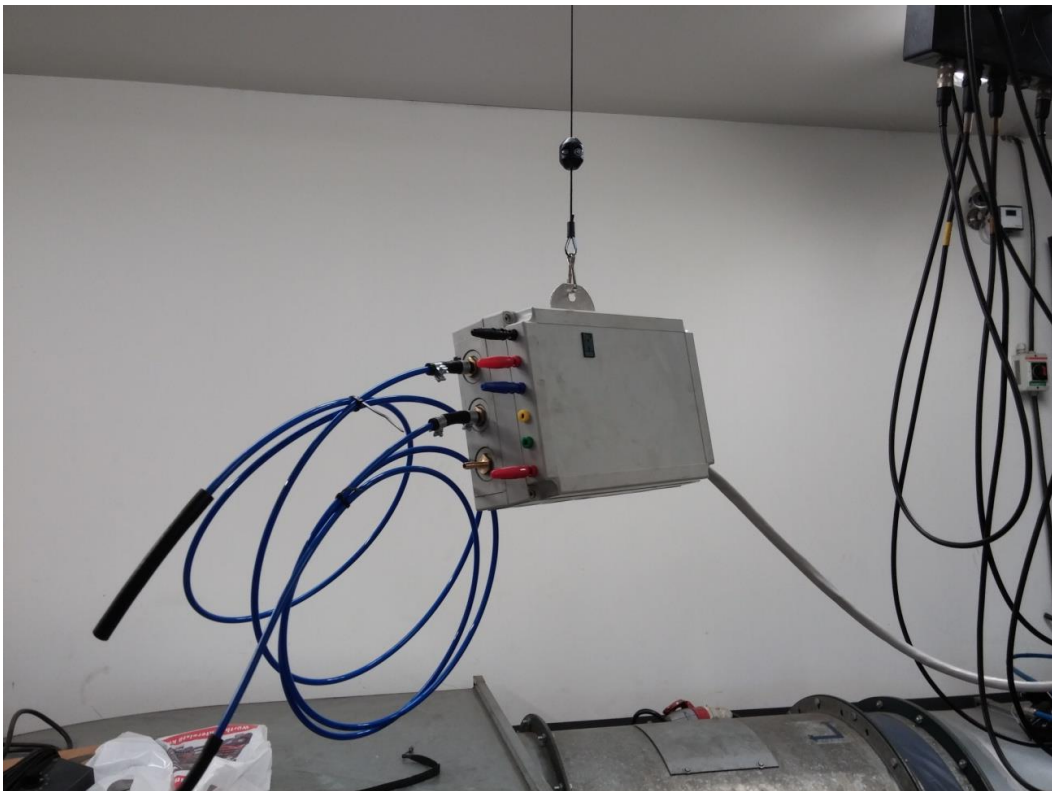
Motecin moottorinohjauksella varustetuista ajoneuvoista moottorin pyörintänopeus saadaan suoraan CAN-väylän kautta. Muita moottorin ohjainlaitteita käytettäessä se saadaan helpoiten mittaamalla se suoraan autosta. Moottorin pyörimisnopeuden mittaus päätettiin tehdä digitaali-kanavalla. Kanavan asetuksista voidaan muuttaa, montako pulssia yhdellä kierroksella on, jolloin pyörimisnopeus voidaan mitata esimerkiksi puolan ensiöpuolelta tai polttoainesuuttimelta.

Luistovaloina käytetään näytön omia varoitusvaloja, jolloin ylimääräisiä valoja ei tarvita. Ylimääräinen valo voidaan lisätä myöhemmin, jos tarvetta ilmenee sillä näytössä on myös ulostulokanavia. Merkkausnappi toteutettiin käyttämällä hyväksi analogista lämpötilakanavaa, jossa on sisäinen pull-up vastus, jolloin painonappi voitiin lisätä vain johdon väliin ja kytkemällä toinen pää 0 volttiin.

Näyttö ja PLM sijoitettiin seinälle asennuskoteloon jossa on kirkas kansi jolloin näyttö ja PLM:n näyttö näkyvät. PLM:stä johdot vedettiin ulos kotelosta lambda-anturia varten joka voidaan laittaa auton pakoputkeen. Lisäksi PLM:ltä tehtiin johto, joka voidaan vetää säädettävään autoon. Johdossa on CAN-väylä piuhat,

merkkauksenappi sekä analoginen seoksen ulostulokanava. CAN-väylän ja analogisen ulostulokanavan avulla PLM:n lambda tieto saadaan Motecin moottorinohjauksella varustetuissa autoissa moottorin ohjainlaitteelle, joka nopeuttaa osaltaan säätötyötä ja samalla ohjainlaitteen tiedot voidaan siirtää näytön muistiin.

Mittausyksikkö, joka näkyy kuvassa 13, rakennettiin asennuskoteloon auton etupuolelle. Kotelo asennettiin roikkumaan katosta keventimen varaan, jolloin se voidaan kätevästi siirtää sivuun ja lähelle auton konehuonetta tarpeen mukaan. Paineanturit sijoitettiin kotelon pätyyn, niihin liitettiin valmiiksi mittausletkut. Kotelon pätyyn sijoitettiin myös banaani-liittimet, joihin liitettiin jännitteen mittauskanavat, kierrosluvun mittauskanava, sekä maa, jolloin potentiaali auton ja tiedonkeruulaitteiston välillä saadaan tasattua. Koteloon sijoitettiin myös K-tyyppin lämpötila-anturin vahvistin ja liitin termoparia varten sekä liitäntä NTP-lämpötila-anturia varten.



KUVA 13. Mittausyksikkö joka on kiinnitetty paikalleen keventimeen. Kotelon sivussa kolme paineanturia sekä banaani-liittimet, sekä sen sivulla liitin K-tyyppin lämpötila-anturia varten

5.3 Johtosarjan suunnittelu

Johtosarjan suunnittelu aloitettiin, kun tiedettiin mihin, kaikki järjestelmän laitteet sijoitettaisiin. C125 näyttö, PLM sekä virtalähde päätettiin sijoittaa seinälle dynamometrin viereen. Mittausyksikkö sijoitetaan keventimeen mitattavan auton etupuolelle. Näytön ja PLM:n asennuskotelosta päätettiin vetää johdot erikseen lambda-anturille, jotta se riittää auton taakse pakoputkeen. CAN-väylän, analogisen lambda-tiedon, merkkauksnapin sekä näytön ohjelmointikaapeleista päätettiin tehdä niin pitkät, että ne riittävät sisälle dynamometrissä olevaan autoon.

Jokaisen rullan nopeusanturille tarvitaan kolme johtoa. Induktio antureille tulevat johdot ovat signaalijohto, 0 V eli signaalimaa, sekä suojamaa. Hall-anturille tarvitaan 12 V, 0 V, sekä signaalijohdot. Johtojen täytyy olla häiriösuojatut, jotta ne eivät häiritse dynamometrin omien anturien signaalia eivätkä dynamometrin anturit tiedonkeruun signaaleja.

Näytön asennuskotelosta mittausyksikköön täytyy vetää 5 ja 12 V syöttöjännitteet, maajohto sekä 0 V. Lisäksi tarvitaan signaalijohdot kolmelle paineanturille, kierrosluvunmittausta, kahta jännitteen mittausta, sekä kahta lämpötilatietoa varten. Syöttöjännitteet ja maat haaroitetaan vasta mittausyksikössä. Tällöin tarvitaan näytön asennuskotelon ja mittausyksikön välille vähintään 12-napainen kaapeli. Dynamometrin kierrosluvun mittausta ja kaukosäädin yksikkö on ollut aiemmin häiriöaltis. Sen johdot tulevat vierekkäin mittausyksikön kanssa. Häiriöiden minimoimiseksi tullaan näytön ja mittausyksikön välillä käyttämään myös häiriösuojattua kaapelia. Kaapelia tarvitaan noin 13 metriä.

PLM asennetaan asennuskoteloon näytön kanssa asennuskotelon seinälle. Niiden välille tarvitaan pelkästään väyläjohdot. PLM:itä vedetään viisi johtoa lambda-anturille. Johtojen pituudeksi tulee noin 6,5 metriä. Lisäksi tehdään johto asennuskotelosta mitattavaan autoon. Saman suojasukan sisälle tulevat väyläjohdot CAN Hi ja CAN Lo, sekä merkkauksnappia varten kaksi johtoa, sekä kaksi johtoa analogista lambda-tietoa varten. Johdon pituus on noin 6 metriä. Näytön ohjelmointia, tallennetun ja reaaliaikaisen tiedonsiirtoa varten näytöltä vedetään myös 6 metriä pitkä RJ45 kaapeli, joka riittää auton sisälle. RJ45 kaapeli on vastaava kaapeli kuin tietokoneiden Internet kaapeli.

Järjestelmän komponenteista ja niille tarvittavista johdotuksista tehtiin lista. Tämän jälkeen selvitettiin C125-näytön pinnilistan avulla mihin mikäkin johto kytkeään. Samalla tavalla käytiin läpi PLM:n kytkennät. Tämän jälkeen piirrettiin kytkentäkaavio käyttäen CADS Electric-ohjelmaa. KytKentäkaavio löytyy liitteestä 2.

5.4 Laitteiston rakentaminen

Laitteiston rakentaminen aloitettiin vetämällä nopeusantureiden johdot dynamometrin rullille. Johdot jouduttiin vetämään dynamometrin rullille perustuksiin valettuja putkia pitkin. Kaapelien hankalan asentamisen vuoksi päädyttiin viisinaoiseen häiriösuojattuun kaapeliin, jolloin jokaiselle rullalle jää kaksi tyhjää johtoa varajohdoiksi.

Mittausyksikön rakentaminen aloitettiin poraamalla siihen reiät paineantureita, banaani liittimiä ja johtojen läpivientiä varten, lisäksi tehtiin reiät K-tyyppin lämpötila-anturia varten sekä upotettiin koteloon liitin imuilman lämpötilan mittausta varten. Yksikköön lisättiin myös kiinnitys lenkki, josta se kiinnitetään keventimeen. Näytön kotelosta mittausyksikköön päätettiin käyttää kaapelina 16-napaisista häiriösuojattua parikaapelia. Kaapeliin jää 4 johtoa varajohdoiksi sekä optioiksi tiedonkeruun laajentamista varten.

Signaalijohdot liitettiin kotelon sisällä tinaamalla antureihin ja banaani liittimiin. 5 voltin syöttöjännite haaroitettiin kotelossa, jotta jokaiselle paineanturille saatiin syöttöjännite. Samoin tehtiin myös 0 voltin johdolle, lisäksi siitä haaroitettiin johdot myös K-tyyppin anturin vahvistimelle sekä imuilman lämpötila-anturille. 12 V syöttöjännite ja maa liitettiin K-tyyppin anturin vahvistimeen. Maajohto haaroitettiin myös yhteen banaani liittimeen, jonka kautta mitattava auto ja tiedonkeruujärjestelmä saadaan samaan potentiaalin.

PLM:stä johdot lähtevät 9-napaisilla uros ja naaras D-liittimillä. Naarasliittimeen tulee PLM:n jännitteensyöttö sekä siitä lähtevät lambdaalle menevät johdot. Lambdaalle menevät johdot päätettiin katkaista 2 metriä ennen lambdaa ja lisätä johtoon Deutch DTM liitin, josta johto on helpompi katkaista kuin lambdaan liittimestä. Liitos helpottaa pitkän johdon ja lambda anturin käsittelyä. Lisäksi

Lambdan puoleisiin johtoihin laitettiin korkeita lämpötiloja kestävä suojasukka johtojen päälle estämään johtojen sulaminen pakokaasujen tuottamassa lämmössä. Muuten johdot suojattiin kankaisella suojasukalla.

PLM:n urosliittimeen juotettiin kiinni CAN-väylän ristiin kierretyt johdot PLM:n ja näytön välille sekä 6 metriä pitkä väyläjohto, Väyläjohtojen välille liittimen päähän juotettiin 60 Ω päätevastus. Liittimeen juotettiin kiinni myös johdot analogista lambda-tietoa varten. Väyläjohto, lambda-tiedon sekä merkkauksnapin kaksi johtoa suojattiin kankaisella suojasukalla ja tuotiin vedonpoistavan läpiviennin kautta ulos asennuskotelosta samalla tavalla kuin lambda anturille menevät johdot.

Autoon tulevaan päähän lisättiin merkkauksnapin kytkin ja väyläjohtojen väliin lisättiin 60 ohmin päätevastus ja haaroitettiin kahdeksi sekä lisättiin päihin uros ja naaras bluki-pistokkeet. Toiseen bluki-pistokkeeseen voidaan kytkeä Motecin ohjelmointikaapeli ja toinen voidaan kytkeä moottorin ohjaimen jolloin moottorin ohjainlaite, PLM, C125 näyttö sekä säätötietokone ovat kaikki liitetty toisiinsa väylän kautta. Analogista lambda tietoa varten olevien johtojen päihin lisättiin 2-napainen Beutch DTM liitin helpottamaan kytkemistä ja estämään johtojen oikosulku vaara. Kuvassa 14 nähdään johdon autoon tuleva pää valmiina.



KUVA 14. Mitattavaan autoon sisälle tuleva johto, jossa merkkkausnappi, CAN-väylän liitäntä blukit sekä analogisen lambda-tiedon liitin

Näytön ohjelmointi ja reaaliaikainen tiedonseuranta tietokoneella suoritetaan tietokoneen Ethernet-liittimen kautta. Jotta kaapeli on helppo uusia sen suuren rikkoutumisvaaran vuoksi, päätettiin asennuskotelon pohjaan asentaa Ethernet-liitin, jolloin kaapeli voidaan suoraan vaihtaa tietokoneen ja laitteiston välillä.

Asennuskoteloon, johon näyttö ja PLM tulevat, tehtiin reiät vedonpoistavia läpivientejä varten. Kotelo kiinnitettiin seinään dynamometrin ohjauskeskuksen viereen. Läpivientien kautta tuotiin virtalähteen, nopeusanturien ja mittausyksikön kaapelit kotelon sisään. 12 V syöttöjännitteen + kaapeliin lisättiin 5 ampeerin sulake. Jännitteensyöttö haaroitettiin näytölle, PLM:lle, mittausyksikköön ja Hall-nopeusanturille.

Johdot kytkettiin kytkentäkaavion mukaan näytön 34-pinniseen AMP liittimeen. Kaikkien häiriösuojattujen kaapeleiden häiriösuojaukset liitettiin yhteen ja vedettiin yhdellä kaapelilla rakennuksen metallisen runkotolppaan. Liittämällä häiriö-

suojaukset rakennukseen pyritään tasaamaan potentiaaliero rakennuksen ja tiedonkeruujärjestelmän välillä. Kuvassa 15 näytön ja PLM:n asennuskotelon johdotus valmiina.



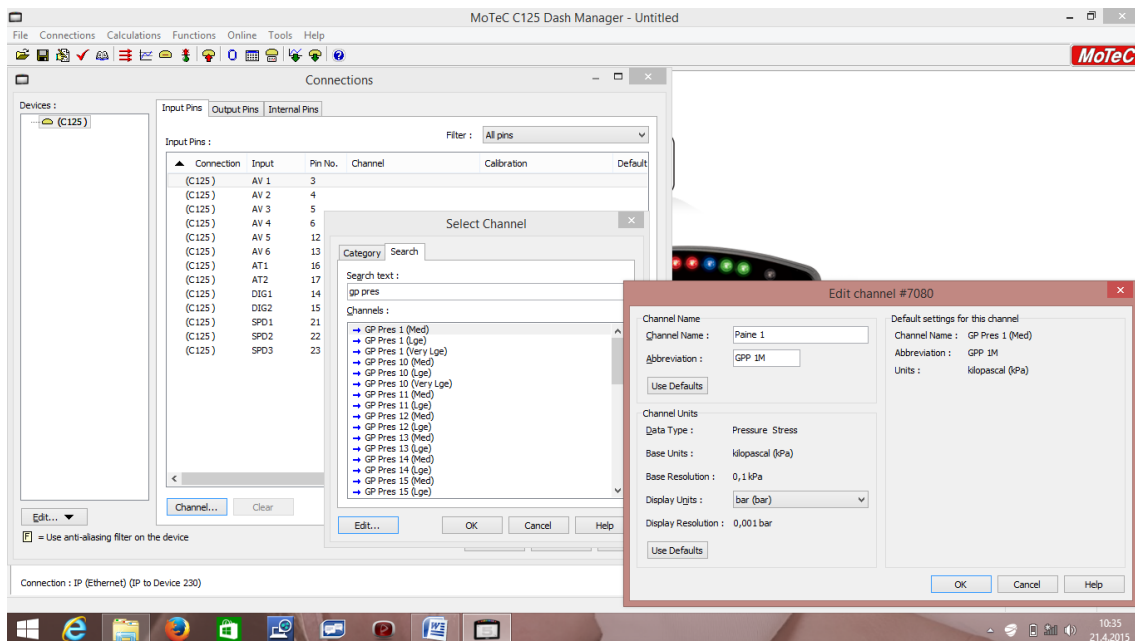
KUVA 15. C125 näytön ja PLM:n asennuskotelo, joka on kiinnitetty paikalleen dynamometrihuoneen seinään. Kotelon vasempaan alalaitaan tulevat 12 voltin syöttöjännite sekä kaapelit mittausyksiköstä ja rullien nopeusantureilta. Oikealla laidalla mitattavaan autoon tulevan kaapelin PLM:n puoleinen D-liitin ja näytön ohjelmointi/tiedonsiirto liitin

5.5 Laitteiston käyttö

Laitteistoa käytetään Motecin C125 Dash Manager ohjelmalla. Ohjelma on Motecin juuri kyseistä näyttöä varten suunnittelema ohjelma. Ohjelman avulla pystytään suorittamaan näytön konfigurointi. Ohjelman avulla pystytään myös seuraamaan kerättyä tietoa reaaliajassa kun näyttö on kytkettynä tietokoneeseen.

Laitteiston käyttö aloitettiin luomalla näytön ohjelma eli konfiguraatio Dash Managerin avulla. Kanavien tiedot määritettiin connections-valikon devices-välilehdelta. Ohjelman luominen aloitettiin kertomalla millaista tietoa jokaiselle sisään-tulokanavalle tulee.

Esimerkiksi painetiedot tulevat näytön AV kanaviin eli analog voltage inputteihin. AV1 kanavaan valittiin tiedoksi GP Pres 1(Med). Kanava on määrittämätön painekanava, jonka ulostulona on tuhannesosan tarkkuudella oleva painetieto. Ohjelmassa kanavia pystytään muokkaamaan. Painekanava nimettiin uudelleen kanaviksi Paine 1. Lisäksi kanavan ulostulotiedoksi valittiin baari kun se oletuksena oli kiloPascal. Kuvassa 16 nähdään kanavan valinta sekä kanavan muokausikkunat.

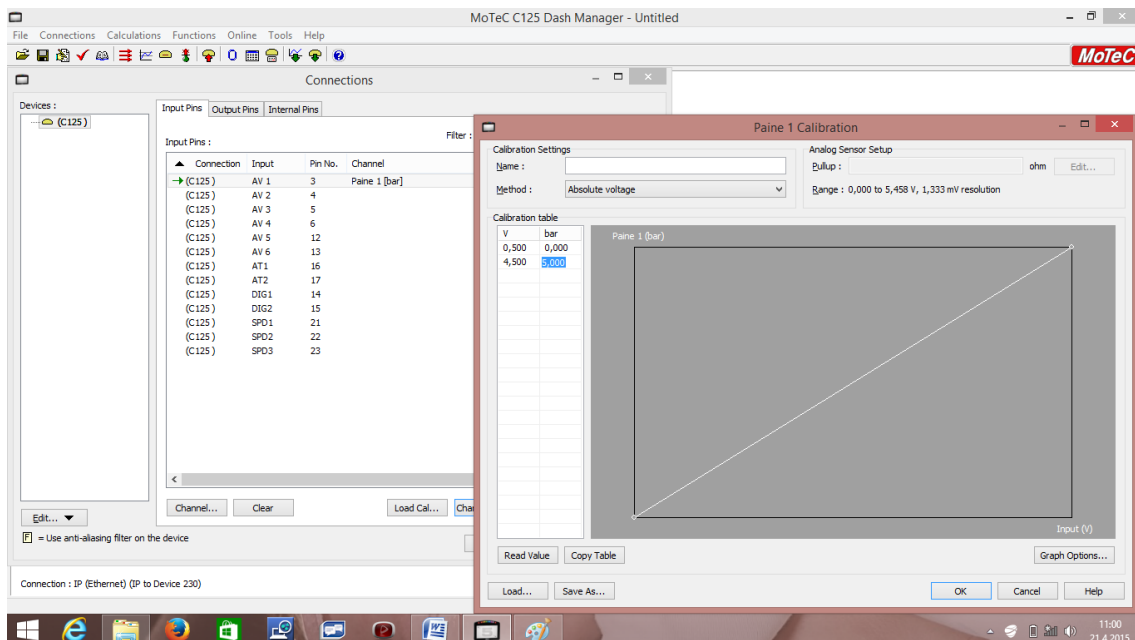


KUVA 16. Sisääntulokanavan määrittäminen. Kanavalle kerrotaan mitä tietoa se ottaa vastaan. Lisäksi kanava voidaan nimetä uudelleen ja sisään tulevan tiedon yksikkö voidaan muuttaa halutuksi. Tässä tapauksessa kanavan nimeksi on muutettu Paine 1 ja yksiköksi baari

Kanavan määrittämisen jälkeen täytyy se kalibroida. Kalibroinnissa kanavalle kerrotaan mitä sen saama viesti sisältää ja mitä se tarkoittaa. Painekanavien kohdalla tieto tulee näyttöön jänniteviestinä. Järjestelmässä käytettyjen paineantureiden ulostulo jännite vaihtelee välillä 0,5–4,5 voltia. Jännitteen ollessa

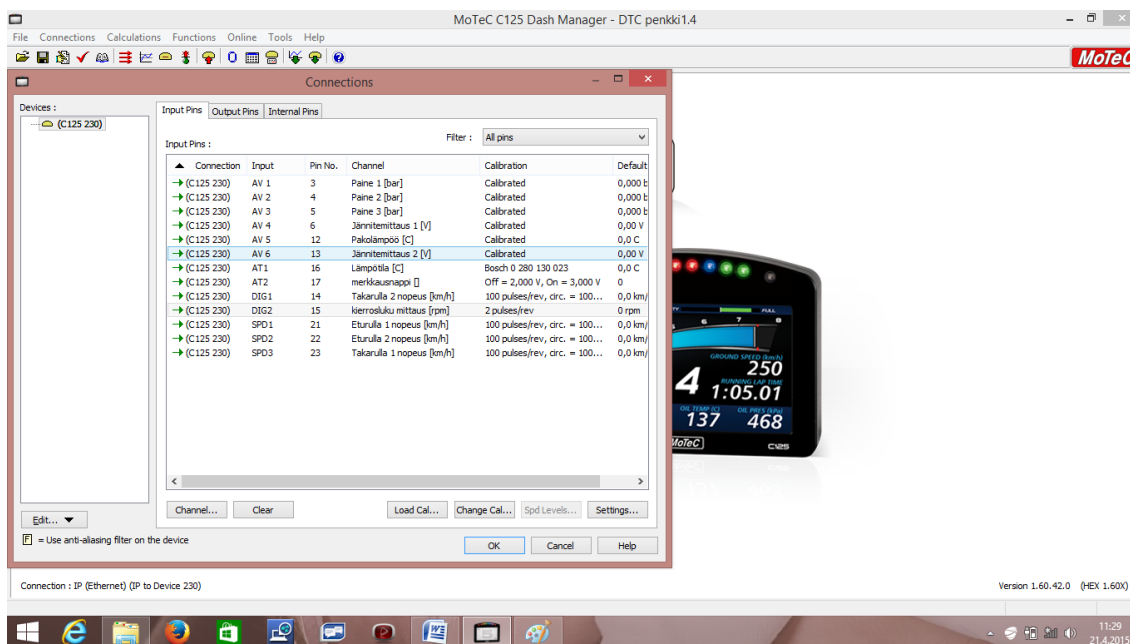
0,5 voltia on paine 0 baaria ja jännitteen ollessa 4,5 voltia on paine 5 baaria. Anturi ulostulo on lineaarinen, joten anturin kalibrointiin riittää kaksi pistettä.

Change calibration napin kautta päästään kalibrointi ikkunaan, joka näkyy kuvassa 17. Lineaarianturin kohdalla riittää kun syötetään pienimmän ja suurimman arvon jännite voltteina, sekä niitä vastaava paine baareina. Ohjelma piirtää arvojen syöttämisen jälkeen itse lineaarisen kuvaajan, jossa x-akselilla on sisään tuleva jännite ja y-akselilla kanavan näyttämä paine arvo. Kalibrointi voidaan haluttaessa tallentaa, jolloin se löytyy valmiina seuraavalla käyttökerralla. Ominaisuus on hyödyllinen, jos anturin tieto ei ole lineaarinen vaan pisteitä joudutaan syöttämään useita.



KUVA 17. Kanavan kalibrointi. Paineanturien ulostulotieto oli lineaarinen jännite viesti, kalibrointiin tarvittiin vain kaksi pistettä. Pisteissä kerrottiin jännite sekä paine kyseisellä jännitteellä

Jokainen kanava valittiin erikseen samalla tavalla ja nimettiin uudelleen. Kanavan tiedosta riippuen kalibrointi ja yksiköt vaihtelevat mitatun tiedon mukaan. Ohjelmasta löytyy valmiina kalibrointi-taulukot esimerkiksi Boschin yleisimmille lämpötila-antureille, joiden vastusarvo on eksponentiaalinen. Kuvassa 18 sisään tulokanavat on valittu, nimetty uudelleen ja kalibroitu.



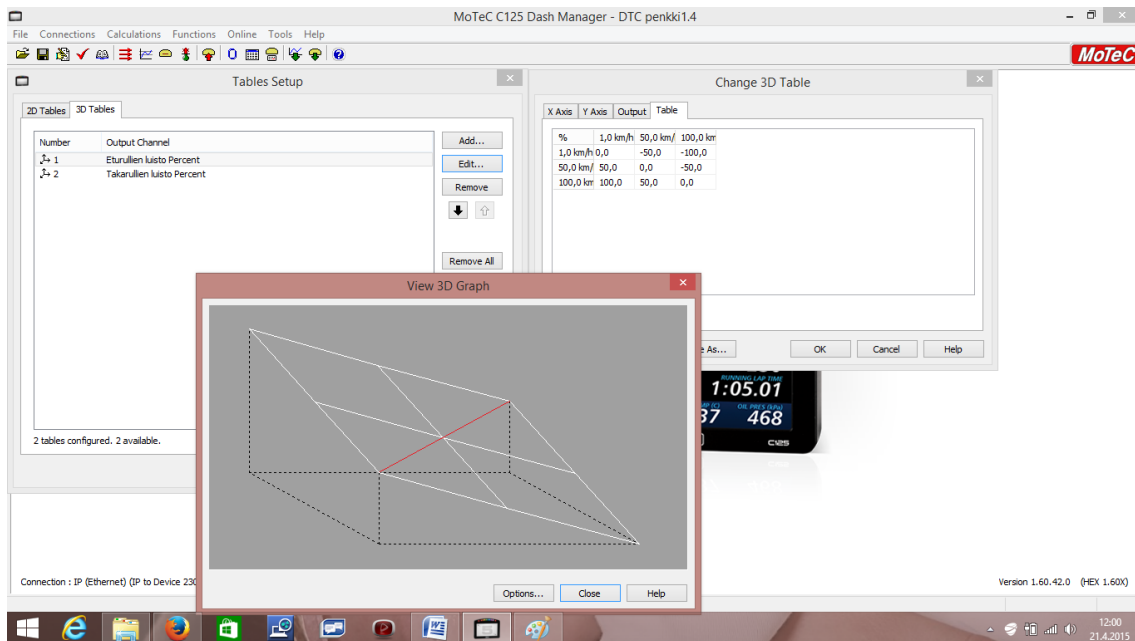
KUVA 18. Näkymä kun sisääntulokanavien määritys ja kalibrointi on suoritettu kaikille kanaville. Lisävälilehdiltä pystytään tekemään sama ulostulokanaville ja sisäisille kanaville

Dynamometrin rullien välinen luisto pystytään jälkikäteen laskemaan, i2 tietojenkäsittelyohjelmalla kaavana. Näyttö ei pysty laskemaan luistoa kaavamuodossa, jotta se nähtäisiin reaaliaikaisena. Tämän vuoksi reaaliaikainen luisto lasketaan ohjelmaan tehdyn 3D-taulukon avulla. Calculations-valikosta löytyy Tables-välilehti, josta ohjelmaan voidaan luoda 2D- ja 3D-taulukoita.

3D-taulukon luonti aloitetaan valitsemalla x- ja y-akseleille tulevat tiedot. Eturullien välistä luistoa varten valittiin x-akselille etummaisena eturullan nopeus ja y-akselille taemman rullan nopeus. Kumpaankin kanavaan laitettiin kolme nopeutta, jokainen omaan pisteeseen. Tämän jälkeen valittiin ulostulokanavaksi GP percent-kanava. Kanava nimettiin uudelleen eturullien luisto -nimellä, kanavan ulostulo on prosenttia.

Taulukko luodaan x- ja y-kanavien pisteisiin, kuten kuvasta 19 voidaan nähdä. Kun nopeus on sama, on rullien välinen luisto 0 prosenttia ja kun toisen rullan nopeus 1 km/h ja toisen nopeus 100 km/h on nopeus ero 100 prosenttia. Taulukossa käytettiin plus arvoja, jos etummaisena rullan pyörimisnopeus on suurempi ja miinusarvoja, jos takimmaisena rullan nopeus on suurempi. Tähän päädyttiin

sen vuoksi, että tiedetään kumpi rullista luistaa renkaaseen nähden. Samanlainen taulukko tehtiin myös dynamometrin takarullien välistä luistoa varten.

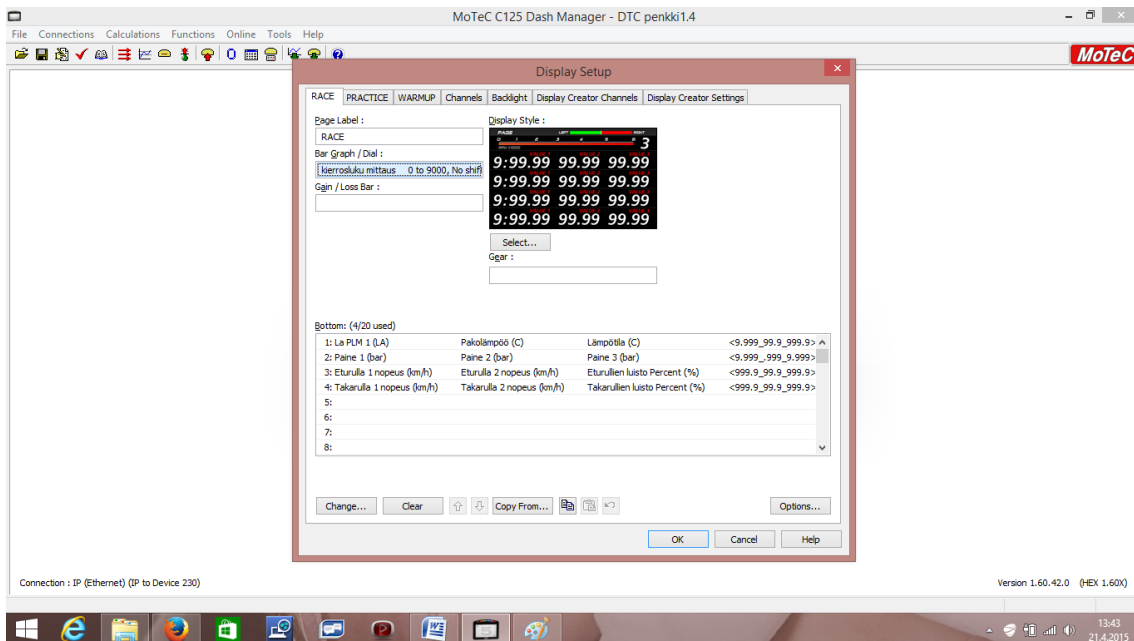


KUVA 19. 3D-tilin luominen reaaliaikaista luistonlaskentaa varten. Luisto kerrotaan taulukon kummankin akselin kolmenpisteen suhteen. Plus ja miinusarvoja on käytetty, jotta tiedetään kumpi rulla luistaa. Ohjelman piirtämässä kuvaajassa punainen viiva on linja, jolla luisto on 0 prosenttia

PLM:n näyttämä lambda-tieto tulee näyttöön CAN-väylän kautta. Näyttö laiteaan vastaanottamaan PLM:n viestejä Connections-valikon Communications-välilehdeltä. Valikosta pystytään valitsemaan mitkä PLM:n lähettämät tiedot halutaan ottaa vastaan. Samasta valikosta voidaan lisätä näyttö ottamaan vastaan, myös CAN-väylään liitetyn moottorinohjainlaitteen lähettämää tietoa.

Vaikka itse näytöstä ei kerättyä tietoa yleensä katsota, päätettiin näytön ruudut kuitenkin muokata siten, että tiedot näkyvät näytössä. Tähän päädyttiin siitä syystä, että näyttö voi samalla toimia Motecin tuotteiden mainoksena yrityksessä. Näyttö pohjia tehtiin kaksi. Pohjissa mitatut arvot näkyvät mitattuina lukuina. Molemmissa pohjissa näkyy lambda-arvo, mitatut lämpötilat, kaikki painetiedot ja rullien nopeudet. Toisessa pohjassa näkyy lisäksi jännitemittauskanavien jännitteet ja toisessa rullien välinen luisto.

Näytön näyttämät tiedot voidaan määrittää Funktions-valikon Display-välilehdeltä. Välilehdeltä pystytään luomaan kolme näyttöpohjaa. Pohjan tyyppi voidaan valita 12 valmiista pohjasta tai luoda erillisellä ohjelmalla kokonaan oma pohja. Järjestelmään valittiin pohja, jossa saadaan näkyviin kaikki tiedot numeroarvoina. Tämän jälkeen valittiin pohjaan halutut tiedot ja lisättiin ne kyseiseen pohjaan, kuten kuvassa 20. Lisäksi Channels-välilehdeltä lisättiin pohjanvaihtositen, että kun painetaan merkkiausnappia pohja, näytössä vaihtuu.

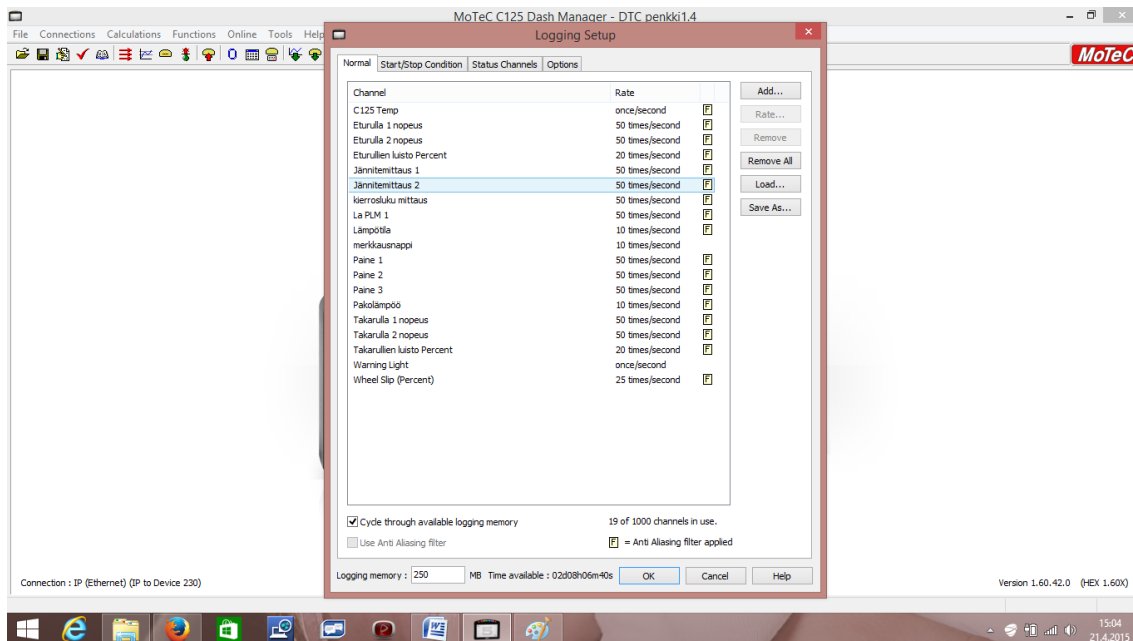


KUVA 20. Näytön näkymän ja näyttöpohjien luominen Dash Manager ohjelmalla. Näyttö pohjan valinnan jälkeen valitaan halutut kanavat ja mihin kohtaan näyttöä ne halutaan näkymään. Näyttöön voidaan luoda kolme erilaista näyttöpohjaa

Seuraavaksi ohjelmaan lisättiin hälytykset ilmoittamaan liian suuresta luistosta rullien välillä. Hälytykset lisättiin Funktion-valikon Alarms-välilehdeltä. Hälytys lisättiin valitsemalla kanava eli rullienluisto. Tämän jälkeen asetetaan milloin hälytys tulee. Lähtöarvoksi laitettiin, että kun luisto on yli 10 prosenttia yli 0,5 sekuntia, näyttö alkaa hälyttämään luistosta. Lähtöarvo valittiin korkeaksi siksi että käytettäessä laitteistoa nähdään paremmin, minkä verran luisto yleensä on ja millainen luisto on liian suuri. Tämän pohjalta rajat voidaan säätää myöhemmin sopiviksi.

Hälytykseen pystytään lisäämään viesti, joka tulee näkyviin näyttöön. Viesteiksi asetettiin "luisto etu" ja "luisto taka". Lisäksi hälytyksiin liitettiin luistovalot, joihin käytetään näytön omia ledivaloja. Valot sijaitsevat näytön yläpuolella. Näytön ledit pystytään ohjelmoimaan Funktion-valikon Shift Light Module -välilehdeltä. Varoitusvaloina laitettiin palamaan kaikki näytön ledit punaisena. Lisäksi ohjelmoitiin yksi ledi syttymään silloin, kun tiedonkeruu on päällä.

Lopuksi määritettiin tiedonkeruun asetukset Funktions-valikon Logging-välilehdeltä, joka näkyy kuvassa 21. Aluksi valittiin kaikki kanavat, joilta tiedot halutaan tallentaa. Seuraavaksi jokaiselle kanavalle asetettiin taajuus jolla tietoa kanavalta tallennetaan näytön muistiin. Esimerkiksi painetietoa tallennetaan 50 Hz taajuudella eli mittaustulos tallennetaan 50 kertaa sekunnissa. Tiedonkeruu asetettiin kytkeytymään päälle silloin, kun jonkun rullan pyörimisnopeus on yli 3 km/h tai merkkiausnappia painetaan yli 5 sekuntia. Tiedonkeruu asetettiin sammumaan kun kaikkien rullien pyörintänopeus on 0 km/h yli 30 sekuntia.



KUVA 21. Valittuna kanavat, joista tietoa halutaan kerätä sekä valitut keräystaajuudet. Start/Stop välilehdeltä voidaan määrittää milloin tiedonkeruu lähtee päälle ja milloin se sammuu

Kun ohjelma on valmis, liitetään tietokone näyttöön Ethernet-kaapelilla ja tämän jälkeen kytketään virta näyttöön. Online-valikosta valitaan Send Configuration.

Ohjelma lähettää näytön ohjelman näyttöön ja käynnistää sen uudelleen. Tämän jälkeen näyttö on valmis käytettäväksi.

6 KOEKÄYTTÖ JA ESIMERKKIMITTAUKSET

Koekäyttö aloitettiin tarkastamalla, että kaikki mittaustieto tulee näytölle. Paine-tiedot tulivat kaikki näytölle. Antureiden välinen paine-ero oli normaalissa ilman-paineessa 0,005 bar. Paine-eron ollessa näin pieni, antureiden välillä voidaan olettaa kaikkien antureiden olevan kunnossa. Jokaisen anturin toiminta vielä tarkastettiin mittarilla varustetulla pumpulla, jolla pystytään tuottamaan sekä alieettä ylipaine.

Jännitemittauskanavien toiminta tarkastettiin mittaamalla autosta 12 V jännite akulta, sekä 5 V jännite Map-anturin syöttöjännitteestä. Imuilman lämpötila-anturi näytti huoneenlämmön oikein ja kuumailmapuhaltimella lämmittämällä lämpötila lähti nousemaan, joten senkin toiminta oli oikea.

Pakolämpöanturin tieto ei tullut näytölle. Pakolämpöanturin jännitteensyöttö tarkastettiin, mutta niistä ei löytynyt mitään vikaa. Lisäksi mitattiin jännitteenvahvistimelta suoraan ulostulojännite mittaussyksikön päästä. Tällöin ilmeni, että ulostulo jännite oli nolla, eikä se kasvanut vaikka anturia lämmitettiin kuumailmapuhaltimella. Todettiin, että jännitteen vahvistin oli viallinen. Uusia jännitteenvahvistimia ei ollut vielä niiden valmistajalta saatavilla. Niitä jouduttiin odottamaan niin kauan, että valmistaja pystyy niitä toimittamaan. Järjestelmää pystytään kuitenkin käyttämään ilman anturin tietoa.

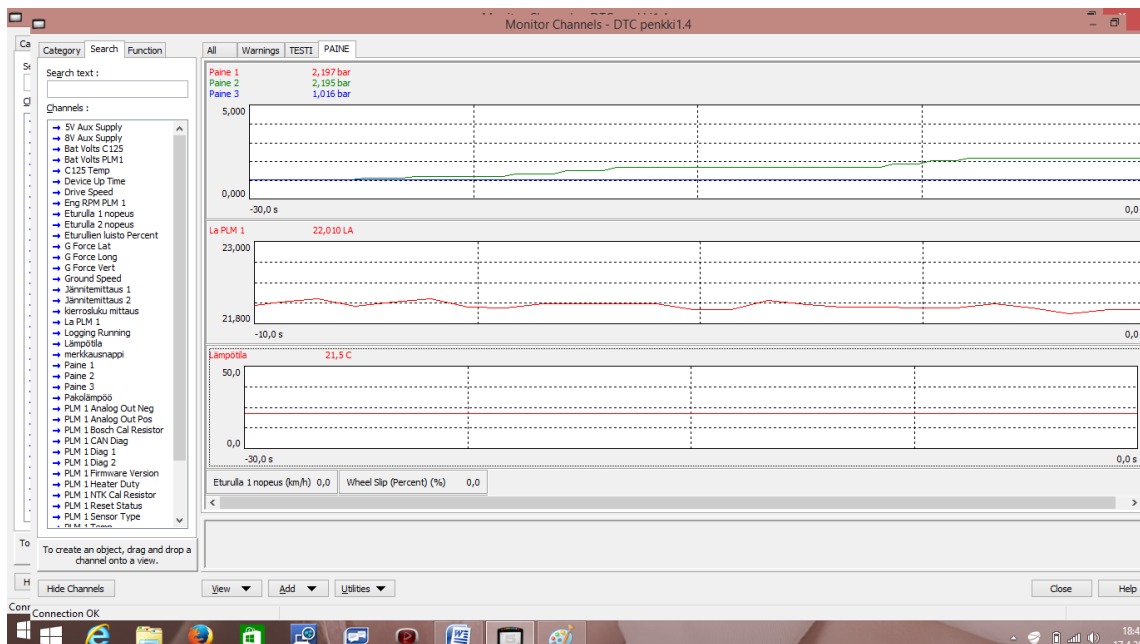
Rullien nopeusantureiden toiminta tarkastettiin aluksi pyörittämällä rullia manuaalisesti. Jokaiselta anturilta tuli pyörintänopeustieto näytölle. Pyörintänopeuden kalibroinnin tarkastus suoritettiin ajamalla autolla dynamometrillä mittarin mukaan 40 km/h ja verrattiin tätä nopeutta mitattuun nopeuteen, joka oli lähes sama.

PML:ltä todettiin tulevan tieto näytölle ja sen toiminta tarkastettiin myöhemmin esimerkkimittauksissa. Digitaalikanavalla tapahtuva kierrosluvun mittausta ei kokeiltu, esimerkkimittauksissa käytetty auto oli diesel moottorilla varustettu, joten suuttimien jännite on kondensaattorin vuoksi niin korkea, ettei sitä voida mitata. Merkkiausnappiin oli liitetty näytön ruudunvaihto sekä tiedonkeruun käynnistyminen ja nämä kaikki toimivat, joten merkkiausnappikin toimi.

Esimerkkimittaukset ja järjestelmän lopullinen koekäyttö suoritettiin mittaamalla 2008 vuosimallin Ford Mondeota, jossa oli 2,0 TDCi diesel moottori ja on varustettu hiukkassuodattimella. Esimerkkimittauksissa mitataan hiukkassuodattimen aiheuttamaa paine-eroa pakoputkistossa. Toinen mittauksissa tutkittava asia on muuttuvageometrisen ahtimen toiminta. Kolmantena esimerkkimittauksena mitataan simuloitua ahtopainevuotoa.

6.1 Paine-eromittaus

Hiukkassuodattimen aiheuttamaa paine-eroa pakoputkistossa mitataan mittaamalla paine pakoputkistosta ennen ja jälkeen hiukkassuodattimen. Paine-eroa mitattiin tyhjäkäynnillä, sekä moottoria kuormitettaessa. Mittauksissa seurattiin reaaliaikaisesti näytön ohjelman Monitor Channels -toiminnon avulla. Kuvassa 22 nähdään Monitor Channels -toiminnolla nähtävä aikakuvaaja. Ohjelma piirtää valitut mitta-arvot käyränä viimeiseltä 30 sekunnilta, lisäksi mitta-arvot saadaan näkymään reaaliaikaisena numero arvona

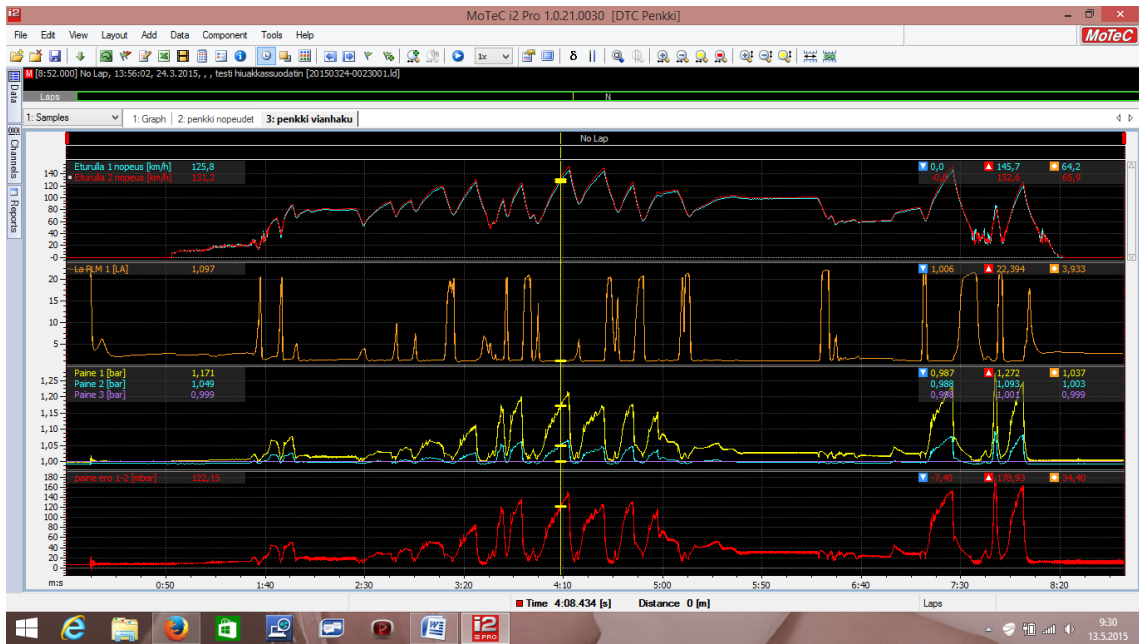


Kuva 22. Motec C125 Dash Managerin Monitor Channels -näkyvä, näkymän avulla voidaan seurata reaaliaikaisena mittauksia. Esimerkkikuvassa ohjelma piirtää mitatut painetiedot, lambda-tiedon ja mitatun lämpötilan viimeisen 30 sekunnin ajalta käyränä, sekä näyttää eturullan nopeuden ja rullien välisen luiston

reaaliaikaisena numero arvona. Tätä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi säädettyä moottoreita, kuormittamalla moottoria dynamometrillä ja tämän jälkeen katsomalla, kuinka lambda-arvo on käyttäytynyt kuormitustilanteessa

Hiukkassuodattimen paine-eron mittausta varten suoritettiin lyhyt mittaus sykli. Mittaus syklin aikana moottorin annettiin käydä tyhjäkäynnillä. Moottoria kuormitettiin kiihdytystilannetta vastaavalla tavalla ja simuloitiin tasaista maantieajoa tasaisella kuormalla. Mittauksen jälkeen mitattu tieto siirrettiin näytön muistista C125 Dash Manager -ohjelman avulla tietokoneelle. Mitattua tietoa analysoitiin Motecin i2 Pro tietojen analysointiohjelmalla.

Mitatuista paine tiedoista nähdään, että tyhjäkäynnillä hiukkassuodattimen aiheuttama paine-ero pakoputkistossa vaihtelee välillä 10–15 mbar. Kiihdytys tilannetta simuloivassa kuormitustilanteessa paine-ero kasvaa koko ajan moottorin pyörimisnopeuden kasvaessa. Tarkasteltaessa useampaa kiihdytystä huomataan, että paine-ero vaihtelee välillä 125–170 mbar. Matka-ajoa simuloivassa pienellä tasaisella kuormituksella tapahtuneessa ajossa suodattimen aiheuttama paine-ero oli noin 30 mbar. Kuvassa 23 nähdään hiukkassuodattimen aiheuttamasta paine-erosta mitattu tieto näkyvillä Motecin i2 tiedonkeruun analysointiohjelman näkymässä.



Kuva 23. Mitattu tieto hiukkassuodattimen aiheuttamasta paine eroista analysoidiin Motecin i2 Pro tietojen analysointi ohjelmalla. Paine 1 on mitattu ennen hiukkassuodatinta ja Paine 2 mitattu hiukkassuodattimen jälkeen pakoputkesta. Paine-ero 1-2 on paineista laskettu paine ero. Moottorin kierroslukua ei mittauksessa mitattu, mutta moottorin kuormitustilanne pysytään päättelemään rullien pyörimisnopeudesta ja lambda-arvosta

Arvoille ei tällä hetkellä ole muuta vertailu kohtaa, kuin Boschin KTS testerin vianhakuosion ohjearvo siitä, että hiukkassuodattimen paine-ero ei saa olla tyhjäkäynnillä yli 40 mbar. Autolle on myöhemmin tarkoitus suorittaa hiukkassuodattimen puhdistus käsittely ja tämän jälkeen suorittaa mittaus uudelleen. Tällöin yritys saa tietoa puhdistuskäsittelyn toimivuudesta, sekä vertailua mitausarvojen välille.

6.2 Muuttuvageometrisen turboahtimen toiminnan mittaaminen

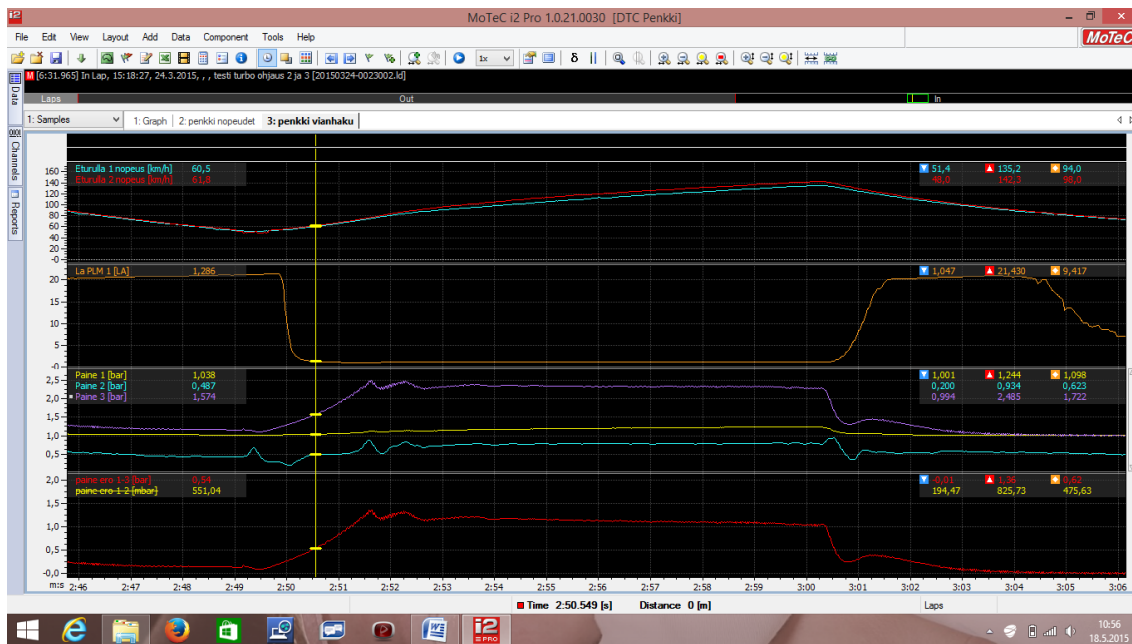
Muuttuvageometrisen turboahtimen toiminnan mittausta varten liitettiin yksi paineanturi mittaamaan ahtopainetta imusarjasta, sekä toinen paineanturi mittaamaan muuttuvageometrisen ahtimen ohjauspainetta. Lisäksi voitaisiin mitata ohjauspainetta ohjaavan venttiilin jännitettä, mutta sitä ei tällä kertaa mitattu.

Mittauksissa simuloitiin erilaisia ajotilanteita. Niistä saadusta mittaustiedosta tarkasteltiin muuttuuko turboahtimen tuottama ahtopaine ohjauspaineen mukaan oikein. Mondeossa muuttuvageometrinen turboahdinta ohjataan alipaineella, jonka moottorin yhteydessä oleva alipainepumppu tuottaa. Moottorinohjainlaite mittaa ahtopainetta ja kaasun asentoa, tämän mukaan se ohjaa venttiiliä, joka säättää ahtimen ohjauspainetta kulloisenkin tilanteen mukaan.

Mittaustuloksista nähdään että mitatussa autossa muuttuva geometrinen turboahdin toimii niin kuin sen pitää, eikä ahtimen johdin siivikko jumiudu tai takertele. Kuvassa 24 nähdään yhden kiihdytys tilannetta simuloivan kuormitus tilanteen mittaustulokset. Paine 2 on turboahtimen ohjauspaine ja paine 3 ahtopaine. Moottorinohjaus avaa kiihdytystilanteen alussa venttiiliä jolloin alipaine ahtimen ohjaus puolella kasvaa. Tämä saa aikaan sen että johdinsiivikko turboahdimessa kääntyy kiinni, jolloin sen tuottama ahtopaine alkaa kasvaa.

Moottorinohjaus hidastaa ahtopaineen nousua pienentämällä alipainetta, jolloin johdinsiivikko avautuu. Kun saavutetaan maksimi ahtopaine, jota moottorissa voidaan käyttää, alkaa moottorinohjaus pienentää ahtimen ohjauksen alipainetta. Ahtopaine kuitenkin laskee hieman liikaa, jolloin moottorinohjaus reagoi tähän kasvattamalla alipainetta ohjauksessa. Tällöin ahtopaine saadaan nousemaan haluttuun. Mittauksissa nähdään, että edellä kuvattu tapahtuma toistuu kaksi kertaa, jonka jälkeen moottorinohjaus saa stabiloitua ahtopaineen haluttuun arvoon.

Kuormitus tilanteen lopussa moottorinohjaus pienentää alipainetta ahtimen ohjauksessa, jolloin johdinsiivikko turboahdimessa avautuu ja ohivirtaus turbiniä kasvaa. Tämä saa aikaan ahtopaineen laskun. Mittaustuloksista nähdään, että ahtopaine muuttuu ohjauspaineen mukaan niin kuin sen kuuluu. Mittausten perusteella voidaan sanoa, että muuttuvageometrinen ahdin toimii oikein, eikä sen johdinsiivikko takertele tai jumiudu. Jos siivikko ei liikkuisi kunnon ja takertelisi, muuttuisi ahtopaine suuremmalla viiveellä ohjauspaineeseen nähden.

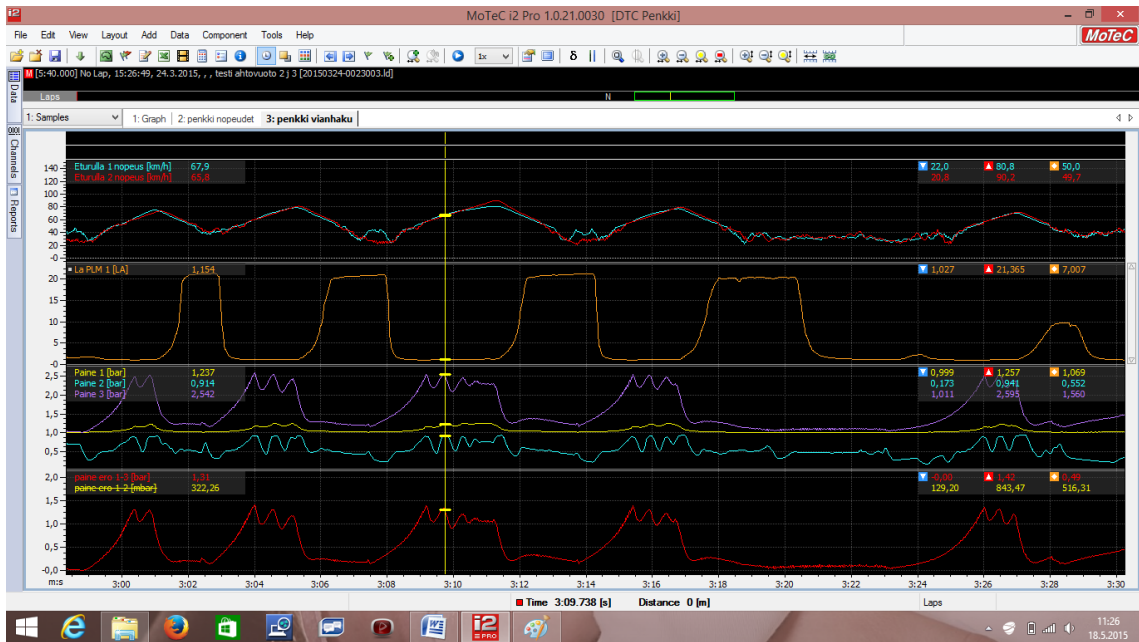


KUVA 24. Motecin i2 -tiedonkeruun analysointi ohjelman näkymä, yhdestä kiihdytystilanteesta, tarkasteltaessa muuttuvageometrisen ahtimen toimintaa. Paine 2 on muuttuvageometrisen ahtimen ohjauspaine, jolla ohjataan johdinsivikon liikettä, paine 3 on ahtimen tuottama ahtopaine mitattuna imusarjasta

6.3 Ahtopainevuodon toteaminen

Ahtopainevuodon toteamista varten tehtiin mitattavaan autoon ahtopainevuoto avaamalla yhtä paineputken kiristykseen käytettävää klemmariä. Mittausta varten paineanturit liitettiin samalla tavalla, kuin mittauksessa jossa tarkasteltiin ahtimen toimintaa.

Moottoriin luodun ahtopainevuodon seuraukset nähdään kuvan 25 mittaustuloksista heti. Ahtopainevuoto on niin pieni, että turboahdin pystyy tuottamaan maksimahtopaineen, mutta vuoto tulee ilmi, kun moottorinohjaus alkaa rajoittaa ahtopainetta. Moottorinohjauksen rajoittaessa ahtopainetta pienentämällä alipainetta ohjauspuolella ahtopaine romahtaa äkkiä. Tämän jälkeen moottorinohjaus joutuu lisäämään alipainetta, jotta ahtopaine saadaan haluttuun arvoon. Vuodon takia tämä ei kuitenkaan onnistu vaan ahtopaine nousee jälleen liikaa ja sama kierto toistuu uudestaan ja uudestaan. Moottorinohjaus ei saa ahtopainetta stabiiliksi missään vaiheessa kiihdytystilannetta. Tilanne toistui jokaisessa kuormitustilanteessa, kuten kuvan 25 mittaustiedoista nähdään.



KUVA 25. Simuloidusta ahtopainevuodosta saatuja mittaustuloksia tarkasteltiin Motecin i2 tiedonkeruun analysointiohjelman avulla. Mittaustiedoista nähdään ahtopainevuodon aiheuttama ahtopaineen seilaaminen, kun moottorinohjaus yrittää pitää ahtopaineen halutussa maksimipaineessa. Kuvassa: Paine 2 on muuttuvageometrisen turboahtimen ohjauspaine ja paine 3 imusarjasta mitattu ahtopaine

7 YHTEENVETO

Työssä rakennettiin tiedonkeruulaitteisto yrityksen tehodynamometriin sekä selvitetiin, millaisessa vianhaussa dynamometriä ja tiedonkeruulaitteistoa voidaan hyödyntää. Hyödyntämällä dynamometriä vianhaussa sen käyttöastetta saadaan kasvatettua.

Tiedonkeruulaitteiston suunnittelussa onnistuttiin hyvin. Laitteisto toimii niin kuin yritys sen halusi toimivan. Pääasiallisesti laitteistoa tullaan käyttämään hyväksi moottorien säätötyössä, joten laitteisto suunniteltiin siten, että se palvelee yrityksen tarvetta säätötyössä. Laitteiston käyttö vianhaussa onnistuu myös hyvin, koska dynamometrissä etsittävät viat ovat moottorin vikoja, joten se ei aiheuttanut laitteistolle lisävaatimuksia.

Koekäytön aikana suoritetuissa esimerkkimittauksissa nähtiin, että laitteistoa voidaan hyödyntää hyvin selvitetessä moottorin toimintaan liittyviä vikoja, jotka ilmenevät kuormitettaessa moottoria. Muuttuvageometrisen ahtimen toiminta pysytään hyvin toteamaan kuormittamalla moottoria dynamometrillä ja mittaamalla ahtimen toimintaa laitteiston avulla. Samoin ahtopainevuodon toteaminen onnistui laitteiston avulla nopeasti ja helposti. Laitteistolla on myös helppo suorittaa vertailumittaus, jolla voidaan tarkastaa, onko hiukkassuodatin tukossa ja näyttävätkö auton omat paineanturit oikeaa tietoa.

Moottorin kuormitusta vaativien mittausten suorittaminen dynamometrillä lisää sekä yrityksen työntekijöiden turvallisuutta että muiden ihmisten turvallisuutta, kun mittauksia ei tarvitse suorittaa muun liikenteen joukossa. Oletan laitteiston nostavan dynamometrin käyttöastetta, koska nyt sitä voidaan käyttää hyväksi vianhaussa.

Laitteistoa on helppo laajentaa myöhemmin, jos sille ilmenee tarvetta. Laitteistoon voidaan suoraan kytkeä Motec E888 -laajennusmoduuli, jolla mittauskanavia saadaan lisää. Dynamometrissä on mahdollista saada ulos rullilta mitattu vääntömomentti ja teho sekä dynamometrin moottorin vääntömomentiksi ja tehoksi muuttama arvo.

Tällä hetkellä ei ollut täyttä varmuutta, missä muodossa tiedot saadaan ulos dynamometristä, mutta siihen perehdytään myöhemmin. Tiedonkeruulaitteistoon tullaan myöhemmin lisäämään näiden tietojen tallennus. Opinnäytetyön tekijänä jään töihin yritykseen, joten minulla on hyvä mahdollisuus jatkokehittää laitteistoa.

LÄHTEET

1. Rintamäki, Antti 2015. Toimitusjohtaja, Dynotest Center Oy. Keskustelu 4.5.2015.
2. Karl-Heinz, Dietsche 2009. Autojen anturit. Suom. Matti Juhala. Helsinki: Autoalan koulutuskeskus Oy.
3. Autoteknillinen taskukirja. 2003. 6. painos. Jyväskylä: Gummerrus Oy.
4. Lehtonen, Arto 2013. T330203 Auton elektroniikka 1. Opintojakson luentomateriaali syksyllä 2013. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
5. Motec. Saatavissa: <http://www.motec.com>. Hakupäivä 15.12.2014.
6. Pietiko Oy. Termopari lämpötila-anturina. Saatavissa: <http://www.pietiko.fi/pietiko/sovellus/Termopari.pdf>. Hakupäivä 5.1.2015.
7. Niska, Perttu 2013. T332103 Polttomoottoritekniikka 1. Opintojakson luentomateriaali syksyllä 2013. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
8. Huttunen, Heikki 2014. Signaalinkäsittelyn perusteet, opetusmoniste 2014:1. Tampereen teknillinen yliopisto. Signaalinkäsittelyn laitos. Saatavissa: http://dSPACE.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21994/huttunen_signaalinkasittelyn_perusteet.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Hakupäivä 19.5.2015.
9. Turbotekniikka Oy. Saatavissa: <http://www.turbotekniikka.fi/>. Hakupäivä 10.5.2015.
10. Laurikko Juhani, 1993. Auto - Ympäristö, Oppimateriaaliprojekti. Katalysaattorin rakenne ja toiminta. Satakunnan ammattioipisto, autoala. Saatavissa: http://www.autotieto.net/pakokaasutkurssi/oppimateriaalit/katalysaattorin_rakenne.htm. Hakupäivä 11.5.2015.

11. Pidä huolta hiukkassuodattimesta. Autouutiset, 2014. Saatavissa:
<http://www.autouutiset.com/artikkelit/yritysesittelyt/1103-pida-huolta-hiukkassuodattimesta>. Hakupäivä 11.5.2015.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Teijä ¹ Vesa Lakkala [REDACTED]	Tilaja ² Dynotest Center DTC Oy Välirinne 9, 90940 JÄÄLI
	Tilajan yhteystieto ja yhteystiedot ³ Antti Rintamäki [REDACTED]	
	Työn nimi ⁴ Nykyaikaisen auton vianetsintä tehodynamometriä ja tiedonkeruulaitteistoa hyväksikäyttäen	
	Työn kuvaus ⁵ Selvittää millaisin vikoihin tehodynamometriä ja tiedonkeruulaitteistoa voidaan käyttää hyväksi nyky- aikaisissa ajoneuvoissa. Suunnitella ja rakentaa tämän pohjalta yrityksen tehodynamometriin tiedonkeruulaitteisto. Laitteistoa hyväksi käyttäen suorittaa erilaisia mittauksia ajoneuvoista ja ana- lysoida laitteiston toimivuutta erilaisten vikojen haussa.	
	Työn tavoitteet ⁶ Selvittää kuinka tiedonkeruulaitteistoa ja tehodynamometriä voidaan käyttää hyväksi nykyaikaisen auton vianetsinnässä. Suunnitella ja toteuttaa tiedonkeruulaitteisto yrityksen tehodynamometriin.	
	Tavoitekatkaus ⁷ Selvitystyö ja laitteisto valmis 12/2014 Opinnäytetyö valmis 3/2014	
Päivä ja allekirjoitus ⁸ [REDACTED] / [REDACTED] / [REDACTED] [REDACTED]		[REDACTED] / [REDACTED] / [REDACTED] [REDACTED]
Teijän allekirjoitus		Tilajan allekirjoitus
<ol style="list-style-type: none"> 1. Teijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtökannet ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoitekatkaulus. Silloin, kun työssä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoitekatkaulus ja opinnäytteen jäsennys perustuu teijän teettämälle omalle aikataululle. 8. Lähtötietomustio päivitetään ja sen allekirjoittavat teijä ja tilajan yhteystieto. 		

