



Harri Aittomäki

Hondata S300 V3 -moottorinohjain- järjestelmä ja laajakaistalambdan toiminnallisuus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

25.5.2022

Tiivistelmä

| | |
|-----------------------|--|
| Tekijä: | Harri Aittomäki |
| Otsikko: | Hondata S300 V3 -moottorinohjainjärjestelmä ja laajakais- talambdan toiminnallisuus |
| Sivumäärä: | 37 sivua + 1 liite |
| Aika: | 25.5.2022 |
| Tutkinto: | Insinööri (AMK) |
| Tutkinto-ohjelma: | Ajoneuvotekniikka |
| Ammatillinen pääaine: | Autosähkötekniikka |
| Ohjaajat: | Lehtori Pasi Kovanen |

Tässä insinööriyössä asennettiin vuoden 1999 Honda Civic -henkilöautoon säädettävä moottorinohjainjärjestelmä ja laajakaistalambda-anturi. Tarkoituksena oli parantaa auton ajettavuutta, kasvattaa tehoa, pienentää päästöjä ja ennen kaikkea tutkia, miten laajakaistalambdaa voidaan hyödyntää säädettävän moottorinohjain järjestelmän kanssa.

Työssä käydään läpi kohdeajoneuvon muuttuvaan venttiilien nostoon liittyvää tekniikkaa, kerrotaan asennuksesta ja tarkemmin asennetusta laitteistosta. Työssä käytetty moottorinohjainjärjestelmä on Hondata S300 V3, joka on tarkoitettu 90-luvun Hondan moottoreiden säätämiseen.

Insinööriyön tuloksena saatiin täysin säädettävällä moottorinohjauksella varustettu auto, jota on tarkoituksena jatkojalostaa joko moottorin turboahtamisella tai vaihdolla. Yleisen ajotuntuman perusteella saavutettiin parempi ajettavuus ja etanolinkäytön myötä mahdollisuus käyttää biopolttoainetta ja näin pienentää päästöjä.

Avainsanat: Hondata, moottorinohjaus, laajakaistalambda

Abstract

Author: Harri Aittomäki
Title: Hondata S300 V3 Engine Management System and
Broad-band Lambda Sensor Functionality
Number of Pages: 37 pages + 1 appendix
Date: 25 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electronics Engineering
Supervisors: Pasi Kovanen, Senior Lecturer

The objective of this Bachelor's thesis was to install a fully adjustable engine management system and a broad-band lambda sensor to a 1999 Honda Civic. The aim was to improve the vehicles drivability, increase power output, reduce emissions and before anything examine how the broad-band lambda sensor can be utilized with adjustable engine management system.

The subject vehicles variable valve lift technology was examined. The installation process of the new hardware is carried out and the installed hardware is presented more closely. The engine management system in question is Hondata S300 V3 which is used to control 90s internal-combustion engines made by Honda.

As a result of this thesis a vehicle with a fully adjustable engine management system was achieved. Adjustable engine management enables further modifications such as turbocharging or engine swaps. Overall drivability of the vehicle was improved, and ethanol use makes the use of biofuel possible thus reducing emissions.

Keywords: Hondata, engine management, broad-band lambda

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Ajoneuvon esittely | 2 |
| 2.1 | VTEC | 2 |
| 2.2 | VTEC-E | 3 |
| 2.3 | Ajoneuvoon tehdyt huollot ja muutokset | 3 |
| 3 | Hondata S300 V3 | 5 |
| 3.1 | Hondata S300 V3:n saatavuus | 6 |
| 3.2 | Hondata S300 V3 tekniset tiedot | 6 |
| 3.3 | S300:n asennus | 7 |
| 3.4 | Smanager | 8 |
| 4 | Laajakaistalambda | 8 |
| 4.1 | BOSCH LSU 4.9 -anturin ja ohjainmoduulin toiminta | 9 |
| 4.2 | Laajakaistalambdan kytkentä | 14 |
| 4.3 | Laajakaistalambdan toiminnallisuus | 16 |
| 4.4 | Open loop -operointi | 17 |
| 4.5 | Closed loop -operointi | 18 |
| 4.5.1 | Closed loop -säädöt | 18 |
| 4.5.2 | Lyhyt- ja pitkäaikainen polttoainesyötön korjaus | 19 |
| 4.5.3 | Lambdatavoitteet closed loopissa | 20 |
| 5 | Etanolikäyttö | 21 |
| 5.1 | Etanolianturin kytkentä | 21 |
| 5.2 | Etanolikäytön säädöt | 22 |
| 6 | Hondata S300:n säätäminen | 23 |
| 6.1 | Basemapin teko | 24 |
| 6.1.1 | Polttoainekartta | 24 |
| 6.1.2 | Sytytyskartta | 25 |
| 6.1.3 | Parametrit eli säätöarvot | 26 |
| 6.2 | Varsinainen säätäminen | 28 |

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 6.2.1 | Polttoainekarttojen teko | 29 |
| 6.2.2 | Sytytyskartan määrittäminen | 30 |
| 6.2.3 | VTEC-kohdan määrittäminen | 31 |
| 6.2.4 | Tiedonkeruu | 34 |
| 7 | Yhteenveto | 35 |
| | Lähteet | 37 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1: Smanagerin perusnäkyminen | |

Lyhenteet

- VTEC: *Variable Valve Timing and Lift Electronic Control*. Hondan venttiilien ohjausjärjestelmä.
- OBD: *On-Board Diagnostics*. Standardisoitu ajoneuvon itsediagnostiikka-järjestelmä.
- ECU: *Engine control unit*. Moottorinohjainlaite.
- BTDC: *Before top dead center*. Ennen männän yläkolokohtaa.
- WOT: *Wide Open Throttle*. Täyskaasu.
- ADC: *Analog to Digital Converter*. Analogia-digitaalimuunnin. Laite, joka muuntaa analogisen signaalin, esimerkiksi jännitteen, digitaalisiksi luvuiksi.
- MAP: *Manifold Absolute Pressure*. Imusarjan absoluuttinen paine.
- PWM: *Pulse-Width Modulation*. Pulssinleveysmodulaatio. Pulssisuhteen muutoksella tapahtuvaa ohjausta, jossa ohjaus menee vuorotellen päälle ja pois tietyllä taajuudella.

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä oli tarkoituksena asentaa vuoden 1999 Honda Civic -henkilöautoon säädettävä moottorinohjainjärjestelmä ja laajakaistalambda-anturi. Työn lähtökohtana oli oma kiinnostus moottorinohjauksen toimintaan ja laajakaistalambdan hyödyntämiseen.

Käytettäväksi moottorinohjainjärjestelmäksi valikoitui Hondan S300 V3, joka on tarkoitettu 90-luvun Hondan moottoreiden säätämiseen. Kyseessä on lisäpiirilevy, joka asennetaan Hondan OBD1-moottorinohjainlaitteeseen. Yhdessä laajakaistalambdan kanssa saadaan täysi kontrolli moottorin säätämiseen. Tavoitteena oli pienentää polttoaineenkulutusta ja päästöjä, parantaa suorituskykyä ja mahdollistaa muutosten tekeminen moottoriin sekä tutkia tarkemmin, miten laajakaista lambdaa voidaan hyödyntää verrattuna vakio kapeakaista happianturiin.

2 Ajoneuvon esittely

Opinnäytetyön kohteena oli vuoden 1999 Honda Civic 1,5 litraisella D15Z6 VTEC-E moottorilla (kuva 1). Kyseisestä moottorista on saatavilla rajoitetusti tietoa, eikä se vaikuttaisi olevan erityisen suosittu harrastajien keskuudessa. Syynä tähän on luultavasti se, että malli on ollut saatavilla ainoastaan Euroopan markkinoilla.



Kuva 1. 1999 Honda Civic EK3.

Ajoneuvosta löytyy siis Euroopan markkinoille polttoainetaloudellisuus etusijalla suunniteltu yksinokka-akselinen 16-venttiilinen moottori, joka eroaa Hondan normaalista VTEC:stä eli elektronisesti ohjatusta muuttuvasta venttiiliennostosta hieman.

2.1 VTEC

Perinteisessä VTEC-järjestelmässä imu- ja pakoventtiilien nostoa ja aukioloaika muutetaan kahdella eri nokka-akselin profiililla: matala profiili pienelle kuorimitukselle ja korkeampi profiili korkeammille kierrosnopeuksille. Korkeammilla kierrosnopeuksilla venttiilien keiuvivut lukitaan hydraulisesti ohjatulla tapilla,

jolloin nokka-akselin korkeampi profiili ohjaa venttiilejä. Pienemmällä venttiilin nostolla saavutetaan ilma-polttoaineseoksen suurempi sylinteriin pääsynopeus ja pyörteilyefekti, jotka saavat aikaan hyvän seoksen osakaasulla (1, s. 37). Korkeilla kierroksilla ja suurella moottorin kuormituksella tarvitaan maksimaalinen sylinterin täyttö. Korkeampi nokka-akselin profiili mahdollistaa suuremman venttiiliin aukioloajan ja noston, näin ollen vähentäen pumppaus häviöitä ja mahdollistavan suuremman vääntömomentin (1, s. 38).

2.2 VTEC-E

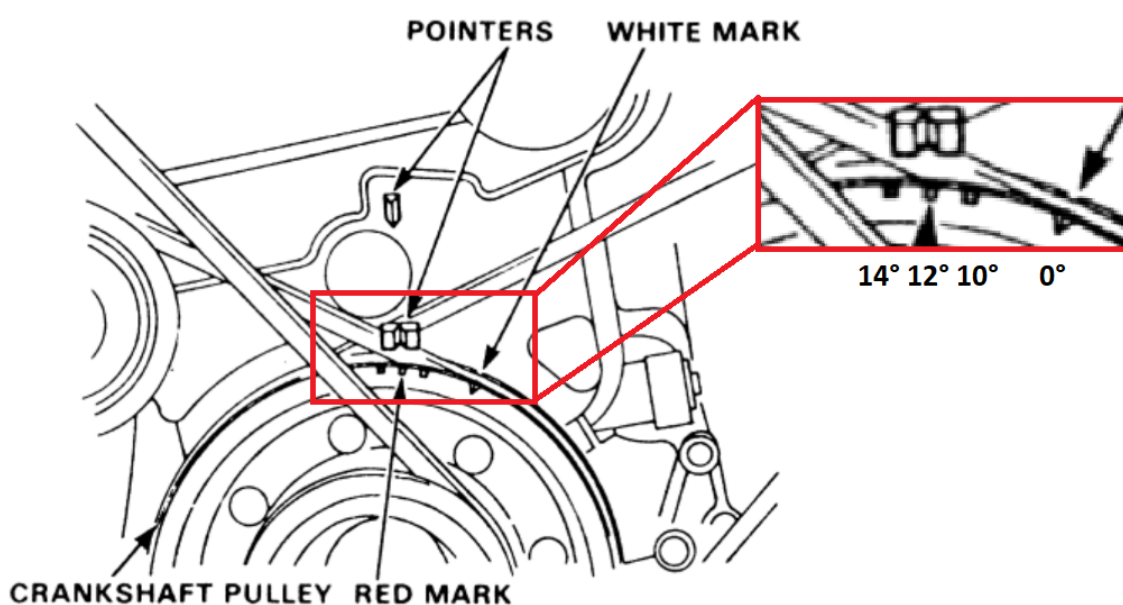
VTEC-E tulee samasta lyhenteestä kuin VTEC, mutta lopun E tarkoittaa sanaa *Economy* eli taloudellisuus. Tarkoituksena on ollut parantaa entisestään taloudellisuutta. Se on toteutettu käyttämällä matalalla moottorin kuormituksella vain yhtä imuventtiiliä sylinteriä kohden kahden sijaan. Oikeastaan molemmat ovat käytössä, mutta toinen vain aukeaa todella vähän pakottaen suurimman osan ilma-polttoainevirtauksesta toisesta venttiilistä aiheuttaen suuremman pyörteilyefektin ja paremman seoksen atomisaation. Näin ollen voidaan käyttää todella laihaa seossuhdetta. Korkeammilla kierrosnopeuksilla venttiilien keinuivut lukitaan samaan tapaan kuin normaalissa VTEC:ssä, mutta erona on, että molemmat imuventtiilit avautuvat yhtäaikaisesti. Vaikka kyseessä on niin sanottu ekomoottori, on venttiilien nosto korkeampi kuin esimerkiksi Hondan D16Y8-moottorissa, jossa on korkeampi nokkaprofiili, joskin venttiilien aukioloaika on lyhyempi. Kyseistä moottoria on käytetty esimerkiksi CRX del sol -ajoneuvossa ja siinä on 95 kW verrattuna 84 kW:iin, joka saadaan D15Z6-moottorista, joten potentiaalia parannuksille on olemassa.

2.3 Ajoneuvoon tehdyt huollot ja muutokset

Kohdeajoneuvo oli hyvin huollettu lähettäessä tekemään muutoksia. Moottoriöljyt ja suodatin oli vaihdettu ja vaihtoväli ollut 10 tkm viimeisen 90 tkm:n ajalta. Viimeisimmän öljynvaihdon yhteydessä tehtiin moottorin sisäpesu, tarkistettiin ja säädettiin venttiilien välykset, pestiin ilmansuodatin ja vaihdettiin sytytystulpat (NGK). Sytytystulppien on oltava Hondissa vastuksellisia (NGK tai

Denso), sillä muuten saattaa syntyä turhia ongelmia sytytyshäiriöiden kanssa (2).

Sytytysennakko säädettiin virranjakajaa kääntämällä oikeaksi eli 12:ksi BTDC (ennen männän yläkolokohtaa). Sytytyksen lukitus perusennakkoon onnistuu asentamalla kojelaudan alla olevaan testauspistokkeeseen hyppylanka. Sytytyksen ajoituslampusta säätämällä ennakkoksi 0 BTDC osuu ajoitusmerkintä kampiakselin hihnapyörässä sijaitseviin merkintöihin kertoen sytytysennakon (kuva 2).

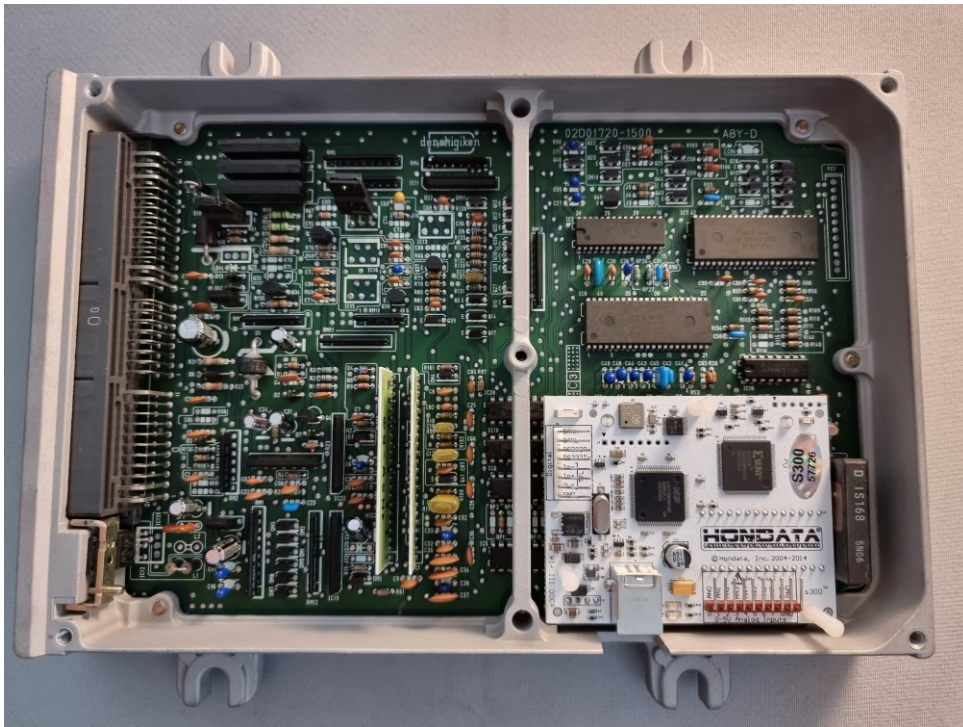


Kuva 2. Sytytyksen perusajoitus.

Jo ennen Hondan S300:n asennusta ajoneuvo oli E85-käyttöinen. Muutos oli tehty käyttämällä eFlexfuel-muutossarjaa. Nopeasti kävi kuitenkin ilmi, ettei Hondan vakio- 190 cc/min -suuttimissa riittävä kapasiteetti lisääntyneeseen polttoainetarpeeseen, joten tilalle tulivat Acura RDX:n 410 cc/min OEM -suuttimet. Polttoainepaineen nostolla olisi todennäköisesti saavutettu riittävä kapasiteetti, mutta tulevia muutoksia ajatellen suuremmat suuttimet olivat parempi vaihtoehto. Samalla vakiona 90 litraa tunnissa pumppaava polttoainepumppu vaihtui 265 l/h pumppaavaan E85-käyttöön soveltuvaan pumppuun.

3 Hondata S300 V3

Hondan OBD1–moottorinohjainlaitteissa on mikropiiri, joka sisältää kaiken tiedon polttoaine- ja sytytyskartoista ja moottorin toiminnasta. Tämä mikropiiri on helppo korvata joko vanhanaikaisesti polttamalla kartat uuteen mikropiiriin tai Hondata S300 -moduulin avulla (kuva 3). Hondan OBD2-ohjainlaitteissa tämä muistipiiri on integroituna prosessoriin, joten sen vaihtaminen on hyvin vaikeaa ja kallista.



Kuva 3. OBD1 ECU ja Hondata S300 V3.

90-luvun lopun Hondan OBD2-ohjainlaitteissa ei ole OBD-porttia diagnosointiin, vaan vikakoodit luetaan 2-liittimisestä testipistokkeesta silloittamalla testipistoke ja lukemalla mittaritaulusta pitkät ja lyhyet vilkutukset moottorin vikavalolle. Vakiojärjestelmässä on OBD2-luokituksesta huolimatta vain yksi kapeakaistahappianturi ennen katalysaattoria, joten mitään ei menetetä muutoksessa vanhempaan järjestelmään.

3.1 Hondata S300 V3:n saatavuus

Hondata S300 V3:n voi hankkia erillisenä piirilevynä tai valmiiksi ohjainlaitteeseen asennettuna. 90-luvun Hondan moottorinohjainlaitteita ei enää luonnollisesti valmisteta, vaan kaikki markkinoilla olevat yksilöt ovat käytettyjä ja uudelleen rakennettuja. Päädyin ostamaan HAMotorsportsin myymän sarjan, jossa on valmiiksi asennettuna Hondata S300 V3 Hondan P28 ECUun. P28 ECU on 1992–1995 valmistetun D16Z6–moottorin ohjainlaitteen koodinimi. Siinä on valmiina VTEC-ohjainpiiri, joka on yksi olennaisimmista toiminnoista. Kuluttajien välisiltä markkinoilta on saatavana käytettynä samaisia ohjainlaitteita hieman edullisemmin, joskin tarjontaa on lähinnä USA:n markkinoilla. Takeita niiden toimivuudesta ei tietenkään ole, joten oli turvallisinta hankkia ECU ”uutena”.

3.2 Hondata S300 V3 tekniset tiedot

Hondata S300 tekee käytännössä tehtaan ohjainlaitteesta täysin säädettävän sekä mahdollistaa live-tiedonkeruun ja -ohjelmoinnin. Erillisillä lisäosilla on myös mahdollista vaihtaa virranjakaja erillisiin sytytyspuoliin ja lisätä luistonestojärjestelmä, joka hyödyntää vakio-ABS-tunnistimia. Kyseisellä laitteella on siis 90-luvun Hondista tehtävissä hyvinkin moderneja, eikä moottorisarjakaan ole ongelma, sillä se toimii kaikilla 90-luvun moottoreilla (B-, D- F- ja H-sarja).

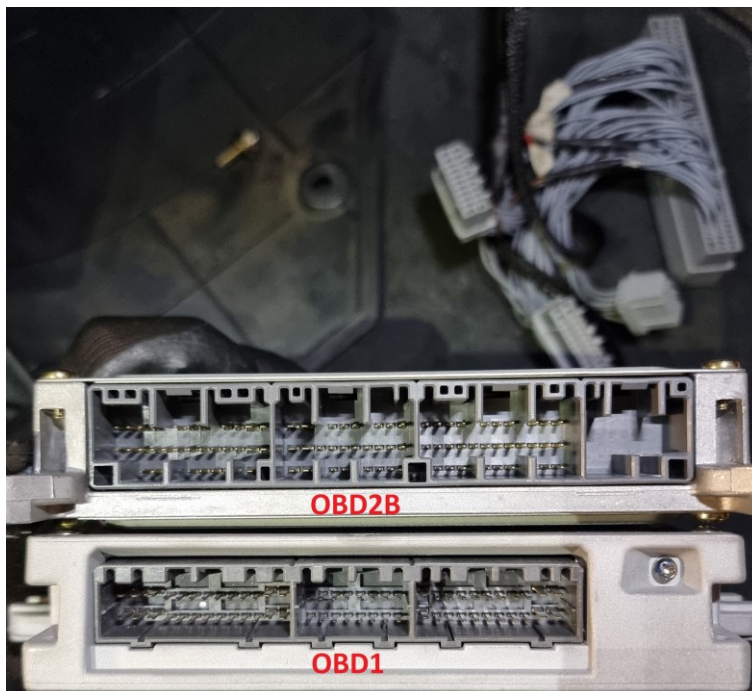
Hondata S300 V3 on kolmas versio S300–moduulista, joista ensimmäinen julkaistiin vuonna 2005. Siinä on 32–bittinen prosessori, joka toimii 100 MHz:n keltotaajuudella. Muistia löytyy 32 MB:n datankeruuta varten. Analogisia tulosignaaleja varten on kahdeksan kappaletta liitäntöjä ja digitaalisia varten yksi; täten on mahdollista liittää useita lisäensoreita datankeruuta varten, kuten öljy- tai polttoainepainesensori. Dataloggaus onnistuu 61,1 Hz:n taajuudella. Tulosignaalituki löytyy myös V3-mallista etanolisensorille, joten erillistä etanolipitoisuusmuunninta ei tarvita. Lähtösignaali löytyy CAN-väylälle, joten on mahdollista kytkeä esimerkiksi erilaisia näyttöjä. Bluetoothilla voidaan ottaa yhteys tietokoneeseen säätöjen tekemistä varten tai puhelimen Hondata–sovellukseen,

jolla pystytään seuraamaan anturidataa sekä lukemaan ja tyhjentämään vika-muisti. (3)

Vaikkei Hondata S300 edusta uusinta uutta tekniikkaa, on se edelleen hyvin relevantti moottorinohjainjärjestelmä vanhempiin Hondiin. Yhdysvalloista löytyy useita Hondia, jotka alittavat yhdeksän sekunnin neljännesmaili ajan Hondata S300:lla säädettynä.

3.3 S300:n asennus

Lyhykäisyydessään asennus vaatisi 28-napaisen ic-kannan kolvaamisen ECUun ja Hondata-moduulin kiinnittämisen tähän sekä pienen loven tekemisen ECU:n alumiinikuoreen USB-kaapelia varten. Kohdeauton ollessa Hondan uudempaa OBD2b-protokollaa tuli tehtaan ohjainlaiteeseen tulevien johtosarjojen ja uuden OBD1-ohjainlaitteen väliin asentaa muutosjohtosarja, koska ohjainlaitteiden pinnitykset ovat erilaiset (kuva 4).

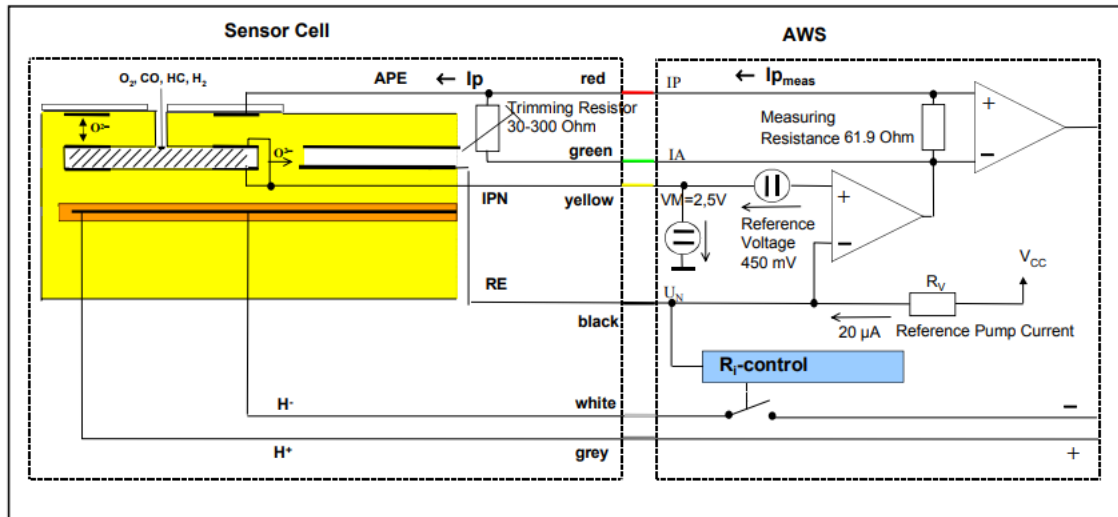


Kuva 4. OBD1- ja OBD2B-ohjainlaitteet, taustalla muutosjohtosarja.

Uusin Gen4-versio on nopeampi ja tarkempi kuin edeltäjänsä, ja myös virrankulutus on pienentynyt 10 W:sta 7,5 W:iin. Ominaisuuksia on tullut uusia muun muassa sensorin kunnon monitorointi. Kyseinen laajakaistalambda toimii lähes kaikkien polttoaineiden kanssa, ja sillä pystytään 0–5 V:n laajakaistasisignaalin lisäksi lähettämään 0–1 V:n kapeakaistasisignaalia yhtäaikaaisesti. (4)

4.1 BOSCH LSU 4.9 -anturin ja ohjainmoduulin toiminta

LSU 4.9 -laajakaistalambda-anturilla pystytään mittaamaan lambda-arvoja 0,65:stä aina puhtaaseen ilmaan. Anturin mittaussolu on valmistettu zirkonidioksidikeraamista ja se koostuu sisäisestä lämmittimestä ja kahdesta solusta: Nernst-happipitoisuussolusta ja hapen pumppaussolusta. Nernst-soluilla on ominaisuus, jonka ansiosta happi-ionit siirtyvät keraamin läpi korkeassa lämpötilassa heti, kun hapen osapaineessa on ero keraamin eri päissä. Happi-ionien siirtymä saa aikaan jännitteen, joka mitataan elektrodien avulla. Pakokaasuhiukaset tulevat diffuusioseinämän läpi Nernst- ja pumppaussolujen elektrodeille, missä ne saatetaan termodynaamiseen tasapainoon. Ohjauselektronikka mittaa Nernst-jännitettä U_N pitoisuussolusta ja syöttää pumppaussoluun muuttuvan jännitteen U_P . Jos U_N on vähemmän kuin 450 mV, on seossuhde laihalla ($\lambda < 1,00$) ja pumppaussoluun johdetaan virta, jonka avulla happi pumpataan ulos diffuusioseinämän läpi. Seossuhteen ollessa rikkaalla on jännite U_P enemmän kuin 450 mV ja virtaussuunta on käänteinen, jolloin happea pumpataan sisään diffuusioseinämästä. (5, s. 1.) Kuvassa 6 havainnollistetaan anturin ja ohjainlaitteen rakennetta.



Kuva 6. Bosch LSU 4.9:n rakenne (6, s. 2).

Toimiakseen laajakaistalamda-anturi tarvitsee ohjainlaitteen, jolla kontrolloidaan anturin toimintaa. PLX Devices ei kerro, mistä sen laajakaistaohjainmoduuli koostuu, mutta on hyvin todennäköistä, että käytössä on Bosch:n CJ125-mikropiiri, koska sekä PLX että Bosch listaavat saman käyttöjännitevälin: 9–18 V (3; 6. s. 5). CJ125-mikropiiri mittaa pumppausvirran aikaan saaman jännitteen ja vahvistaa tämän signaalin, joka luetaan erillisellä mikro-ohjaimella.

CJ125-mikropiirin lähtösignaali on kaavan 1 mukainen (7, s. 13):

$$V^{out} = 1,5 + \left(\frac{61,9}{1000} v\right) I_{P,meas} \quad (1)$$

Esimerkkinä voidaan laskea lähtösignaali lambda-arvolle 1,10, jota vastaa pumppausvirta 0,193 V (kaava 2):

$$V^{out} = 1,5 + \left(\frac{61,9}{1000} 17\right) 0,193 = 1,703 \quad (2)$$

Kaavassa oleva vahvistuskerroin (v) on tyypillisesti 8, kun lasketaan arvoja seoksen ollessa rikkaalla (lambda < 1) tai 17, kun seos on laihalla (lambda > 1). Pumppausvirran ollessa 0 on molempien vahvistuskertoimien tuottama signaali 1,5 V. Kaavan avulla saadaan aikaan kuvan 7 mukainen taulukko, jossa on

esitettyinä pumppausvirta ja sitä vastaava lambda-arvo sekä molempia vahvistuskertoimia vastaavat lähtösignaalit.

| I_p [mA] | lambda | U_A [V], $v=17$ | U_A [V], $v=8$ |
|------------|--------|-------------------|------------------|
| -2.000 | 0.650 | - | 0.510 |
| -1.602 | 0.700 | - | 0.707 |
| -1.243 | 0.750 | 0.192 | 0.884 |
| -0.927 | 0.800 | 0.525 | 1.041 |
| -0.800 | 0.822 | 0.658 | 1.104 |
| -0.652 | 0.850 | 0.814 | 1.177 |
| -0.405 | 0.900 | 1.074 | 1.299 |
| -0.183 | 0.950 | 1.307 | 1.409 |
| -0.106 | 0.970 | 1.388 | 1.448 |
| -0.040 | 0.990 | 1.458 | 1.480 |
| 0 | 1.003 | 1.500 | 1.500 |
| 0.015 | 1.010 | 1.515 | 1.507 |
| 0.097 | 1.050 | 1.602 | 1.548 |
| 0.193 | 1.100 | 1.703 | 1.596 |
| 0.250 | 1.132 | 1.763 | 1.624 |
| 0.329 | 1.179 | 1.846 | 1.663 |
| 0.671 | 1.429 | 2.206 | 1.832 |
| 0.938 | 1.701 | 2.487 | 1.964 |
| 1.150 | 1.990 | 2.710 | 2.069 |
| 1.385 | 2.434 | 2.958 | 2.186 |
| 1.700 | 3.413 | 3.289 | 2.342 |
| 2.000 | 5.391 | 3.605 | 2.490 |
| 2.150 | 7.506 | 3.762 | 2.565 |
| 2.250 | 10.119 | 3.868 | 2.614 |

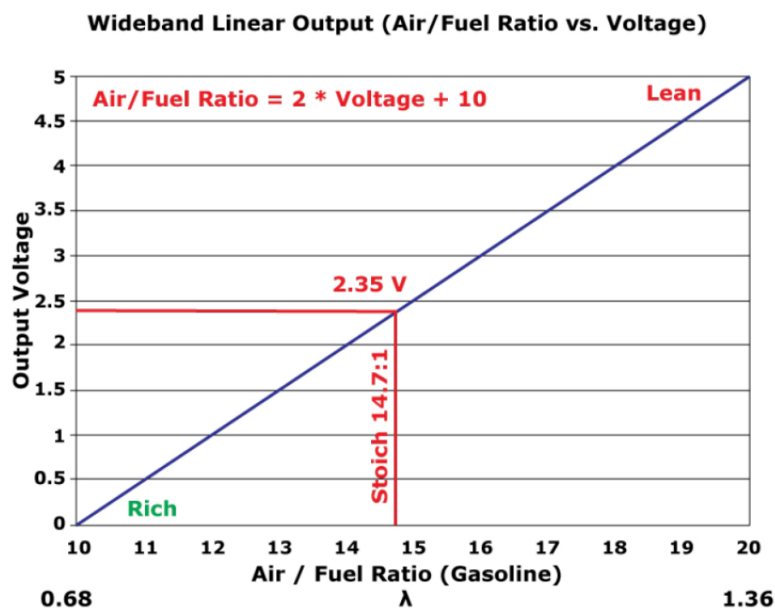
Kuva 7. Bosch LSU 4.9 lähtösignaali (8, s. 2).

CJ125:n analoginen lähtösignaali muutetaan digitaalisignaaliksi. Tätä ohjaava mikropiiri siis sisältää ADC:n eli analogi-digitaalimuuntimen. Tarkkaa tietoa, miten PLX Devices sen tekee, ei ole, mutta periaate on sama. Esimerkiksi 0–5 V:n jännitealueella 10-bittiseen muotoon muuttaminen tehdään esimerkkinä olleelle 1,10 lambda-arvoa vastanneelle 1,703 V:n jännitteelle seuraavasti (kaava 3):

$$ADC = \frac{1023 * mV_{meas}}{5000} \quad (3)$$

$$ADC = \frac{1023 \cdot 1703}{5000} \approx 348$$

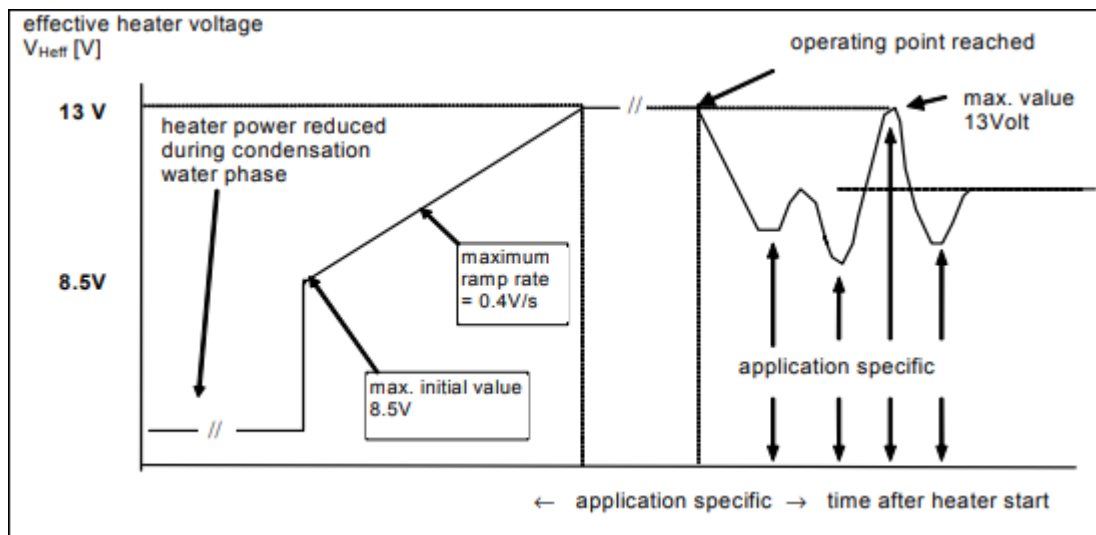
Kaavassa 1023 on 10-bittisessä järjestelmässä bittien määrä ($2^{10} = 1024$) pois lukien nolla. Laskemalla arvot saadaan taulukko, jossa mitattua I_p -arvoa vastaavalle jännitteelle saadaan digitaalinen arvo. Sovelluksesta riippuen ei ole tarpeellista muuntaa koko lambda mittauskyvyn aluetta takaisin analogiseksi signaaliksi. Saatu taulukko rajataan halutulle mittausalueella, kuten PLX:n tapauksessa kuvan 8 mukaisesti lambda-arvot on rajattu välille 0,68–1,36. Näin ollen ohjainmoduuli sisältää myös DAC:n eli digitaal-analogiamuuntimen. Todennäköisesti muutos tehdään 8-bittiseen muotoon lähtösignaalin tarkkuuden ollessa enemmän kuin riittävä 0–5 V jännitevälille: 19,53 mV. Näin ollen lambda-arvoa 0,68 vastaisi bitti 0 ja lambda-arvoa 1,36 bitti 255.



Kuva 8. PLX Lambda-jännite muunnos (3).

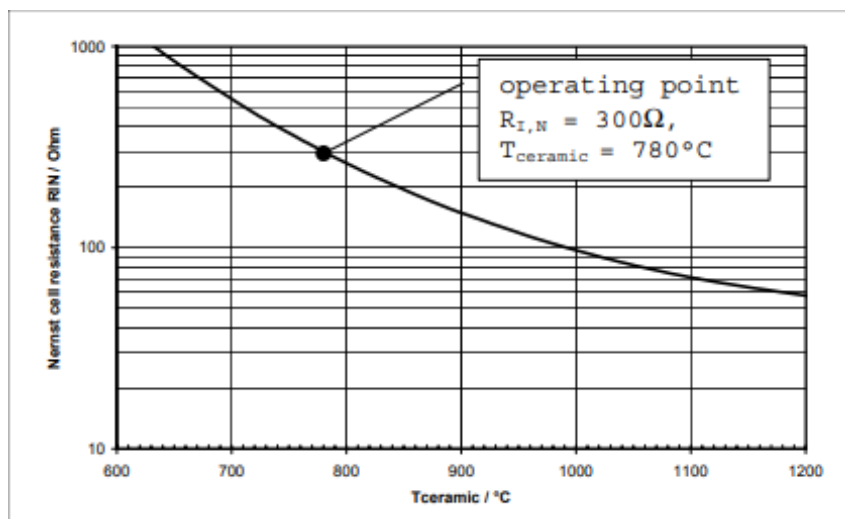
Ohjainmoduulilla on myös tärkeä tehtävä pitää sensori operointilämpötilassa. Tähän tietysti vaikuttaa sensorin asennuspaikka ja pakokaasun lämpötila, jonka maksimi on 930 °C jatkuvasti tai 1030 °C lyhyen aikaa (8, s. 1). Sensorin lämpötilaa kontrolloidaan sisäisen lämmitinelementin jännitettä muuttamalla. Lämpötila saadaan mitattua Nernst-solun sisäisen resistanssin avulla (7, s. 3).

Lämmitinpiiriä ei suoraan aleta käynnistyksen yhteydessä käyttämään täydellä teholla, koska on riski, että sensorin herkkä keraami hajoaisi. Kuvassa 9 on esitettyä jännitteen ja ajan funktiona sensorin alkulämmitys ja operointilämpötilassa pito.



Kuva 9. LSU 4.9 lämmitys (6, s. 4).

Kondensaatioveden poistovaiheen eli heti käynnistyksen jälkeisenä aikana maksimijännite on 2 V, jonka jälkeen jännitettä nostetaan maksimissaan 8,5 V:iin, josta jännitettä edelleen nostetaan 0,4 V/s -tahdilla. Kun operaatiolämpötila on saavutettu, muutetaan jännitettä tarpeen mukaan. (6, s. 4.) Lämpötilan pitäminen operaatiolämpötilassa on kriittistä sensorin tarkkuuden kannalta. Kuvassa 10 on esitettyä lämpötilan vaikutus Nernst-solun sisäiseen resistanssiin.



Kuva 10. Lämpötilan vaikutus Nernst-solun resistanssiin.

Lämpötilan vaihtelu sensorin keraamissa aiheuttaa poikkeaman sensorin lähtösignaaliin noin 4 % per 100 °C:n siirtymä operaatiolämpötilasta 780 °C (6, s. 8). Myös pakokaasun paineella on jonkin verran vaikutusta sensorin lähtösignaaliin. Laboratorio-olosuhteita lukuun ottamatta ei tällä kuitenkaan ole havaittavaa merkitystä.

4.2 Laajakaistalambdan kytkentä

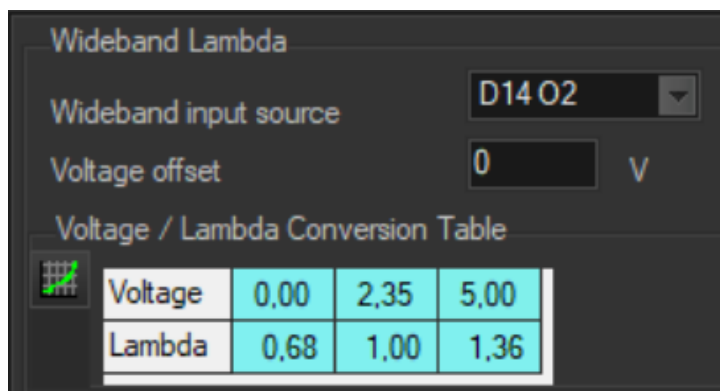
Lambda-anturi tulee asentaa ennen katalysaattoria noin 60 cm:n päähän moottorin lohkoista. Paikka löytyi pakosarjasta valmiina öljynpohjan kohdilta, mikä oli optimaalinen sijainti. PLX:n sensorimoduuliin (kuva 11) tuli kiinni lambda-anturin kuusijohtoinen liitin, virta, analogiset lähtösignaalit ECUlle ja mittarille sekä mittarin liitännät. Sensorimoduulin lähtösignaalina on sekä 0–1 V:n kapeakaistasignaali että 0–5 V:n laajakaistasignaali.



Kuva 11. PLX-ohjainmoduuli.

PLX-laajakaistaohjaimen 5 voltin lähtösignaali kytkettiin ECU:n liittimeen D14, johon tuli aikaisemmin vakiohappianturin 0–1 voltin jännite. Smanager-ohjelmasta on valittavissa laajakaistalambdalla 4 eri mahdollista lähdetä: D14 (happianturi), D10 (sähkökuorman tunnistin), D12 (pakokaasun takaisinkierätyks) ja B6 (tyhjä). Näistä suositeltavaa on käyttää D14-liitäntää, koska sen toiminta ei vaadi fyysisiä muutoksia ECUun, kuten D10- tai B6-käyttö, tai poistamaan toimintoja, kuten D12:n tapauksessa pakokaasujen takaisin kierrätysventtiili jäisi pois käytöstä. D14:n ongelmana on sen jännitetaso, joka on 0 V – 3,73 V. Näin ollen on mahdollista lukea lambda-arvoon 1,18 asti, mikä vastaa 1:17,35 ilma-polttoaineseosta bensiinillä. Tämän laihempaa seosta ei kuitenkaan tulla käyttämään, joten ongelmaa ei ole. Kolmitoimikatalysaattorin toiminnan kannalta pienimmät päästöt saavutetaan lambda-arvolla 1,0, kun taas paras polttoainetaloudellisuus saavutetaan lambda-arvoilla 1,10~1,30 (1, s. 19).

Laajakaistalambdan moduulin jännite saadaan ECU:n pinnistä A25 ja maadoituspinnistä A26. Näin mahdollistetaan tarkin mahdollinen signaali eli Hondata ja PLX-seosmittari näyttävät saman arvon. Tämän jälkeen asetettiin Smanagerista (kuva 11) oikea jännitteen ja lambda:n suhde PLX:n ohjeen mukaisesti eli niin, että 0 V vastaa 0,68 lambdaa, 2,35 V 1,00 lambdaa ja 5 V 1,36 lambdaa.



Kuva 12. Smanager lamda-jännitetaulukko.

Voltage offset -kohdasta voitaisiin säätää Hondatan ja PLX:n seosmittarin lukemien eroa, jos ne näyttäisivät eri lukemaa. Tässä tapauksessa se voitiin jättää nollassa, koska lukemat olivat samat.

4.3 Laajakaistalamdan toiminnallisuus

Laajakaistalamda mahdollistaa polttoainekarttojen täydellisen säätämisen. Smanagerista on asetettavissa lambdatavoite eri moottorin kuormitusalueille. Sarakkeet 1–7 eli kuormitusalue 12–87 kPa on asetettu lambda-arvolle 1,00 ja sarakkeet 8–10 (92–103 kPa) arvolle 0,88 (kuva 13). Tyhjäkäynnillä ja matalilla kuormitusalueilla saadaan pienimmät päästöt lambda-arvolla 1,00. Vapaasti hengittävän moottorin maksimiteho taas saavutetaan tavallisesti lambda-arvoilla 0,88–0,92.

| Col | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| kPa | 12 | 29 | 41 | 52 | 64 | 75 | 87 | 92 | 98 | 3 |
| 600 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 800 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 900 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 1000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 1100 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 1300 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 1500 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 1700 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2200 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2600 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2900 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 3100 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 3500 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 4000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 4450 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 5000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 6000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 7000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 8000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |

Kuva 13. Lambdatavoite.

Ajamalla joko kadulla tai dynamometrillä moottoria eri kuormitus- ja kierrosluku-alueilla Hondata kertoo, kuinka paljon polttoainekartan kutakin solua on muutettava prosentteina, jotta saavutettaisiin asetettu tavoitelambda. Polttoainekartat saadaan näin kartoitettua ja säädetty laajakaistalambda-anturin avulla todella nopeasti ja tarkasti.

4.4 Open loop -operointi

Open loop -tilassa ECU käyttää siihen ohjelmoituja polttoainekarttoja lambda-anturin antaman tiedon sijaan. Open loop on käytössä heti auton käynnistämisen jälkeen, koska lambdatunnistimen on saavutettava operointilämpötilansa tarkan mittatuloksen saavuttamiseksi. Hondata mahdollistaa käynnistämisen jälkeisen open loopissa pysymisajan säätämisen. Oletuksena se on 30 sekuntia käynnistämisen jälkeen, mikä riittää hyvin, koska sensorin lämmitysaika on noin 20 sekuntia.

4.5 Closed loop -operointi

Closed loop -tilassa ECU käyttää happitunnistimelta saatua jännitettä ilma-polttoaineseoksen säätämiseen maksimaalisen polttoainetaloudellisuuden ja katalyysaattorin tehokkuuden saavuttamiseksi. Hondata S300 mahdollistaa hyvin kattavan closed loop -kontrollin. Closed loop -tilaa on mahdollista käyttää kaapeakaistahappianturilla tai laajakaistalambda-anturilla, joko jännitetavoitteella tai lambdatavoitteella. Laajakaistalambdan kanssa on vakiohappianturin lämmitinpiiri poistettava käytöstä, koska muuten tästä tulee vikakoodi ja moottorin vika-valo syttyy. Hondatasta tämä onnistuu painamalla rasti ruutuun.

4.5.1 Closed loop -säädöt

Closed loopille on määriteltävissä raja-arvot, jolloin sitä käytetään (kuva 14). Määriteltävänä on suurin moottorin kuormitus ja kierrosluku, milloin se on käytössä. Siirtyminen pois closed loopista voidaan määrätä eri kierrosalueilla eri kaasuläpän asennoille. Ensimmäinen taulukko (Low) on siirtymä open loopista closed looppiin ja toinen taulukko (High) taas toisin päin.

| Conditions | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|--|
| Maximum MAP for closed loop | 87 | kPa | | | | | |
| Maximum engine speed | 5000 | rpm | | | | | |
| Delay after engine start | 30 | s | | | | | |
| Closed Loop Max TPS (Low) | | | | | | | |
| Rpm | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 7000 | 8000 | |
| TPS % | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Closed Loop Max TPS (High) | | | | | | | |
| Rpm | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 7000 | 8000 | |
| TPS % | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | |

Kuva 14. Closed loop -ehdot.

On mahdollista pitää ECU closed loop -tilassa myös korkeilla kuormitusalueilla tekemällä seuraavat säädöt:

- Maksimikuormitus on asetettava suuremmaksi kuin moottorin on mahdollista saavuttaa, tässä tapauksessa yli 103 kPa.
- Kierrosluku on rajoitettava korkeammaksi kuin moottorin suurin kierrosluku eli tässä sovelluksessa yli 7200 RPM.
- Kaasun asento on asetettava arvoon 99.
- Pitämällä lyhytaikainen lambda säätö pienenä, noin +/-10 %.
- Varmistamalla, että anturin kunto on hyvä (reaktioaika nopea).

PLX-laajakaista mahdollistaa lambda-anturin reaktioajan mittaamisen kuvan 15 mukaisin raja-arvoin.

| | | |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Excellent 0ms - 150ms | Good 151ms - 250ms | Poor 251ms or Greater |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|

Kuva 15. Lambda-anturin reaktioaika.

Mittaus suoritetaan ajamalla tasaista nopeutta ja pumppaamalla kaasupoljinta noin 4–5 kertaa, eli käytännössä saadaan aikaan nopeita vaihteluita laihalta seokselta rikkaalle seokselle ja toisinpäin. Tämän jälkeen PLX kertoo reaktioajan. Täten on turvallista säätää ECU toimimaan closed loopissa jatkuvasti, jos anturin reaktioaika on vähintäänkin hyvä.

4.5.2 Lyhyt- ja pitkäaikainen polttoainesyötön korjaus

Lyhyt- ja pitkäaikainen polttoainesyötön korjaus pitävät moottorin toiminnan optimaalisena. Lyhytaikainen säätö tapahtuu käytännössä koko ajan closed loop -tilassa laajakaistalambda-anturin lähettämän signaalin perusteella. Asetetun lambda tavoitteen saavuttamiseksi ECU joko lisää tai poistaa polttoainekartoista ilmoitetusta polttoainemäärästä määrän x polttoainetta. Pitkäaikaisen säädön tapauksessa ECU oppii lyhytaikaisen säädön perusteella tekemään kokonaisvaltaista lisäystä tai vähennystä polttoainekarttaan. Hyvin säädetyin moottorin pitkäaikainen polttoainesyötön korjaus onkin hyvin lähellä nollaa prosenttia.

4.5.3 Lambdatavoitteet closed loopissa

Lambdatavoitteet ovat määriteltävissä closed loop -tilaan sekä jäähdytinnesteen lämpötilan, että moottorin kuormituksen avulla (kuva 16). Näistä kahdesta käytössä on aina rikkaampi asetus. Taulukon raja-arvot ovat täysin itse päätettävissä, joten lambdan tarkka kontrollointi on saavutettavissa.

| Target Lambda | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| Target Lambda (ECT) | | | | | |
| Water Temp °C | -40 | 20 | 75 | 93 | 150 |
| Lambda | 0,88 | 0,92 | 1,18 | 1,18 | 0,90 |
| Target Lambda (Load) | | | | | |
| Load (kPa) | 0,0 | 32,0 | 33,0 | 70,0 | 87,0 |
| Lambda | 1,00 | 1,00 | 1,18 | 1,18 | 0,88 |

Kuva 16. Lambdatavoitteet closed loopissa.

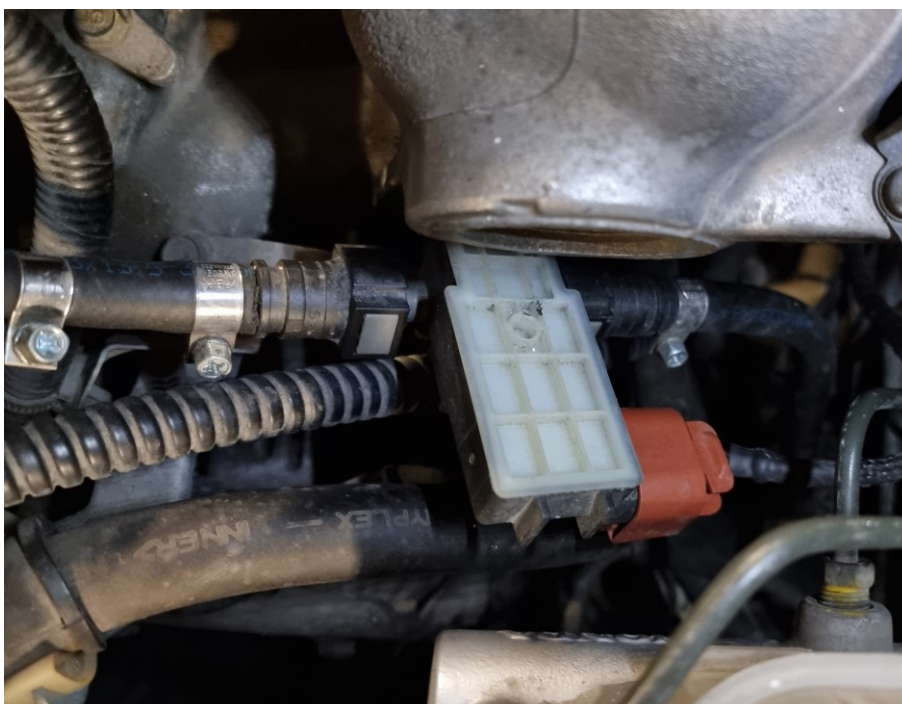
Lambdatavoitteet on säädetty mahdollisimman pienen polttoainekulutuksen ja maksimaalisen tehon saavuttamiseksi. Moottorin jäähdytynesteen mukaan lambdatavoite on asetettu niin, että kylmällä moottorilla mennään tehtaan arvoilla. Saavutettaessa 75 celsiusastetta lambdatavoite on 1,18, jota halutaan ECU:n tavoittelevan normaalilla käyntilämpötilalla. Kuormitusalueet 0–32 kPa, eli käytännössä tyhjäkäynti ja hyvin pieni kuormitus, on asetettu lambdatavoitteelle 1,00. Kuormitukselle 33–70 kPa on taas säädetty lambda-arvo 1,18. Näin ollen lambda pysyy moottorin ollessa operointilämpötilassaan ja kevyillä kuormituksilla tässä halutussa arvossa. Kun saavutetaan kuormitusalue 87 kPa, on lambdatavoite 0,88, jolla saavutetaan paras ottoteho. Käytännössä tällä kuormituksella ollaan open loop -tilassa, joten sillä ei ole merkitystä, paitsi jos halutaan käyttää moottoria myös tällä kuormituksella closed loopissa.

5 Etanolikäyttö

Hondata S300 mahdollistaa korkeaseosetanolin (E85) käytön eli polttoainemäärän kompensoinnin eri etanolin määriä. Jotta etanolin määrää pystytään tunnistamaan, tarvitaan siihen anturi. General Motorsin etanolipitoisuusanturit tuottavat sopivan taajuuden välillä 50–150 Hz, jossa 50 Hz vastaa 0 %:n etanolipitoisuutta ja 150 Hz 100 %:n etanolipitoisuutta. Hondata S300 V3 pystyy suoraan muuntamaan etanolianturin lähettämän taajuuden 0–5 voltin jännitteeksi, jonka avulla ECU tunnistaa etanolipitoisuuden. Täten erillistä etanolipitoisuusmuunninta ei tarvita kuten vanhempien Hondata versioiden kanssa. (3) Etanolianturi mahdollistaa myös polttoaineen lämpötilan tunnistamisen.

5.1 Etanolianturin kytkentä

Etanolianturi asennettiin polttoaineen paluulinjaan erillisillä pikaliittimillä (kuva 17) ja anturin johdot vedettiin rintapellin läpi matkustajan jalkatilaan ECulle.



Kuva 17. Etanolianturi asennettuna paluulinjaan.

Etanolianturille menee kolme johtoa: jännite (9–18 V), maadoitus ja signaali. Jännitejohdon ja signaalijohdon väliin on kytkettävä 2,4 kOhm:n ylösvetovastus (3). Signaali- ja maadoitusjohto tulevat suoraan Hondan S300:n piirilevyn kiinni, jännitejohto tulee ECU:n pinniin A25.

5.2 Etanolikäytön säädöt

Polttoainekompensaation voi säätää erikseen open loop- ja closed loop -tilaan sekä kylmäkäynnistykselle. Nesteen bensiinioppaan mukaan bensiinin (95E10) energiasisältö on ~30,9 MJ/l ja korkeaseosetanolin (E85) energiasisältö ~22,7 MJ/l (9, s. 22). Näiden arvojen perusteella laskettiin kompensatiotaulukkoon kuvan 18 mukaiset arvot. Höyrystyäkseen etanoli vaatii enemmän lämpöä kuin bensiini, mikä tarkoittaa huonompaa moottorin käynnistyvyyttä kylmällä säällä (9, s. 23). Täten kylmäkäynnistykseen arvot ovat kaksinkertaiset normaaliin kompensatioon verrattuna. Suurempi määrä polttoainetta auttaa käynnistykseen kanssa, ja siltikin käynnistyminen vaatii kovilla pakkasilla parikin käynnistysyri- tystä. Kyseisiin käynnistykseen kompensatiion arvoihin on päädytty kokeilun pe- rusteella, eivätkä ne välttämättä ole kaikkein optimaalisimmat.

| Fuel Compensation | | | | | | | |
|---|-----|-----|------|------|------|------|--|
| Ethanol Fuel Compensation (closed loop) | | | | | | | |
| Ethanol (%) | 0 | 10 | 30 | 60 | 85 | 100 | |
| Comp (%) | 0,0 | 3,4 | 10,2 | 20,5 | 29,0 | 34,2 | |
| Ethanol Fuel Compensation (open loop) | | | | | | | |
| Ethanol (%) | 0 | 10 | 30 | 60 | 85 | 100 | |
| Comp (%) | 0,0 | 3,4 | 10,2 | 20,5 | 29,0 | 34,2 | |
| Ethanol Fuel Compensation (cranking) | | | | | | | |
| Ethanol (%) | 0 | 10 | 30 | 60 | 85 | 100 | |
| Comp (%) | 0,0 | 6,8 | 20,4 | 41,0 | 58,0 | 68,4 | |

Kuva 18. Etanolikäytön polttoainekompensatiotaulukko.

E85-polttoaineen oktaaniluku on aina yli 104 (10), joka on suurempi kuin bensiinillä: 95/98, eli sen puristuskestävyys ja nakutuksen kesto ovat sitä myötä

parempia. Täten E85-korkeaseosetanolin kanssa voidaan käyttää suurempaa puristussuhdetta tai lisätä sytytysennakkoa. Hondata mahdollistaa sytytysennakon lisäämisen etanolipitoisuuden mukaan (kuva 19). Lisätty kompensatio tulee sellaisenaan lisäksi perussytytystaulukoihin.

| Ignition Compensation | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Ethanol Ignition Compensation (closed loop) | | | | | | |
| Ethanol (%) | 0 | 10 | 30 | 60 | 85 | 100 |
| Advance (°) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ethanol Ignition Compensation (open loop) | | | | | | |
| Ethanol (%) | 0 | 10 | 30 | 60 | 85 | 100 |
| Advance (°) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Kuva 19. E85:n sytytystaulukko.

Tässä projektissa ei erikseen lisätty sytytysennakkoa etanolimäärän mukaan, koska sytytysennakon säätäminen oli jo valmiiksi rajoittunutta ja ajoneuvolla käytetään 99 prosenttia ajasta E85-polttoainetta.

6 Hondata S300:n säätäminen

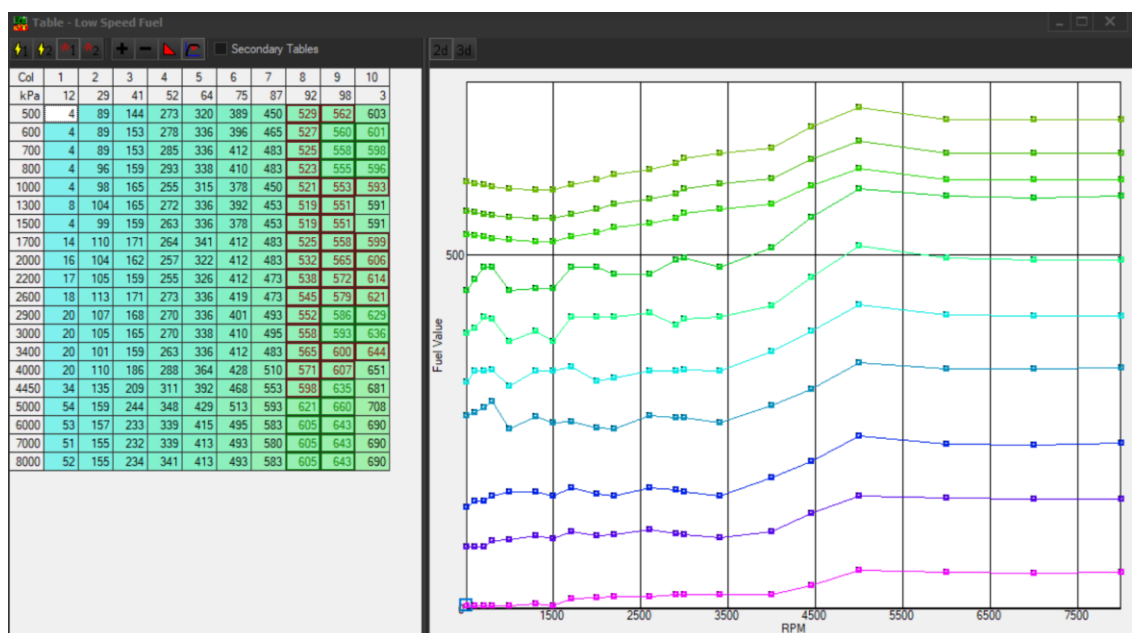
Tässä työssä ei ollut käytössä dynamometriä moottorin säätämiseen, joten tehtyjen säätöjen tarkkuus ei ole yhtä suuri. Kaikki säädöt tehtiin siis ajamalla autoa katuolosuhteissa. Etenkin sytytysennakon säädön kanssa on hyvin vaikea saavuttaa paras mahdollinen vääntömomentti ilman dynamometriä, mutta tästä huolimatta saatiin huomionarvoisia tuloksia aikaiseksi. Hondan OBD1-moottorinohjainlaitteiden nakutuksen tunnistuspiiri on todella epäluotettava. Se saattaa usein tulkita muut moottorin äänet nakutuksena ja näin turhaan vähentää sytytysennakkoa (2). Sytytystulppia on kuitenkin seurattu mahdollisen nakutuksen varalta. Sytytysennakko tehtaan kalibraatioissa on kuitenkin useimmiten sopiva osakaasulla ajaessa, joten ainoastaan täyskaasulla ajaessa saatetaan jäädä muutama hevosvoima maksimitehosta.

6.1 Basemapin teko

ECUn säätäminen aloitettiin basemapin eli peruskartan tekemisellä. Smanage- rissa on valmiina tehtaan peruskarttoja yleisimmille Hondan moottoreille. Aloitin pohjana olevalla Japanin markkinoille tehdyllä D15B-moottorin kartalla. Tämä on iskutilavuudeltaan ja puristussuhteeltaan identtinen moottori, joskin tehoa on hieman enemmän, 96 kW, ja kyseessä on 3-vaiheinen VTEC-moottori. Tässä moottorissa on siis VTEC-E eko-ominaisuus ja korkeammalla venttiilien nostolla oleva nokka-akseli yhdistettynä.

6.1.1 Polttoainekartta

Hondan tehtaan polttoainekartat eivät ole kovin ”sulavalinjaisia”, vaan niissä on paljon rosoisuutta. Kartan säätäminen aloitettiin tasoittamalla huiput. Maalaa- malla soluja ja CTRL + p -funktiolla saadaan kyseistä osiosta tehtyä lineaarinen. Koko kartasta ei tehty suoraa viivaa, vaan tehtaan linjoja muotoilemalla sulava pohja tulevalle. Näin saatiin tehtyä pohja, jolla on hyvä lähteä säätämään kart- ta omalle moottorille sopivaksi. Kuvassa 20 kolme kuormitusaluetta (92–103 kPa) on tasoitettu.



Kuva 20. Tasoitettua polttoainekarttaa.

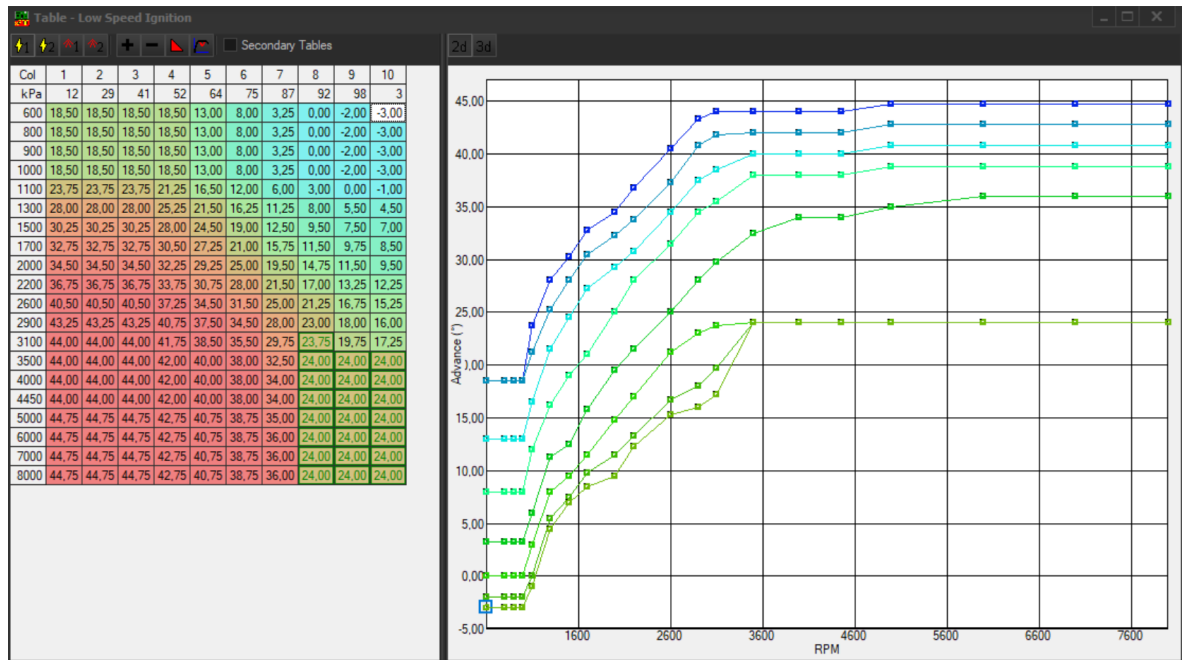
Koska nokka-akselilla on kaksi eri asentoa, 12 venttiiliä ja 16 venttiiliä avaava tila, on polttoaine- ja sytytyskarttoja oltava kaksi kappaletta: low speed fuel/ignition -kartta ja high speed fuel/ignition -kartta. Täten vastaava operaatio tehtiin myös high speed fuel -kartalle, joka on käytössä, kun VTEC-solenoidi kytkeytyy päälle. Yksi Hondatan eduista verrattuna muihin moottorinohjausjärjestelmiin onkin, että sytytykselle ja polttoaineelle on valmiina olemassa kaksi eri karttaa.

Kierroslukualueita pystyy myös muuttamaan, joten on mahdollista saada niin sanotusti tarkempi resoluutio haluamilleen alueille. Eniten käytetyt solut ovat tyhjäkäynnin alueella 700–1500 RPM sekä tasakaasulla ajettaessa noin 1500–3500 RPM. Aloitin kierrosluvusta 600, koska tämän alle jäävät kierrokset eivät ole relevantteja pienimmän tyhjäkäyntinopeuden ollessa 700 RPM. ECU kylläkin interpoloi kunkin solun välin ja Hondan tapauksessa hyvinkin suurella tarkkuudella, mutta tarkempi on aina parempi. Sopiviksi kierrosalueiksi valikoituivat 600-800-900-1000-1100-1300-1500-1700-2000-2200-2600-2900-3100-3500. 3500 RPM:stä eteenpäin mennään 500 RPM:n lisäyksillä 5000 RPM:ään asti ja sitten 1000 RPM:n välein.

Kierrokset muutettiin myös high speed -karttaan. Siellä ensimmäinen solu on 2300 RPM, koska VTEC:tä ei tulla ikinä kytkemään tämän alle. Hondan oikealle VTEC:lle kytkentäkohta asetetaan normaalisti noin 4000–6000 RPM:n välille D-sarjan moottoreissa. VTEC-E:n tapauksessa eli siirryttäessä 12-venttiilistä 16 venttiiliin kytkentä tapahtuu paljon aikaisemmin, koska 12 venttiilillä operoidessa moottori tukahtuu huomattavasti aikaisemmin.

6.1.2 Sytytyskartta

Sytytyskartan säätäminen jäi suhteellisen pieneksi, koska verrokkimoottori oli hyvin samanlainen. Sytytyskarttoihin tulee automaattisesti samat kierroslukuarvot soluille kuin polttoainekarttoihin on asetettu. Tehtaan kartan suuren kuormituksen sytytysennakko on hyvin korkea, ja juuri tällä alueella nakutuksen riski on suurin, joten ennakkoa vähennettiin arvoista 33,55 ja 30,25 turvallisemmalle tasolle: 24 BTDC. Kuvassa 21 näkyvät vihreänä olevat solut ovat muutettuja.



Kuva 21. Sytytyskartan muutokset alussa.

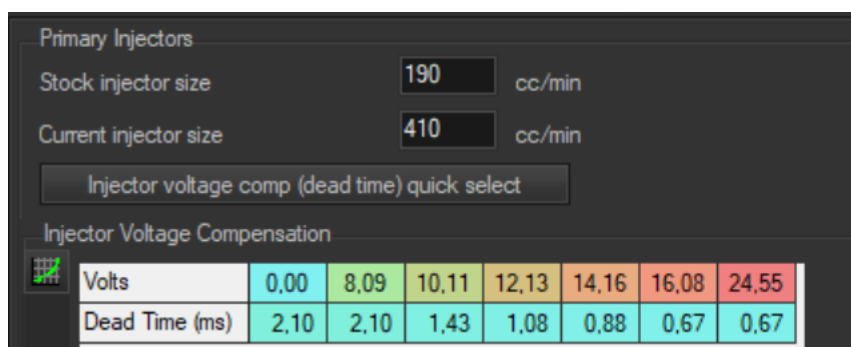
Tällä muutoksella hyvin todennäköisesti menetetään tehoa, mutta sytytysennakkoa on tästä lähtökohdasta turvallista lisätä. Sama muutos tehtiin luonnollisesti myös high speed -karttaan.

6.1.3 Parametrit eli säätöarvot

Tehtaan asetukset ovat pääsääntöisesti kunnossa, mutta säätämisen aloittamiseksi oli tehtävä muutamia muutoksia. closed loop -operointi oli poistettava käytöstä, koska lambdan jatkuvasti korjatessa seosta, ei Hondatan ”Lambda overlay” -toiminnosta ole hyötyä.

Tankki oli täytettynä E85-polttoaineella muutosta tehdessä, joten etanolikäyttö oli myös kytkettävä aktiiviseksi. Ennen moottorin käynnistystä pystyi todentamaan anturin näyttävän oikeaa lukemaa, koska se oli sama kuin viime lukema luettuna aiemmin käytössä olleen eFlexfuelin sovelluksesta. Tämä todettiin pyörittämällä starttimoottoria tulppien johtojen ollessa irrotettuina.

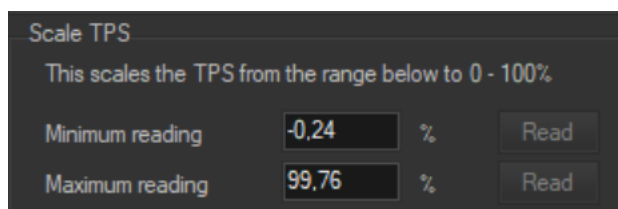
Koska polttoainesuuttimet oli vaihdettu paremmin virtaaviin, tuli tämä luonnollisesti myös ohjelmoida. Smanagerista syötetään vakiosuuttimen koko, tässä tapauksessa 190 cc/min, ja uusien suuttimen koko (410 cc/min) sekä uusien suuttimien avautumisaika. Suuttimen koon muuttaminen kompensoidaan automaattisesti polttoainekarttoihin sekä käynnistyksen rikastukseen. Smanagerista löytyy valmiina yleisimpien Hondissa käytettyjen suuttimien (alkuperäisien ja jälkimerkkinä saattavien) avautumisajat, jotka täyttyvät automaattisesti taulukkoon latausjännitteen mukaan (kuva 22).



| Primary Injectors | | | | | | | |
|--|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Stock injector size | 190 | | cc/min | | | | |
| Current injector size | 410 | | cc/min | | | | |
| Injector voltage comp (dead time) quick select | | | | | | | |
| Injector Voltage Compensation | | | | | | | |
| Volts | 0,00 | 8,09 | 10,11 | 12,13 | 14,16 | 16,08 | 24,55 |
| Dead Time (ms) | 2,10 | 2,10 | 1,43 | 1,08 | 0,88 | 0,67 | 0,67 |

Kuva 22. Suuttimien asetukset.

Kaasuläpän asentotunnistimen kalibrointi täytyy tehdä, jotta kaasun fyysinen painaminen tekisi saman kuin ECU näkee. Se tapahtuu painamalla "Read" kaasunasennon minimilukeman kohdalta kaasupolkimen ollessa painamattomana ja kaasupolkimen ollessa pohjassa maksimilukeman kohdalla. Näin saadaan taulukkoon kuvan 23 mukaiset oikeat arvot.



| Scale TPS | | |
|--|-------|---|
| This scales the TPS from the range below to 0 - 100% | | |
| Minimum reading | -0,24 | % |
| Maximum reading | 99,76 | % |

Kuva 23. Kaasuläpän asentotunnistimen kalibrointi.

Tyhjäkäynti oli myös säädettävä sopivaksi omalle moottorille. Tyhjäkäynti säädettiin minimissään 700 RPM:ään, joka on tehtaan ohjearvo D15Z6-moottorille.

Tyhjäkäynnin pystyy säätämään jäähdytinnesteen lämpötilan mukaan progressiivisesti pienentyväksi sekä pysähdyksissä että liikkeellä oloon (kuva 24). Taulukoiden välinen vaihtokohta on noin 8 km/h.

Idle

Minimum idle speed rpm

Idle Speed vs Coolant Temperature (stationary)

| | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Water Temp °C | -40 | 20 | 31 | 41 | 61 | 81 | 150 |
| Rpm | 1401 | 1401 | 1401 | 1300 | 1000 | 700 | 700 |

Idle Speed vs Coolant Temperature (moving)

| | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Water Temp °C | -40 | 20 | 31 | 41 | 61 | 81 | 150 |
| Rpm | 1401 | 1401 | 1401 | 1300 | 1000 | 700 | 700 |

Kuva 24. Tyhjäkäynnin säätö.

Tässä vaiheessa VTEC deaktivoitiin, koska on ensin säädettävä low speed -kartat ja VTEC:n vaihtokohta on tässä vaiheessa tuntematon. Myös nakutustunnistin deaktivoitiin, koska siihen ei ole aikaisemmin todetun mukaan luottamista. Muita poistettavia toimintoja olivat ELD (Electronic Load Detector) eli sähköisen kuorman tunnistin ja "Injector Error" eli suutinviian tunnistus. Hondan P28-ohjainlaitteessa ei ole näitä mittavirtapiirejä, joten niiden aktiiviseksi jättäminen aiheuttaa vikakoodit.

6.2 Varsinainen säätäminen

Kun peruskartta oli saatu kuntoon, oli ensimmäisen käynnistyksen aika. Kuten oletettua käynnistys sujui ongelmitta. Moottorin lämmitessä alkoi jo näkyä, että ilma-polttoaineseos on liian laihalla, joten polttoainetta lisättiin koko kartalle 10 %.

6.2.1 Polttoainekarttojen teko

Ensiksi säädettiin low speed -polttoainekartta eli VTEC oli deaktivoituna.

"Lambda overlay" -toiminnolla saadaan kerättyä laajakaistalambda-anturin lähettämää dataa polttoainekartan "päälle", niin kuin nimikin ehdottaa. Käyttämällä moottoria eri kierrosluku- ja kuormitusalueilla, joko kadulla ajamalla tai dynamometrillä, saadaan kerättyä lambda-arvoja ja Hondata tallentaa nämä nähtäväksi polttoainekartan soluihin. Aikaisemmin asetettujen lambdatavoitteiden perusteella Hondata myös laskee suhteellisen muutoksen mitatun lambda-arvon ja tavoitteen välillä ja ilmaisee sen prosentteina (kuva 25). Arvo on puhtaasti laskennallinen lambdan muutos polttoainemäärän muutokseen. Oikea lambdan muutos on toki monen tekijän summa, esimerkiksi lämpötilan ja ilmanpaineen. Nähtävissä on myös, kuinka monta kertaa kunkin solun arvoa on mitattu. Näytettävä arvo on näiden keskiarvo.

| Col | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|------|------|------|-----|------|-----|----|----|-----|-----|-----|
| kPa | 12 | 29 | 41 | 52 | 64 | 75 | 87 | 92 | 98 | 3 |
| 600 | | 0% | 2% | | | | | | 12% | |
| 800 | | 0% | 2% | 2% | 0% | | 1% | | | |
| 900 | | 4% | 3% | 2% | -1% | 0% | | | 15% | |
| 1000 | | 2% | 2% | 0% | -1% | | | | 13% | 16% |
| 1100 | 16% | 3% | -3% | 2% | 2% | 4% | 6% | | 5% | 15% |
| 1300 | 16% | 2% | -1% | -10% | 0% | 3% | 2% | 11% | 8% | |
| 1500 | 16% | 4% | -2% | -9% | -5% | 1% | 2% | 7% | -1% | |
| 1700 | 10% | 1% | 1% | 1% | 2% | 4% | 3% | 5% | -4% | |
| 2000 | -6% | 7% | 0% | 2% | 3% | 2% | 0% | 0% | -3% | |
| 2200 | -16% | 0% | 1% | 2% | 3% | 3% | 2% | 0% | -2% | -4% |
| 2600 | -15% | 2% | -1% | 2% | 5% | 3% | 2% | 0% | -4% | |
| 2900 | -19% | -15% | | 0% | 1% | 2% | 1% | | | |
| 3100 | -15% | -21% | -3% | | 1% | 1% | 0% | 9% | | |
| 3500 | -9% | -5% | 2% | 7% | 5% | 5% | 0% | 15% | 8% | 0% |
| 4000 | 0% | 3% | 11% | 7% | 7% | 7% | | | | |
| 4450 | | | | | | | | | | |
| 5000 | | | | | | | | | | |
| 6000 | | | | | | | | | | |
| 7000 | | | | | | | | | | |
| 8000 | | | | | | | | | | |

Kuva 25. Lambda overlay -toiminto.

Ajamalla lyhyen lenkin (15 min) eri kuormitusalueilla ja nopeuksilla saa polttoainekartan kartoitettua hyvin kattavasti. Näytettyjä prosenttimuutoksia ei kuitenkaan seurata tarkasti, vaan muutokset on tehtävä suurempina kokonaisuuksina ja on pidettävä linjat sulavina. Toistamalla ajolenkkiä ja muutoksia muutama kerta saatiin polttoainekartta tyhjäkäynnin ja normaalin matka-ajon osalta valmiiksi.

Seuraavaksi oli täyskaasulla ajon vuoro. Ajo suoritettiin 2-vaihteella ja noin 2500 RPM:stä eteenpäin aina noin 6000 RPM:ään asti. Korkeammalle ei kierroksia tarvinnut tässä vaiheessa nostaa, koska oli tiedossa, ettei VTEC-kohta tule olemaan edes lähellä tätä. Ennen tätä oli polttoainemäärää kuitenkin lisättävä karttaan, sillä muuten seos olisi ollut vaarallisen laiha. Ilma-polttoaineseos oli tästä lisäyksestä huolimatta ensimmäisellä vedolla laihalla.

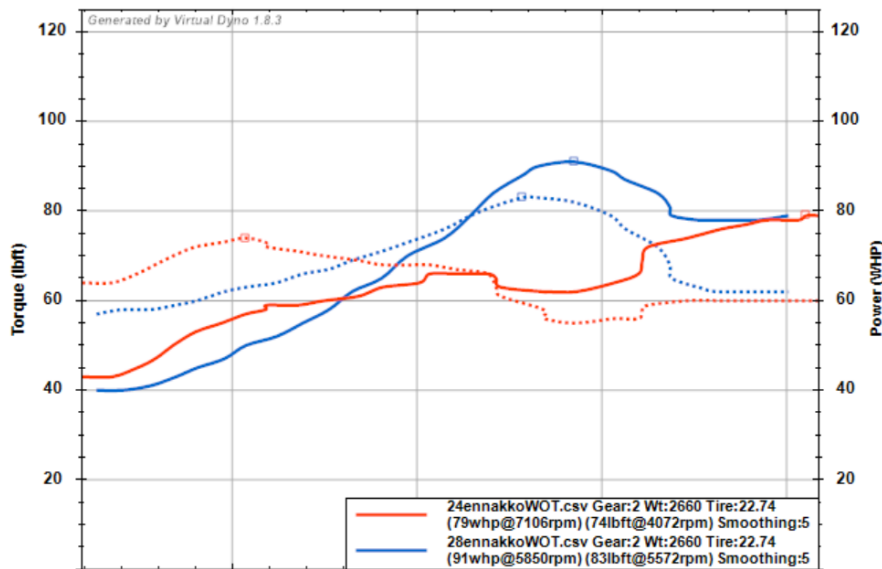
Muutaman toistokerran jälkeen polttoainekartta alkoi hahmottua lopulliseen muotoonsa. Täten low speed -kartan osalta oli valmista ja tuli siirtyä high speed -karttaan.

High speed -kartan määrittämisessä käytettiin samoja periaatteita, kuin low speed -kartassa. VTEC vain säädettiin olemaan kytkettynä 2300 RPM alkaen kaasunasennosta ja moottorin kuormituksesta riippumatta.

6.2.2 Sytytyskartan määrittäminen

Sytytyskartan loppuun asti määrittämistä varten tehtiin muutama täyskaasu (WOT) kiihdytys suljetulla alueella. Tässä käytettiin apuna Virtual Dyno -Windows-sovellusta. Käytännössä on kyseessä ohjelma, joka täyskaasukiihdytyksestä kerätyllä datalla (aika, kaasun asento, moottorin kierrosluku) sekä syöte-tyistä arvoista (massa, ilmanvastuskerroin, rengaskoko, välitykset) laskee teoreettisen tehon ja väännön. Tarkkuus ei ole niin suuri kuin oikealla dynamometrillä toteutetulla mittauksella, mutta sen avulla saadaan vertailukelpoisia tuloksia.

Sytytysennakko oli alussa 24 BTDC, jolla tehtiin ensimmäinen ajo. Tämän jälkeen sytytysennakkoa lisättiin aina 2 astetta kerrallaan ja toistettiin WOT-ajo. Tehtaan sytytyskartassa ennakko oli korkeimmillaan 30,25, joten 30 oli suurin arvo, jolla testi suoritettiin. Sytytystulpat tarkastettiin 28 ja 30 BTDC sytytysennakolla tehtyjen ajojen jälkeen, eikä nakutuksen aiheuttamia oireita havaittu. Kuvassa 26 on esitettyä kaksi suoritettua ajoa: punaisella 24 BTDC ja sinisellä 28 BTDC. Pistekatkoviivalla on esitettyä vääntö ja tasaisella viivalla teho.



Kuva 26. Virtual Dynon tulokset sytytysennakoilla 24 ja 28 BTDC.

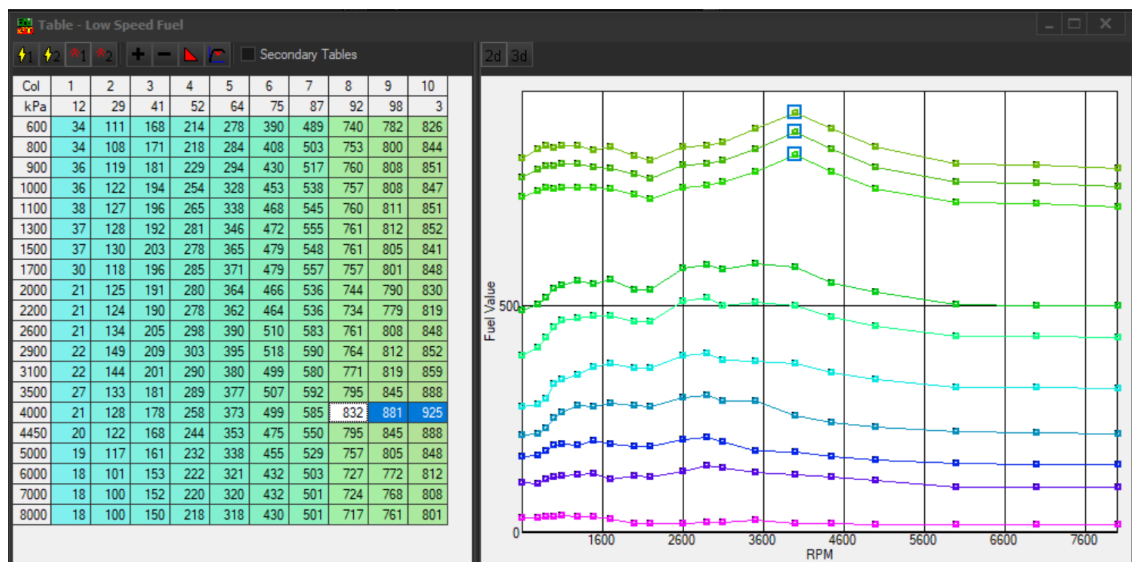
Vaikka tulos on hyvin pitkälti suuntaa antava, on se niin radikaali, että eroa on oikeastikin oltava. Parhaaksi tulokseksi jäi sytytysennakolla 28 tehty ajo, joten se jätettiin lopulliseen karttaan.

6.2.3 VTEC-kohdan määrittäminen

VTEC-kohdan määrittely perustuu perinteisessä VTEC-järjestelmässä kahden eri venttiilien nostoalueen vääntökäyrien risteämiskohdan määrittämiseen. Käytännössä ajetaan ensin dynamometrillä VTEC deaktivoituna täyskaasukiihdytys ja tämän jälkeen VTEC-piste hyvin alhaiselle kierrosluvulle asetettuna, kuitenkin yli 2000 RPM, koska järjestelmä toimii öljynpaineella. Muuten on riski, ettei öljynpaine riitä normaaliin öljynkiertoon. Näiden kahden ajon tuottamat

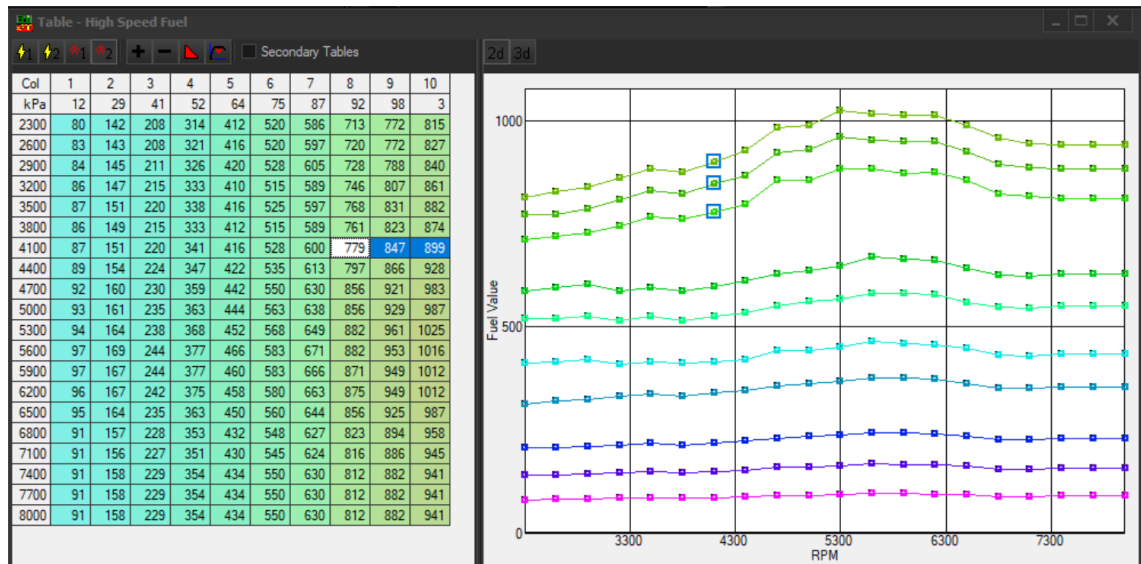
vääntökuvaajat risteävät pisteessä x, joka on optimaalinen VTEC-kohta. Tavallisesti VTEC-kohta ajoittuu välille 4000–6500 RPM riippuen moottorisarjasta. On normaalia, että käytännössä vääntö hetkellisesti laskee tässä kohtaa. VTEC-E:n tapauksessa vaihto tapahtuu aikaisemmin, koska vääntö loppuu neljällä imuventtiilillä nopeasti kierrosten noustessa. Alavääntöä tosin saadaan hyvin.

VTEC-kohtaa pystyy hyvin ennakoimaan tutkimalla low speed ja high speed -polttoainekarttoja. Vääntökuvaaja seuraa polttoainekarttaa jokseenkin tarkasti; esimerkiksi huippuvääntö on usein kohdassa, jossa polttoaineensyötön tarve on suurin. Low speed -kartan korkein kohta on usein hyvin lähellä VTEC-kohtaa. (Kuva 27.)



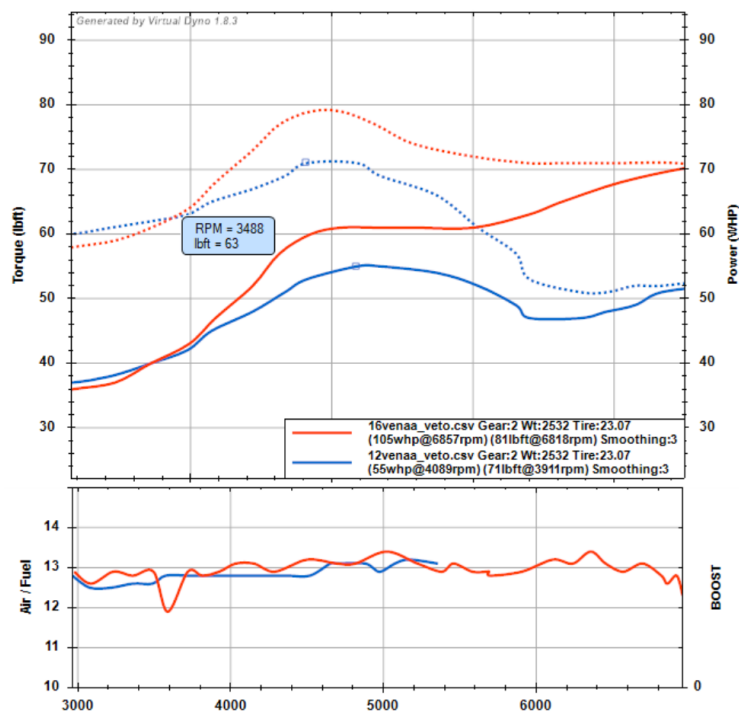
Kuva 27. Low speed -huippu.

Jos high speed -kartan vastaavassa kierroslukukohdassa (kuva 28) polttoaineen syöttöarvot ovat lähellä low speed -kartan arvoja, on tämä hyvin todennäköisesti lähellä tulevaa VTEC-kohtaa.



Kuva 28. High speed -kartan vastaava kohta.

Myös VTEC-kohdan määrittämiseen käytettiin Virtual Dyno -sovellusta. Ajamalla identtiset kiihdytykset sekä low speed- että high speed -kartoilla saadaan kaksi vääntökuvaajaa. Kuvassa 29 on esitettyinä nämä kaksi ajoa: toinen 12 venttiilin tilassa ja toinen 16 venttiilillä (VTEC).



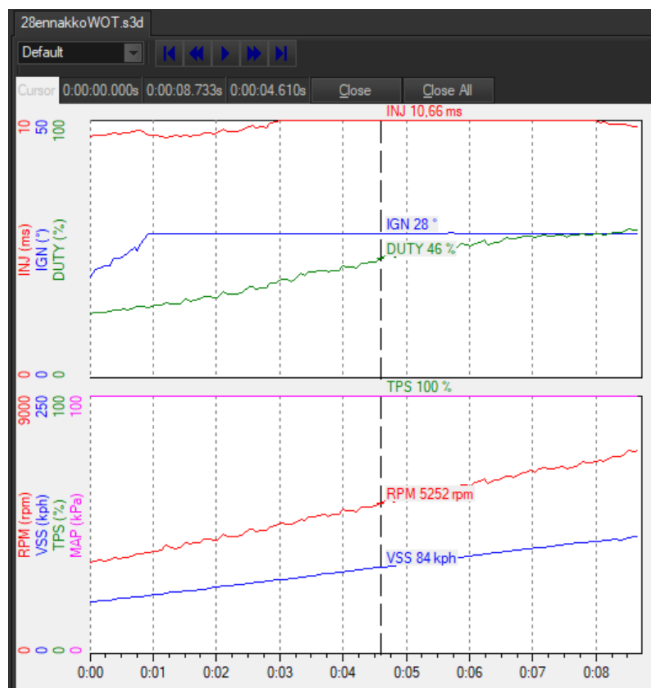
Kuva 29. Virtual Dyno ja VTEC-kohdan määrittys.

Tämän kuvaajan perusteella mahdollinen VTEC-kohta olisi noin 3500 RPM:n kohdalla, mikä eroaa hieman polttoainekarttoja tutkimalla tehdyistä havainnoista. Muutamien testausten jälkeen päädyttiin pitämään VTEC:n vaihtokohta tässä todetussa kierrosluvussa, koska se toimi normaalissa ajossa moitteitta.

6.2.4 Tiedonkeruu

Hondata mahdollistaa sensoritiedon livenä katsomisen lisäksi sen tallentamisen. Hondata S300 -piirilevyyn pystyy itsessään tallentamaan tietoa 20–120 minuuttia riippuen tallennuksen taajuudesta ja analogisten tulosignaalien määrästä, koska muistia on 32 MB. Tietokoneelle tallennettaessa ei muistin kapasiteetin kanssa ole luonnollisesti ongelmaa.

Kerättyä tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi sytytysennakon määrittämiseen. Ajamalla tasaista nopeutta ja lisäämällä sytytysennakkoa havaitaan muutoksia mahdollisesti suuttimien aukioloajassa ja ajonopeudessa, jos TPS:n eli kaasuläpän asentotunnistimen arvo on sama. Kuvassa 30 on esitettyä kuvaaja aiemmin tehdystä täyskaasuajasta 28 BTDC -sytytysennakolla.



Kuva 30. Tiedonkeruuesimerkki.

Tietoa pystytään tarkastelemaan jälkeinpäin jokaiselta sensorilta ja taulukoihin on mahdollista tehdä kustomoidut pohjat näyttämään juuri, mitä tarvitaan.

7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli asentaa säädettävä moottorinohjainjärjestelmä ja perehtyä tarkemmin laajakaistalambdan toimintaan. Työstä käy hyvin ilmi, että asennettu laajakaistalamdba mahdollistaa monipuolisen moottorin säätämisen. Laajakaistalambdan toiminta ja ohjaus ovat hyvin moniulotteisia prosesseja, joista jo itsestään saisi insinööriyön aikaiseksi. Tässä työssä niistä käsiteltiin keskeiset asiat: anturin toiminta ja ohjainlaitteen tärkeimmät tehtävät.

Itse moottorinohjainlaitteen säätäminen onnistui hyvin testausmahdollisuuksien ollessa rajalliset. Polttoainekarttojen säätäminen Hondan S300:n ”Lambda overlay” -toiminolla ja laajakaistalambdan avulla oli todella kätevää ja lopputuloksena saatiin viimeistellyt polttoainekartat. Muutenkin säädöt saatiin kohdalleen ja auto on oikein hyvä ajaa sekä toimii arkikäytössä ilman ongelmia.

Työstä jää puuttumaan se, kuinka paljon moottorinohjainlaitteen vaihdolla saatiin oikeasti enemmän tehoa ja kuinka paljon päästöt konkreettisesti vähenivät, koska dynamometriä ei ollut käytössä. Polttoaineenkulutus on pysynyt Hondalla lähestulkoon samana verrattuna tehtaan ECUun ja eFlexfuel-järjestelmään ja on noin 8,5 l/100 km. Uudestaan tehtynä hankkisin mahdollisuuden dynamometrin käyttöön, joka mahdollistaisi sytytyskarttojen tarkemman säädön ja täten myös paremman polttoainetaloudellisuuden.

Jatkokehityksen mahdollisuus on olemassa esimerkiksi turboahtamisen muodossa. Hondata mahdollistaa kattavan ahtopaineen säädön ja muun muassa vaihdekohtaisen ja kierroslukuun perustuvan ahtopaineen maksimiarvon asettamisen. Ahtopainetta säädetään PWM-signaalin eli pulssinleveysmodulaation ja erillisen solenoidin avulla. MAP-sensori eli imusarjan absoluuttisen paineen tunnistin on vaihdettava, jos moottoria lähdetään ahtamaan yli 0,8 bar:n ahtopaineelle. Tässä vaiheessa Hondatan mahdollistamat turvatoimet, kuten liian laihan seoksen suoja ja ahtopaineen rajoitin, tulevat käytännöllisiksi.

Toisena vaihtoehtona olisi kokonaan vaihtaa moottoria. Suosittuja ovat B- ja K-sarjan moottorit, joista ensimmäistä voidaan ohjata Hondata S300:n avulla ja jälkimmäistä varten tarvitaan Hondatan K-Pro-ohjainlaite. B- ja K-sarjan moottorien suurin ero D-sarjaan on kahden nokka-akselin käyttö yhden sijaan ja niistä saadaankin tämän takia huomattavasti enemmän tehoa irti. B-sarjaa on käytetty muun muassa Integra Type r:ssä (95–01) ja Suomessakin myydyssä Civic 1.6 Vti:ssä (96–00). Helpompi ja halvempi tapa on kuitenkin jälkiahtaminen.

Lähteet

- 1 Reif, Konrad. 2015. Gasoline Engine Management Systems and Components. E-kirja. Springer Vieweg.
- 2 Spark Plug Information. 2022. Verkkoaineisto. HAMotorsports. <https://www.hamotorsports.com/pages/spark-plug-information>. Luettu 15.3.2022.
- 3 S300 Help. 2022. Verkkoaineisto. Hondata. <https://www.hondata.com/s300-help>. Luettu 3.3.2022.
- 4 SM-AFR WIDEBAND DM-6 GAUGE COMBO (GEN4). 2022. Verkkoaineisto. PLX Devices. <https://www.plxdevices.com/Wideband-O2-Touch-Screen-Multi-Guage-p/897346002719.htm>. Luettu 22.3.2022.
- 5 Lambda sensor, LSU 4.9 Measurement of oxygen content. 2022. Verkkoaineisto. Loutrel. http://www.loutrel.org/AFR_Innovate_files/Lean%20Burn%20Lambda%20Sensor%20Technical%20Information.pdf. Luettu 13.4.2022.
- 6 Automotive Electronics Product Information, Lambda Probe Interface IC - CJ125. 2006. Verkkoaineisto. TMEGroup. <https://www.tme.eu/Document/e2f24a4716c4c2eb5720723a8c3c1390/CJ125.pdf>. Luettu 13.4.2022.
- 7 Robert Bosch GmbH 2005. Technical Product Information, Planar Wide Band Lambda Sensor, LSU4.9. Verkkoaineisto. Ecotron. https://www.ecotrons.com/files/Bosch_LSU49_Tech_Info.pdf. Luettu 14.4.2022.
- 8 Bosch Engineering GmbH Motorsport 2020. Lambda Sensor LSU 4.9. Verkkoaineisto. Bosch. https://www.bosch-motorsport.com/content/downloads/Raceparts/Resources/pdf/Data%20Sheet_69034379_Lambda_Sensor_LSU_4.9.pdf. Luettu 14.4.2022.
- 9 Neste Bensiiniopas 2016. 2015. Verkkoaineisto. Neste. https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/Bensiiniopas_2016.pdf. Luettu 28.3.2022.
- 10 RE85. 2022. Verkkoaineisto. S t1. <https://www.st1.fi/yksityisille/tuotteet-ja-palvelut/polttonesteet/bensiinit-ja-re85/re85>. Luettu 13.3.2022.

Smanagerin perusnäkymä

Kuvakaappaus Smanager-sovelluksesta täyskaasukiihdytyksen aikana.

The screenshot displays the Smanager software interface during a full throttle acceleration test. The interface is divided into several sections:

- Top Panel:** Shows real-time engine parameters in large digital displays: RPM (5252), VSS (84 km/h), MAP (101.5 kPa), IAT (36 °C), ECT (87 °C), IAT.c (2%), VSS (84 km/h), IAT.c (2%), AF (0.86), Fuel.T (21 °C), Eth.% (76%), S.TRIM (0%), L.TRIM (0%), INJ (10.66 ms), TPS (100%), and IGN (28 °).
- Graph:** A multi-line graph showing various engine parameters over time. The x-axis represents RPM (3300 to 7300) and the y-axis represents Fuel Value (500 to 1000). Several lines are plotted, with some showing a significant increase in fuel value as RPM rises.
- Table:** A data table titled "Table - High Speed Fuel" with columns for Col (1-10) and rows for various parameters. The table shows values for parameters like kPa, K.Level, PA, BAT, ELD, REV.L, IGNC, Be.C, Lnh.R, Lnh.C, Shft.C, DistErr, BKS.W, ACS.W, P.S.P, V.T.P, S.C.S, M.I.L, A.C.C.L, V.T.S, F.U.E.L, P.C.S, I.A.B, F.A.N.C, A.L.T.C, N1.A.m, N1.O.n, N2.A.m, N2.O.n, N3.A.m, N3.O.n, Data, Frame, IAT.c, and ECT.c.
- Bottom Panel:** A control panel with various tabs and options, including "Parameters", "Boost Control", "Ignition Compensation", "Closed Loop", "Launch Control", "Security", "Secondary Tables", "Options", "Closed loop operation", "Narrowband Target Voltage", "Wideband Target Voltage", and "Disable O2 Heater".