



MOTRONIC-JÄRJESTELMIEN KE- HITTYMINEN JA GOLF 1,4 TSI CAV-MOOTTORI

Mikko Rikalainen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2014
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

MIKKO RIKALAINEN:

Motronic-järjestelmien kehittyminen ja Golf 1,4 TSI CAV-moottori

Ohjaajan nimi: Jarkko Peltonen
Opinnäytetyö 65 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Maaliskuu 2014

Tämän työn tarkoituksena on kertoa Boschin Motronic-järjestelmien kehityksestä M-Motronicista MED-Motroniciin ja kertoa syvällisemmin TAMK:n autolaboraatiossa olevan kaksoisahdetun Volkswagen Golf VI 1,4 TSI CAV-moottorin toiminnasta. Aluksi käydään läpi Motronic-järjestelmien kehitystä yleisellä tasolla ja pohditaan niiden kehitystä edeltäjänsä nähden. Tämän jälkeen paneudutaan CAV-moottorin toimintaan tarkemmin. Opinnäytetyössä on myös mittaustyö, jossa mitataan kyseisen moottorin ohjausjärjestelmien eri komponenttien vastuksia ja signaalia

CAV-moottorista käydään läpi aluksi moottorin mekaniikkaa. Tämän jälkeen käydään läpi moottorinohjausjärjestelmän komponentteja. Jokaisessa kappaleessa esitetään kyseisen komponentin sijainti, miten se toimii ja se mitä vaikutuksia on, jos komponentti lakkaa toimimasta.

Toivon että tästä työstä on apua TAMK:n autolaboraatiotöissä, joissa ollaan Golf VI:n kanssa tekemisissä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automotive- and transportation technology
Automotive- and workshop engineering

MIKKO RIKALAINEN:

The development of Motronic-systems and Golf 1.4 TSI CAV-engine

Supervisor's name: Jarkko Peltonen
Bachelor's thesis 65 pages, appendices 3 pages
March 2014

This thesis was about of the development of Bosch's Motronic systems from M-Motronic to MED-Motronic. In this thesis we go through the history of Motronic systems. We also check what kind of Motronic system is included in Volkswagen Golf VI 1.4 TSI CAV- engine and we measure some signals and resistances of the components of the system. Its twin charged engine and we have that kind of car in car laboratory of Tampere University of Applied Sciences.

I started my thesis with overview of the Motronic systems and after that we look at the differences with previous Motronic system and how updated system has changed. Then we check the mechanics of CAV-engine and we go through components of MED Motronic 17.5.5 engine control system. Each chapter tells us where that component is located, how it works and what kind of symptoms exists if we lose signal of the component or component is damaged.

I hope that this thesis helps with laboratory works regarding Golf VI

Key words: motronic, cav-engine, bosch

SISÄLLYS

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | MOTRONIC-JÄRJESTELMIEN HISTORIAA..... | 7 |
| 3 | MOTRONIC-JÄRJESTELMÄT..... | 8 |
| 3.1 | M-Motronic..... | 8 |
| 3.1.1 | M-Motronicin kehitys edeltäjänsä..... | 9 |
| 3.1.2 | Pohdintaa M-Motronicista..... | 9 |
| 3.2 | KE-Motronic..... | 10 |
| 3.2.1 | Pohdintaa KE-Motronicista..... | 12 |
| 3.3 | Mono-Motronic..... | 12 |
| 3.3.1 | Pohdintaa Mono-Motronicista..... | 14 |
| 3.4 | ME-Motronic..... | 14 |
| 3.4.1 | ME-Motronicin kehitys edeltäjänsä..... | 15 |
| 3.5 | MED-Motronic..... | 15 |
| 3.5.1 | MED-Motronicin kehitys edeltäjänsä..... | 17 |
| 4 | VOLKSWAGEN 1.4 TSI CAV-MOOTTORI..... | 18 |
| 4.1 | Kompressoriatimen toiminta 1.4 TSI CAV-moottorissa..... | 20 |
| 4.2 | Pakokaasuatimen toiminta 1.4 TSI CAV-moottorissa..... | 22 |
| 4.3 | Moottorin mekaniikka..... | 24 |
| 4.4 | Moottorinohjauksen komponentit..... | 27 |
| 4.4.1 | Moottorin Ohjainlaite J623..... | 27 |
| 4.4.2 | Imuputken paineanturi G71, jossa imuilman lämpöanturi G42..... | 27 |
| 4.4.3 | Imuputken paineanturi (ahdin) G583, jossa imuilman lämpöanturi G520..... | 28 |
| 4.4.4 | Ahtopaineanturi G 31, jossa imuilman lämpöanturi G299..... | 28 |
| 4.4.5 | Ympäristön paineanturi..... | 29 |
| 4.4.6 | Moottorin kierroslukuanturi G28..... | 30 |
| 4.4.7 | Nokka-akselin tunnistin G40..... | 31 |
| 4.4.8 | Kaasuläpän ohjainyksikkö J338, jossa käyttömoottorin kulmaanturit G187 ja G188..... | 32 |
| 4.4.9 | Säätöläppien ohjainyksikkö J808 ja säätöläpän potentiometri G584..... | 32 |
| 4.4.10 | Kaasupolkimen asentoanturit G79 ja G185..... | 33 |
| 4.4.11 | Kytkinpolkimen asentoanturi G476..... | 34 |
| 4.4.12 | Jarrupolkimen asentoanturi G100..... | 35 |
| 4.4.13 | Nakutusanturi G61..... | 35 |
| 4.4.14 | Lambda-anturi G39, jossa lambda-anturin lämmitys Z19..... | 36 |
| 4.4.15 | Katalysaattorin jälkeinen lambda-anturi G130, jossa lambda-anturin lämmitys Z29..... | 37 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.4.16 | Imuputken läpän potentiometri G336 | 37 |
| 4.4.17 | Jarrutehostimen paineanturi G294 | 38 |
| 4.4.18 | Virtamittausanturi G582..... | 39 |
| 4.4.19 | Motronic-järjestelmän virtarele J271 | 39 |
| 4.4.20 | Sytytyspuolat, joissa sytytyksen pääteasteet N70, N127, N291, N292 | 40 |
| 4.4.21 | Kaasuläpän ohjainyksikkö J338, jossa kaasuläpän käyttömootori G186 | 41 |
| 4.4.22 | Säätöläpän ohjainyksikkö, jossa säätöläpän säätömootori V380..... | 41 |
| 4.4.23 | Imuputken läpän venttiili N316 | 42 |
| 4.4.24 | Nokka-akselien säätöventtiili N205 | 42 |
| 4.4.25 | Ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiili N75..... | 43 |
| 4.4.26 | Pakokaasuahtimen ilmankiertoventtiili N249 | 43 |
| 4.5 | CAV-moottorin polttoainejärjestelmä | 44 |
| 4.5.1 | Polttoainepumpun ohjainlaite J538 | 45 |
| 4.5.2 | Polttoainepumppu G6 | 45 |
| 4.5.3 | Suihkutussuuttimet N30-N33..... | 46 |
| 4.5.4 | Polttoaineen paineen säätöventtiili N276..... | 47 |
| 4.5.5 | Aktiivihiihisäiliön magneettiventtiili N80 | 47 |
| 4.5.6 | Polttoaineen paineanturi G247..... | 48 |
| 4.6 | CAV-moottorin jäähdytysjärjestelmä | 48 |
| 4.6.1 | Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G62 | 49 |
| 4.6.2 | Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G83 jäähdyttimen lähdössä..... | 50 |
| 4.6.3 | Jäähdytysnesteen kiertovesipumppu V50 | 50 |
| 4.6.4 | Lisävesipumpun rele J496..... | 51 |
| 4.7 | Pohdintaa CAV-moottorista | 52 |
| 5 | MOTRONIC-JÄRJESTELMÄN MITTAUSTYÖ | 53 |
| 5.1 | Moottoriohjausjärjestelmän komponenttien vastuksien mittausta..... | 53 |
| 5.2 | Poltonestepumpun G6 ja polttoainepumpun ohjainlaitteen J538 mittauksia..... | 56 |
| 5.3 | Moottoriohjausjärjestelmän komponenttien signaalien mittaus | 57 |
| 6 | LOPPUPÄÄTELMÄT | 61 |
| | LÄHTEET..... | 62 |
| | LIITTEET | 63 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoituksena on tutkia ottomoottoreiden moottorihjausjärjestelmien kehitystä M-motronicista MED-motroniciin.

Käyn opinnäytetyössäni läpi syvällisemmin TAMK:n autolaboratoriossa koeautona olevan Golf VI 1,4 TSI moottorin toimintaa ja sitä millainen moottorihjauslaitteisto kyseisessä autossa on käytössä. Työssä käydään läpi eri moottorihjauksen komponenttien toiminta ja millaisia oireita aiheutuu, kun kyseinen komponentti vioittuu tai ei ole käytössä. Opinnäytetyössä tehdään myös mittaustyö kyseisen auton moottorihjausjärjestelmään liittyen, jossa mitataan moottorihjausjärjestelmien komponenttien vastuksia ja signaaleja.

Työssäni käyn aluksi pääpiirteittäin läpi moottorihjausjärjestelmien eri kehitysasteita ja syitä moottorihjausjärjestelmien kehittymiselle viime vuosikymmenten aikana.

Kerron ohjausjärjestelmästä ja käyn läpi miten ohjausjärjestelmä on kehittynyt edeltäjänsä verrattuna. Keskityn työssä Bosch:n yhdistettyihin sytytys- ja bensiininsuihkutusjärjestelmiin eli Motronic-järjestelmiin.

2 MOTRONIC-JÄRJESTELMIEN HISTORIAA

Motronic on moottorin ohjausjärjestelmä, joka on ollut eri kehitysversioina käytössä vuodesta 1979 lähtien. Ensimmäinen tehdastuotantomalli, jossa Motronic oli käytössä oli 6-sylinterinen BMW 732i. Tämä malli sisälsi ensimmäisenä sarjatuotantomallina digitaalisen moottorinohjausyksikön, ensimmäisen vapaasti ohjelmoitavan moottorinohjausyksikön sekä ensimmäisen järjestelmän, joka yhdisti ruiskutuksen ja sytytyksen. Siinä yhdistettiin elektroninen jaksoittain suihkuttava bensiininsuihkutus (Jetronic) ja elektroninen sytytysjärjestelmä. Puolijohdetekniikan kehittyessä, sekä mikro-prosessorien laskentatehon ja muistikapasiteettien lisääntyessä saatiin Motroniciin entistä enemmän lisätoimintoja, kuten moottorin nakutuksen esto ja turboahtimen ahtopaineen säätö. Pakokaasulainsäädännön tiukentumisen myötä pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR) ja polttonestehöyryjen talteenotto, jotka pienentävät pakokaasu- ja haihtumis päästöjä, tulivat välttämättömiksi. Näin elektroninen ohjaus- ja säätö-järjestelmä kehittyi kokonaiseksi moottorinohjausjärjestelmäksi.

Motronicia on kehitetty koko ajan eteenpäin, saavuttamaan olemassa olevat standardit, sekä olemaan koko ajan suorituskykyisempi ja monipuolisempi ominaisuuksiltaan. Myös polttoainekulutuksen vähentäminen ja pakokaasupäästöjen pienentäminen on ollut syynä sille, että moottorinohjausjärjestelmiä on kehitetty eteenpäin. Motronicin perusjärjestelmänä on bensiininsuihkutuksen perusjärjestelmien ja täysin elektronisen sytytyksen yhdistäminen. Tämänhetkinen viimeisin Motronic järjestelmä on MED-Motronic, jossa on suorasuihkutus sylintereihin Common-Rail-dieselmoottoareiden tapaisesti.

3 MOTRONIC-JÄRJESTELMÄT

Motronic-järjestelmä saa ohjaukseen ja säätöön tarvitsemansa tiedon erilaisilta moottorin tunnistimilta ja kytkimiltä. Tunnistimien signaalit voivat olla digitaalisia, pulssimuotoisia tai analogisia jännitteitä, jotka ohjainlaite käsittelee. Mitattavia suureita ovat mm. moottorin lämpötila, sisään imetty ilmamassavirta, imusarjan paine, ilmamääräkerroin, kaasuläpän asento, ajoneuvon nopeus, nokka-akselin asento sekä kampiakselin pyörintänopeus.

Ohjainlaite laskee saaduista tunnistintiedoista siihen ohjelmoidun ohjelman mukaan ohjaussuureet ja lähettää ne eri toimilaitteille, jotka käsittelevät annettavat ohjaussignaalit. Perustoimintoihin kuuluu laskea suihkutettavan polttoaineen määrä imetyn ilmamäärän mukaan ja ajoittaa sytytys optimaaliseen ajankohtaan. Motronic-järjestelmiin on integroitu myös monia lisätoimintoja, jotka auttavat pakokaasu-päästöjen pienentämistä. Elektronisesti hoidettu polttoaineen suihkutus antaa mahdollisuuden moottorien kehitykseen tehokkaammaksi ja täyttämään alati kiristyvät päästövaatimukset. (BOSCH, Autoteknillinen taskukirja, 6. painos Jyväskylä, Gummerus Oy 2003)

3.1 M-Motronic

M-Motronicissa yhdistettiin toiminnot elektronisesta suihkutusrjestelmästä (Jetronic) ja elektronisesti toimivasta sytytysjärjestelmästä. M-Motronic käsittää kaikki komponentit, joita tarvitaan imusarjaruiskutteen ottomoottorin ohjaamiseen, jossa on kaasuläppä. M-Motronic-järjestelmän keskus on moottorinohjausyksikkö, jossa käsitellään antureilta tulevat signaalit ja siellä muodostetaan toimilaitteille tulevat ohjaussignaalit. (Seppälä, Juha, Bensiinimoottorin ohjaus Motronic-järjestelmät. 1. suomenkielinen käännös saksankielisestä painoksesta. s.12)

3.1.1 M-Motronicin kehitys edeltäjänsä

M-Motronic on ensimmäinen moottorinohjausjärjestelmä, joka sisälsi digitaalisen moottorinohjausyksikön, ensimmäisen vapaasti ohjelmoitavan moottorinohjausyksikön sekä ensimmäisen järjestelmän, joka yhdisti ruiskutuksen ja sytytyksen. Aikaisemmin moottorinohjausjärjestelminä käsitettiin elektronisesti jaksoittain suihkuttavat bensiininsuihkutusjärjestelmät eli Jetronic-järjestelmät. Motronic yhdisti siis elektronisen sytytyksen ja polttoainesyötön ohjauksen. Ensimmäisissä versioissa sytytysjärjestelmä oli sytytyskäyrästäpohjainen ja varustettu elektronisella virranjakajalla. Virranjakaja oli mekaaninen ja pyörivä (ROV). Polttoaineen suihkutusjärjestelmänä toimi elektroninen jaksoittain suihkuttava monipistesuihkutusjärjestelmä L-Jetronic.

3.1.2 Pohdintaa M-Motronicista

M-Motronicin avulla saatiin sytytystapahtumaa säädettyä tarkemmaksi ja ajoitettua polttoaineen syöttö tarkemmin osumaan yhteen sytytysajankohtaan nähden. Noihin aikoihin puolijohdetekniikassa tapahtunut kehitys sai aikaan mikroprosessorien laskentatehon kasvun ja muistien kehitys ohjelma- ja tiedostokapasiteetin kasvun. Tämä aikaansai sen, että Motronic- moottorinohjausjärjestelmiin voitiin sisällyttää aina vaan enemmän toimintoja, jotka edesauttoivat moottorin tehokasta toimintaa. Mainittakoon näistä esimerkkinä nakutuksen eston tuleminen ja ahtopaineen säädön kehittyminen, jotka tulivat mukaan moottorinohjausjärjestelmän komponentteihin. Pakokaasulain-säädännön tiukkenemisen myötä tulivat pakokaasupäästöjen alentamiseen tarkoitetut komponentit, kuten pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR) ja polttoainehöyryjen takaisinotto. Euro 1 päästöstandardi tuli voimaan tammikuussa 1989, jolloin päästöjä rajoittavaksi tekijöiksi tulivat häkä-, hiilivety- ja typenoksidipäästöt. Kuvio 1 esittää tarkemmin rajoja pakokaasupäästöille eri Euro-päästöjenrajoitusstandardien mukaisesti. M-Motronic oli käytössä eri kehitysversioinaan 1990-luvun loppuvuosille saakka, joten sen tarvitsi selvittää Euro 1, Euro 2, ja Euro 3 päästörajat elinkaarensa aikana.

| Päästöluokka | Käytössä alkaen | Häkä (CO) | Hiilivety (HC) | Typenoksidit (NO _x) | HC+NO _x | Hiukkaset (PM) |
|------------------|-----------------|-------------|----------------|---------------------------------|--------------------|----------------|
| Bensiini | | | | | | |
| EM1 | Tammikuu 1989 | 2.72 (3.16) | - | - | 0.97 (1.13) | - |
| Euro 2 | Tammikuu 1993 | 2.2 | - | - | 0.5 | - |
| Euro 3 | Tammikuu 1997 | 2.30 | 0.20 | 0.15 | - | - |
| Euro 4 | Tammikuu 2003 | 1.0 | 0.10 | 0.08 | - | - |
| Euro 5 | Syyskuu 2009 | 1.0 | 0.10 | 0.06 | - | 0.005** |
| Euro 6 (tulossa) | Syyskuu 2014 | 1.0 | 0.10 | 0.06 | - | 0.005** |

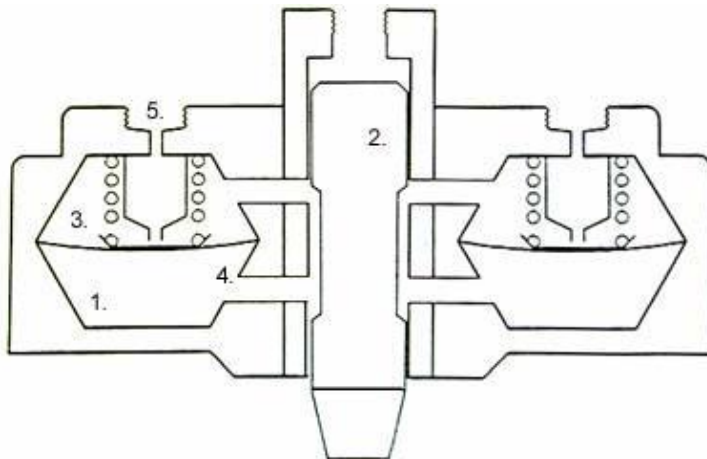
Kuvio 1. Pakokaasujen päästörajat (<http://www.autowiki.fi/päästörajat>)

3.2 KE-Motronic

Aluksi M-Motronicia edullisemmaksi järjestelmäksi pieniin ja keskiluokan ajoneuvoihin kehitettiin KE-Motronic tiukkenevan pakokaasulainsäädännön vuoksi. Se on yhdistelmä mekaanis-elektronista suihkutusrjestelmää jatkuvalla suihkutuksella (KE-Jetronic) ja säätökäyrästoeriaatteella toimivasta elektronisesta sytytysjärjestelmästä yhteen ohjainlaitteeseen yhdistettynä.

KE-Jetronicin moottorinohjainlaite vastaanottaa tietoja moottorin käyntinopeudesta, lämpötilasta, kuormituksesta sekä kaasuläpän asennosta, joiden perusteella se säätää seossuhdetta. Ilmamäärämittarin ja polttoaineen jakajan välillä on aivan samanlainen mekaaninen kytkentä kuin K-Jetronicissa, moottorin ohjausyksikkö hoitaa vain hienosäädön. KE-Motronicissa syötettävän polttoaineen määrää säädellään polttoainepaineen avulla.

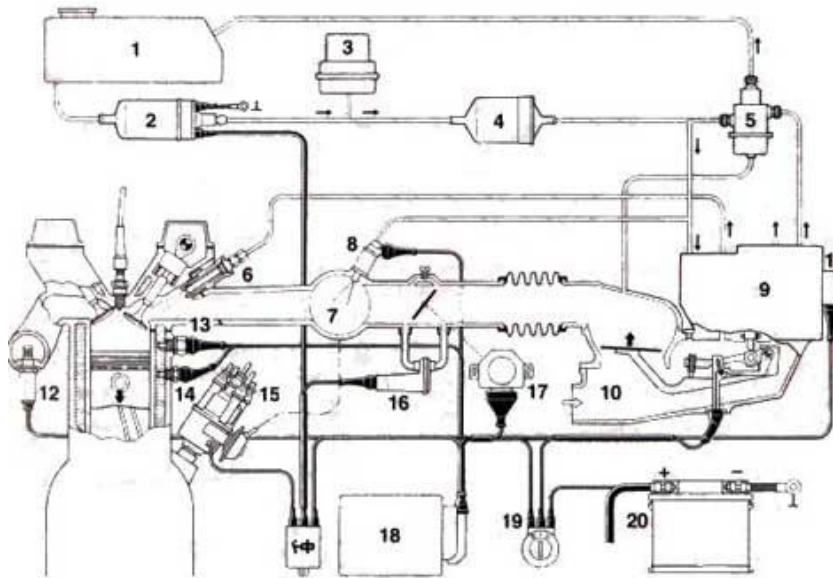
KE-Motronicin suuttimet ovat hyvin yksinkertaiset. Suuttimien sisällä on pieni neula-venttiili joka aukeaa kun bensen paine kasvaa yli noin 3.5 baarin. KE-Motronicin keskeisin komponentti on polttoaineen määränjakaja. (Bosch K-Jetronic s. 15-16)



Kuva 2. Polttoaineen määränjakaja (Bosch K-Jetronic s. 16)

Polttoaineen määräjakaja jakaa bensa suuttimille moottorille tulevan ilmamäärän mukaan. Kun ilmamäärämittarin lautanen nousee, nostaa se määräjakajan keskellä sijaitsevaa mäntää (2) ja bensa virtaa alemmista kammioista (1) ylempiin (3). Kammioiden välissä olevan ohuen joustavan metallilevyn (4) ansiosta kammioiden paineet tasautuvat ja levyn taipuessa pääsee bensa virtaamaan suuttimille (5).

Viimeisin malli, jossa käytettiin KE-Motronicia oli 1994 vuoden Porsche 911 Turbo 3.6.



Kuva 3. Bosch KE-Motronic (Bosch K-Jetronic s. 24)

1. Polttoainetankki
2. Sähköinen polttoainepumppu
3. Polttoainepaineen säädin
4. Polttoainesuodatin
5. Ohjauspaineensäädin
6. Suuttimet
7. Imusarja
8. Kylmäkäynnistysuutin
9. Polttoaineen määräjakaja
10. Ilmamäärämittari
11. Sähköhydraulinen paineensäädin
12. Lambda-anturi
13. Lämpöaika kytkin
14. Moottorin lämpötila-anturi

15. Virranjakaja
16. Lisäilmaluisti
17. Kaasuläpän kytkin
18. Moottorin ohjausyksikkö
19. Sytytys- ja käynnistyskytkin
20. Akku

3.2.1 Pohdintaa KE-Motronicista

Suurin syy KE-Motronicin kehitykseen oli se, että M-Motronicia pidettiin kalliimman luokan autojen moottorinohjausjärjestelmänä. Haluttiin saada pienten autojen ja keski-luokan autoihin edullisempi moottorinohjausjärjestelmä, jonka seurauksena KE-Motronic syntyi. KE-Motronicin erikoisuus oli myös polttoainemäärän säätö poltto-aineeseen avulla.

3.3 Mono-Motronic

Mono-Motronic-järjestelmä on Boschin 1990 kehittämä suihkutusrjestelmä, joka periaatteessa toimii samoin tavoin kuin M-Motronic, mutta siinä on vain yksi suihkutuserventtiili, joka sumuttaa polttoaineen imusarjaan ennen kaasuläppää. Mono-Motronic ohjaa myös sytytystä, toisin kuin Mono-Jetronic, joka ohjaa pelkästään polttoaineen suihkutusta.

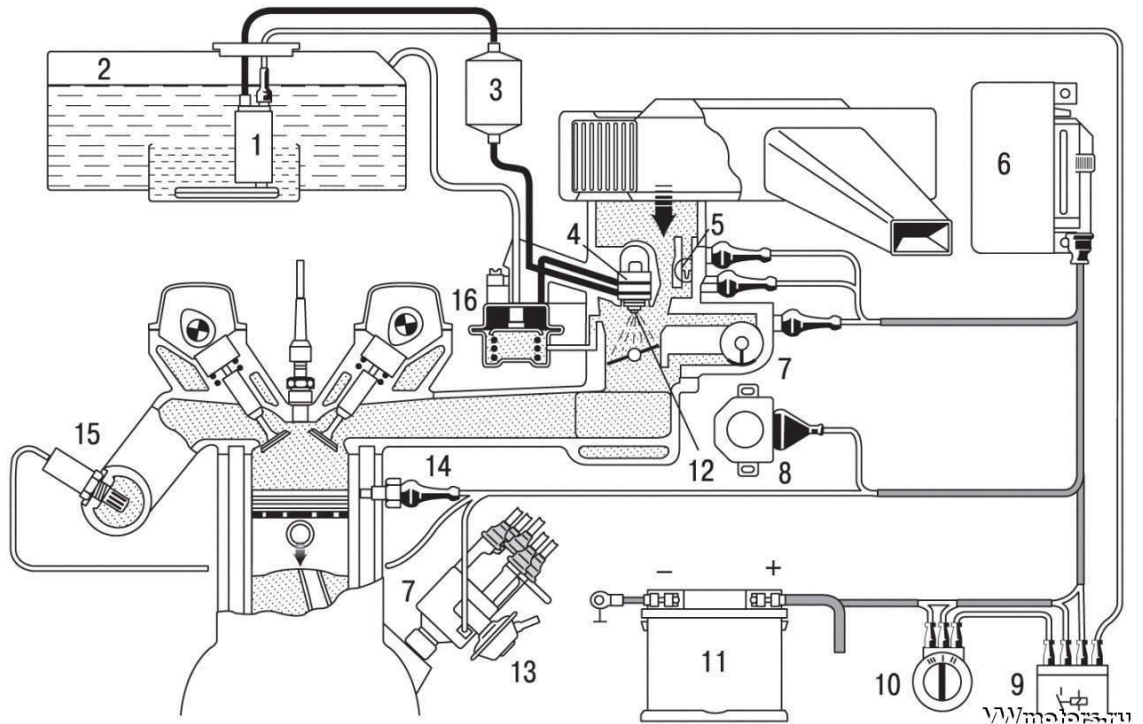
Yksipistesuihkutusrjestelmissä käytetään matalapainesuihkutusta, jossa paine on noin 0,7-1,0 bar ulkoilman paineen yläpuolella. Näissä voidaan käyttää sähköistä siirtopumppua, koska suihkutusaine on melko matala.

Suihkutusyksikkö on järjestelmän pääkomponentti, jossa kaasuläpän asennon perusteella määritellään imuilmamäärä. Suihkutuserventtiili sijaitsee kaasuläpän yläpuolella ja seos jaetaan imusarjan kautta kullekin sylinterille.

Moottorissa sijaitsevien antureiden avulla pystytään tunnistamaan moottorin eri käyttötilanteet. Niiltä saaduilla anturitiedoilla pystytään säätämään moottorin suihkutuserventtiiliä ja säätämään sytytys tilanteen vaatimuksen mukaan.

Mono-motronicissa ei ole ilmassaa tai painetta mittaavaa anturia, vaan elektroniikka laskee syötettävän polttoainemäärän pyörimisnopeustiedon

ja kaasuläpän asennon perusteella. Lambda-anturi hoitaa katalysaattorin vaatiman hienosäädön. (Bosch Mono-Jetronic s. 8-12)



Kuva 4. Mono-Motronicin toimintaperiaate (Bosch Mono-Jetronic s. 10)

1. Polttoainepumppu
2. Polttoainetankki
3. Polttoainesuodatin
4. Suihkutusyksikkö
5. Imuilman lämpötunnistin
6. Moottorin ohjainyksikkö
7. Virranjakaja
8. Kaasuläppäpotentiometri
9. Rele
10. Virta- ja käynnistyskytkin
11. Akku
12. Kaasuläppä
14. Moottorin lämpötunnistin.
15. Lambda-tunnistin.
16. Kaasuläpän säädin

3.3.1 Pohdintaa Mono-Motronicista

Mono-Motronic on suhteellisen edullinen järjestelmä ja sitä käytettiinkin useissa 90-luvun alun alemman keskiluokan autoissa, esimerkiksi kolmannen sukupolven Volkswagen Golfissa. Siinä oli paljon yhtäläisyyksiä kaasuttimella varustettuihin autoihin ja oli osaltaan hiukan vanhanaikainen järjestelmä. Se jäi nopeasti pois tuotannosta päästö-määräysten kiristyessä ja taloudellisempien moottoriohjausjärjestelmien kehittyessä.

3.4 ME-Motronic

ME-Motronic kehitettiin vuonna 1994. Sen suurin innovaatio on, ettei siinä ole mekaanista yhteyttä kaasuläpälle kaasupolkimelta, vaan kaasupolkimen asema, eli kuljettajan kuormitustoive, mitataan potentiometrillä kaasupolkimelta ja luetaan analogisena tietona moottorin ohjausyksikössä. Ohjausyksikkö tuottaa signaalin, jolla saadaan elektronisesti ohjattua kaasuläppää avattua niin, että moottori tuottaa halutun vääntömomentin. Vääntömomenttiohjauksessa moottorilta vaadittavat tehovaatimukset ajotilanteiden mukaan muutetaan vääntömomenttitoivomukseksi. Ohjainlaite punnitsee moottorin ja kuljettajan vaatimukset, ja momentin tarpeen mukaan se jakaa tiedot polttoaine- ja sytytysjärjestelmälle. Ilmamäärän mittaaminen tapahtuu kontrolloimalla ilmatäytöstä, josta moottorin ohjainlaite määrittää sylintereiden tarvitseman ilmamäärän haluttua vääntömomenttia vastaavaksi. Tarvittava polttonesteen määrä määräytyy suoraan lambda-arvosta. Tätä säätötapaa voidaan käyttää hitaisiin vääntömomentin muutoksiin. Toinen mittaustapa on kampiakselitahdistettu kanava, josta ohjainlaite määrittää suurinta mahdollista vääntömomenttia olemassa olevalla täytöksellä.

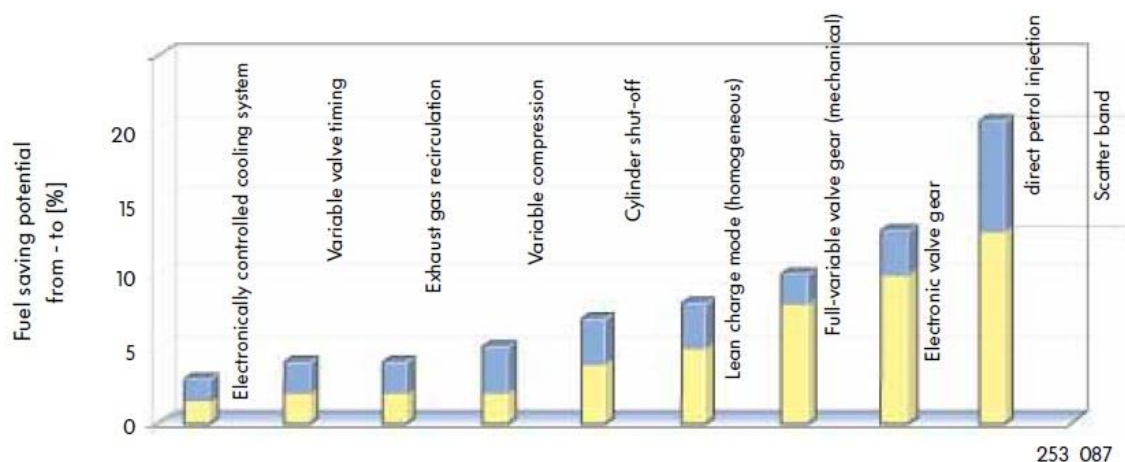
(Seppälä, Juha, Bensiinimoottorin ohjaus Motronic-järjestelmät. 1. suomenkielinen käännös saksankielisestä painoksesta. s.20-22)

3.4.1 ME-Motronicin kehitys edeltäjänsä

ME-Motronicin suurimmat erot M-Motronic-järjestelmään ovat sähköinen kaasuläpän ohjaus (EGAS) ja vääntömomenttiohjaus. Mekaanisesta yhteydestä kaasupolkimeen on luovuttu. Edelliseen järjestelmään verrattuna joutokäyntisäädin ja sen läpi kulkeva liisäilmakanava on jätetty pois, joten joutokäyntialuetta säädellään kaasuläpän avulla. Polttoainejärjestelmässä ei ole tapahtunut muutoksia M-Motroniciin nähden. Sytytysjärjestelmässä käytetään virranjakajattomia yksittäiskipinä- tai kaksoiskipinä-puolilla varustettuja järjestelmiä.

3.5 MED-Motronic

MED-Motronic järjestelmässä polttoaine suihkutetaan suoraan sylintereihin, eikä imusarjaan, kuten edellisissä Motronic-sukupolvissa. Ensimmäinen sarjatuotantomalli, jossa MED-Motronicia käytettiin oli Volkswagen Lupo vuonna 2000.



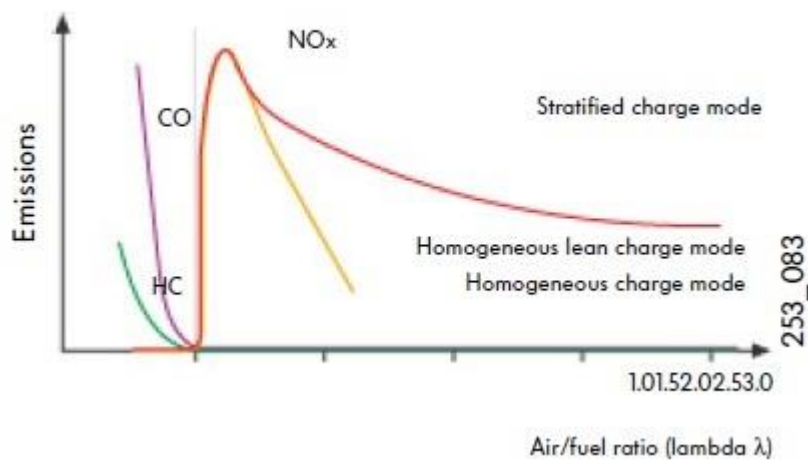
Kuva 5. Tapoja joilla mahdollista vähentää polttoaineen kulutusta (SSP 253 s.6)

Kuten kuvioista 2 tulee ilmi, polttoaineen suorasuihkutuksella on mahdollista pienentää kulutusta 20%. Tämä mahdollisuus on otettu huomioon suunnitellessa MED-Motronic moottorinohjausjärjestelmiä.

Suorasuihkutusbensiinimoottorit vaativat tarkempaa säätö- ja ohjauselektroniikkaa verrattuna imusarjaruiskutteisiin moottoreihin.

Yksi suurimmista ongelmista bensiiniin suorasuihkutuksessa on se, että miten pakokaasuja jälkikäsitteellään. Toisin kuin imusarjaruiskutteiset järjestelmät, useat bensiinin suorasuihkutusjärjestelmät tarvitsevat NO_x -varaajakatalysaattorin. Katalysaattori varastoi moottoria ilmaylimäärällä käytettäessä syntyvät typen oksidit, joita kolmitoimikatalysaattori ei pysty puhdistamaan. NO_x -varaajakatalysaattori täytyy regeneroida toisinaan. Tämä suoritetaan ohjaamalla MED-Motronic homogeenikäyttöön ja rikastamalla seosta.

Useimmissa MED-Motronic-järjestelmissä suihkutusventtiilin tarvitsee pystyä muodostamaan palotilaan sekä homogeeninen polttoaine-ilmaseos, sekä kerroksiin jaettu laihaseos (kerrossyöttö). Homogeeninen polttoaine-ilmaseos saadaan muodostettua suihkuttamalla polttoneste sylinteriin imutahdin aikana ja laihaseos saavutetaan suihkuttamalla lyhytaikaisesti polttonestettä puristustahdin loppuvaiheessa hetkeä ennen sytytystä. Suorasuihkutuksen hyötyjen saavuttamiseksi polttoaineen kulutukseen, laihaseosta käytetään matalammilla moottorin pyörimisnopeuksilla ja alemmalla osakuoromalla. Ilmaylimäärän vuoksi happitunnistimen eli lambda-anturin tarvitsee olla laaja-kaistatunnistin. (SSP 253 s.6-9)



Kuva 6. Ilma-polttoaineseoksen vaikutus päästöihin (SSP253 s.7)

3.5.1 MED-Motronicin kehitys edeltäjänsä

Suurimmat ja merkityksellisimmät eroavaisuuden ME-Motroniciin verrattuna ovat polttonestejärjestelmässä ja pakokaasujen puhdistusjärjestelmässä, jossa suurin eroavaisuus on NO_x-varaajakatalysaattori. Sylinterin täytöksen tunnistaminen on merkityksellisempää suorasuihkutusjärjestelmissä, kuin mitä imusarjaruiskutteisissa järjestelmissä. Syy tähän on se että NO_x-päästöjen pienentämiseksi kerrossyöttökäytössä käytetään pakokaasujen takaisinkierätyä (EGR). Tarkoituksena on saavuttaa näillä mahdollisimman pieni polttoaineenkulutus ja pienet pakokaasupäästöt. Näiden asioiden saavuttamiseksi MED-Motronicissa käytetään kahta sylinterin täytöstunnistinta määrittämään ilmamassavirtoja. Täyttötunnistinpareina voivat olla ilmamassamittari ja imu-sarjan paineanturi tai vaihtoehtoisesti imusarjan painetunnistin ja ulkoilman painetunnistin. MED-Motronicin polttonestejärjestelmä koostuu matalapaine- ja korkea-painepiiristä, kun taas ME-Motronicissa suihkutusventtiilit on liitetty matalapainepiiriin.

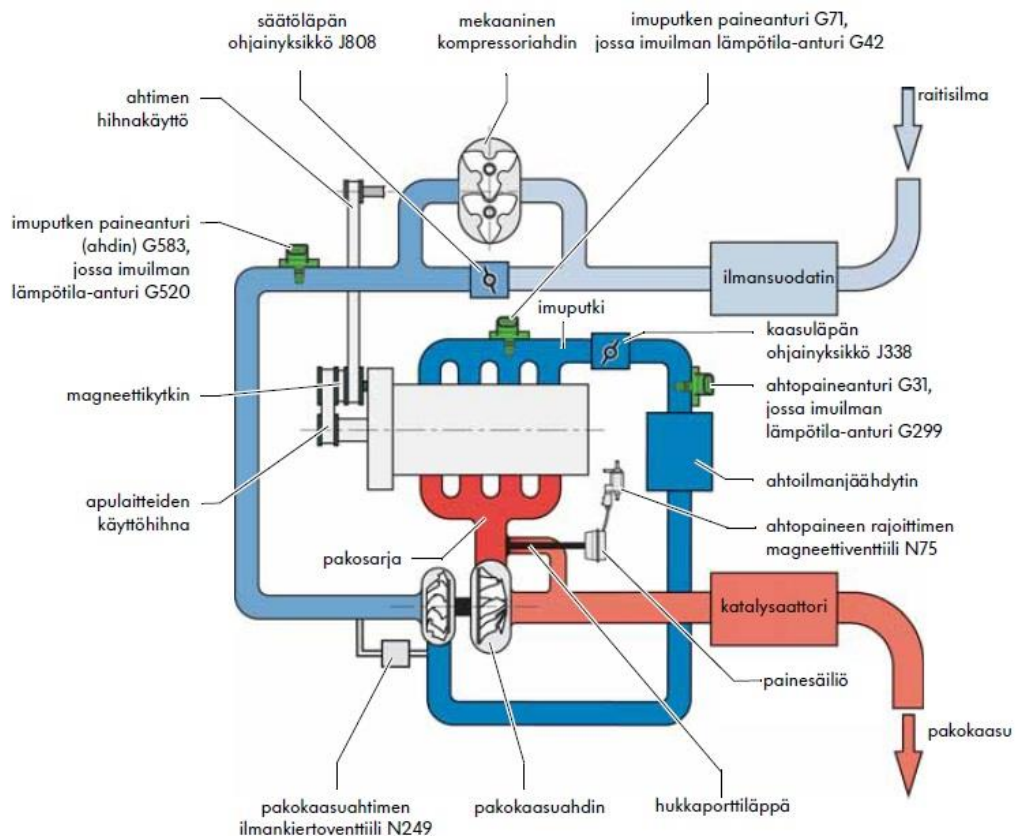
4 VOLKSWAGEN 1.4 TSI CAV-MOOTTORI

Käyn opinnäytetyössäni tarkemmin läpi VW Golf VI 1,4 TSI moottorin ja tämän moottorihjausjärjestelmän toimintaa. Kyseisen mallinen auto löytyy TAMK:n autolaboratoriosta. Volkswagenin CAV- moottorin ohjausjärjestelmänä toimii Boschin MED-Motronic 17.5.5 moottorinohjausjärjestelmä.



Kuva 7: TAMK:n autolaboraation VW Golf IV (Mikko Rikalainen, 6/2013)

Tämänhetkisissä ahdetuissa moottoreissa on enimmäkseen käytössä pelkkä pakokaasuahdin. 1,4 litran TSI-moottori on ensimmäinen, jossa on kompressoriahtimen ja pakokaasuahdinten yhdistelmä. Tässä kokoonpanossa tämä tarkoittaa, että vääntömomenttitarpeen kasvaessa myös pakokaasuahdin otetaan käyttöön kompressoriahtimen lisäksi.



Kuva 8: CAV moottorin kaaviokuva ja toimintaperiaate (SSP 423 GOLF IV s. 13)

Raitisilma imetään ilmansuodattimen kautta. Ohjainyksikön säätoläpän asento määrää, virtaako raitisilma kompressoriahdimen kautta tai suoraan pakokaasuahtimeen. Pakokaasuahtimesta raitisilma virtaa ahtoilmanjäähdyttimen ja kaasuläpän ohjainyksikön kautta imusarjaan. Vähimmäisvääntömomentista moottorin kierroslukuun 2400 1/min kompressoriahdin on jatkuvasti käytössä. Kompressoriahdimen ahtopaine säädetään säätoläpän ohjainyksiköllä. Tällä alueella säätoläppä on suljettuna tai ahtopaineen säätöä varten osittain avattuna. Kompressoriahdin otetaan käyttöön magneettikytkimen avulla ja se saa käyttövoimansa kompressoriahdimen hihnasta.

Kompressoriahdin imee ilmaa ja puristaa sen kokoon. Kompressoriahdimen ahtopaine mitataan imuputken paineanturilta G583 ja säädetään säätoläpän ohjainyksiköllä J338. Ahtopaineanturi G31 mittaa kokonaisahtopaineen. Kaasuläppä on kokonaan auki ja imuputkessa on enintään 2,5 baarin (absoluuttinen) paine.

Enimmäiskierroslukuun (3500 1/min) saakka kompressoriahdin kytkeytyy päälle vain tarvittaessa. Tämä on tarpeen esimerkiksi silloin, kun tällä alueella ajetaan muuttumattomalla nopeudella ja sitten kiihdytetään voimakkaasti nopeutta. Pako-kaasuahtimen hitaudesta johtuen kiihtyvyyttä ei saavuteta välittömästi (turboviive). Siksi otetaan käyt-

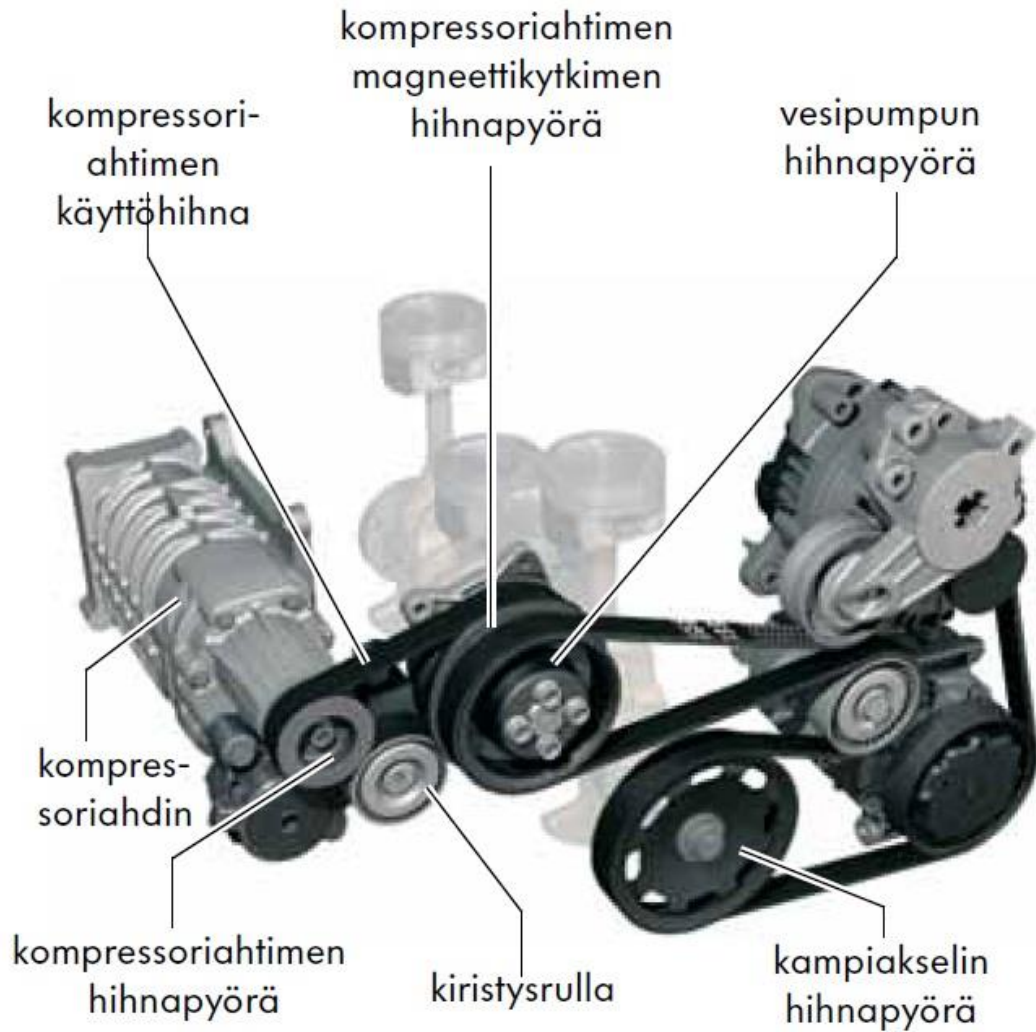
töön kompressoriahdin, joka muodostaa tarvittavan ahtopaineen mahdollisimman nopeasti.

Yli 3500 1/min alueella toimii pelkästään pakokaasuahdin, joka muodostaa vaadittavan ahtopaineen. Säätoläppä on kokonaan auki ja raitisilma virtaa suoraan pakokaasu-ahtimeen. Pakokaasujen energia on riittävä kaikissa olosuhteissa, jotta ahtopaine voidaan tuottaa pakokaasuahtimella. Pakokaasuahtimen ahtopaine mitataan ahtopaineanturilla G31 ja sitä säädetään ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiilillä (N75).

Kuormituksen ja kierroslukualueen perusteella moottorin ohjainlaite laskee, miten tuodaan tarvittava raitisilmamäärä, joka riittää vaadittavan vääntömomentin aikaan saamiseksi sylinterissä. Lisäksi ohjainlaite päättää, voidaanko pelkällä pakokaasuahtimella saada aikaan riittävä ahtopaine, vai onko kompressoriahdin kytkettävä päälle. (SSP423 GOLF IV s. 11-14)

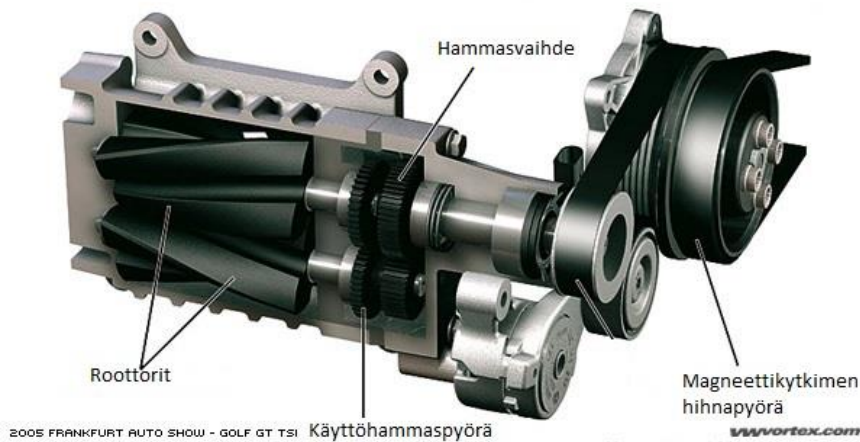
4.1 Kompressoriahdimen toiminta 1.4 TSI CAV-moottorissa

Kompressoriahdin kytketään tarpeen mukaan, ja sitä käytetään vesipumpun lisähihnalla. Lisähihna kytketään päälle vesipumppumoduulin huoltovapaan magneettikytkimen avulla. Kampiakselin hihnapyörän ja kompressoriahdimen hihnanpyörän keskinäisten välitysten sekä kompressoriahdimen sisäisen välityksen vuoksi kompressoriahdin pyörii viisinkertaisella nopeudella kampiakselin kierroslukuun verrattuna. Kompressoriahdimen enimmäiskierrosluku on 17500 1/min.



Kuva 9: Kompressorიაhtimen kytkentä (SSP 423 GOLF IV s. 14)

Mekaaninen kompressorიაhdin on ruuvattu sylinterilohkoon ilmansuodattimen jälkeen imuputken puolelle. Molempien ahdinroottorien muodon vuoksi se toimii myös ruuvien tiivisteenä (Kuvio 9). Ahtopaine säädetään säätöläpän ohjainyksiköllä. Kompressorიაhtimen muodostama enimmäisahtopaine on noin 1,75 baaria (absoluuttinen)

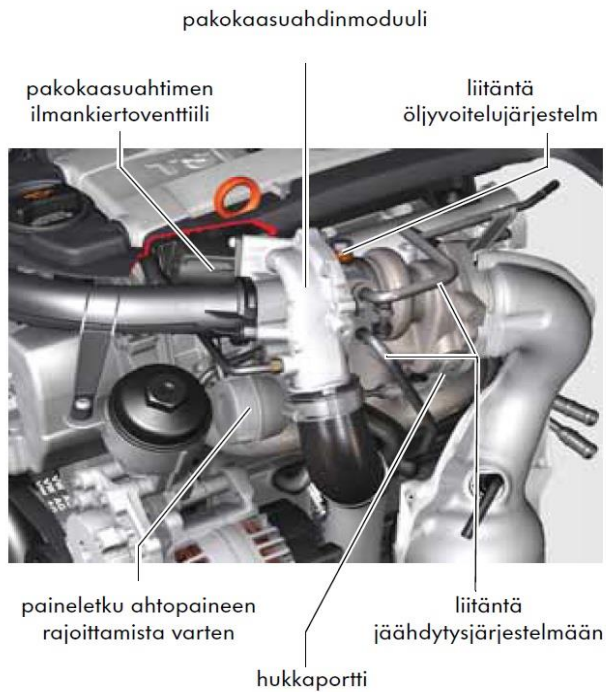


Kuva 10. Kompressoriahtimen halkileikkaus (Vwvortex.com/golfVI)

Molemmat kompressoriahtimen roottorit on koottu siten, että pyöriessään ne muodostavat imupuolelle laajennetun tilan. Sen avulla imetään raitisilma sisään ja ohjataan roottoreilta kompressoriahtimen painepuolelle. Painepuolella molempien kompressoriahtimen roottorien välinen tila pienenee uudelleen. Ilma painetaan pako-kaasuahtimen suuntaan. (SSP 423 GOLF IV s. 16-17)

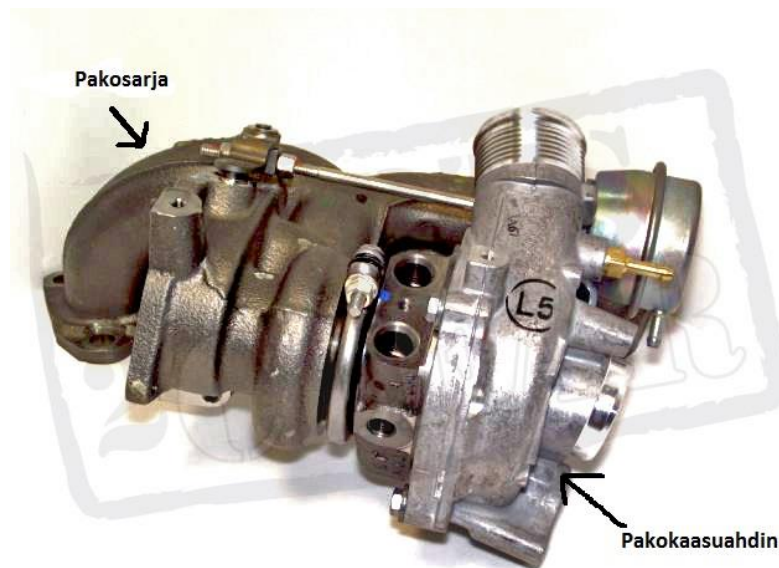
4.2 Pakokaasuahtimen toiminta 1.4 TSI CAV-moottorissa

Pakokaasuahdin muodostaa yhdessä pakosarjan kanssa moduulin. Yleisesti esiintyvien korkeiden pakokaasulämpötilojen vuoksi molemmat osat on valmistettu erittäin hyvin kuumuutta kestävästä valuteräksestä. Akselin laakeroinnit on suojattu liian korkeilta lämpötiloilta liittämällä pakokaasuahdin jäähdytysjärjestelmään. Kiertovesipumppu toimii 15 minuuttia moottorin sammuttamisen jälkeen ja suojaaa siten pakokaasuahdinta ylikuumentumiselta. Sen avulla estetään kaasuntuminen jäähdytysjärjestelmässä. Voitelua varten akselin laakerointi on liitetty öljykiertoon. Edelleen pakokaasuahdin-moduulissa on sähköinen kiertoilmaventtiili pakokaasuahdinta varten ja ahtopaineen rajoitusta varten paineletku, jossa on hukkaportti.



Kuva 11. Pakokaasuahtimen osat (SSP 423 GOLF IV s. 17)

Aiemmin ottomoottoreissa seos rikastui ennenaikaisesti pakokaasujen korkeiden lämpötilojen vuoksi. 1.4 litran TSI-moottorin pakosarja on suunniteltu kestäämään jopa 1050 asteen pakokaasujen lämpötilan. Siten moottoria voidaan käyttää korkeilla ahtopaineilla ja lambda 1:llä lähes kaikilla alueilla. Autossa on siis käytössä perinteiden lambda-anturi, eikä laajakaista-anturia, toisin kuin suuressa osassa MED-Motronic-järjestelmiä.

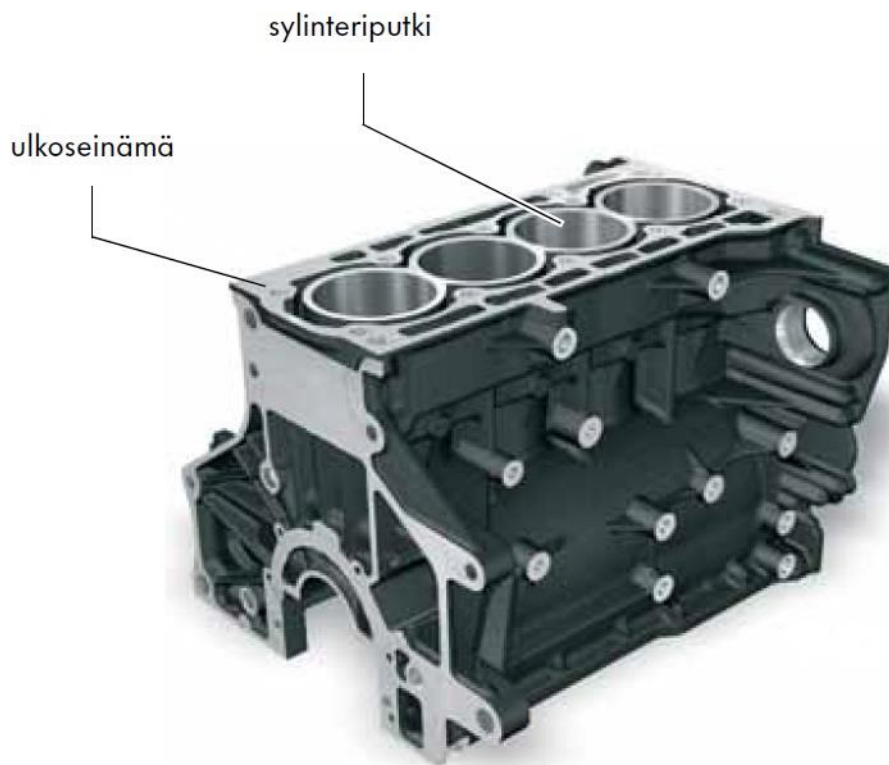


Kuva 12. Pakokaasuahdinmoduuli (Vwvortex.com/golfVI)

4.3 Moottorin mekaniikkaa

1,4 litran TSI-moottorin sylinteriryhmä on valmistettu lamelligrafiittia sisältävästä valuraudasta. Tämä takaa TSI-moottorin korkeilla palopaineilla riittävän käyttövarmuuden. Lamelligrafiittia sisältävästä valuraudasta valmistettu sylinteriryhmä on kestävämpi kuin alumiinipainevalusta valmistettu.

Sylinteriryhmä on toteutettu open-deck-rakenteena eli ulkoseinämän ja sylinteriputkien välillä ei ole ripoja. Open-deck rakenteen etuina ovat se, että alueella ei voi muodostua ilmakuplia, jotka voisivat aiheuttaa jäähdytys- ja tuuletusongelmia. Sylinterikannen ja sylinteriryhmän välisen ruuviliitoksen yhteydessä sylinteriputkien muodonmuutos on sylinteriputken ja sylinteriryhmän eristyksen ansioista pienempi ja tasaisempi kuin riivallisessa closed-deck-rakenteessa. Tästä seuraa pienempi öljynkulutus, koska männänrenkaat tasoittavat tämän muodonmuutoksen paremmin. (SSP423 GOLF IV s. 19-21)



Kuva 13. CAV-moottorin sylinteriryhmä (SSP 423 GOLF IV s. 19)

Kampikoneisto muodostuu kampiakselista, kiertokangista, laakeriliuskoista, männistä ja männäntapeista. Kampikoneistoon on tehty muutoksia, koska 1,4 litran TSI moottoreissa esiintyy merkittävästi suurempia voimia kuin aiemmissa FSI-moottoreissa.



Kuva 14. CAV-moottorin kampikoneisto (SSP 423 GOLF IV s. 20)

Männät ovat valmistettu alumiinipainevalusta. Männänpäässä on palotilasyvennys, johon on työstetty virtausreuna. Tästä seuraa imuilman vahva pyörteily ja siten erittäin hyvä palopaineen muodostuminen. Männän jäähtytyksellä pakoventtiilien puoleinen osa jäähdytetään tarkasti. Mäntäkokonaisuuden kitkaa on pienennetty männänhelman grafiittipinnoituksella ja kasvatetulla männänvälyksellä. Männäntapin halkaisija on kasvatettu 17 mm:stä 19 mm:iin korkean sytytyspaineen vuoksi.

Kampiaksi on taottu ja se on valmistettu teräksestä. Se on toteutettu jäykempänä, kuin edeltävien FSI-moottoreiden kampiakselit. Tällä on haettu ensi sijassa pienentyntä melua moottorista.

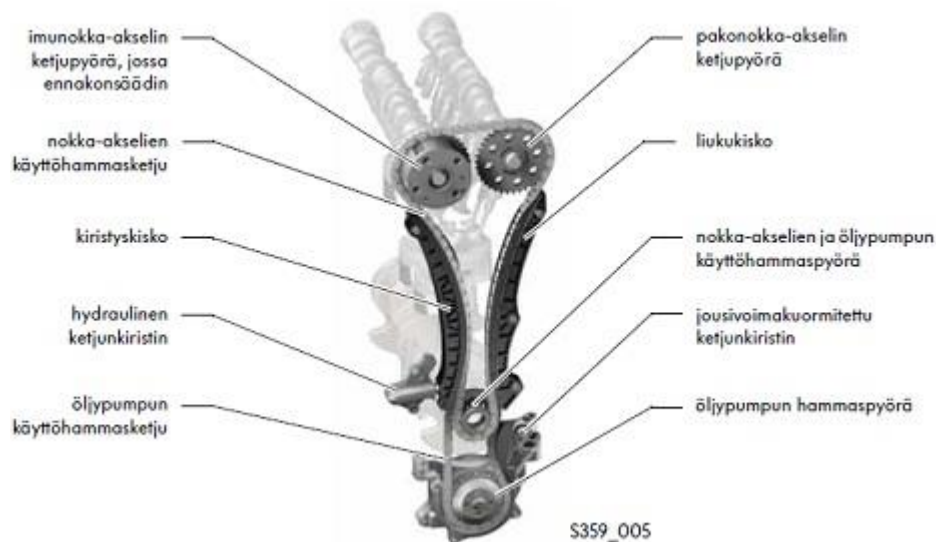
Kiertokanki on toteutettu murrettuna. Sen vuoksi aina vain samanlaiset kaksi osaa sopivat yhteen, valmistus on edullista ja menetelmällä saadaan aikaan hyvä pitävyys.

Nokka-akselien kotelossa on kolminkertaisesti laakeroidut nokka-akselit. Aksiaalista vällystä on rajoitettu kannella ja nokka-akselien kotelolla.

Suurpaine polttoainepumppu on ruuvattu nokka-akselien koteloon. Se saa käyttövoimansa nokka-akselien kaksoisnokasta. Aikaisempiin FSI-moottoreihin verrattuna kohonneiden suihkutuspaineiden ja kasvaneen ruiskutettavan polttoainemäärän vuoksi

pumpun iskupituus on kasvatettu 5 mm:stä 5,7 mm:in. Kitkaa pienennetään suurpaineolttoainepumpun ja nokka-akselin väliin asennetulla rullanostimella. Samalla suurpolttoainepumpun käyttömomentti on puolittunut.

CAV-moottorissa nokka-akseleita ja öljypumppua käyttää huoltovapaa hammasketju. Hammasketjusto on optimoitu suurten kuormitusten perusteella. Hammasketjussa on karkaistut tapit ja erittäin kestävät sidoslevyt, jotka soveltuvat ketjuvoimiin. Hammasketju kiristetään hydraulisen ketjunkiristimen avulla. Öljy-pumppu saa käyttövoimansa akustista optimointia varten hammasketjusta, jossa on 8 mm:n jako. Hammasketju kiristetään jousivoimakuormitetun ketjunkiristimen avulla. Portaaton imunokka-akselin säätö tehdään ennakonsäätimellä kuormituksen ja kierros-luvun mukaan. Säättöalue on laajimmillaan 40° kampiakselin kulmana. Kuvassa eritelty hammasketjuston komponentteja. (SSP 423 GOLF IV s. 20-23)



Kuva 15. CAV-moottorin hammasketju (SSP 423 GOLF IV s. 20)

4.4 Moottorinohjauksen komponentit

4.4.1 Moottorin ohjainlaite J623

Moottorin ohjainlaite on asennettu vesikaukalon keskelle. Järjestelmä on Boschin MED-Motronic 17.5.5. Eroavaisuuksina FSI-moottoreihin ovat mm. ahtopaineen säätö, talviajo-ohjelma, kiertovesipumpun ohjaus ja perinteinen happitunnistin. Käyttötapoja ovat homogeenikäyttö ja kaksoissuihkutus-katalysaattorinlämmitys. Moottorinhallinnan yksi uusista toiminnoista on ahtopaineen säätö. Nousevilla kierroksilla kasvaa pakokaasuahtimen ahtopaine ja kompressoriahtimen ahtopainetta voidaan säätää sen mukaan pienemmäksi. Sen ansiosta moottorista tarvitsee ottaa aiempaa vähemmän käyttötehoa. Siten kompressoriahdin syöttää ilmaa jo alhaisilla kierrosluvuilla. Sen avulla käytettävissä on suuri pakokaasumassavirta, joka johdetaan pakokaasuahtimeen. Tämän seurauksena kompressoriahdin voi muodostaa jo alhaisilla kierrosluvuilla vaadittavan ahtopaineen, kuten puhtaissa turbomoottoreissa.

4.4.2 Imuputken paineanturi G71, jossa imuilman lämpöanturi G42

Imuputken paineanturi G71, jossa on yhdistettynä imuilman lämpöanturi G42 on ruuvattuna muoviseen imuputkeen. Se mittaa paineen ja lämpötilan imuputkessa. Sen sijainti imuputkessa on merkittynä kuvassa 16.



Kuva 16. Imuputken paineanturi G71 (SSP 443 s.45)

Moottorin ohjainlaite laskee signaalien ja moottorin kierrosluvun avulla imetyn ilmassan näiden antureiden välityksellä. Tässä moottoriohjausjärjestelmässä ei ole ilma-

massaa mittaavaa MAF-anturia, toisin kuten useissa muissa Motronic-järjestelmissä. Jos signaali paineanturilta puuttuu, käytetään korvaussignaalina kaasuläpän asentotietoa ja imuilman lämpötila-anturilta G299 saatavia tietoja. (SSP 443 s.45)

4.4.3 Imuputken paineanturi (ahdin) G583, jossa imuilman lämpöanturi G520

Tämä yhdistelmäanturi on kiinnitetty ruuveilla imusarjassa olevan säätöläpän säätöyksikön taakse. Se mittaa alueellaan imuilman paineen ja lämpötilan.

Sen sijainti on esitettyä kuvassa 17



Kuva 17. Imuputken paineanturi (ahdin) G583 (SSP 443 s.46)

Signaalien perusteella säätöläpän säätöyksikkö säätelee kompressoriahtimen ahtopaineen. Samanaikaisesti imuilman lämpötila-anturin G520 signaali suojaa osia liian korkealta lämpötiloilta. Lämpötilassa 130°C kuristetaan kompressoriahtimen tehoa. Jos yhdistelmämittari lakkaa toimimasta, kompressoriahtimen ahtopaine ei ole enää säädettävissä. Kompressoriahtimen käyttö ei ole enää sallittua ja pakokaasuahdinta käytetään vain ohjattuna. Moottorin teho laskee merkittävästi alhaisilla kierrosluvuilla. (SSP 443 s.46)

4.4.4 Ahtopaineanturi G 31, jossa imuilman lämpöanturi G299

Tämä yhdistelmäanturi on kiinnitetty ruuveilla ennen ahtoilmapiipussa olevan säätöläpän säätöyksikköä. Se mittaa alueellaan paineen ja lämpötilan.



Kuva 18. Ahtopaineanturi G31 (SSP 443 s.48)

Ahtopaineanturin signaali käyttää moottorin ohjainyksikköä pakokaasuahtimen ahtopaineen säätöön ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiilillä (N75).

Imuilman lämpötila-anturin signaalin avulla lasketaan ahtopaineen korjausarvo. Sen lisäksi otetaan huomioon lämpötilan vaikutus ahtoilman tiheyteen.

Jos anturi lakkaa toimimasta, pakokaasuahdinta käytetään vain ohjatusti. Jos lisää antureita jää pois käytöstä, kompressoriahdin voidaan kytkeä pois päältä. (SSP 443 s.48)

4.4.5 Ympäristön paineanturi

Anturi on asennettu moottorin ohjainlaitteeseen ja se mittaa ympäristön painetta. Kuvassa TAMK:n autolaboratorion Golf IV:n moottorin ohjainlaitteen paineanturi.

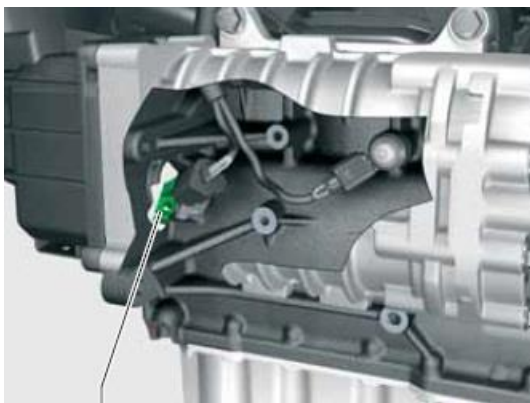


Kuva 19. Ympäristön paineanturi (Mikko Rikalainen 6/2013)

Ympäristön painetta tarvitaan ahtopaineen säädönkorjausarvona, koska ilman tiheys laskee korkeammalle mennessä. Jos ympäristön paineanturi lakkaa toimimasta, pakokaasuahdinta käytetään vain ohjatusti. Tämän seurauksena voi olla korkeampia päästöarvoja ja tehon heikkenemistä.

4.4.6 Moottorin kierroslukuanturi G28

Moottorin kierroslukuanturi on kiinnitetty sylinteriryhmään. Se tunnustelee kampiakselin tiivistyslaipassa olevaa anturikehää. Näiden signaalien perusteella moottorin ohjainlaite tunnistaa moottorin kierrosluvun ja yhdessä nokka-akselin tunnis-timen G40 kanssa kampiakselin asennon nokka-akseliin nähden.



Kuva 20. Moottorin kierroslukuanturi G28 (SSP 443 s.51)

Signaalin avulla määritetään laskettu suihkutushetki, suihkutuksen kesto ja sytytysaika. Lisäksi sitä käytetään nokka-akselien säätöön. Anturin toiminnan lakatessa moottori ei käy enää, eikä moottoria voi käynnistää uudelleen. (SSP 443 s.51)

4.4.7 Nokka-akselin tunnistin G40

Nokka-akselin tunnistin on nokka-akselien kotelossa vauhtipyörän puolella imunokka-akselin yläpuolella. Se tunnustelee neljää imunokka-akselin valettua hammasta.



Kuva 21. Nokka-akselin tunnistin G40 (SSP 443 s.56)

Nokka-akselin tunnistimen ja kierroslukuanturin avulla tunnistetaan ensimmäisen sylinterin sytytysennakko ja imunokka-akselin asento. Signaaleita käytetään suihkutushetken, sytytushetken ja nokka-akselin säädön määrittämiseen. Anturin toiminnan lakatessa moottori käy edelleen. Moottoria ei kuitenkaan voi käynnistää uudelleen. Nokka-akselin säätö otetaan pois käytöstä ja imunokka-akseli pidetään myöhäisemmässä asennossa, minkä seurauksena on vääntömomentin aleneminen.

(SSP 443 s.56)

4.4.8 Kaasuläpän ohjainyksikkö J338, jossa käyttömoottorin kulma-anturit G187 ja G188

Kaasuläpän ohjainyksikkö, jossa on kulma-anturit kaasuläpän käyttömoottorille, sijaitsee imukanavassa ennen imusarjaa.



Kuva 22. Kaasuläpän ohjainyksikkö J338 (SSP 443 s.59)

Kulma-antureiden signaalien perusteella moottorin ohjainlaite tunnistaa kaasuläpän asennon ja voi vastaavasti ohjata läppää. Turvallisuussyistä käytössä on kaksi anturia, joiden arvoja verrataan keskenään. Anturin toiminnan lakatessa osajärjestelmiä, kuten esimerkiksi vakionopeudensäädin otetaan pois käytöstä. Jos molempien antureiden toiminta lakkaa, kaasuläpän käyttömoottori sammutetaan ja moottorin kierrosluku rajoitetaan arvoon 1500 kierrosta minuutissa. (SSP 443 s.59)

4.4.9 Säätläppien ohjainyksikkö J808 ja säätläpän potentiometri G584

Säätläpän potentiometri on säätläppien ohjausyksikössä. Säätläppien ohjainyksikkö on imukanavassa ilmansuodattimen takana.

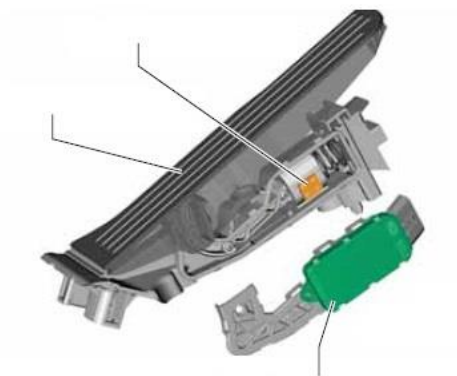


Kuva 23. Säätoläppien ohjainyksikkö J808 ja säätoläpän potentiometri G584

Säätoläpän potentiometrin avulla moottorin ohjainlaite tunnistaa säätoläpän asennon. Moottorin ohjainlaite voi sen seurauksena kääntää säätoläpän kaikkiin haluttuihin asentoihin. Jos signaali katkeaa, säätoläppä jää auki ja kompressoriahdinta ei enää käynnistetä. (SSP 443 s.60)

4.4.10 Kaasupolkimen asentoanturit G79 ja G185

Molemmat kaasupolkimen asentoanturit ovat osa kaasupoljinmoduulia. Ne toimivat kosketuksitta induktiiviantureina. Kaasupolkimen asentoanturien lähettämien signaalien perusteella tunnistetaan kaasupolkimen asento.



Kuva 24. Kaasupolkimen asentoanturit G79 ja G185 (SSP 443 s.61)

Moottorin ohjainlaite käyttää signaaleita kuljettajan haluaman vääntömomentin laskeamiseen. Turvallisuussyistä käytössä on kaksi anturia, kuten kaasuläpän ohjainyksikössäkin, joiden arvoja verrataan keskenään. Jommankumman tai molempien antu-

reiden lopettaessa toimintansa, mukavuustoiminnot ja moottorijarrutusmomentin säätely sammutetaan. Jos toinen anturi lopettaa toimintansa, järjestelmä ohjaa aluksi tyhjäkäynnille. Jos toinen anturi määrätyn testausajan kuluessa tyhjäkäynnillä ollessa voidaan tunnistaa, ajaminen on edelleen mahdollista. Halutulla täydellä kuormituksella kierros-luku nousee vain hitaasti. Mikäli molemmat anturit lopettavat toimintansa, moottori pyörii vain korotetulla tyhjäkäyntinopeudella, eikä se reagoi enää kaasupolkimen liikkeisiin. (SSP 443 s.61)

4.4.11 Kytkinpolkimen asentoanturi G476

Kytkinpolkimen asentoanturi on kiinnitetty anturisynteriin. Sen avulla tunnistetaan, käytetäänkö kytkinpoljinta

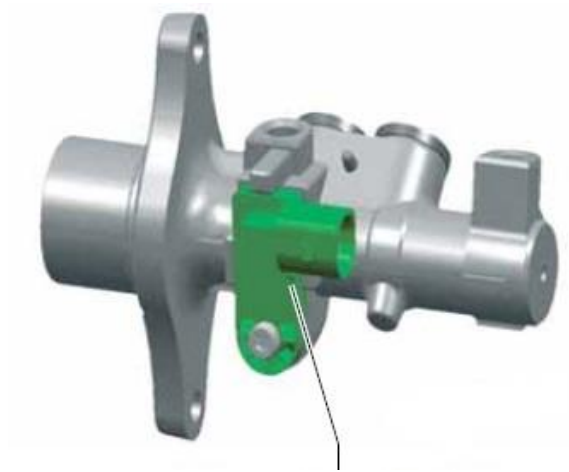


Kuva 25. Kytkinpolkimen asentoanturi G476 (SSP 443 s.63)

Kytkintä poljettaessa vakionopeudensäädin sammutetaan ja suihkutuspainetta vähennetään hetkellisesti, millä estetään vaihdettaessa vaihdetta moottorin heilahtaminen. Kytkinpolkimen ollessa pohjassa voidaan myös kompressorianturin magneettikytkin kytkeä auton seisoessa. Siten varmistetaan, että liikkeelle lähtevä ajoneuvo saavuttaa ahtopaineen erittäin nopeasti. Jos asentoanturi lakkaa toimimasta, vakionopeussäätimellä ei ole vaikutusta ja vaihteita vaihdettaessa moottori saattaa heilahtaa. (SSP 443 s.63)

4.4.12 Jarrupolkimen asentoanturi G100

Jarrupolkimen asentoanturi on ruuvattu jarrupääsylinteriin. Sen avulla tunnistetaan, käytetäänkö jarrupoljinta.



Kuva 26. Jarrupolkimen asentoanturi G100 (SSP 443 s.65)

Jarruvalot sytytetään auton sähkökeskuksen ohjainlaitteen avulla. Lisäksi moottorin ohjainjärjestelmä estää ajoneuvon kiihdyttämisen, kun samanaikaisesti poljetaan jarruja kaasupolkimia. Myös suihkutusmäärää vähennetään tai muutetaan sytytyksen ajoitusta ja kaasuläpän asentoa. Jos anturin signaali katkeaa, suihkutettavan polttoaineen määrää vähennetään, jolloin moottorin teho laskee. (SSP 443 s.65)

4.4.13 Nakutusanturi G61

Nakutusanturi on kiinnitetty sylinteriryhmään kompressoriahtimen alapuolelle. Nakutusanturin signaalien perusteella nakutusta aiheuttava ennenaikainen syttyminen tunnistetaan sylinterikohtaisesti.



Kuva 27. Nakutusanturi G61 (SSP 443 s.70)

Jos nakutusta havaitaan, muutetaan vastaavan sylinterin sytytysennakkoa, kunnes nakutusta ei enää esiinny. Jos nakutusanturin toiminta lakkaa, kaikkien sylinterien sytytysennakkoa säädetään kiinteällä arvolla myöhäisemmäksi. Tästä seuraa suuren-tunut polttoaineenkulutus ja pienentyneet teho ja vääntö. (SSP 443 s.70)

4.4.14 Lambda-anturi G39, jossa lambda-anturin lämmitys Z19

Lambda-anturina ennen katalysaattoria käytetään perinteistä lambda-anturia. Tämä on mahdollista, koska moottoria ajetaan lambda 1:llä lähes joka ajotilanteessa. Anturi on ruuvattu pakoputkeen ennen moottoria lähempänä olevaa katalysaattoria. Sen avulla määritetään pakokaasun jäännöshappimäärä ennen katalysaattoria. Lambda-anturin lämmitys varmistaa, että lambda-anturi saavuttaa mahdollisimman nopeasti käyttö-lämpötilansa n. 300°C



Kuva 28. Lambda-anturi G39, jossa lambda-anturin lämmitys Z19 (SSP 443 s.73)

Signaalijännitteen perusteella moottorin ohjainlaite tunnistaa, onko moottoria käytettävä rikkaammalla, vai laihemmalla ilma-polttoaineseoksella. Jos signaali katkeaa, lambdasääätöjä ei voi tehdä, vaan pelkästään suihkutusmäärän esiohjaus. Lambda-sovitus keskeytetään ja aktiivihiihisäiliölaitteisto siirtyy pakkotilaan. (SSP 443 s.73)

4.4.15 Katalysaattorin jälkeinen lambda-anturi G130, jossa lambda-anturin lämmitys Z29

CAV-moottorissa käytetään myös katalysaattorin jälkeen perinteistä lambda-anturia. Tämä toisiolambda on myös varustettu lämmityksellä, jotta se saavuttaa toimintalämpötilansa mahdollisimman nopeasti.



Kuva 29. Katalysaattorin jälkeinen lambda-anturi G130 (SSP 443 s.75)

Katalysaattorin jälkeistä lambda-anturia käytetään tarkistamaan katalysaattorin toiminta. Jos signaali katkeaa, katalysaattorin toimintaa ei voi enää valvoa. (SSP 443 s.75)

4.4.16 Imuputken läpän potentiometri G336

Imuputken läpän potentiometri on kiinnitetty imuputken alapuolelle ja liitetty imuputken läpän akseliin. Se tunnistaa imuputken läpän asennon.



Kuva 30. Imuputken läpän potentiometri G336 (SSP 443 s.77)

Asento on tärkeä, koska imuputkiläppäkytkentä vaikuttaa ilmanvirtaukseen palotilassa ja palotilaan syötettävän ilman määrään. Siten imuputken läpän asento on pakokaasuista riippuvainen ja se on tarkastettava testerin avulla itsediagnostiikalla. Jos signaali katkeaa, silloin ei voida enää tunnistaa, onko imuputken läppä auki vai kiinni. Korvaavana arvona käytetään imuputken läpän keskiasentoa, jonka perusteella määritetään vastaava sytytysennakko. Siitä aiheutuu tehon ja väännön lasku, sekä polttoaineenkulutuksen kasvu. (SSP 443 s.77)

4.4.17 Jarrutehostimen paineanturi G294

Jarrutehostimen paineanturi sijaitsee imuputken ja jarrutehostimen välisessä putkessa. Anturi mittaa jarrutehostimessa vallitsevan paineen.



Kuva 31. Jarrutehostimen paineanturi G294 (SSP 443 s.78)

Paineanturin jännitesignaalin perusteella moottorin ohjainlaite voi päätellä, onko alipaine riittävä jarrutehostimen toimintaa varten. Jos alipaine on liian alhainen, sammutetaan esimerkiksi ilmastointilaite. Siten kaasuläppä sulkeutuu hieman ja alipaine nousee uu-

delleen. Jos signaali katkeaa, siirrytään käyttämään taulukkoriippuvaista paineen arvoa, jonka avulla sitten voidaan laskea vastaava toiminto. (SSP 443 s.78)

4.4.18 Virtamittausanturi G582

Virtamittausanturi on moottoritilan sähkökeskuksen vasemmalla puolella . Sen avulla tunnistetaan virrankulku ahtimen magneettikytkimen ohjauksen aikana.



Kuva 32. Virtamittausanturi G582 (SSP 443 s.80)

Virrankulutuksen perusteella moottorin ohjainlaite säättää pulssinleveysmodulaatiota (PWM) signaalia, jolla ohjataan kompressoriahtimen magneettikytkintä, ja sulkee sen pehmeästi. Ohjaamiseen käytetään maadoituspuolella PWM-signaalia. Anturissa jännitteenmittauksen kautta tunnistetaan virrankulutuksen matalaohminen resistanssi, joka lähetetään moottorin ohjainlaitteelle. Signaalia vastaavasti saadaan aikaan magneettikytkimen ohjaus. Jos signaali katkeaa, virrankulutusta ei enää tunnisteta ja magneettikytkin kytkeytyy epämukavasti. Jos taas anturi on kokonaan pois käytöstä, ahdinta ei voi kytkeä enää päälle. (SSP 443 s.80)

4.4.19 Motronic-järjestelmän virtarele J271

Motronic-järjestelmän virtarele on moottoritilan sähkökeskuksen vasemmalla puolella.



Kuva 33. Motronic-järjestelmän virtarele J271 (SSP 443 s.56)

Virtareleen avulla moottorin ohjainlaite voi myös moottorin sammuttamisen jälkeen suorittaa tiettyjä toimintoja ja käydä jälkikäynnillä. Tässä käyttötilassa muun muassa kalibroidaan paineanturit toistensa suhteen ja ohjataan sytytyspuolaa tai jäähdytys-tuuletinta. Jos rele menee epäkuuntoon, vastaavia antureita ja toimilaitteita ei enää ohjata. Moottori sammuu, eikä enää lähde käyntiin. (SSP 443 s.56)

4.4.20 Sytytyspuolat, joissa sytytyksen pääteasteet N70, N127, N291, N292

Sytytyspuolat pääteasteineen on sijoitettu sylinterikannen keskelle.



Kuva 34. CAV-moottorin sytytyspuolat (SSP 443 s.56)

Sytytyspuolat pääteasteineen vastaavat polttoaine-ilmaseoksen oikea-aikaisesta sytymisestä. 1.Sylinterin puola N70, 2.sylinterin puola N127, 3. sylinterin puola N291 ja 4.sylinterin puola N292. Kukin sytytysennakko säädetään erikseen kullekin sylinterille. Jos sytytyspuola lakkaa toimimasta, sitä vastaavan sylinterin polttoaineen suihkutusta katkaistaan. Tämä on mahdollista vain yhdelle sylinterille. (SSP 443 s.56)

4.4.21 Kaasuläpän ohjainyksikkö J338, jossa kaasuläpän käyttömoottori G186

Kaasuläpän ohjainyksikkö, jossa on kaasuläpän käyttömoottori, sijaitsee imukanavassa ennen imuputkea.



Kuva 35. Kaasuläpän ohjainyksikkö J338 (SSP 443 s.73)

Kaasuläpän käyttömoottori on sähkömoottori, jota moottorin ohjainlaite ohjaa. Se käyttää myös pienen vaihteen kautta kaasuläppää. Säätoalue on portaaton jouto-käynnistä täyskaasuasentoon. Jos kaasuläpän käyttömoottori menee epäkuuntoon, kaasuläppä siirtyy varakäyntitilaan. Käytössä on vain vara-ajo-ominaisuudet ja kaikki mukavuustoiminnot sammutetaan. (SSP 443 s.73)

4.4.22 Säätoläpän ohjainyksikkö, jossa säätoläpän säätömoottori V380

Säätoläpän säätömoottori, jossa on säätoläpän säätömoottori, on imukanavassa ilman-suodattimen jälkeen.



Kuva 36. Säätoläpän ohjainyksikkö, jossa säätoläpän säätömoottori V380

Moottorin ohjainlaitteen ohjaama säätömoottori liikuttaa säätoläppää portaattomasti. Asennon mukaan säätoläpän kautta virtaa enemmän tai vähemmän puristettua raitis-

ilmaa takaisin mekaaniseen ahtimeen. Siten säädetään ahtopainetta ahtimen jälkeen. Jos säätömoottori menee epäkuntoon, säätöläppä siirtyy varakäyntitilaan (kokonaan auki). Samanaikaisesti kompressorиаhtimen käynnistäminen on kielletty. Kompressorиаhtimen kautta ei enää muodostu ahtopainetta. (SSP 443 s.76)

4.4.23 Imuputken läpän venttiili N316

Venttiili on ruuvattu säätöläpän ohjainyksikön jälkeen imusarjaan.



Kuva 37. Imuputken läpän venttiili N316 (SSP 443 s.85)

Venttiiliä ohjaa moottorin ohjainlaite ja se pitää reitin alipainesäiliöstä alipaineensäätöelementtiin vapaana. Tämän seurauksena alipaineensäätöelementin imuputken läpät liikkuvat. Jos venttiili menee epäkuntoon, imuputken läppiä ei voi enää säätää ja läpät jäävät auki. Tämä taas huonontaa polttoaine-ilmaseoksen palamista. (SSP 443 s.85)

4.4.24 Nokka-akselien säätöventtiili N205

Venttiili sijaitsee nokka-akselien kotelossa ja se on liitetty moottorin öljykiertoon.



Kuva 38. Nokka-akselien säätöventtiili N205 (SSP 443 s.87)

Nokka-akselien säätöventtiiliä ohjaamalla öljy jaetaan ennakonsäätimessä. Avattavan öljykanavan mukaan sisäroottori kääntyy nokka-akselin säätimen asennon mukaan. Koska sisäroottori ja imunokka-akseli ovat ruuvattu kiinni toisiinsa, ne säätävät samassa määrin. Jos nokka-akselien säätöventtiili menee epäkuntoon, nokka-akselien säätäminen ei ole enää mahdollista ja imunokka-akseli pysyy myöhäisemmässä asennossa. Siitä aiheutuu vääntömomentin aleneminen. (SSP 443 s.87)

4.4.25 Ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiili N75

Sähköpneumaattinen ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiili on ruuvattu kampikammion tuuletuksen takaiskuventtiiliin.



Kuva 39. Ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiili N75 (SSP 443 s.91)

Moottorin ohjainlaite tahdittaa magneettiventtiiliä, joka kytkee ohjauspaineen paineletkuun pakokaasuahdinta varten. Näiden avulla käytetään hukkaporttiläppää ja johdetaan osa pakokaasuista roottorin ohi pakoputkistoon. Näin säädetään turbiinitehoa ja ahtopainetta. Jos venttiili menee epäkuntoon, ahtopaine pysyy paineletkussa. Siksi ahtopaine pienenee ja moottorin teho alenee. (SSP 443 s.91)

4.4.26 Pakokaasuahtimen ilmankiertoventtiili N249

Sähköinen turboahtimen kiertoilmaventtiili on kiinnitetty pakokaasuahtimen koteloon.



Kuva 40. Pakokaasuahtimen ilmankiertoventtiili N249 (SSP 443 s.91)

Pakokaasuahtimen ilmankiertoventtiili ehkäisee pakokaasuahtimen ahdinpyörän äänet ja vauriot siirryttäessä joutokäyntiin. Siirryttäessä joutokäyntiin ahdinpyörä pyörii vielä ja puristaa edelleen ilmaa. Puristettu ilma pumpataan suljettuun kaasuläppään, josta se heijastuu takaisin. Se virtaa takaisin pakokaasuahtimeen ja kohtaa ahdinpyörän. Siitä saattaa syntyä ääntä. Tämä ehkäistään sillä, että ilmankiertoventtiili avataan ja pakokaasuahtimen imu- ja painepuoli oikosuljetaan. Ahtopaine laskee äkillisesti ja takaisinvirtaukset estetään. Sen lisäksi estetään paineen jääminen ahdinkoteloon ja pakokaasuahtimen kierrosluku ei rajoitu niin voimakkaasti. Ilmankiertoventtiilin vuotaessa ahtopaine alentuu ja siten myös moottorin teho. Jos venttiiliä ei voi enää käyttää, joutokäynnille nopeasti siirryttäessä syntyy melua. (SSP 443 s.91)

4.5 CAV-moottorin polttoainejärjestelmä

CAV-moottorissa on tarvesäätöinen polttoainejärjestelmä. Sen etuna on, että sekä sähköinen polttoainepumppu että suurpainepolttoainepumppu pumppaavat aina juuri sen verran polttoainetta kuin moottori suoraan tarvitsee. Siten polttoainepumppujen sähköinen ja mekaaninen käyttöteho pienenee, mikä säästää polttoainetta. Koska moottorin ohjainlaite seuraa sähköisten polttoainepumppujen ohjausjärjestelmän toimintaa, matalapaineanturi on voitu jättää pois. Jokaisella pumpun kierroksella sähköisten polttoainepumppujen pumppaamaa määrää vähennetään kertaalleen, kunnes korkeapainepolttoainejärjestelmässä ei voida enää säilyttää määrättyä painetta. Moottorin ohjainlaite vertaa sähköisen polttoainepumpun ohjauksen pulssinleveys-moduloitua signaalia moottorin ohjainlaitteesta tulevaan signaaliin. Jos havaitaan eroja, signaali soviteaan moottorin ohjainlaitteessa. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi polttoainejärjestelmän komponentteja ja niiden toimintaa

4.5.1 Polttoainepumpun ohjainlaite J538

Ohjainlaite sijaitsee sähköisen polttoainepumpun kannessa takapenkin alla.



Kuva 41. Polttoainepumpun ohjainlaite J538 (SSP 443 s.65)

Polttoainepumpun ohjainlaite saa signaalin moottorin ohjainlaitteelta ja ohjaa sähköistä polttoainepumppua pulssinleveysmoduloidulla signaalilla. Se säätelee matalapainepolttoainejärjestelmän painetta välillä 0,5-5 baaria. Kylmäkäynnistyksen yhteydessä paine nostetaan 6,5 baariin. Jos polttoainepumpun ohjainlaite menee epäkuntoon, moottoria ei voi käyttää. (SSP 443 s.65)

4.5.2 Polttoainepumppu G6

Sähköinen polttoainepumppu ja polttoainesuodatin muodostavat yhdessä polttoaineen siirtoyksikön. Polttoaineen siirtoyksikkö on polttoainesäiliössä.



Kuva 42. Polttoainepumppu G6 (SSP 443 s.65)

Sähköinen polttoainepumppu pumppaa polttoainetta matalapainepolttoainejärjestelmässä suurpolttoainepumpulle. Sitä ohjataan polttoainepumpun ohjainlaitteelta tulevalla pulssinleveysmoduloidulla signaalilla. Sähköinen polttoainepumppu pumppaa aina sen verran polttoainetta, mitä moottori kulloinkin tarvitsee. Jos polttoainepumppu menee epäkuntoon, moottoria ei voi käyttää. (SSP 443 s.65)

4.5.3 Suihkutussuuttimet N30-N33

Suihkutussuuttimet on työnnetty sylinterikanteen. Ne suihkuttavat polttoainetta korkealla paineella suoraan sylinterien sisään.



Kuva 43. Suihkutussuuttimet N30-N33 (SSP 443 s.66)

Suihkutussuuttimien on mahdollisimman lyhyessä ajassa suihkutettava polttoaine hyvin sumutettuna ja tarkasti. Käyttötavalla kaksoisuihkutus-katalysaattorinlämmitys polttoaine suihkutetaan kahdesti. Ensimmäisen kerran suihkutetaan imutahdin aikana ja toisen kerran noin 50° ennen yläkuoloa lämmittämään katalysaattori nopeasti. Homogeenikäytössä polttoaine suihkutetaan imutahdin aikana ja jaetaan koko palotilaan tasaisesti. Suurpainesuihkutussuuttimissa on 6 reikää polttoaineen suihkutusta varten. Yksittäiset suihkut on järjestetty niin, että palotilan osat kostuvat mahdollisimman vähän ja ilma-polttoaineseos jakaantuu tilaan tasaisesti. Suurin suihkutuspaine on 150 baaria, millä varmistetaan polttoaineen erittäin hyvä rikastuminen ja sumun muodostus. Myös täyskuormakäytössä on siten varmistettu, että polttoainetta suihkutetaan riittävästi. Jos johonkin suihkutussuuttimeen tulee toimintahäiriö, itsediagnoostiikka tunnistaa viallisen suihkutussuuttimen ja suutinta ei enää ohjata. (SSP 443 s.66)

4.5.4 Polttoaineen paineen säätöventtiili N276

Polttoaineen paineen säätöventtiili sijaitsee suurpainepolttoainepumpun vieressä.



Kuva 44. Polttoaineen paineen säätöventtiili N276 (SSP 443 s.68)

Sen tehtävä on tuottaa käyttöön tarpeellinen polttoainemäärä vaadittavalla polttoaineen paineella polttoaineen jakoputkessa. Toimintahäiriössä säätöventtiili on virrattomana auki. Se tarkoittaa, että suurpainetta ei muodostu ja moottori käy sähköisen polttoainepumpun paineella. Tällöin moottorin vääntö laskee merkittävästi. (SSP 443 s.68)

4.5.5 Aktiivihiilisäiliön magneettiventtiili N80

Aktiivihiilisäiliön magneettiventtiili on kiinnitetty lähelle kaasuläpän ohjainyksikköä.



Kuva 45. Aktiivihiilisäiliön magneettiventtiili N80 (SSP 443 s.69)

Venttiiliä ohjataan tahdistetusti. Se vastaa tankin tuuletuksesta. Polttoainehöyryt johdetaan painesuhteiden mukaan kaasuläpän ohjainyksikön taakse imukanavassa tai ennen pakokaasuahdinta. Jotta polttoainehöyryt voitaisiin imeä aktiivihiilisäiliöön, täytyy käytettävissä olla tietty paine-ero. Takaiskuventtiili huolehtii siitä, että ilmaa ei työnny tan-

kin suuntaan. Virtakatkon aikana venttiili on suljettuna. Tankin ilmausta ei enää tehdä ja se voi aiheuttaa polttoaineen hajua. (SSP 443 s.69)

4.5.6 Polttoaineen paineanturi G247

Anturi sijaitsee vauhtipyörän puolella imusarjan alaosassa ruuvattuna polttoaineenjako-putkeen. Se mittaa korkeapainepolttoainejärjestelmän polttoaineen paineen ja lähettää signaalin moottorin ohjainlaitteeseen.



Kuva 46. Polttoaineen paineanturi G247 (SSP 443 s.70)

Moottorin ohjainlaite tutkii signaalin ja säätelee polttoaineen jakoputken painetta polttoaineen paineensäätöventtiilillä. Jos polttoaineen paineanturin toiminta lakkaa, sähköistä polttoainepumppua täysin ohjaava polttoaineen paineensäätöventtiili sammutetaan, ja moottori toimii käytettävissä olevalla polttoaineen paineella. Tällöin moottorin vääntömomentti laskee merkittävästi (SSP 443 s.70)

4.6 CAV-moottorin jäähdytysjärjestelmä

CAV-moottorissa on kaksipiirinen jäähdytysjärjestelmä, jossa on erotettu jäähdytysaineen kuljetus ja erilaiset lämpötilat sylinterilohkon ja -kannen alueilla. Sylinterinkannessa jäähdytysneste johdetaan pakupuolelta imupuolelle. Sen avulla saavutetaan sylinterinkannessa tasainen lämpötilataso. Tätä tapaa kutsutaan poikittaisvirtausjäähdytykseksi. Moottorin jäähdytysjärjestelmä on jaettu kahdeksi kiertopiiriksi.

Noin kolmasosa jäähdytysnesteen määrästä moottorissa virtaa sylintereille ja kaksi kolmasosaa sylinterikannen palotiloille. Etuina kaksipiirisessä jäähdytysjärjestelmässä on, että sylinteriryhmä lämpenee nopeammin, kun jäähdytysneste jää sylinteriryhmään saavuttaakseen 95°C:een lämpötilan. Myös kampikoneiston kitka on pienempi, koska sylinteriryhmän lämpötila on noussut. Etuina on myös palotilan parempi jäähdytys, koska sylinterikannen lämpötila on alhainen, 80 °C. Siten saavutetaan aiempaa parempi täytös pienemmällä nakutusriskillä. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi muutamia jäähdytysjärjestelmän komponentteja ja niiden toimintaa.

4.6.1 Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G62

Anturi sijaitsee jäähdytysnesteen jakajassa. Se mittaa jäähdytysnesteen lämpötilan ja välittää tiedon edelleen moottorin ohjainlaitteelle.

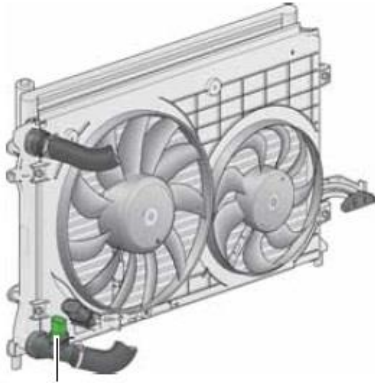


Kuva 47. Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G62 (SSP 443 s.73)

Jäähdytysnesteen lämpötilaa käytetään muiden tietojen ohella suihkutusmäärän ja sytytysketken laskemiseen, sekä ajokäyttötoimintojen ohjaamiseen. Jos signaali katkeaa, moottorin ohjainlaite laskee taulukon mukaan lämpötilan, joka on tiettyjen toimintojen käytettävissä. (SSP 443 s.73)

4.6.2 Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G83 jäähdyttimen lähdössä

Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G83 on jäähdyttimen lähdössä olevassa letkussa ja se mittaa siellä jäähdyttimestä lähtevän jäähdytysnesteen lämpötilan.



Kuva 48. Jäähdytysnesteen lämpötila-anturi G83 jäähdyttimen lähdössä (SSP 443 s.73)

Vertailemalla molempia signaaleja jäähdytysnesteen lämpötila-antureista G62 ja G83 voidaan ohjata jäähdytystuulettimen toimintaa.

Jos jäähdytysnesteen lämpötila-anturin G83 signaali katkeaa, korvaavana arvona käytetään jäähdytysnesteen lämpötila-anturin G62 lämpötilaa. (SSP 443 s.73)

4.6.3 Jäähdytysnesteen kiertovesipumppu V50

Jäähdytysnesteen kiertovesipumppu sijaitsee kolmitoimikatalysaattorin alueella moottoritilassa vasemmalla puolella. Se on liitetty jäähdytysnesteen paluuvirtaukseen jäähdytysnesteen jakokotelosta jäähdyttimeen.



Kuva 49. Jäähdytysnesteen kiertovesipumppu V50 (SSP 443 s.64)

Moottorin sammuttamisen jälkeen pakokaasuahtimen alueella esiintyvän jäähdytysnesteiden jälkikuumuuden vuoksi saattaa esiintyä ylikuumentumista (kaasuuntuminen). Tämä estetään siten, että moottorin ohjainlaite ohjaa jäähdytysnesteiden kiertovesipumppua enintään 15 minuutin ajan.

Jäähdytysnesteiden kiertovesipumpun jälkikäyttöä varten ehtona on G62 ja öljymääräanturin G266 signaalien esiintyminen. Jos jäähdytysnesteiden kiertovesipumppu menee epäkuuntoon, jälkikierto ei ole mahdollinen, mikä voi johtaa ylikuumentumiseen. Itse diagnostiikka ei tunnista viallista pumppua. (SSP 443 s.64)

4.6.4 Lisävesipumpun rele J496

Lisävesipumpun rele on kojetaulun alapuolella vasemmalla



Kuva 50. Lisävesipumpun rele J496 (SSP 443 s.64)

Releen kautta kytketään korkea käyttövirta jäähdytysnesteiden kiertovesipumppua V50 varten. Jos rele menee epäkuuntoon, jäähdytysnesteiden jälkikierto ei ole mahdollinen, mikä voi johtaa ylikuumentumiseen. (SSP 443 s.64)

4.7 Pohdintaa CAV-moottorista

CAV-moottorista puuttuu ulkoinen pakokaasujen takaisinkierrätys. Ahdinkomponenttien vuoksi osuus, jossa moottori toimii puhtaana vapaasti hengittävänä moottorina, on vähäinen. Tämä on kuitenkin tarpeellinen pakokaasujen imemiselle. Käytettäessä ulkoista pakokaasujen takaisinohjausta olisi taulukkotunnistusalue erittäin pieni ja sulkeamalla uudelleen avattu kaasuläppä polttoainestä kokonaiskulutuksen kannalta alhainen, tämän vuoksi CAV-moottorissa ei ole EGR-järjestelmää käytössä. CAV-moottorissa on perinteinen lambda-anturi, eikä laajakaistalambda-anturia, toisin kuin suuressa osassa muissa MED-motronic järjestelmissä. Moottorissa ei myöskään käytetä kerrossyöttöä. Tämän vuoksi järjestelmässä ei tarvita erillistä NO_x-varaajakatalysaattoria.

CAV-moottorin ohjausjärjestelmässä tarvitaan useita antureita mittaamaan kemiallisia ja fysikaalisia suureita. Suurin syy antureiden määrään on kaksi ahdintaa, jotka tarvitsevat toimiakseen tehokkaasti reaaliaikaiset ja tarkat signaalit moottorin ohjainlaitteelta.

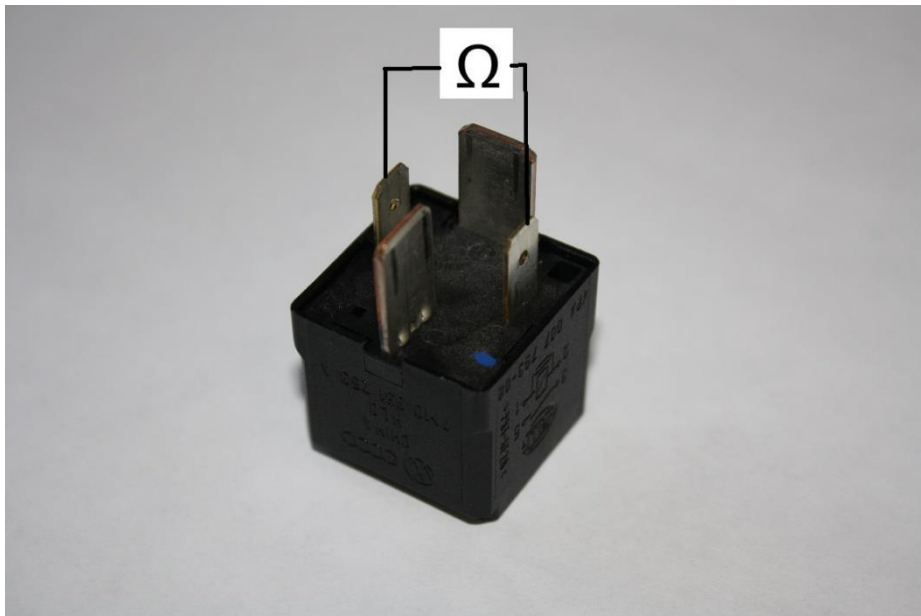
5 MOTRONIC-JÄRJESTELMÄN MITTAUSTYÖ

Tässä osiossa tehdään mittaustyö, jossa mitataan 1.4 TSI CAV Golfissa olevan MED Motronic 17.5.5 moottoriohjausjärjestelmän komponenttien vastuksia ja signaaleja. Mittaustyö on jaettu kolmeen osioon. Ensimmäisessä osiossa mitataan yleismittarilla viiden eri moottoriohjausjärjestelmän komponentin sähkövastukset ja pohditaan mittaustuloksia. Toisessa vaiheessa tutkitaan polttonestepumpun ja sen ohjainlaitteen syöttöjännitettä, pumpulle tulevaa virtaa ja ohjainlaitteen vastusta. Kolmannessa vaiheessa tutkitaan viiden eri toimilaitteen signaalia Break-Out-Box:n ja oskilloskoopin välityksellä.

5.1 Moottoriohjausjärjestelmän komponenttien vastuksien mittausta

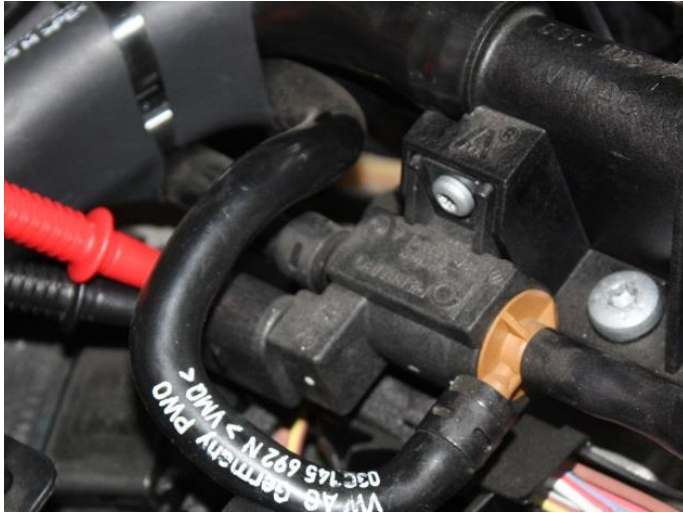
Mittaustyön ensimmäisessä vaiheessa mitataan moottoriohjausjärjestelmän eri komponenttien vastuksia.

Ensimmäisenä mitataan Motronic-järjestelmän virtareleen vastus. Motronic-järjestelmän virtarele sijaitsee konehuoneessa vasemmalla puolella sulakerasiassa. Irrotetaan Motronic virtarele sulakerasiasta ja mitataan releen vastus napojen väliltä kuvan 51 mukaisesti. Ohjearvo ehjän releen vastukselle on n. 70-80 ohmia.



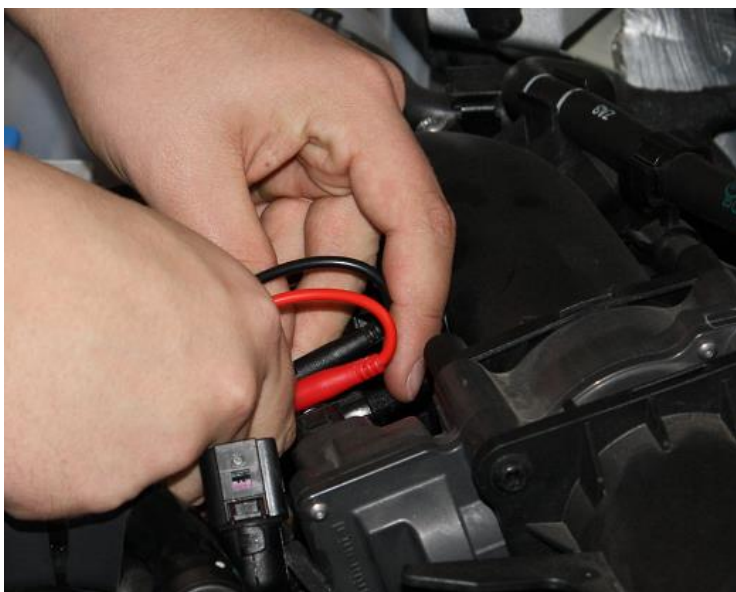
Kuva 51. Motronic-järjestelmän virtareleen vastuksen mittaaminen (Mikko Rikalainen 3/2014)

Seuraavaksi mitataan ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiin N75 vastus. Venttiilin mittaamiseksi tarvitsee moottorin päällismuovi irrottaa. Irrotetaan venttiilin liitin ja mitataan vastus venttiilin napojen väliltä kuvan 52 mukaisesti. Ohjearvo ehjän venttiilin vastukselle on 20 – 30 Ohmia.



Kuva 52. Ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiin vastuksen mittaus (Mikko Rikalainen 3/2014)

Kolmas mitattava kohde on nokka-akselien säätöventtiili N205. Irrotetaan venttiilistä liitin ja mitataan vastus kuvan 53 mukaisesti. Venttiilin vastus on suuruudeltaan 70-80 ohmia.



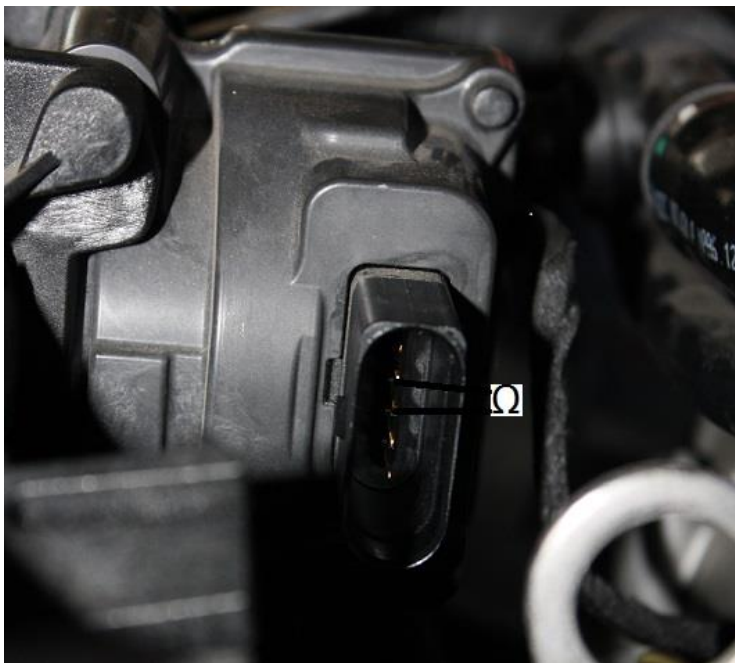
Kuva 53. Nokka-akselien säätöventtiin vastuksen mittaus (Mikko Rikalainen 3/2014)

Neljäs mitattava kohde on nokka-akselin asentotunnistin G40. Irrotetaan anturin liitin ja mitataan vastus napojen väliltä kuvan 54 mukaisesti. Ehjän anturin vastus on suuruudeltaan 60-80 ohmia.



Kuva 54. Nokka-akselin asentotunnistimen vastuksen mittaus (Mikko Rikalainen 3/2014)

Viimeinen mitattava kohde on imuputken läpän magneettiventtiili N316. Irrotetaan venttiilin liitin ja mitataan vastus napojen 2 ja 3 väliltä kuvan 55 mukaisesti. Ohjearvo ehjälle venttiilille on 30-40 ohmia.



Kuva 55. Imuputken läpän magneettiventtiilin vastuksen mittaus (Mikko Rikalainen 3/2014)

5.2 Polttonestepumpun G6 ja polttoainepumpun ohjainlaitteen J538 mittauksia

Toisessa mittausosiossa tehdään polttonestepumpun G6 ja sen ohjainlaitteen J538 mittauksia, joissa mitataan polttonestepumpulle kulkevan virran suuruutta, polttonestepumpun ohjainlaitteelle tulevaa syöttöjännitettä ja mitataan polttonestepumpun ohjainlaitteen vastus.

Polttonestepumppu ja polttonestepumpun ohjainlaite sijaitsevat auton takapenkin istuinosan alla oikealla puolella. Aloitetaan työ irrottamalla takapenkin istuinosaa ja kampeamalla suojaus irti polttoainepumpun päältä esim. muovikiilalla. Irrotetaan polttoainepumpun ohjainlaite kuvan 56 mukaisesti.



Kuva 56. Polttoainepumpun ohjainlaitteen irrotus (Mikko Rikalainen 3/2014)

Irrotetaan polttoainepumpun ohjainlaitteen liitin ja mitataan polttonestepumpun ohjainlaitteen syöttöjännite liittimien 1 ja 6 väliltä kuvan 57 mukaisesti. Ohjearvo jännitteen suuruudelle on sama kun akkujännite eli noin 12-13 voltia.



Kuva 57. Polttonesteen ohjainlaitteen syöttöjännitteen mittaus (Mikko Rikalainen 3/2014)

Tämän jälkeen mitataan polttonestepumpun ohjainlaitteen vastus napojen 2 ja 7 väliltä. Ohjearvo ohjainlaitteen vastuksen suuruudeksi on 4-6 ohmia.

Tämän jälkeen kiinnitetään liitin takaisin polttoainepumpun ohjainlaitteeseen, kammetaan musta laipan suojus pois polttonestepumpun päältä esim. muovikiilalla. Käynnistetään auto ja annetaan sen käydä tyhjäkäynnillä jonkin aikaa. Mitataan virtapihdeillä polttonesteenpumpun hetkellinen virrankulutus polttoainepumpulle menevän punaisen johtimen ympäriltä. Ohjearvo virrankulutukselle on enintään 9 ampeeria.

5.3 Moottorinohjausjärjestelmän komponenttien signaalien mittaus

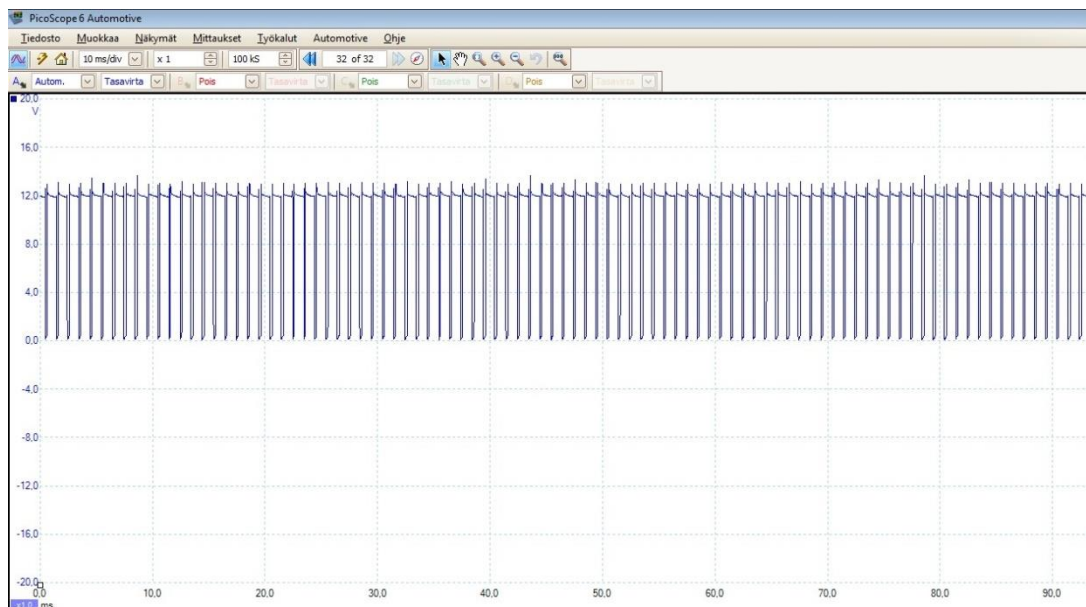
Viimeisessä mittausosiossa tarkastellaan moottorinohjainlaitteiden eri komponenttien signaalia Break-Out-Boxin ja oskilloskoopin välityksellä. Break-Out-Boxin avulla saadaan tarkasteltua tietyn komponentin moottorin ohjainlaitteelle lähettämää signaalia.

Ennen työn aloittamista tarvitsee kaikki vikakoodit olla poistettuna. Työ aloitetaan irrottamalla moottorin ohjainyksikkö ja liitetään Break-Out-Box moottorin ohjainlaitteen ja moottorin johtosarjan väliin kuvan 59 mukaisesti. Kytkeä tehdessä tarvitsee sytytysvirran olla kytkettynä pois. Kaikkia signaaleja mitattaessa käytetään maapisteenä mittauspaikkaa T60/13. Signaaleja tarkastellaan tietokoneelta PicoScope 6 Automotive sovelluksella.



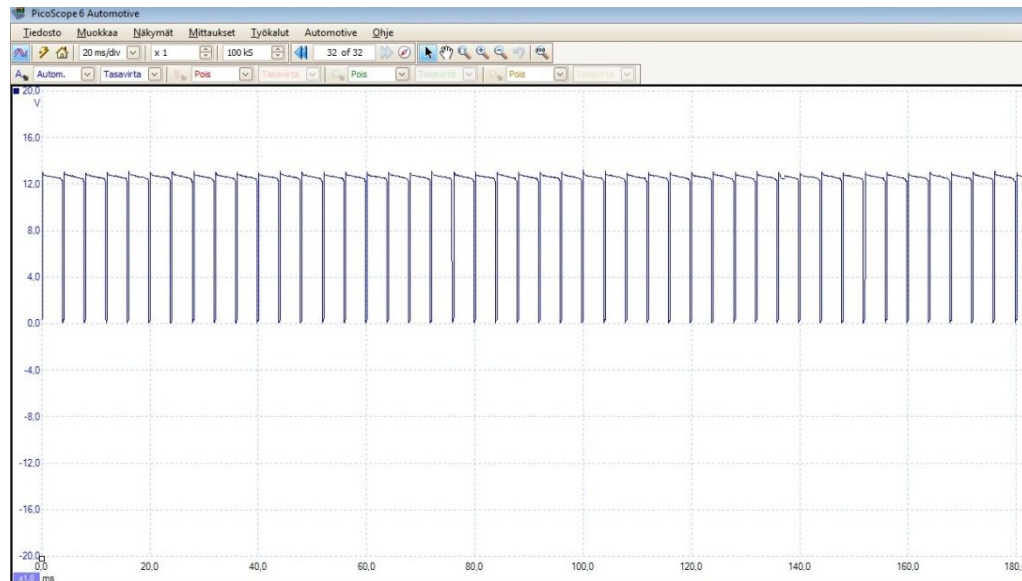
Kuva 59. Break-Out-Box:n kytkeminen (Mikko Rikalainen 3/2014)

Ensimmäisenä mitataan säätöläppien ohjainyksiköltä V380 tuleva signaali tyhjäkäynnillä. Kytetään punaisella päällä varustettu mittauspää kohtaan T60/45 ja tarkastellaan säätöläppien ohjainyksiköltä moottorinohjainyksikölle tulevaa signaalia oskilloskoopin välityksellä. Kuvassa 60 on esitettyä kyseinen signaali.



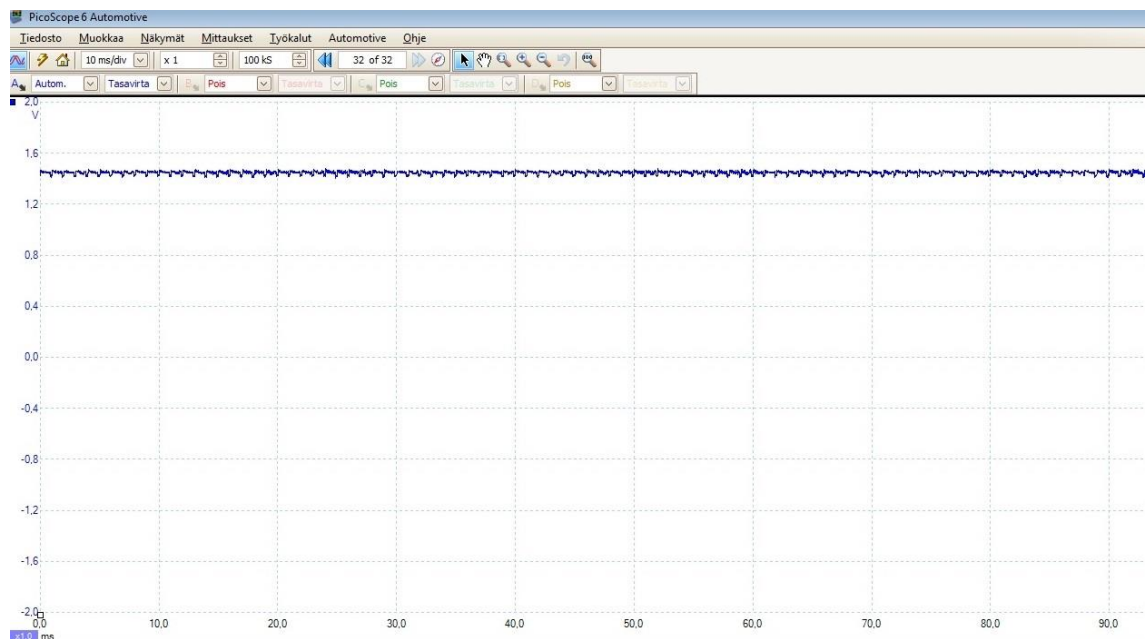
Kuva 60. Säätöläppien ohjainyksikön signaali tyhjäkäynnillä (Mikko Rikalainen 3/2014)

Seuraava komponentti, jonka signaalia tarkastellaan on nokka-akselin säätöventtiili N205. Signaali mitataan auton ollessa tyhjäkäynnillä kohdasta T60/50. Kuvassa 61 esitettynä kyseinen signaali.



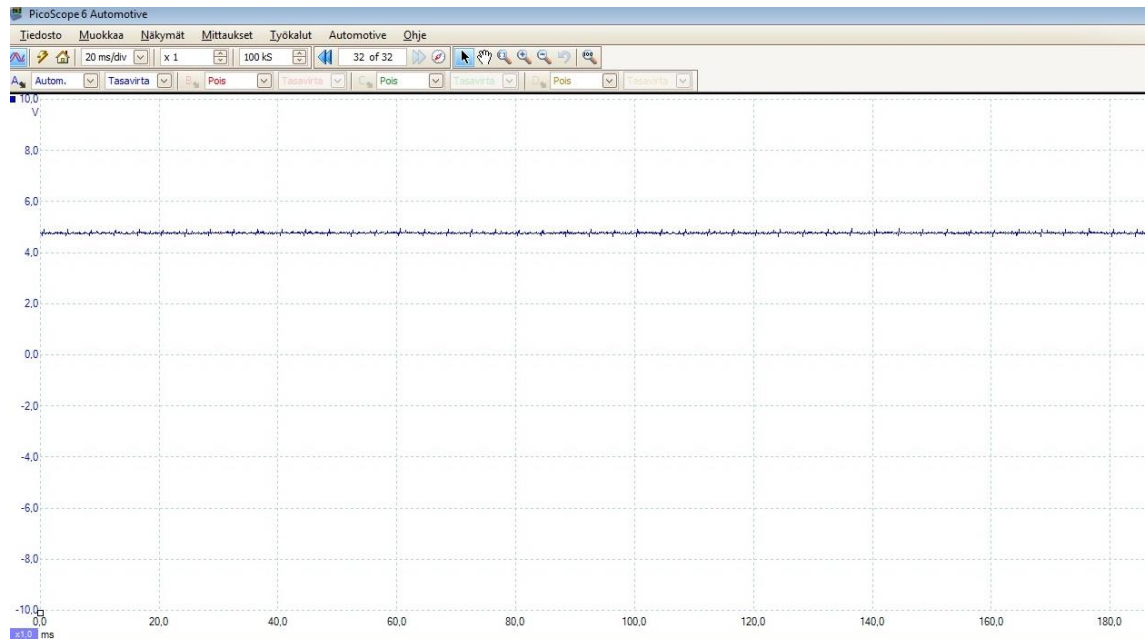
Kuva 61. Nokka-akselin säätöventtiilin signaali tyhjäkäynnillä (Mikko Rikalainen 3/2014)

Tämän jälkeen tarkastellaan nakutustunnistimen G61 signaalia tyhjäkäynnillä. Signaali mitataan kohdasta T60/21. Signaali esitettynä kuvassa 62



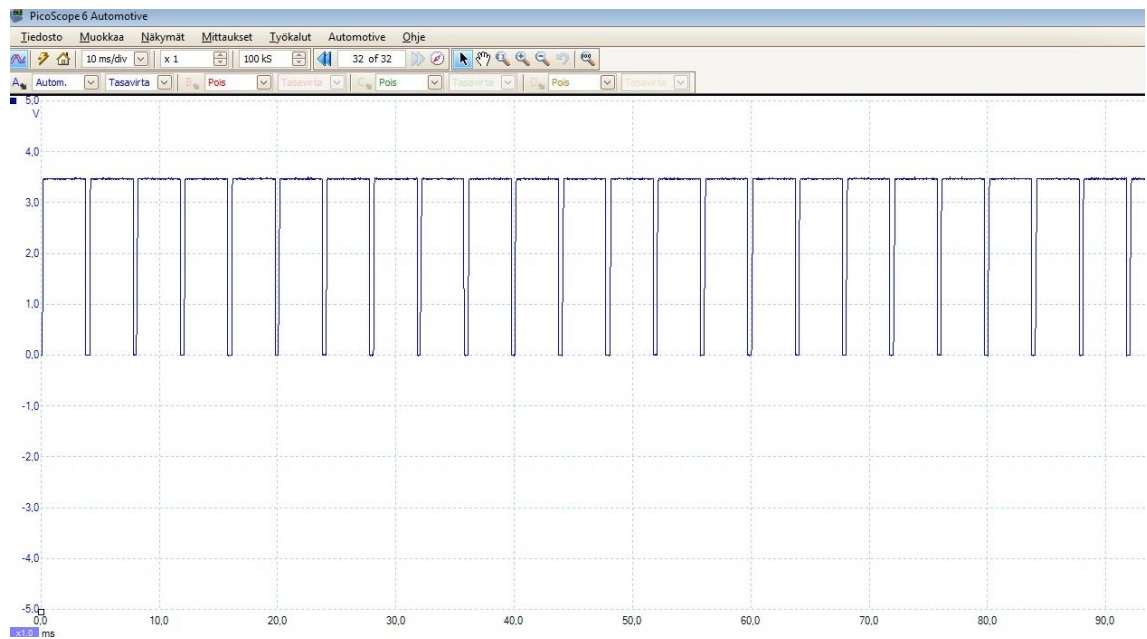
Kuva 62. Nakutustunnistimen signaali tyhjäkäynnillä (Mikko Rikalainen 3/2014)

Tarkastetellaan nokka-akselin asentotunnistimen G40 signaalia sytytysvirran ollessa päällä, ennen auton käynnistystä. Signaali mitataan kohdasta T60/53. Signaali esitettyinä kuvassa 63.



Kuva 63. Nokka-akselin asentotunnistimen signaali sytytysvirran ollessa päällä (Mikko Rikalainen 3/2014)

Viimeisessä kohdassa tarkastellaan polttonesteen paineanturin G247 signaalia tyhjäkäynnillä. Signaali mitataan kohdasta T60/40. Signaali esitettyinä kuvassa 64.



Kuva 64. Polttonesteen paineanturin signaali tyhjäkäynnillä (Mikko Rikalainen 3/2014)

6 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda yleiskuvaus Motronic-järjestelmien kehittymisestä ja paneutua tarkemmin TAMK:n autolaboratoriossa olevan Volkswagen Golf VI 1,4 TSI:n moottorinohjausjärjestelmään ja eritellä moottorinohjauksen komponentteja. Aluksi käytiin järjestelmän komponenttien toimintaa läpi ja lopuksi tehtiin mittaustyö, jossa mitattiin ja tutkittiin moottorinohjausjärjestelmän eri komponenttien toimintaa.

Työn tekemisen suurin haaste oli kirjallisen materiaalin löytäminen. Suurelta osin lähdemateriaali oli kirjoitettu englannin kielellä. Myös työn laajuuden suunnittelu tuotti haasteita. Oli rajattava alue, jota lähti käsittelemään ja seulottava oleellinen tieto opinnäytetyöhön. Paikoitellen aiheesta kirjoittaminen tuotti haasteita ja työ eteni hitaasti. Myös mittaustyön suunnittelu ja sen laajuuden päättäminen tuotti haasteita. Sain kuitenkin pala kerrallaan kasattua tarvittavan materiaalin kasaan ja tehtyä mittaustyön sekä yhdistettyä sen teoreettiseen aineistoon.

LÄHTEET

BOSCH, Autoteknillinen taskukirja, 6. painos Jyväskylä, Gummerus Oy 2003

BOSCH 2004 www-sivu luettu 25.3.2013 BMW 732i –ensimmäinen Motronic-järjestelmä tuotannossa http://www.bosch.pl/content/language2/html/734_2379.htm

VOLKSWAGEN Itseopiskelumateriaali SSP 253 Luettu 25.3.2013 BOSCH MOTRONIC-MED

VOLKSWAGEN Itseopiskelumateriaali SSP 443. Luettu 3.5.2013 1.4 litran TSI moottori, jossa kaksoisahdin.

VOLKSWAGEN Itseopiskelumateriaali SSP 423 Luettu 2.6.2013 Golf 6

Seppälä, Juha, Bensiinimoottorin ohjaus Motronic-järjestelmät. 1. suomenkielinen käännös saksankielisestä painoksesta. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Helsinki 2006. 99 s.

Euro-standardien mukaiset päästötaulukot
<http://www.autowiki.fi/index.php/P%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6luokitukset>

Suomen Autolehti 8/2008 Volkswagen CAV-moottori. Luettu 17.9.2013

BOSCH Autojen anturit. suomenkielinen käännös saksankielisestä painoksesta. Autoalan Koulutuskeskus Oy. 2009. 165 s

BOSCH Mekaaninen bensiininsuihkutusjärjestelmä lambda-säädöllä K-Jetronic. Autoalan Koulutuskeskus Oy. 1985. 24 s.

BOSCH Gasoline Fuel-Injection System Mono-Jetronic. 1997 46 s.

LIITTEET

Liite 1. TAMK:n autolaboratorioon työohjeet Motronic-järjestelmän tutkimiseen.

1. Tehtävä

Työssä mitataan MED-motronic moottorihjausjärjestelmän eri komponenttien sähkövastuksia ja tutkitaan toimilaitteilta moottorin ohjainlaitteelle tulevia signaaleja oskilloskoopin välityksellä. Työssä tutkitaan myös polttonestepumpun ja sen ohjainlaitteen toimintaa

Oppimistavoitteet

- Opiskelija osaa mitata komponenttien sähkövastuksia
- Opiskelija osaa tulkita moottorin ohjainlaitteelle tulevia signaaleja

2. Työssä tarvittavat välineet

- Yleismittari Fluke
- Break-Out-Box (F0-32/hylly02/01-03)
- Pihtivirtamittari
- Oskilloskooppi (F0-24/hylly01/01-01)
- Kannettava tietokone
- VW Golf IV CAVD 1.4 TSI -08

3. Työn suorittaminen

Suoritetaan ohjeiden mukaisesti mittaukset eri toimilaitteilta. Ensimmäisessä vaiheessa mitataan komponenttien sähkövastuksia. Toisessa vaiheessa tutkitaan polttonestepumpun ja sen ohjainlaitteen syöttöjännitettä, pumpulle tulevaa virtaa ja ohjainlaitteen vastusta. Kolmannessa vaiheessa tutkitaan viiden eri toimilaitteen signaalia, Break-Out-Box:n ja oskilloskoopin välityksellä. Suoritetaan mittaukset ohjeiden mukaisesti ja varmistetaan, että vikakoodit on tyhjennetty ennen työn aloitusta.

Moottorihjausjärjestelmän komponenttien vastuksien mittaukset

- Mitataan Motronic-virtareleen vastus
- Mitataan ahtopaineen rajoittimen magneettiventtiilin vastus
- Mitataan nokka-akselin säätöventtiilin vastus
- Mitataan nokka-akselin asentoanturin vastus
- Mitataan imuputken läpän magneettiventtiilin vastus

Polttonestepumpun ja sen ohjainlaitteen mittaukset

- Aloitetaan työ irrottamalla takapenkin istuinosa ja kampeamalla suojus irti polttoainepumpun päältä esim. muovikiilalla.
- Irrotetaan polttoainepumpun ohjainlaitteen liitin ja mitataan polttonestepumpun ohjainlaitteen syöttöjännite liittimien 1 ja 6 väliltä
- Mitataan polttonestepumpun ohjainlaitteen vastus napojen 2 ja 7 väliltä
- Kiinnitetään liitin takaisin polttoainepumpun ohjainlaitteeseen kammetaan musta laipan suojus pois polttonestepumpun päältä esim. muovikiilalla. Käynnistetään auto ja annetaan sen käydä tyhjäkäynnillä jonkin aikaa. Mitataan virtapihtimittarilla polttonestepumpun hetkellinen virrankulutus polttoainepumpulle menevän punaisen johtimen ympäriltä

Moottorihjausjärjestelmän komponenttien signaalien mittaus

- Tarkastellaan moottorihjainlaitteiden eri komponenttien signaalia Break-Out-Boxin ja oskilloskoopin välityksellä. Käytetään maapisteenä mittauspistettä T60/13
- Mitataan säätöläppien ohjainyksiköltä V380 tuleva signaali tyhjäkäynnillä. Kytetään punaisella päällä varustettu mittauspää kohtaan T60/45 ja tarkastellaan säätöläppien ohjainyksiköltä moottorihjainyksikölle tulevaa signaalia oskilloskoopin välityksellä.
- Seuraava komponentti, jonka signaalia tarkastellaan on nokka-akselin säätöventtiili N205. Signaali mitataan auton ollessa tyhjäkäynnillä kohdasta T60/50.
- Tarkastellaan nakutustunnistimen G61 signaalia tyhjäkäynnillä. Signaali mitataan kohdasta T60/21.
- Tarkastellaan nokka-akselin asentotunnistimen G40 signaalia sytytysvirran ollessa päällä, ennen auton käynnistystä. Signaali mitataan kohdasta T60/53

- Viimeisessä kohdassa tarkastellaan polttonesteen paineanturin G247 signaalia tyhjäkäynnillä. Signaali mitataan kohdasta T60/40.

4. Raportointi

Raportointiin yleisen ohjeistuksen lisäksi

- Työssä mitattujen komponenttien vastuksien suuruudet
- Polttonestepumpun ja sen ohjainlaitteen mittauksien tulokset
- Oskilloskoopilla mitatut kuvaajat toimilaitteilta
- Pohdintaa tarvitseeko tämälntyyllisiä mittauksia tehdä nykyaikaisen korjaamon vianhaussa