

Ari Mäkinen & Tuomas Lehto

WÄRTSILÄ 46 F COMMONRAILPOLTTOAINEJÄRJESTELMÄ

Merenkulun koulutusohjelma

Merenkulkualan insinööri

2013

WÄRTSILÄ 46 F COMMONRAILPOLTTOAINEJÄRJESTELMÄ

Mäkinen, Ari
Lehto, Tuomas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Merenkulun koulutusohjelma
Huhtikuu 2013
Ohjaaja: DI, lehtori Pauli Rantala
Sivumäärä:52
Liitteitä:2

Asiasanat: commonrail, polttoainejärjestelmä, yhteispaineruiskutus

Tämän työn aiheena on Wärtsilän kehittämä commonrail yhteispaineruiskutusjärjestelmä. Commonrail on polttoainejärjestelmä nykyaikaisiin dieselmootoreihin. Työn tarkoitus on kuvailla mekaanisen- ja automaatiojärjestelmän toiminta sekä selvittää jokaisen järjestelmässä olevan komponentin toimintaperiaate ja toiminta.

Commonrail on kehitetty optimoimaan moottorin polttoaineensyöttöä kaikilla kuormitusalueilla. Järjestelmällä pyritään saavuttamaan oikea-aikainen polttoaineensyöttö sekä ennen kaikkea optimoimaan polttoaineen syöttömäärä. Optimaalisella polttoaineen syöttömäärällä pystytään vähentämään merkittävästi polttoaineen kulutusta joka myös suoraan vaikuttaa moottorin tuottamaan päästömäärään.

Yhteispaineruiskutus on vastaus nykyaikaisiin vaatimuksiin laskea polttoaineenkulutusta sekä alentaa päästöjä ympäristövaatimusten mukaisesti.

WÄRTSILÄ 46 F COMMON RAIL FUEL SYSTEM

Mäkinen Ari

Lehto, Tuomas

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine Engineering

April 2013

Supervisor: MSc Rantala, Pauli

Number of pages:52

Appendices:2

Keywords: commonrail, fuel system, direct fuel injection

The purpose of this thesis was to study the common rail fuel system developed by Wärtsilä. Common rail is a fuel system for modern diesel engines. The purpose of the work is to describe the mechanical and automation system, and to describe each component's, working principle and function in the system.

Common Rail has been developed to optimize the engine's fuel supply at all load's. The system aims to achieve the correct timing of fuel injection and to optimize fuel supply amount. The optimal fuel supply amount can significantly reduce fuel consumption, which directly affects to the amount of emissions produced.

Common rail is the answer to the modern requirements to reduce fuel consumption as well as lower emissions to meet the environmental standards.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Yleistä	6
1.2 Tiedonhankinta ja tutkimusmentelmä	7
1.3 Tutkimusongelma	7
1.4 Historia	7
1.5 Toimintaperiaate	8
2 COMMONRAIL JÄRJESTELMÄ	9
2.1 Komponentit9	
2.1.1 Virtauksen säätöventtiili	10
2.1.2 Polttoainepumppu	11
2.1.3 Paineakku	12
2.1.4 Ylivirtaussuoja	13
2.1.5 Paineakku käynnistys- ja varoventtiilillä	14
2.1.6 Käynnistys- ja varoventtiili	15
2.1.7 Polttoaineen paluuvirtauksen kolmitieventtiili	17
2.1.8 Polttoainesuutin	18
2.1.9 Solenoidiventtiili	24
2.1.10 Satelliittiventtiili	25
2.1.11 Vuotopolttoainejärjestelmä	26
2.1.12 Paineensäätöventtiili	28
2.1.13 Ohjausöljyjärjestelmä	29
3 POLTTOAINEEN KIERTO	32
3.1 Polttoaineen esilämmityskierto	32
3.2 Ruiskutuskierto	33
3.3 Paluukierto	34
4 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	35
4.1 Yleistä	35
4.2 UNIC C3 järjestelmänkomponentit	36
4.2.1 Paikallinen ohjauspaneeli	36
4.2.2 Pääohjausyksikkö	36
4.2.3 Sylinterin ohjausyksikkö	36
4.2.4 IOM	37
4.2.5 Moottorin turvamuodi	37
4.2.6 Sähköjakelumuodi	37
4.3 Paikallinen ohjauspaneeli	38
4.3.1 WIP-10 näyttö	39

4.3.2 Paikallisnäyttö.....	40
4.4 Pääohjausyksikkö.....	42
4.5 Turvamoduuli	43
4.6 Sylinterin ohjausyksikkö	44
4.7 Tulo- ja lähtömoduuli	46
4.8 Sähkönjakelumoduuli.....	47
4.9 Moottorin nopeuden ja tahdin mittaus	48
5 YHTEENVETO.....	49
LÄHTEET	50
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Commonrail eli yhteispaineruiskutusjärjestelmä on nykyaikainen dieselmoottorin polttoaineensyöttöjärjestelmä. Commonrail perustuu automaatiolla säädettävään järjestelmään, jossa dieselmoottorin jokaisen sylinterin polttoaineensyöttöä pystytään säätämään erillisenä omana yksikkönään. Järjestelmä on kehitetty optimoimaan koneen polttoaineensyöttöä, jonka avulla polttoaineen kulutusta sekä päästöjä pyritään vähentämään. Laivojen päästöissä huomiota herättävä on näkyvät savukaasut, savukaasut pakokaasun seassa tarkoittavat yleensä sitä että mukana on palamatonta polttoainetta. Jo hyvin pieni määrä polttoainetta näkyy savuna pakokaasun seassa. Palamatonta polttoainetta pääsee pakokaasuihin alhaisen kuormituksen takia esimerkiksi satamiin saavuttaessa.

Commonrail polttoaineensyöttöjärjestelmällä pyritään ajoittamaan polttoaineen syöttö ajankohta optimaaliseksi sekä saavuttamaan optimaalinen polttoaineen syöttömäärä moottorin koko toiminta-alueella, kun taas perinteisellä dieselmoottorilla koneen toiminta on pyritty optimoimaan 85 prosentin kuormituksella. Commonrail järjestelmä pyrkii pitämään polttoaineen syöttöpaineen koko ajan korkeana, joten polttoaineen syöttöajankohta sekä syöttömäärä pystytään kontrolloimaan tarkemmin. Juuri näillä toimilla pyritään vähentämään koneen tuottamia päästöjä. Mitä vähemmän polttoainetta käytetään sitä vähemmän tulee päästöjä.

Juuri polttoaineen kulutus ja moottoreiden päästöarvot ovat nykyaikana erittäin suuren tarkkailun alla. Näihin vaatimuksiin commonrailjärjestelmällä pyritään tuottamaan kilpailukykyinen vaihtoehto dieselmoottorien mallivalikoimassa.

1.2 Tiedonhankinta ja tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmä on pääpiirteiltään kvalitatiivinen. Aineisto on pääasiassa teoreettista, lukuun ottamatta joitain esimerkkejä käytännön toiminasta. Työn tarkoitus on teoreettisen aineiston avulla määrittellä commonrailpolttoainejärjestelmän toiminta ja järjestelmän perusperiaatteet sekä tavoitteet.

Tutkimuksen kohde ja pääasiallinen kysymys on commonrailpolttoainejärjestelmän toimintaperiaate. Toimintaperiaatteen hahmottamisen apukeinona käytetään järjestelmän eri komponenttien periaatekuvia, joiden avulla toiminta pyritään selvittämään lukijalle. Järjestelmän ymmärtäminen vaatii jonkin verran perustietoa dieselkoneen toimintaperiaatteesta, jotta pystyy sisäistämään commonrailjärjestelmän perusperiaatteen.

Laadulliselle tutkimukselle ominaisesti tutkimuskohteeksi määriteltiin yksikonetyyppi toimintaperiaatteen yksinkertaistamiseksi. Tutkimuksen pääkysymykset pyrkivät vastaamaan lukijalle miten komponentit toimivat. Työn avulla pyritään myös vastaamaan kysymykseen miksi järjestelmä on kehitetty.

1.3 Tutkimusongelma

Materiaalin löytäminen commonrailista oli haastavaa, koska tekniikka on uutta ja eikä aiheesta kirjallista aineistoa juuri ollenkaan. Pääasiassa kaikki materiaali on englanninkielistä. Ongelma ovat myös komponenttien suomennotukset, koska niille ei ole virallisia suomenkielisiä nimiä.

1.4 Historia

Commonrail polttoainejärjestelmä on alun perin kehitetty Sveitsissä 1960-luvun lopulla sveitsiläisen insinööri Robert Huberin toimesta. Ensimmäinen tuotantoversio commonrailista kehitettiin Japanissa 1990-luvulla. Ensimmäiset versiot järjestelmästä olivat tieliikennekäyttöön suunnattuja.

Wärtsilä kiinnostui commonrailtekniikasta 1970-luvulla. Yhtiö sai suunnittelutyön valmiiksi vuonna 1996. Seuraavana vuonna rakennettiin prototyyppi ja testaus aloitettiin vuonna 1998. Kehitystyön edetessä commonrailpolttoainejärjestelmä sovitettiin Wärtsilän raskaimpaan 46-malliin. Ensimmäinen laivakäyttöön asennettu 46-commonrailkone asennettiin vuonna 2001. Laivaksi valikoitui Masa-Yardsin telakalla Helsingissä rakennettu M/S Carnival Spirit. Laivan dieselsähköisen propulsiojärjestelmän kuudesta 46-mallisarjan koneesta yksi on varustettu commonrailpolttoainejärjestelmällä.

1.5 Toimintaperiaate

Perinteinen polttoaineensyöttöjärjestelmä perustuu nokka-akselin ohjauksella toimivaan dieselmoottoriin. Moottorin toiminta perustuu nokka-akselin mekaaniseen ajoituksen säätöön. Kaikki sylinterit saavat ohjauksen samalta akselilta. Perinteisen järjestelmän etuna on sen yksinkertaisuus. Sen suorituskyky ei kuitenkaan enää riitä vastaamaan nykyajan vaatimuksiin.

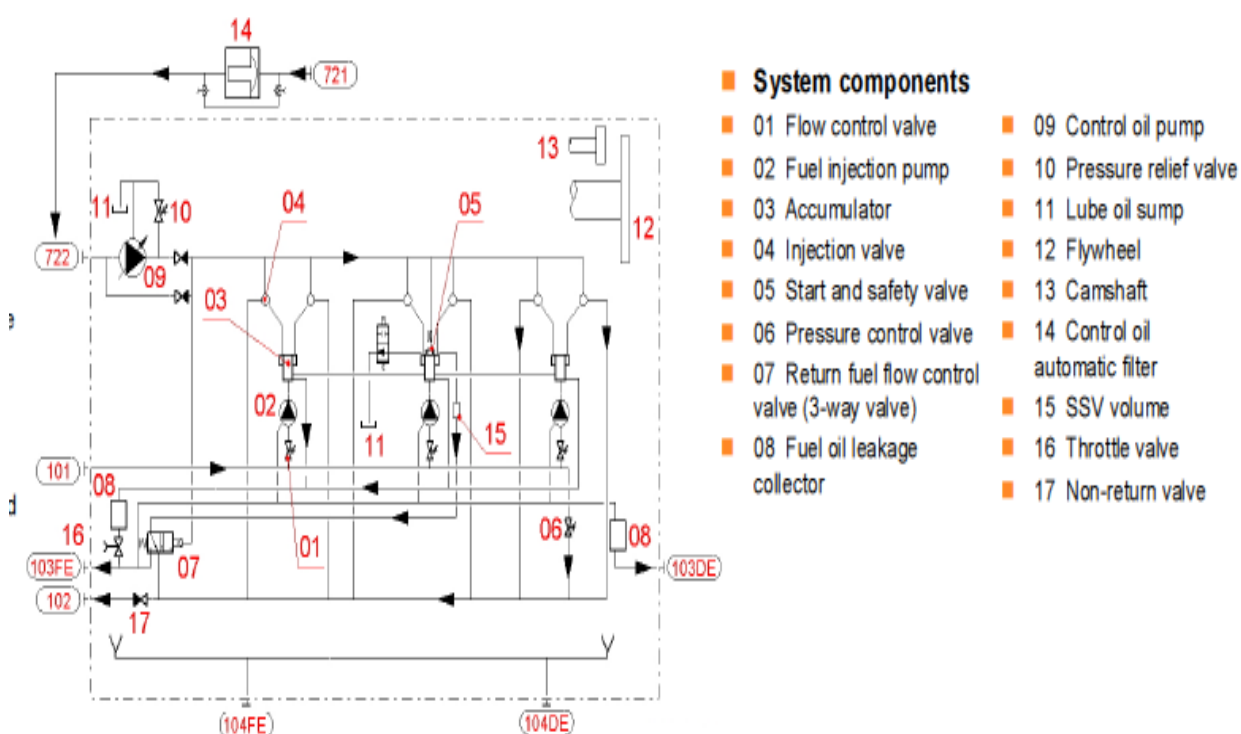
Commonrailjärjestelmässä polttoaineen ruiskutusjärjestelmä on suunniteltu täysin uudelleen. Nokka-akselia käytetään ainoastaan polttoainepaineen luomiseksi järjestelmään. Polttoaineen syöttö on suunniteltu siten että jokaisen sylinterin polttoaineensyöttö on oma itsenäinen yksikkö. Jokaista sylinteriä voidaan käsitellä yksikkönä. Tämä antaa mahdollisuuden optimoida moottorisuorituskykyä erittäin tarkasti säätämällä polttoaineen syötön ajoitusta sekä syöttöaikaa.

2 COMMONRAIL JÄRJESTELMÄ

2.1 Komponentit

Commonrailjärjestelmä koostuu monista eri komponenteista, joista jokaisella komponentilla on oma tehtävänsä järjestelmässä. Kappaleessa kuvataan yhteispaineruis-kutusjärjestelmän keskeiset komponentit. Komponenttien toiminta visualisoidaan kuvilla joiden avulla lukijan on tarkoitus havainnollistaa kunkin komponentin toiminta.

Kuva 1 esittää yleiskaaviota commonrailjärjestelmästä. Kaavion komponentit ovat esitelty englanniksi, suomennos jokaisesta komponentista löytyy liitteestä 1. Kaavion on tarkoitus havainnollistaa järjestelmää kokonaisuutena. Järjestelmän keskeisten komponenttien toiminta käydään läpi jokaisen komponentin kohdalla erikseen tulevissa kappaleissa.



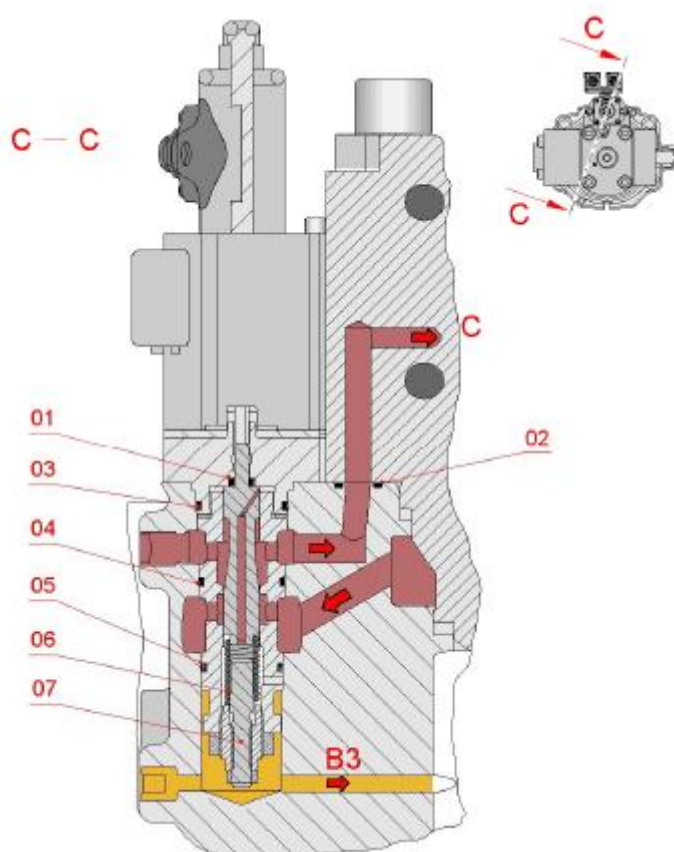
Kuva 1. Yleiskaavio commonrailpolttoainejärjestelmästä.

2.1.1 Virtauksen säätöventtiili

Venttiilin tehtävänä on säädellä polttoaineen määrää polttoaineenkierrrossa. Venttiilin avulla polttoaineensyöttöä lisätään tai vähennetään korkeapainelinjaan eli common-railiin, jotta polttoaineenpaine pysyy halutussa arvossa korkeapainelinjassa.

Venttiili säätää polttoaineenpainetta tilanteissa, joissa koneen kuormitus muuttuu. Kuorman muuttuessa säätöventtiili avautuu tarvittavan määrän jotta polttoaineen syöttöpaine paineakulle saadaan oikeaan arvoon.

Polttoaine johdetaan venttiilille oheisessa kuvassa keskeltä oikealle. Venttiilin ulospäästämä polttoaine johtuu pois pumpusta nuolen C osoittamasta kanavasta. Keltainen linja jota nuoli B3 kuvaa, osoittaa vuotopolttoaineen poistolinjaa. Venttiili on jousikuormitettu ja sitä ohjataan solenoidiventtiilillä.

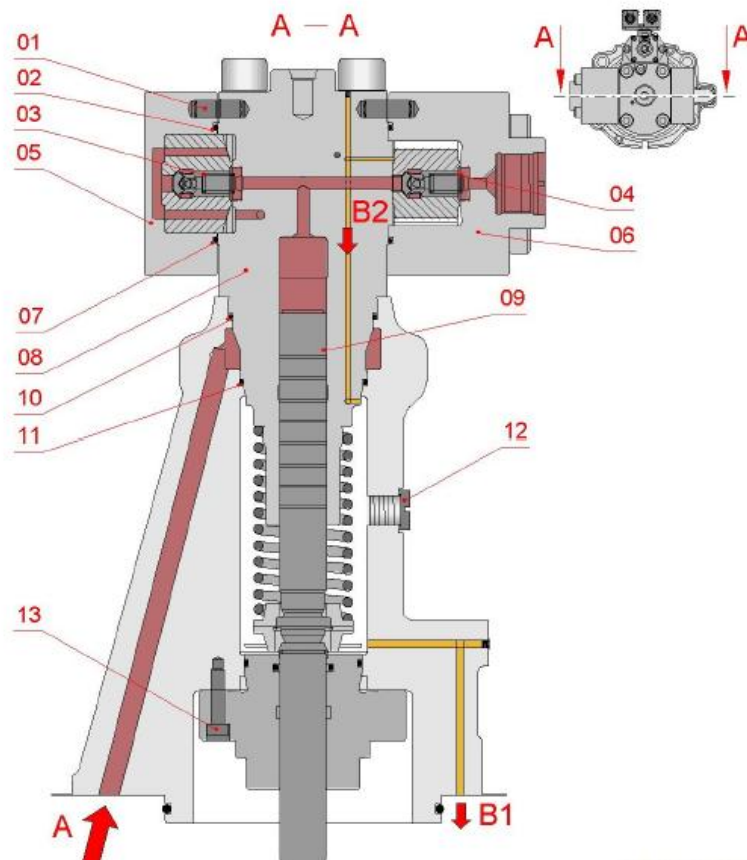


Kuva 2. Virtauksensäätöventtiili

2.1.2 Polttoainepumppu

Polttoainepumppu on yhdellä sylinterillä toimiva mäntäpumppu. Pumppu saa käyttövoimansa kampiakselilta, joka nostaa pumpun mäntää (09). Pumpussa on palautusjousi, joka palauttaa pumpunmännän aina takaisin ala-asentoon. Järjestelmässä yhdellä pumpulla syötetään polttoaine yhteen paineakkuun, joka jakaa polttoaineen kahteen sylinteriin.

Polttoaine syötetään pumpulle nuolen A osoittamalla linjalla, josta se ohjautuu edellisessä kappaleessa esitetylle virtauksen säätöventtiilille. Virtauksen säätöventtiili ohjaa polttoaineen syöttöä paineakulle. Virtauksen säätöventtiililtä polttoaine ohjataan takaiskuventtiilin (03) kautta painekammioon. Paineakammioista polttoaine johdetaan toisen takaiskuventtiilin (04) kautta paineakulle.



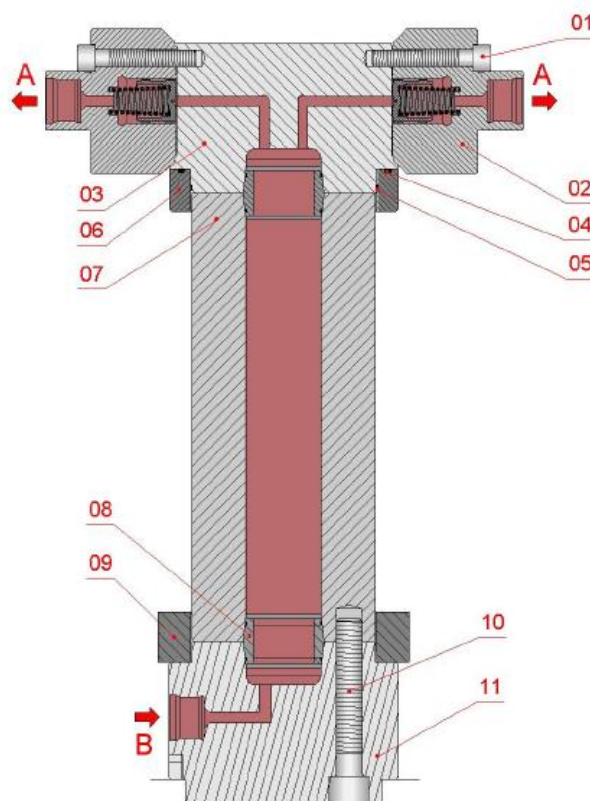
Kuva 3. Polttoainepumppu

Pumpulle johdetun polttoaineen paine on noin 10 baaria. Pumppu nostaa polttoaineen paineen 800 - 1600 baariin. Polttoaineen paine määräytyy moottorin kuormituksen mukaan. Edellisessä kappaleessa esitelty virtauksen säätöventtiili hienosäätää polttoaineen painetta tarpeen mukaan.

Keltaisella merkattu polttoainelinja kuvaa vuotopolttoaineen johdatusta pois polttoainepumpusta. Tehokas vuotopolttoaineen poisto on erittäin tärkeää. Polttoaineen jäädessä pumpun sisälle se tukkii linjoja sekä muodostaa kitkaa liikkuville osille. Näin ollen huoltovälit kaventuvat huomattavasti.

2.1.3 Paineakku

Paineakkuun varastoidaan korkeapaineistettu polttoaine, jota polttoainepumppu syöttää nokka-akselin tuottamalla voimalla. Paineakussa oleva polttoaine toimii puskurina polttoainepumpun tuottamiin paineiskuihin. Yhden paineakun avulla syötetään polttoaine kahteen sylinteriin.



Kuva 4. Paineakku

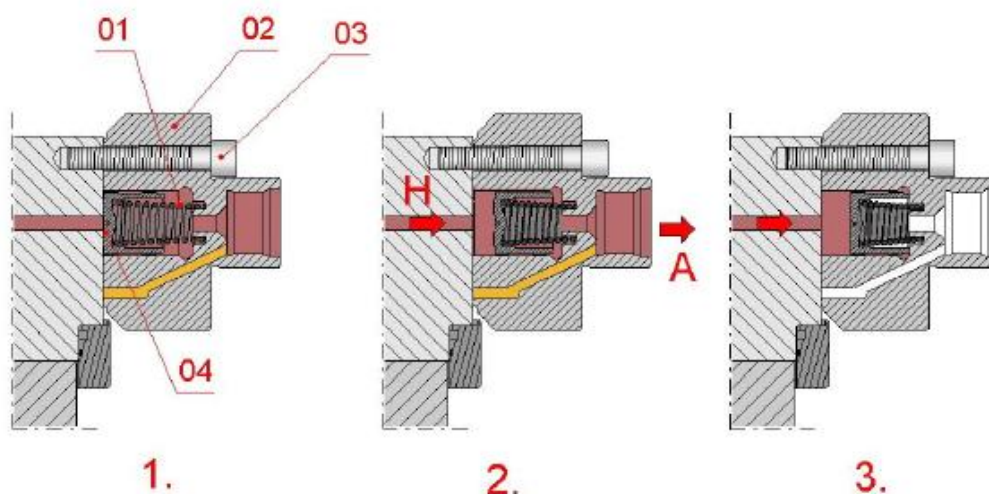
Polttoaineen syöttöä polttoainepumpulta paineakkuun osoittaa kuvan 4 nuoli B. Polttoaine johdetaan akun yläosasta ruiskutussuuttimille, joita osoittaa nuolet A. Ennen polttoaineen syöttöä ruiskutussuuttimille paineakussa on ylivirtaus suoja, jotka sulkeutuvat polttoaineenvirtauksen kasvaessa liian suureksi.

2.1.4 Ylivirtaussuoja

Ylivirtaussuoja on jousivoimalla toimiva suoja mekanismi. Venttiili pysyy auki jousivoimalla. Polttoaine kuvassa 5 virtaa jokaisessa osiossa vasemmalta oikealle. Jousen alle kulkeva linja osoittaa polttoaineen vuotolinjaa.

Kuvan 5 osassa kaksi polttoainepumppu on luonut paineen ja polttoaine virtaa venttiilin läpi ruiskutuslinjaan. Nuoli H osoittaa polttoaineen tuloa ylivirtaussuojaan paineakusta. Nuoli A osoittaa polttoaineen virtausta ruiskutuslinjaan.

Kuvan 5 osassa kolme, paine on kasvanut liian suureksi ja jousi on sulkenut polttoaineen syötön ruiskutuslinjaan. Venttiili työntyessään ylivirtauksen takia oikealle ääriasentoon lukittuu mekaanisesti, eli polttoaineensyöttö sylinteriin katkeaa. Ainoa tapa avata sulkeutunut venttiili on päästää polttoaineen paine pois commonrailistä, eli kone on sammutettava. Jokaiselle ruiskutussuuttimelle on oma ylivirtaussuoja.



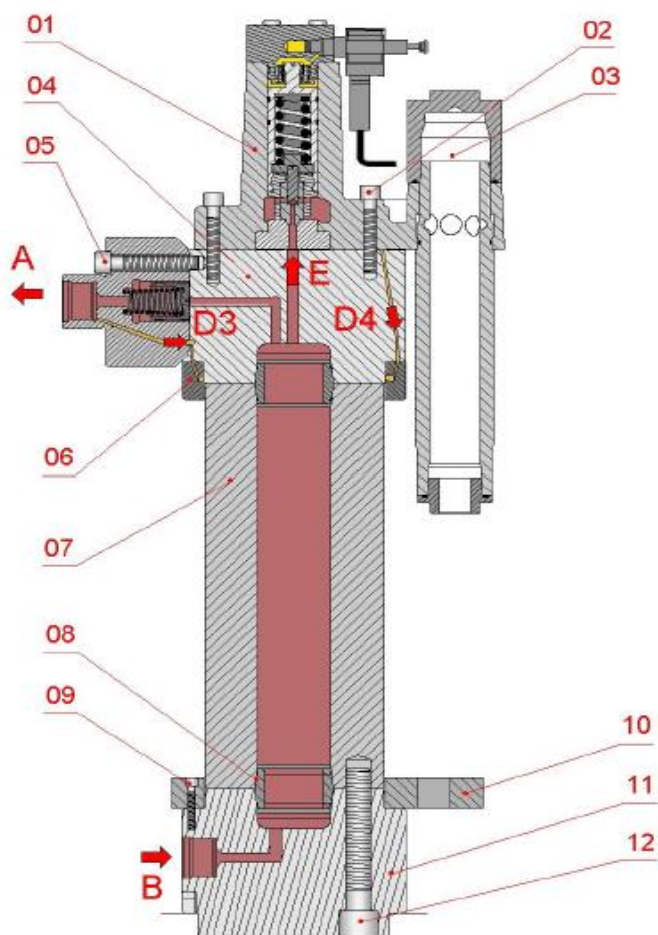
Kuva 5. Ylivirtaus suoja.

2.1.5 Paineakku käynnistys- ja varoventtiilillä

Käynnistys- ja varoventtiilillä varustetun paineakun toimintaperiaate on perustoimintoiltaan samanlainen, kuin paineakku ilman käynnistys- ja varoventtiiliä. Polttoainepumppu syöttää polttoaineen paineakkuun kuvan 6 nuolen B osoittamasta kanavasta. Myös tässä paineakun versiossa yhtenä tehtävänä on puskuroida polttoainepumpun aiheuttamia paineiskuja.

Paineakussa polttoaine virtaa edelleen paineakun yläosaan, josta sitä syötetään nuolen A osoittamaa kanavaa pitkin suuttimelle. Polttoaine virtaa ylivirtaussuojan lävitse ennen kulkeutumistaan eteenpäin paineakusta. Paineakun ylin komponentti on käynnistys- ja varoventtiili. Polttoaineen virtausta venttiilille osoittaa nuoli E.

Nuolilla D3 ja D4 osoitetaan vuotopolttoaineen ohjausta pois paineakusta. Jokaisella vuotolinjalla on oma indikaattoripinni, joka indikoi polttoaineen vuotoa.

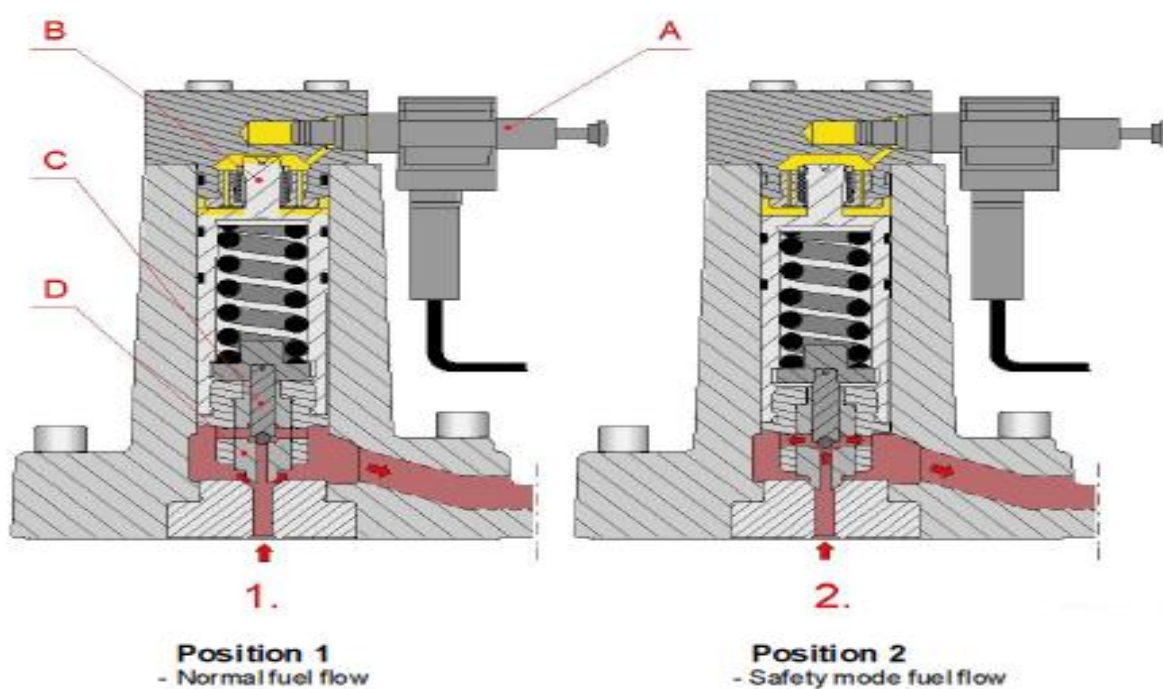


Kuva 6. Paineakku käynnistys- ja varoventtiilillä

2.1.6 Käynnistys- ja varoventtiili

Käynnistys- ja varoventtiili on venttiili, joka pitää sisällään ohjausöljynpaineella toimivan käynnistysventtiilin sekä mekaanisella jousella toimivan varoventtiilin. Varoventtiilin jousella on riittävä määrä jousivoimaa, jotta se pysyy kiinni omalla voimallaan. Jousivoima kumoutuu kun polttoaineen paine nousee liian korkeaksi ja venttiili aukeaa.

A kirjaimella osoitettu komponentti kuvassa 7 esittää solenoidiventtiiliä, jolla ohjataan käynnistys- ja varoventtiiliä. B-kirjaimella merkitty osa venttiilissä osoittaa ohjausöljynpaineella liikutettavaa mekaanista osaa. Kuvissa keltaisella merkatut alueet osoittavat alueita, joille ohjausöljy kulkeutuu. C-kirjaimella merkattu komponentti on mekaaninen varoventtiili, jolla suojataan polttoaineen kiertoa mahdollisissa vikapauksissa. Varoventtiili avautuu polttoaineen paineen noustessa 1900 baariin.



Kuva 7. Käynnistys- ja varoventtiili

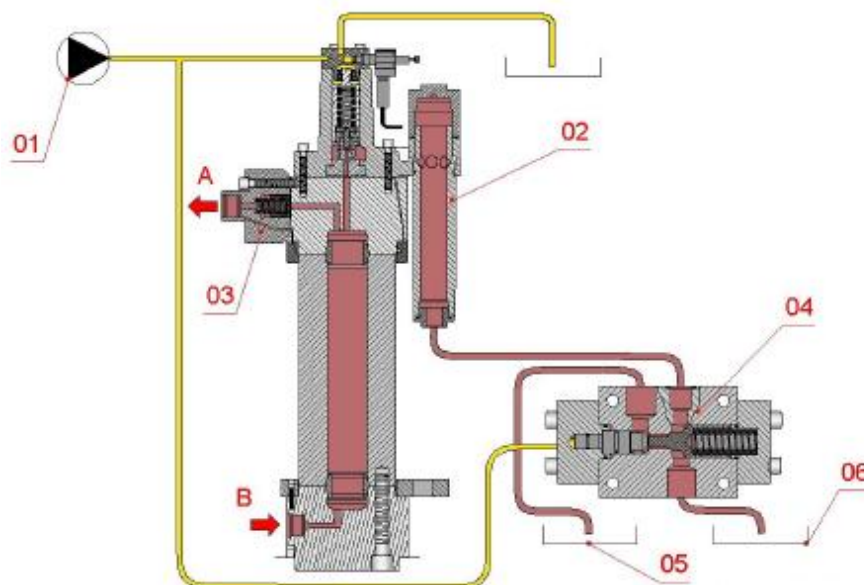
D-kirjaimella merkitty kohta on käynnistysventtiilin mekaaninen osa, joka kiinni ollessaan pitää polttoaineen paineakussa. Kun käynnistysventtiili avataan polttoaineen virtaus paluukanavaan aukeaa ja polttoaine virtaa pois paineakusta.

Kuvan 7 osassa 1 kuvataan tilaa, jossa kone on pysäytetty. Ohjausöljynpainetta ei ole, joten venttiili aukeaa ja polttoaine virtaa pois paineakusta.

Kuvan 7, osassa 2 kuvataan tilaa, jossa moottori on käynnissä. Ohjausöljy pitää käynnistysventtiilin suljettuna, mutta mekaaninen varoventtiili avautuu jos polttoaineen paine nousee yli sallitun arvon.

2.1.6.1 Polttoaineen paluukierto paineakulta

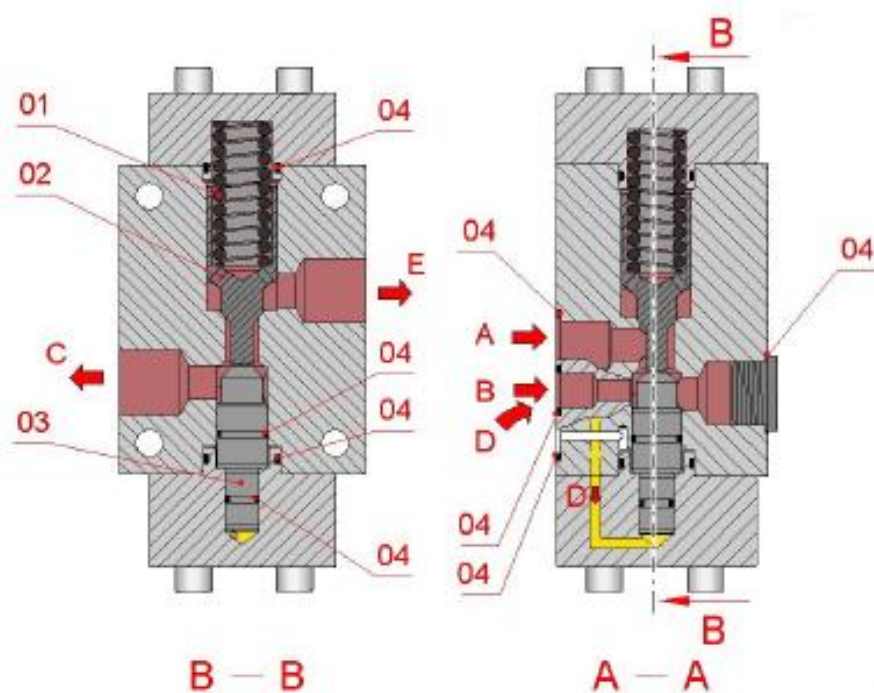
Käynnistys- ja varoventtiilin kautta poisjohdettu polttoaine kulkeutuu kuvan 8 paineenalennus sylinteriin (02), josta se ohjataan kolmitieventtiilille (04). Koneen käydessä polttoaine johdetaan paineettomaan tankkiin (06). Koneen ollessa pysäytettynä polttoaine ohjataan mixingtankkiin (05), josta se palautuu välittömästi takaisin kiertoon.



Kuva 8. Polttoaineenpaluukierto paineakulta.

2.1.7 Polttoaineen paluuvirtauksen kolmitieventtiili

Paluupolttoaineen paluuvirtauksen kolmitieventtiilillä ohjataan polttoainetta, joka tulee käynnistys- ja varoventtiililtä. Venttiili toimii ohjausöljynpaineella. Kuvassa 9 nuolen A osoittama polttoainelinja tulee käynnistys- ja varoventtiililtä. Nuolen B osoittama polttoainelinja on paluulinja polttoainesuuttimelta. Nuoli D kuvaa ohjausöljyn syöttölinjaa venttiilille.



Kuva 9. Paluuvirtauksen kolmitieventtiili.

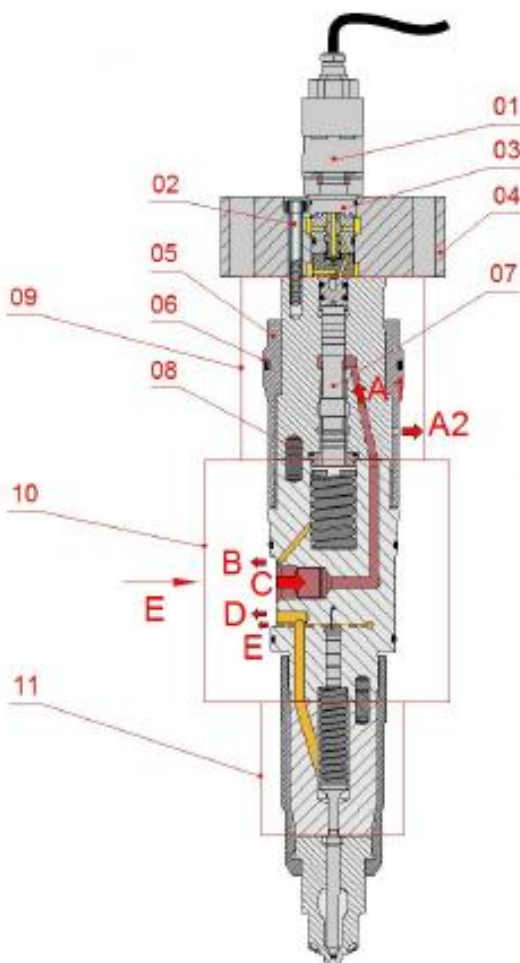
Polttoaine ohjataan nuolen C osoittamaa kanavaa pitkin mixingtankkiin koneen ollessa pysäytettynä. Ohjausöljynpaine ei pääse venttiilille ja jousivoimalla venttiili ohjaa polttoaineen C kanavaan. Kun kone käynnistetään, ohjausöljynpaine kumoaa jousivoiman. Polttoaine ohjautuu nuolen E osoittamaan kanavaan, joka johtaa paineettomaan tankkiin

2.1.8 Polttoainesuutin

Polttoainesuuttimessa on polttoaineen syötön aikana neljä vaihetta. Seuraavissa kappaleissa on esitelty polttoainesuuttimen osat sekä suuttimen toiminta polttoaineen syötön eri vaiheissa.

2.1.8.1 Polttoaineen syöttö suuttimelle

Kuvan 10 esittämässä polttoainesuuttimessa polttoaineen syöttölinja suuttimelle tulee nuolen C osoittamasta linjasta. Polttoaine suuttimelle tulee paineakusta polttoainepumpun tuottamalla paineella. Polttoaine johdetaan suuttimen perään nuolen A1 osoittamaa kanavaa pitkin, josta se johtuu polttoaineen syötön seuraavassa vaiheessa kohti sylinteriä.

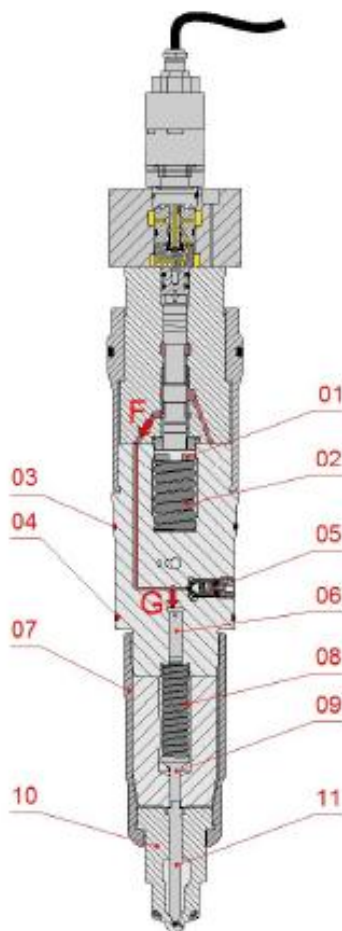


Kuva 10. Polttoainesuutin, polttoaineen syöttö suuttimelle.

Nuolen E osoittamasta linjasta yli jäänyt polttoaine kierrätetään takaisin polttoaineen paluukiertoon. Nuoli A2 osoittaa polttoaineen vuotolinjaa polttoaineen syöttölinjasta suuttimelle. Nuolen B osoittama linja kuvaa polttoaineen vuotolinjaa pois venttiilin jousikammiosta. Nuolen D osoittama kanava osoittaa polttoaineen vuotolinjaa pois suuttimen jousikammiosta

2.1.8.2 Polttoaineen esipaine suuttimessa

Kuva 11 esittää esipainetta suuttimessa ennen polttoaineen syöttöä sylinteriin. Linja F kuvaa linjaa jolla ohjataan polttoainetta kohti nuolen G osoittamaa mäntää, joka pitää numeron 08 esittämää joustaa ala-asennossa. Mäntä on osa paineenpitoventtiiliä, joka säätelee painetta päästämällä mahdollisen ylipaineen lävitseen.



Kuva 11. Polttoainesuutin, polttoaineenesipaine suuttimessa.

Esipaineella pidetään suutin suljettuna ennen kuin polttoaine on tarkoitus syöttää sylinteriin. Esipaine pitää suuttimen jousen ala-asennossa ja näin ollen estää polttoaineen syötön sylinteriin.

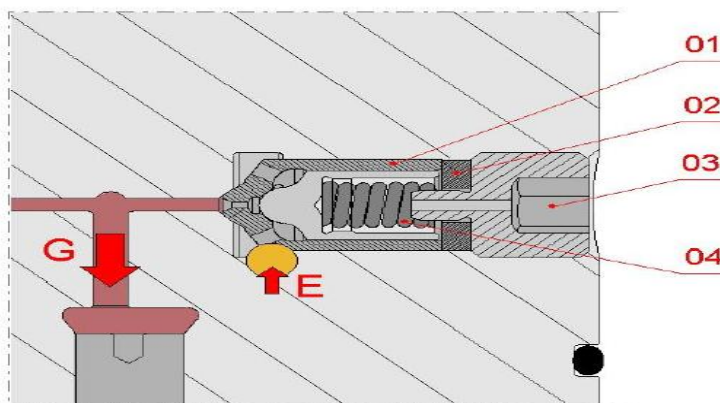
Kuvassa 11 numero 05 esittää venttiiliä, joka säätelee polttoaineen paineen oikeaksi esipainelinjassa. Venttiili päästää ylimääräisen polttoaineen paluulinjaan. Polttoaineen syöttövaiheessa sylinteriin polttoaine johdetaan pois esipainelinjasta.

2.1.8.2.1 Paineenpitoventtiili

Paineenpitoventtiili sijaitsee polttoainesuuttimessa. Sen tehtävänä järjestelmässä on pitää painetta mäännällä, joka pitää suuttimen suljettuna.

Polttoaine ohjataan männälle nuolen G osoittamaa kanavaa pitkin. Polttoaineen paine pitää suuttimen neulan kiinni. Venttiili toimii siten, että se avautuu polttoaineen paineesta. Sen tarkoitus on päästää paine pois esipainelinjasta, jotta polttoainesuutin voi aueta.

Kun polttoaineensyöttö sylinteriin alkaa, sulkee satelliittiventtiili polttoainekanavan paineenpitoventtiilille. Kun polttoaineen painetta jouselle ei enää ole jousi avautuu, polttoaine poistuu venttiilin kautta sekä nuolen G osoittama mäntä nousee yläasentoon ja sallii polttoaineen syötön sylinteriin.

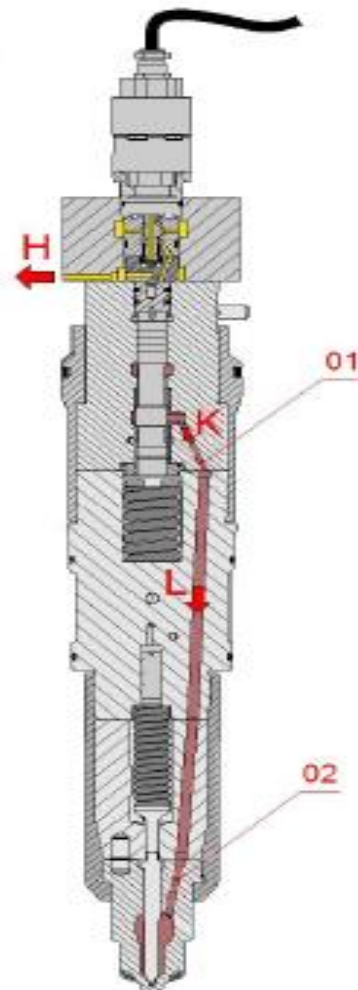


Kuva 12. Paineenpitoventtiili

2.1.8.3 Polttoaineen syöttö sylinteriin

Polttoaineen syöttö sylinteriin alkaa automaatiojärjestelmän antaessa käskyn solenoidiventtiilille, joka päästää ohjausöljynpaineen suuttimelle. Suuttimen yläosan mäntä painuu alas ohjausöljyn voimasta ja avaa nuolten K ja L osoittamat polttoainekanavat suuttimelle. Polttoaine kulkeutuu tuplakanavaa pitkin suuttimenkärjelle ja siitä edelleen sylinteriin.

Polttoaineen syöttö sylinteriin loppuu kun solenoidiventtiili katkaisee ohjausöljynvirtauksen suuttimen yläosan männälle. Mäntä nousee jousivoimalla takaisin yläasentoon ja sulkee polttoainekanavat suuttimen kärjelle.

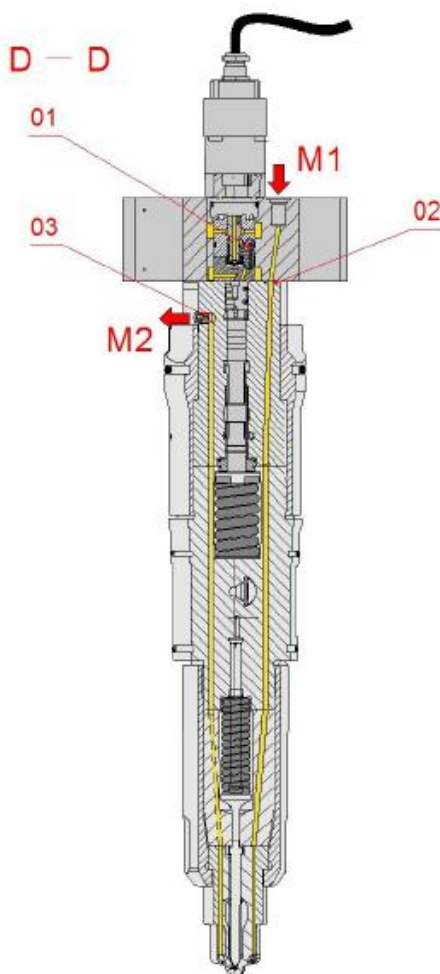


Kuva 13. Polttoainesuutin, polttoaineensyöttö sylinteriin.

2.1.8.4 Polttoainesuuttimen jäähdytys

Polttoainesuutin on commonrailpolttoainejärjestelmän ainoa komponentti, jolla on oma jäähdytysjärjestelmä. Suuttimen runkoon johtuu lämpöä noin 120 celsiusasteisesta polttoaineesta sekä palotapahtumasta muodostuvista noin 500 celsiusasteisista savukaasuista. Tämän johdosta erillinen jäähdytys on tarpeellinen.

Kuvassa 14 on esitetty polttoainesuuttimen jäähdytys. Jäähdytys suoritetaan jäähdytysöljyllä, joka johtaa lämmön pois suuttimelta. Öljy johdetaan suuttimeen sen yläosasta nuolen M1 osoittamasta kanavasta. Öljy johdetaan koko suuttimen läpi ja se kulkeutuu suuttimenkärjeltä takaisin suuttimen yläosaan josta se johtuu pois suuttimesta nuolen M2 osoittamaa kanavaa pitkin.



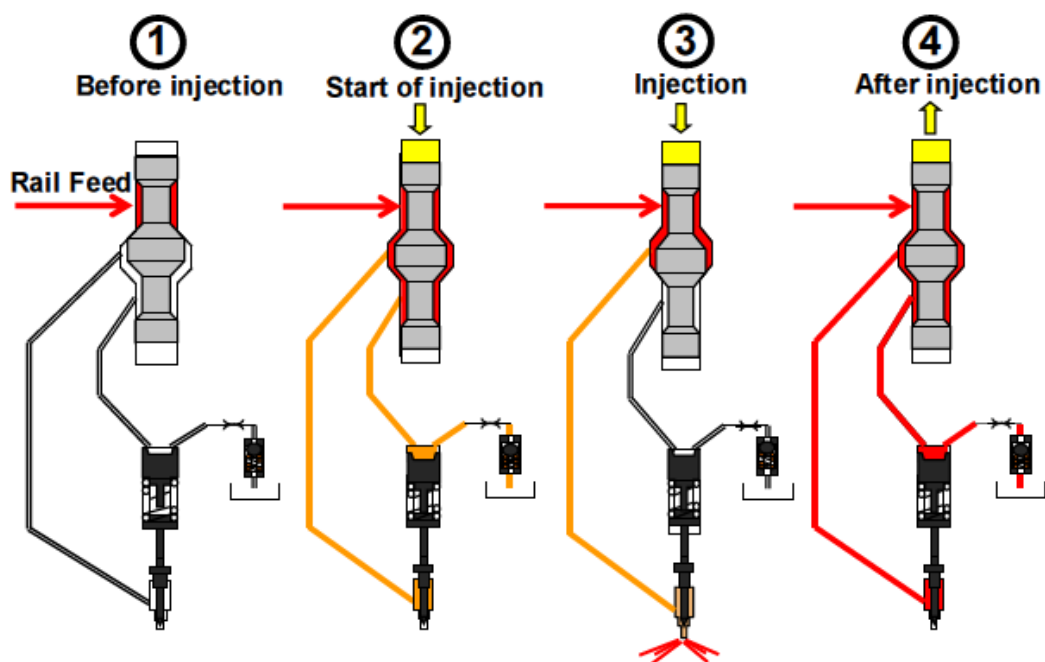
Kuva 14. Polttoainesuuttimen jäähdytys.

2.1.8.5 Suuttimen toiminta polttoainetta syötettäessä

Kuvassa 15 kuvataan polttoainesuuttimen toiminta kun polttoainetta syötetään sylinteriin. Suuttimella on neljä erilaista toimintavaihetta.

Ensimmäisessä vaiheessa suuttimelle johdetaan polttoainetta punaisen nuolen osoittamaa kanavaa pitkin. Tässä vaiheessa polttoaineensyöttöä solenoidiventtiili on vielä kiinni, eikä polttoaine pääse sylinteriin asti.

Toisessa vaiheessa solenoidiventtiili avautuu ja avaa polttoaineelle kanavan kohti suuttimen kärkeä. Tässä vaiheessa polttoaineensyöttöä polttoaine johdetaan suuttimen kärjelle sekä suuttimen sulkevalle männälle, joka pitää suuttimen kiinni vielä tässä polttoaineen esisyöttövaiheessa.



Kuva 15. Suuttimen toiminta polttoainesyötön erivaiheissa.

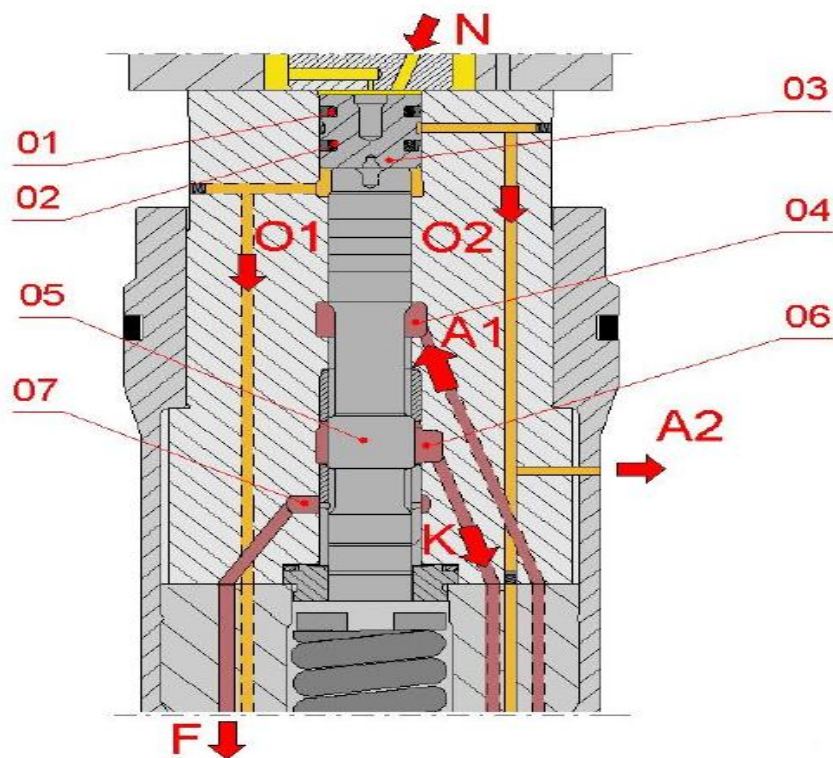
Vaiheessa kolme polttoaineen syöttö sylinteriin alkaa. Solenoidiventtiili ohjaa polttoaineen virtauksen pelkästään suuttimen kärjelle ja näin ollen polttoaineen syöttö sylinteriin alkaa. Solenoidiventtiilin avulla pystytään erittäin tarkasti ohjaamaan polttoaineen syötön ajoitusta, määrää sekä syöttöaikaa sylinteriin.

2.1.10 Satelliittiventtiili

Kuvan 17 satelliittiventtiiliä ohjaa solenoidiventtiili, joka ohjailee venttiiliä ohjausöljynpaineella. Venttiilin ollessa off- asennossa solenoidiventtiili ei päästä ohjausöljynpainetta satelliittiventtiilin männälle (03). Polttoaine syötetään satelliittiventtiilin nuolen A1 osoittamaa kanavaa pitkin. Polttoaine kiertää venttiilin läpi nuolen F osoittamaa kanavaa pitkin suuttimen yläosaan pitäen suuttimen kiinni ja näin estäen polttoaineen pääsyn sylinteriin.

Kun polttoaineen syöttö sylinteriin alkaa, saa solenoidiventtiili käskyn automaatiojärjestelmältä. Solenoidiventtiili avautuu ja ohjausöljynpaine työntää satelliittiventtiilin männän (03) ala-asentoon. Korkeapaineistettu polttoaine kulkeutuu nuolen K osoittama kanavaa pitkin polttoainesuuttimelle ja siitä edelleen sylinteriin.

Kuvan 17 nuoli O1 esittää polttoaineen vuotolinjaa pois satelliittiventtiilin rungosta. Nuoli O2 kuvaa polttoaineen vuotolinjaa pois venttiilin männän vuotolinjasta. Nuoli A2 esittää vuotolinjaa pois sukkulaventtiilistä.



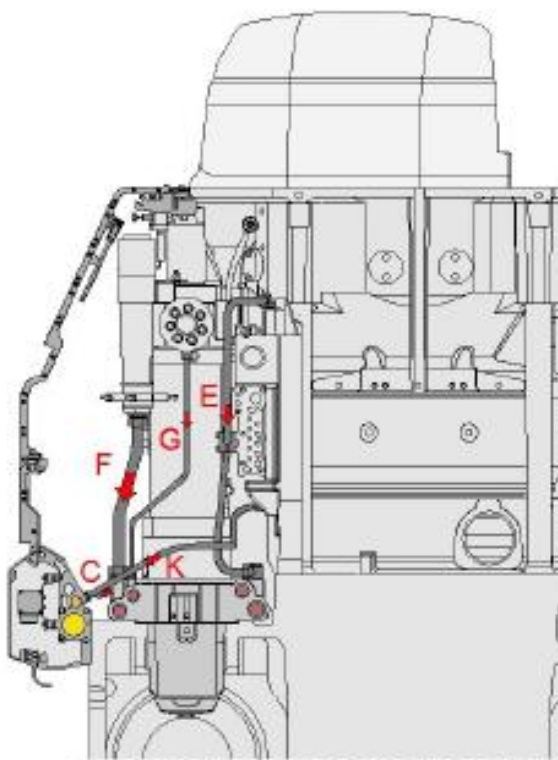
Kuva 17. Satelliittiventtiili.

2.1.11 Vuotopolttoainejärjestelmä

Vuotopolttoaineen johtaminen koneesta ja sen komponenteista on erittäin tärkeää koneen toiminnan sekä huoltovälien toteutumiseksi. Aikaisemmissa kappaleissa esitettyiden komponenttien vuotolinjat yhdistyvät kokonaisuudeksi tässä kappaleessa.

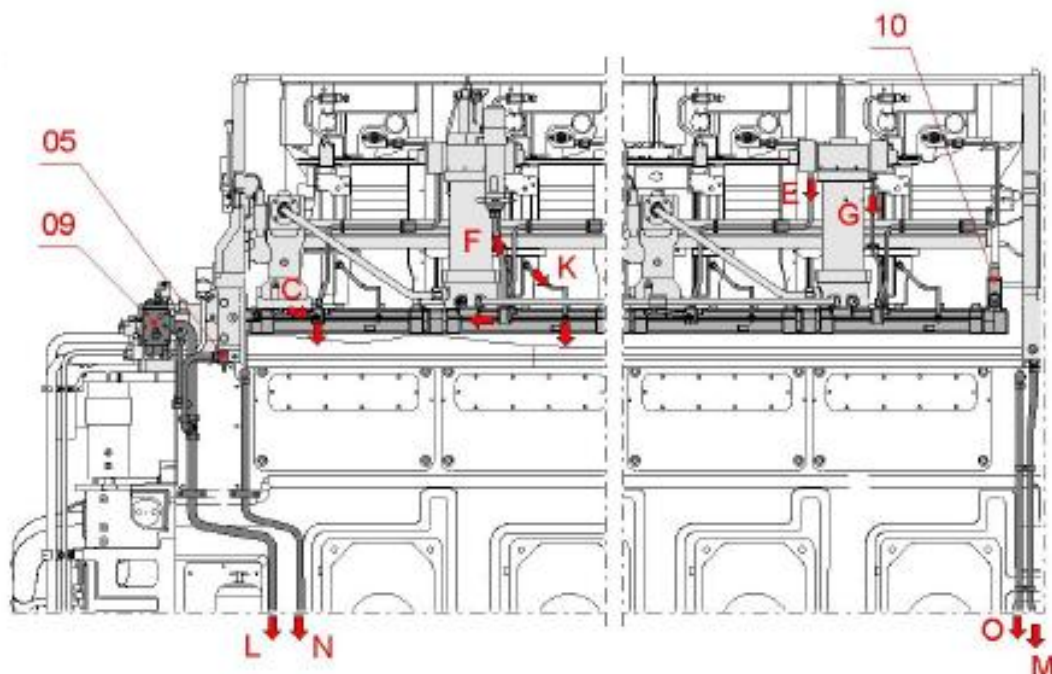
Vuotopolttoaine, joka tulee ruiskutuspumpulta, ruiskutussuuttimelta, paineakulta, komponenttien välissä kulkevista korkeapaineputkista sekä käynnistys- ja varoventtiililtä, kulkee erikseen koneen vapaassa päässä olevaan liittymäkohtaan. Siellä ne yhdistyvät yhdeksi linjaksi.

Kuvassa 18 esitetään vuotopolttoainelinjoja koneen hotboxissa. Nuoli E kuvastaa polttoaineen paluulinjaa ruiskutussuuttimelta. Nuoli G kuvastaa polttoaineen vuotolinjaa pois paineakusta sekä korkeapaineisista polttoaineen syöttölinjoista. Nuoli F kuvaa vuotolinjaa pois käynnistys- ja varoventtiililtä. Nuoli C kuvaa polttoaineen vuotolinjaa pois ruiskutuspumpulta. Nuoli K kuvastaa vuotolinjaa pois ruiskutussuuttimelta.



Kuva 18. Vuotopolttoainelinjat hotboxissa.

Kuvassa 19 esitetään vuotopolttoainelinjojen johdatus pois koneesta. Kuvassa on myös esitetty kuvan 18 vuotolinjat C, E, F, G sekä K.



Kuva 19. Vuotopolttoainejärjestelmä.

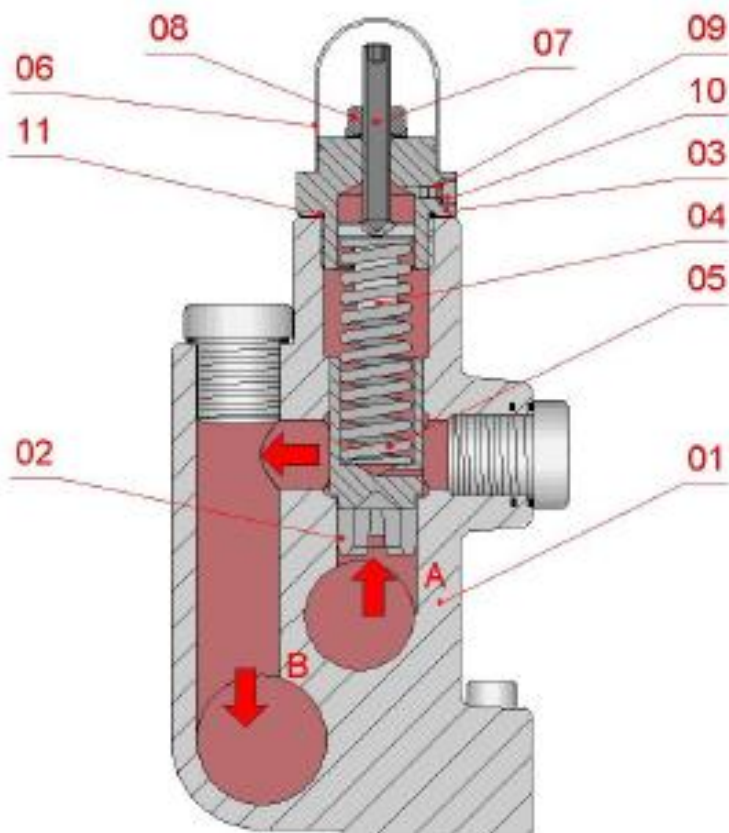
Kuvassa 19 esitetyt vuotolinjat L ja M kuvaavat polttoaineen vuotolinjoja pois koneesta. Linja L johtaa polttoaineen pois koneen vapaasta päästä, linja M koneen vetopäästä. Linjat N ja O kuvaavat vuotolinjoja pois koneen hotboxista.

Hotboxin pohjalle kerääntyy polttoaineen, voiteluöljyn sekä veden muodostama liikkaisen öljyn seos joka johdetaan sludgetankkiin. Linja N kuvaa vuotolinjaa pois koneesta koneen vapaasta päästä sekä linja O koneen vetopäästä.

2.1.12 Paineensäätöventtiili

Kuvan 20 paineensäätöventtiili sijaitsee polttoaineen matalapainesyöttölinjan lopussa. Venttiilin tarkoituksena on pitää polttoaineen syöttöpaine kymmenessä baarissa. Venttiiliä säädetään manuaalisesti. Säättöruuvi (07) sijaitsee venttiilin ylä-osassa. Venttiili on jousitoiminen, eli jousivoima säädetään haluttuun arvoon jotta polttoaineen paine saadaan haluttuun arvoon.

Polttoaine ohjataan venttiiliin nuolen A osoittamaa kanavaa pitkin. Polttoaineen paine kumoaa jousivoiman ja polttoaine pääsee virtamaan venttiilin läpi pois koneesta nuolen B osoittamaa kanavaa pitkin ja edelleen takaisin mixing-tankkiin ja polttoainekiertoon.

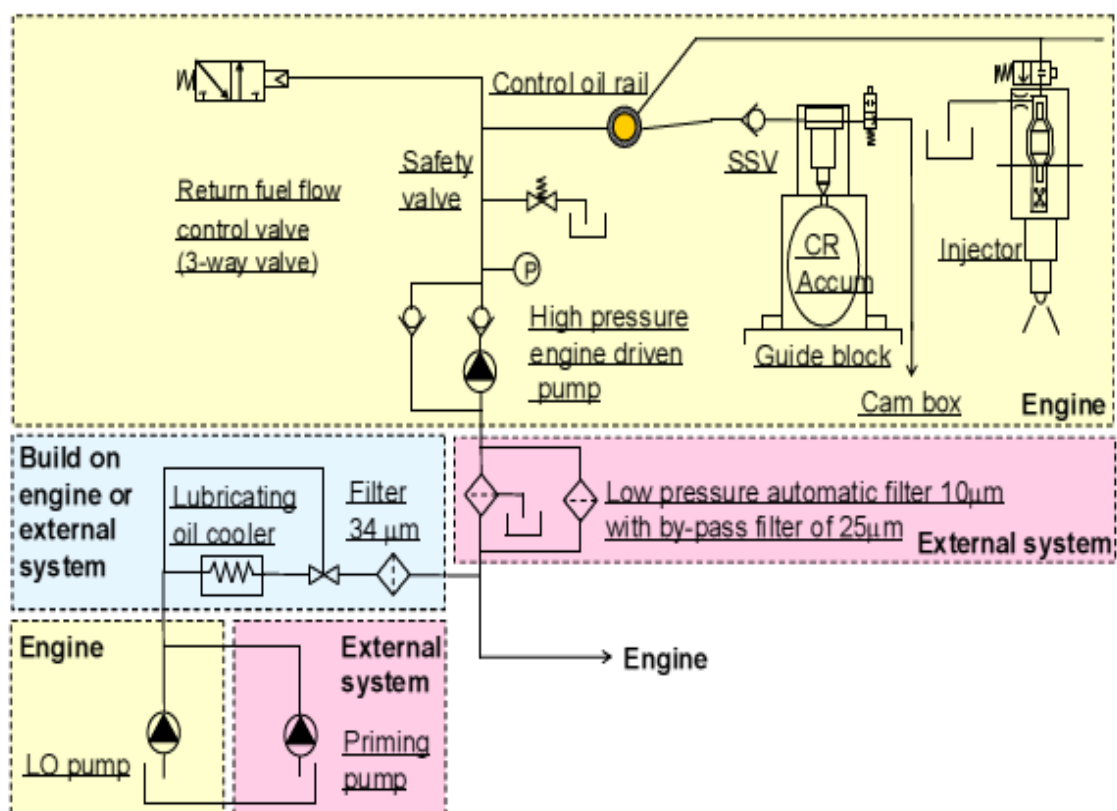


Kuva 20. Paineensäätöventtiili.

2.1.13 Ohjausöljyjärjestelmä

Kuvassa 21 on esitelty commonrailjärjestelmän ohjausöljysysteemin toimintakaavio. Ohjausöljynä käytetään tavallista moottoriöljyä. Ohjausöljy otetaan moottorin öljyjäähdyttimen jälkeen. Jäähdyttäjältä ohjausöljy johdetaan automaattifiltterin läpi, jonka läpäisyarvo on 10 mikrometriä.

Ohjausöljy johdetaan koneessa olevalle konevetoiselle korkeapainepumpulle, joka nostaa ohjausöljynpaineen 250 bar. Pumpun jälkeen on paineensäätöventtiili, joka pitää ohjausöljynpaineen säädetyssä arvossa. Ennen koneen komponentteja on myös turvaventtiili. Venttiilin tehtävänä on tarkkailla ohjausöljynpainetta järjestelmässä ja tarvittaessa päästää ylipaine pois järjestelmästä. Tämän jälkeen ohjausöljy kulkeutuu koneen komponenteille. Komponentit ovat käynnistys- ja varoventtiili, polttoainesuutin, sekä polttoaineen paluuvirtauksen kolmitieventtiili. Mikäli ohjausöljynpaine laskee alle annetun raja-arvon, käynnistyy sähkötoiminen stand-by pumppu.

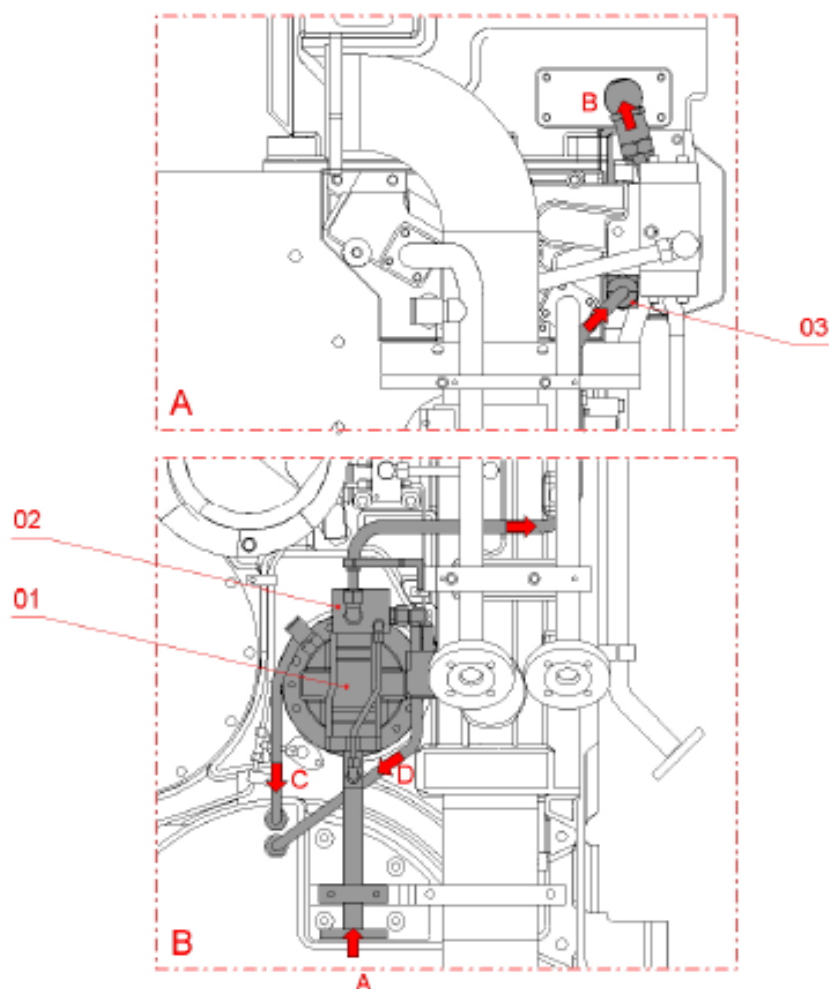


Kuva 21. Ohjausöljyjärjestelmä.

2.1.13.1 Ohjausöljypumppu

Kuvassa 22 esitellään ohjausöljypumppu (01). Pumppu sijaitsee koneen vapaassa päässä. Ohjausöljypumppu on moottorivetoinen mäntäpumppu. Se saa käyttövoiman moottorin kampiakselista. Pumppu on liian korkean paineen estämiseksi varustettu turvaventtiilillä (02), joka estää paineen nousua liian korkeaksi.

Ohjausöljy johdetaan pumpulle nuolen A osoittamaa linjaa pitkin. Öljy kulkee pumpun lävitse edelleen koneeseen nuolen B osoittamaa kanavaa pitkin. Jos ohjausöljynpaine pumpulla nousee liian korkeaksi, päästää turvaventtiili öljyn takaisin öljysumppuun nuolen D osoittamaa kanavaa pitkin. Nuoli C osoittaa vuotoöljykanavaa pumpulta.

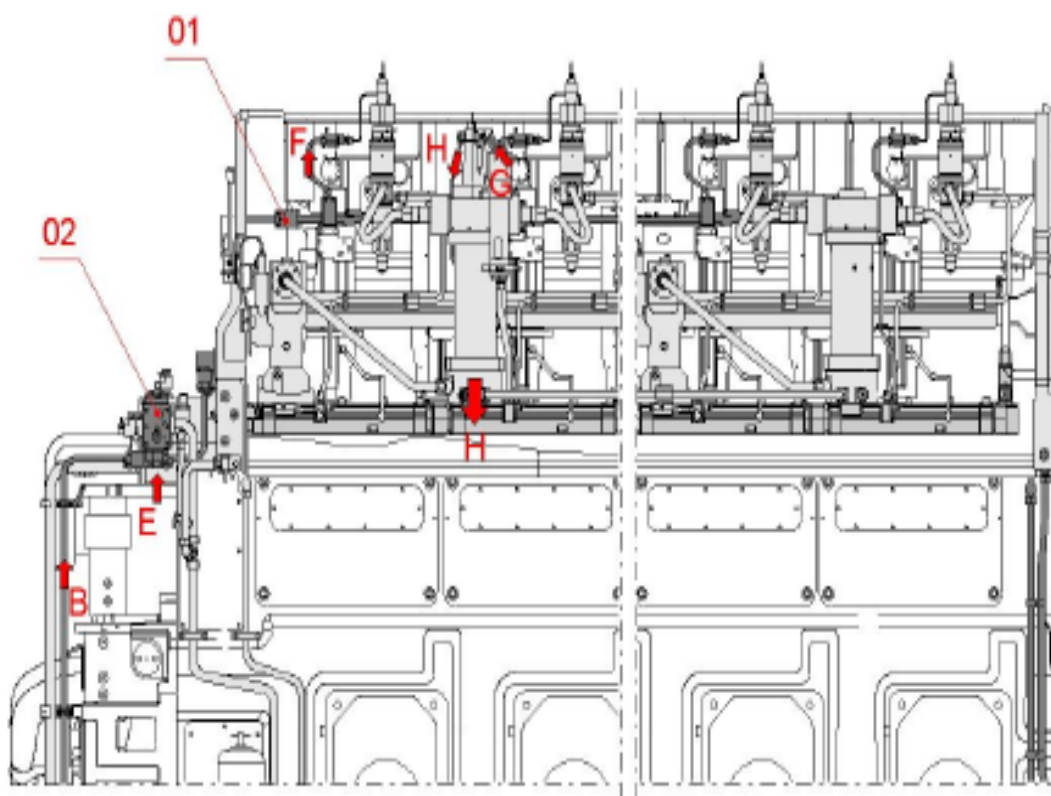


Kuva 22. Ohjausöljypumppu

2.1.13.2 Ohjausöljyn syöttölinja

Kuvassa 23 esitellään ohjausöljyn syöttölinjat koneen komponenteille. Järjestelmässä ohjausöljyllä ohjattavat komponentit ovat solenoidiventtiili, joka sijaitsee suuttimes-
sa, sekä käynnistys- ja varoventtiili joka on paineakun yhteydessä.

Pumpulta tuleva ohjausöljy ohjataan nuolen B osoittamaa kanavaa pitkin kolmi-
tieventtiilille (02), jonka kautta ohjausöljy menee komponenttien ohjausöljykana-
vaan. Nuolen F osoittama ohjausöljylinja johtaa öljyn solenoidiventtiilille. Nuoli G
osoittaa ohjausöljylinjaa käynnistys- ja varoventtiilille. Paluulinjaa osoittaa nuoli H.
Öljy kiertää takaisin öljysumppuun, josta se pumpataan taas uudelleen kiertoon.



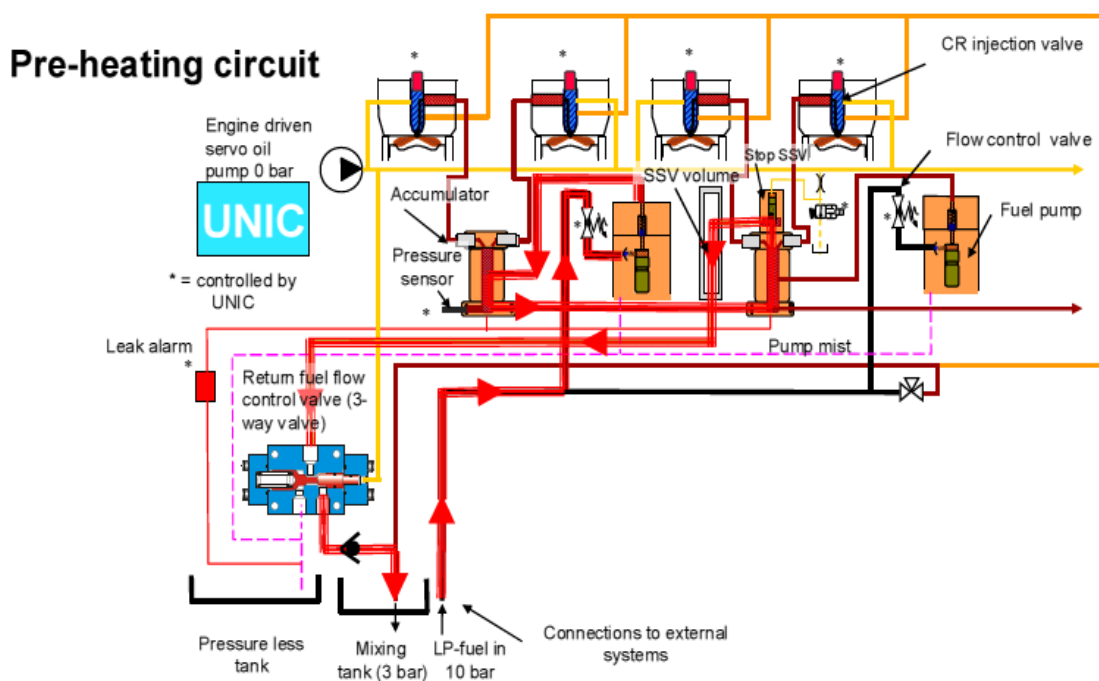
Kuva 23. Ohjausöljyn syöttölinja.

3 POLTTOAINEEN KIERTO

3.1 Polttoaineen esilämmityskierto

Kuvassa 24 esitetään commonrailjärjestelmällä toimivan koneen polttoaineen esilämmityskiertoa. Esilämmityskiertoa pidetään päällä koneen ollessa pysäytettynä. Polttoaineen esilämmityskierto on erittäin tärkeä osa koneen toiminnan kannalta, koska kylmän polttoaineen johtaminen koneeseen johtaa huonompaan palamisreaktioon. Päästöarvojen optimointi on mahdotonta.

Polttoaine kulkee punaisilla nuolilla merkittyä linjaa koneeseen. Polttoaine johdetaan koneeseen sähkökäyttöisellä syöttöpumpulla. Polttoaine johdetaan paineakun kautta käynnistys- ja varoventtiilille, jonka kautta se ohjataan pois koneesta paluulinjaan. Moottorista takaisin johdettu polttoaine johdetaan takaisin mixing-tankkiin. Polttoaine voidaan myös johtaa paineettomaan tankkiin, esimerkiksi päivätankkiin. Esilämmityskierto on käynnissä siihen asti, kunnes kone käynnistetään.

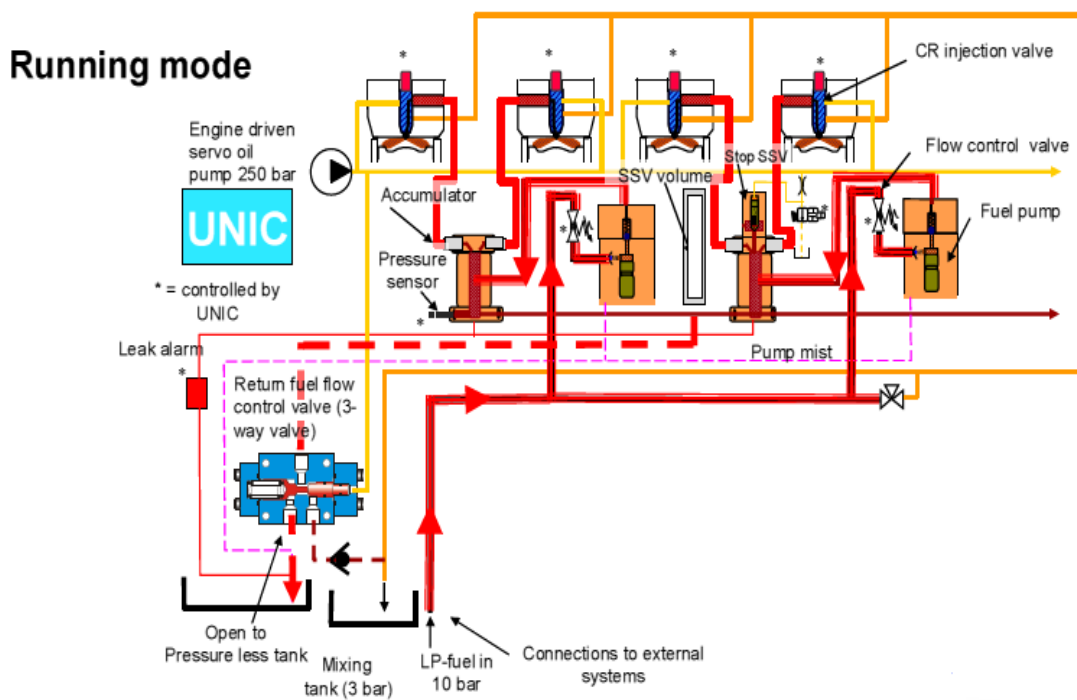


Kuva 24. Polttoaineen esilämmityskierto

3.2 Ruiskutuskierto

Kun moottori käynnistetään, käynnistys- ja varoventtiili sulkeutuu. Polttoaine johdetaan suuttimelle eli koneen polttoaineenkierto siirtyy esilämmityskierrosta ruiskutuskiertoon. Ruiskutuskierto pysyy päällä niin kauan kunnes kone pysäytetään.

Polttoaine syötetään koneelle samaa matalapainelinjaa pitkin kuin esilämmityskierrossa. Polttoaine ohjataan polttoainepumpulle, joka nostaa polttoaineen paineen korkeaksi ja samalla syöttää sen paineakkuun. Ruiskutuskiertossa käynnistysventtiili on kiinni ja varoventtiili valvoo ylipainetta järjestelmässä. Polttoaine johdetaan polttoainesuuttimelle ja sieltä sylinteriin.

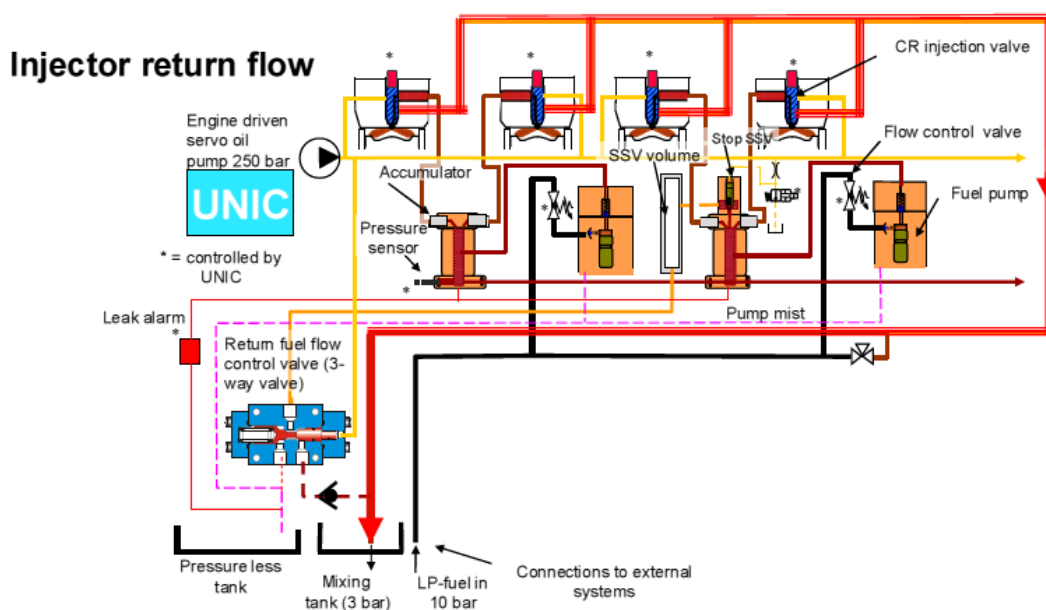


Kuva 25. Polttoaineen ruiskutuskierto

3.3 Paluukierto

Suuttimilta pois virtaava polttoaine johdetaan paluulinjoihin, jotka yhdistyvät yhdeksi paluukanavaksi. Paluukanava johdetaan takaisin mixing-tankkiin, josta polttoaine syötetään takaisin polttoainekiertoon.

Paluupolttoaine on kannattamatonta johtaa muihin tankkeihin, koska se on valmiiksi lämmitettyä sekä puhdistettua. Näin ollen olisi turhaa energian haaskausta johtaa se esimerkiksi päivätankkiin ja sieltä kierrättää takaisin koko järjestelmän läpi takaisin koneelle.



Kuva 26. Polttoaineen paluukierto.

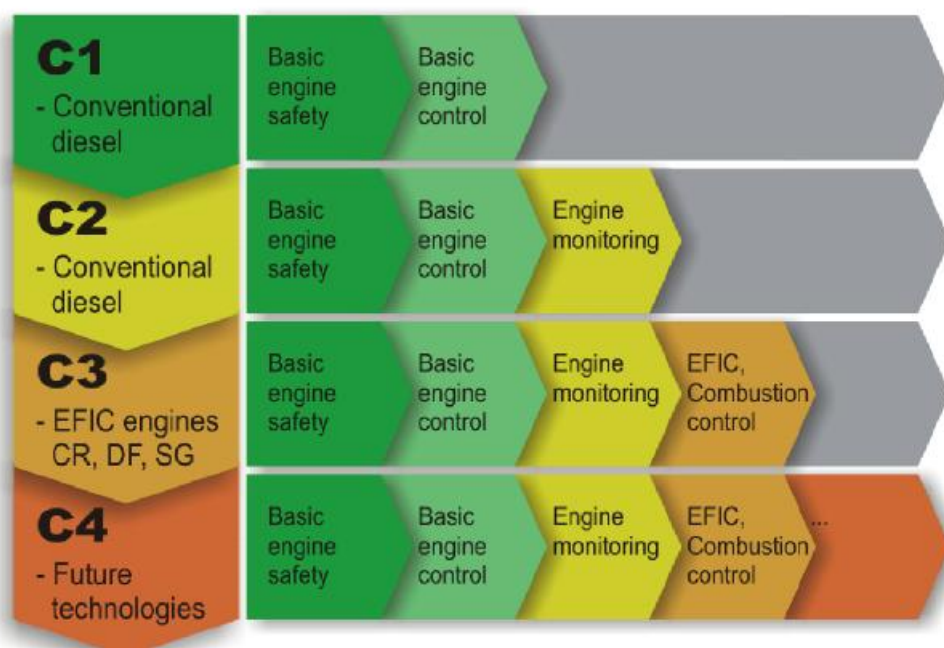
4 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleistä

UNIC C3 automaatiojärjestelmä on sulautettu moottorinohjausjärjestelmä. UNIC C3 järjestelmässä on modulaarinen rakenne ja jotkin toiminnot sekä osat ovat valinnaisia sovelluksesta riippuen.

Järjestelmä on suunniteltu erityisesti moottoreiden vaativaan ympäristöön, jolloin erityistä huomiota on kiinnitetty lämpötilan- ja värinän kestävyys. Tämä kestävä rakenne mahdollistaa järjestelmän kiinnittämisen suoraan moottoriin, jolla saadaan aikaan erittäin kompakti asennus. Se mahdollistaa moottorin toiminnan testauksen täydellisenä pakettina jo tehtaalla ennen toimitusta.

UNIC C3 järjestelmä käsittelee kaikki tehtävät liittyen: käynnistykseen ja pysäytykseen, moottorin turvallisuuteen, polttoaineensyöttöön sekä nopeuden- ja kuormanhallintaan. Järjestelmä hyödyntää modernia väyläteknologiaa turvalliseen signaalien toimittamiseen esimerkiksi antureilta.



Kuva 27. UNIC-versiot.

4.2 UNIC C3 järjestelmänkomponentit

Perinteisellä polttoaineen syöttöjärjestelmällä varustettuun Wärtsilä 46 F konemalliin verrattuna on commonrailillä varustettuun konemalliin tuotu suuri määrä automaatiota. Automaatiolaitteiden tehtävänä on säädellä koneen toimintaa kaikissa tilanteissa, joissa moottori sitä vaatii. Automaatiolaitteet ovat myös tärkeässä roolissa koneen suojauksessa mahdollisissa vikatapauksissa.

Seuraavissa kappaleissa kerrotaan commonrail automaatiojärjestelmän keskeiset komponentit, toimilaitteet sekä säätölaitteet. Kappaleissa on tarkoitus antaa lukijalle kuva laitteiden toiminnasta, sekä niiden tarkoituksesta järjestelmässä.

4.2.1 Paikallinen ohjauspaneeli

LCP on paikallinen ohjauspaneeli (*engl. Local Control Panel*) sisältää painonappeja paikalliseen moottorin ohjaukseen, sekä kaksi graafista näyttöä WIP-10 ja LDU. Niistä voi lukea paikallisesti moottorin tärkeitä parametreja. Kaikki moottoriin kytetyt anturit ovat myös kytketty UNIC C3 järjestelmään, ja tiedot näistä näkyvät WIP-10:ssä sekä LDU:ssa.

4.2.2 Pääohjausyksikkö

MCM on pääohjausyksikkö (*engl. Main Control Module*). Se hoitaa moottorin käynnistys- ja pysäytystoiminnot sekä nopeuden ja kuorman ohjaustoiminnot. Sillä voi myös ohjata moottorin muita laitteita.

4.2.3 Sylinterin ohjausyksikkö

CCM on sylinterin ohjausyksikkö (*engl. Cylinder Control Module*). Se hoitaa ruiskutuksen sekä polton seurannan. Yksi moduuli seuraa kolmea sylinteriä ja on varalla kolmeen muuhun sylinteriin.

4.2.4 IOM

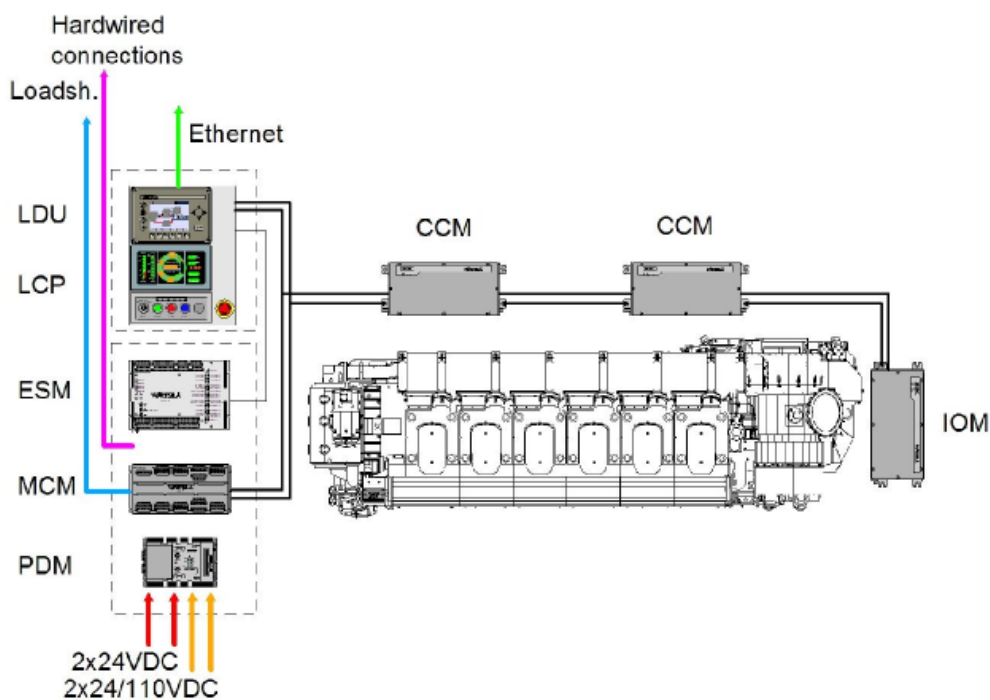
IOM on tulo ja lähtö moduuli (engl. *Input / Output-Module*). Se käsittelee mittaukset ja hoitaa tiedonsiirron sensoreilta ja laitteilta. Se kommunikoi CAN väylän yli muiden IOM:ien ja MCM:ien kanssa. IOM moduulien määrä vaihtelee sylinterien määrän, moottorityypin ja moottorisovelluksen mukaan.

4.2.5 Moottorin turvamoduuli

ESM on moottorin turvamoduuli (engl. *Engine Safety Module*). Sillä huolehditaan moottorin turvallisuudesta ja se hoitaa moottorin alasajon.

4.2.6 Sähköjakelumuoduuli

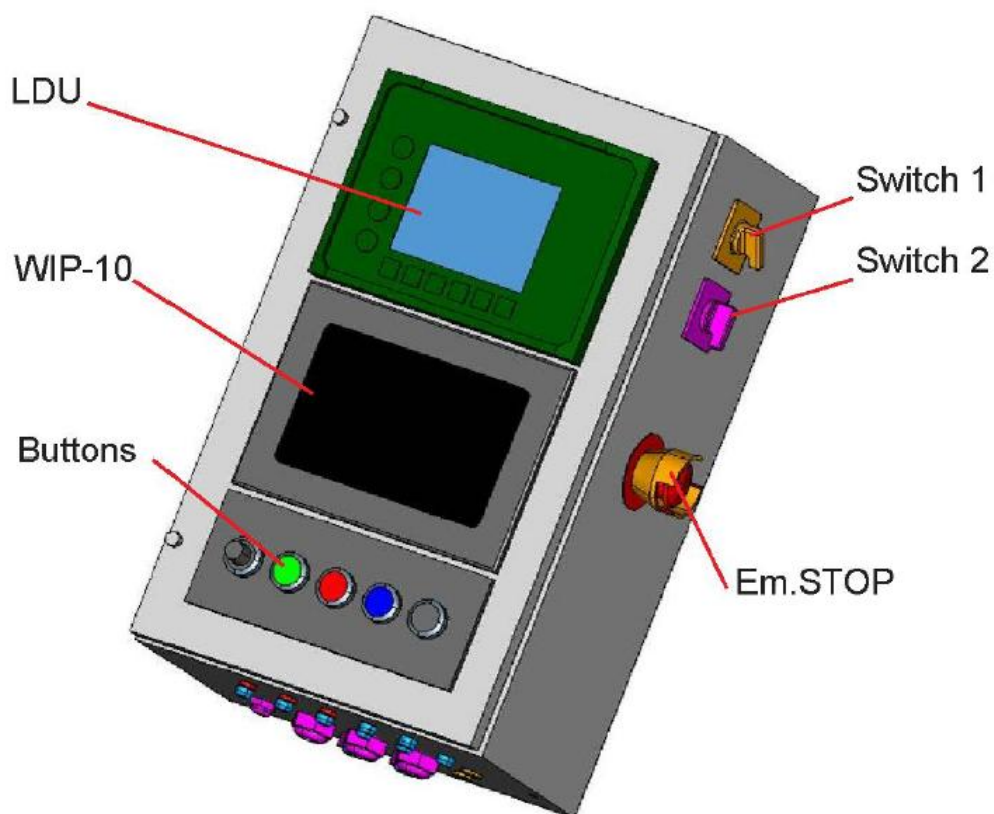
PDM on sähkön jakelumuoduuli (engl. *Power Distribution Module*). Se jakaa, suodattaa sekä suojaa moottorin jännitteen syötön.



Kuva 28. UNIC 3C järjestelmä

4.3 Paikallinen ohjauspaneeli

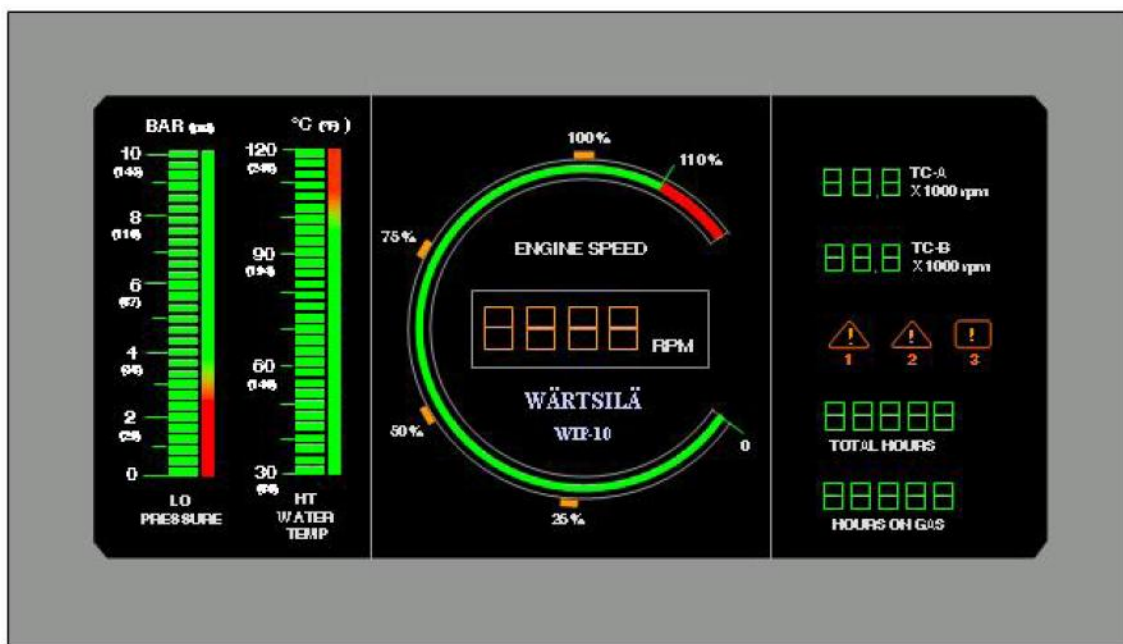
Paikallinen Ohjauspaneeli (LCP, local control panel) sijaitsee koneen etupuolella. Kaappi on kiinnitetty kumisilla värinävaimentimilla koneeseen. LCP on paikallinen ohjauspaneeli, josta koneen käyttäjä voi hoitaa moottorin käynnistyksen sekä pysäytyksen ja lukea koneen mittausarvoja. LCP koostuu WIP-10 graafisesta näytöstä, LDU näytöstä, valintakytkimestä, käynnistuspainikkeesta, pysäytyspainikkeesta, hätäpysäytyspainikkeesta, resetoitipainikkeesta sekä manuaalisesta kierrosnopeussäätimestä.



Kuva 29. Paikallinen ohjauspaneeli.

4.3.1 WIP-10 näyttö

WIP-10 on niin sanottu varanäyttöyksikkö, joka käsittää useita muusta järjestelmästä riippumattomia mittauksia. Nämä mittaukset ja lukemat ovat tärkeitä perustietoja moottorista. Kaikki tiedot varanäyttöyksikölle tulevat suoraan turvamoduulilta.



Kuva 30. WIP-10 näyttö.

Indikaatiot näytöllä ovat:

- Moottorin käyntinopeus, graafinen skaala 0-120%, jossa 4-numeroinen mittari keskellä.
- Turboahtimen nopeus A-pankki, 3-numeroinen mittari.
- Turboahtimen nopeus B-pankki (jos V-moottori), 3-numeroinen mittari.
- Kaksi viisi numeroista käyttötunti laskuria

Pylväsdiagrammi merkintöjä:

- Öljynpaine, 0-10 bar
- HT veden lämpötila, 30-120 ° C

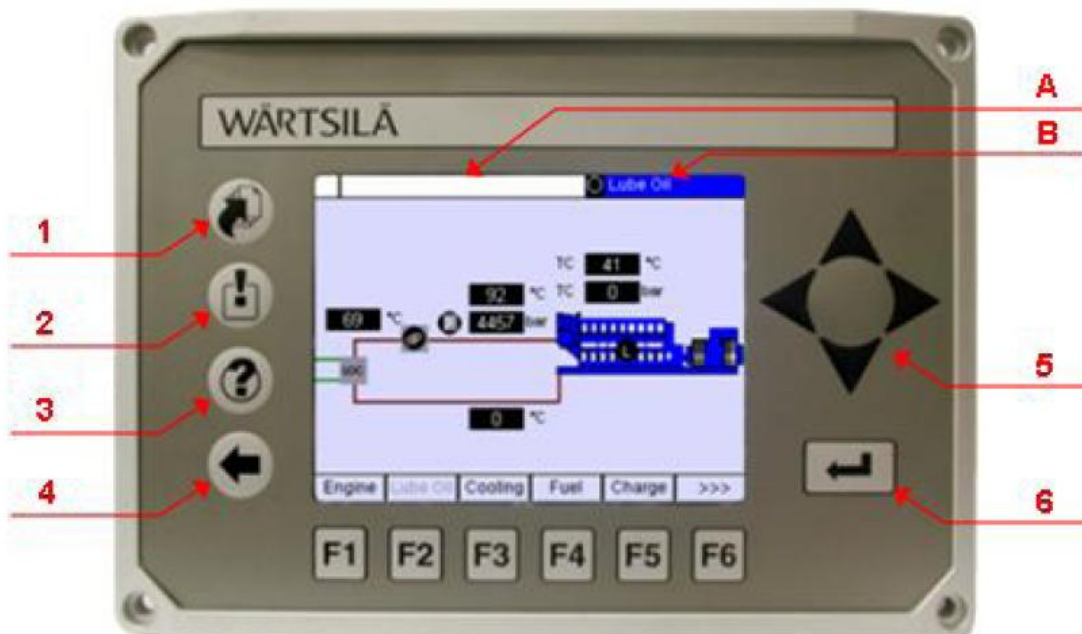
Normaalit arvot esitetään vihreänä värinä pylväsdigrammin oikealla puolella, kun taas poikkeavat arvot ovat merkitty keltaisella ja punaisella värillä.

Jos ilmenee anturivika tai anturin signaali katkeaa, alkaa pylväsdigrammin alin LED-valo vilkkua. Jos anturissa tai johdotuksessa ilmenee ylivirtaa, alkaa pylväsdigrammin ylin LED-valo vilkkua.

WIP-10 näytössä on kolme kolmiosymbolia, joissa on huutomerkki. Vain vasemmanpuoleinen symboli on käytössä UNIC C3:ssa. Jos tähän symboliin syttyy valo, tarkoittaa se järjestelmävikaa. Lisätietoa saa esimerkiksi paikallisnäytöstä

4.3.2 Paikallisnäyttö

Paikallisnäyttö (LDU) korvaa perinteisen painemittaripaneelin, lämpömittarit sekä muita paikallisia instrumentteja. Paikallisnäytöstä löytyy 111mm x 84mm graafinen näyttö, joka on liitetty pääohjausyksikköön CAN väylän kautta.



Kuva 31. Paikallisnäyttö.

1 – Painike Etusivulle. Etusivulla näkyy moottorin tärkeimmät mittaukset sekä moottorin tila.

2 – Tapahtumaloki. Tämä sivu näyttää viimeisimmät tapahtumat esimerkiksi hälytykset sekä moottorin käynnistykset ja pysäytykset. Näytössä näkyy esimerkiksi hälyttävän sensorin koodi ja tapahtuma-aika.

3 – Ohjesivu. Ohjesivulla voidaan muuttaa käyttäjätasoa.

4 – Takaisin-komento.

5 – Navigointipainikkeet.

6 – Enter-komento

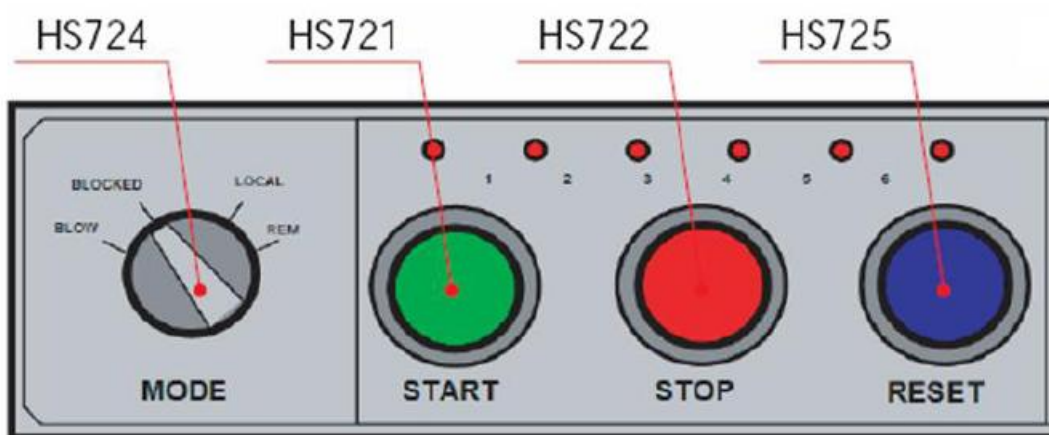
Graafisen näytön yläosassa on kaksi osiota, joista löytyy:

A – Hälytysrivi

B – Sivun nimi

4.3.2.1 Kytkimet ja painikkeet

Alla kuvaus kytkimistä ja painikkeista joita käytetään LCP:ssä.



Kuva 32. Kytkimet ja Painikkeet.

HS724 - Moottorin toiminta valintakytkin

Valintakytkimessä on seuraavat neljä asentoa:

- Paikallinen: Paikallisojtaus moottorin käynnistykseen ja pysäytykseen.

- Etähallinta: Etäohjaus moottorin käynnistykseen ja pysäytykseen.
- Estetty: Moottorin käynnistys on sähköisesti estetty.
- Puhallus: Tässä asennossa on tarkoitus puhaltaa moottori (indikointiventtiilit auki). Moottorin polttoainesyöttö on sähköisesti estetty ja ainoastaan käynnistysilmaventtiili aktivoituu. Puhallustoiminto on myöhemmin poistettu Wärtsilän toimesta.

HS721 - Käynnistys

Painamalla kyseistä painiketta moottori käynnistetään paikallisesti. Painikkeeseen syttyy valo, kun moottori on käyttövalmis.

HS722 - Pysäytyspainike

Painamalla tätä painiketta moottori pysäytetään paikallisesti. Valintakytkin HS724 tulee olla local-asennossa.

HS725 Shutdown nollauspainike

Jos kyseessä on automaattinen shutdown tai hätäpysäytyspainiketta on painettu, menee moottori sähköiseen lukkoon. Tämä lukitus poistetaan painamalla HS725 reset-painiketta.

HS723 Hätäpysäytyspainike

Painamalla tätä painiketta moottori sammuu välittömästi. Hätäpysäytyspainikkeesta signaali menee suoraan turvamuodulille, joka aukaisee SSV-venttiilit ja katkaisee sähkön syötön polttoaineventtiileille. Turvamuodulilta tieto menee myös pääohjausyksikölle, joka asettaa koneen shutdown-tilaan. Tällöin moottorin polttoainesyöttö asetetaan nolnaan. Kun moottori on kokonaan pysähtynyt, se lukittuu sähköisesti. Lukitus avataan reset-painikkeesta.

4.4 Pääohjausyksikkö

Pääohjausyksikkö (MCM) on monipuolinen ja muokattavissa oleva mikroprosessoripohjainen ohjaus- ja datankeruumoduuli. Pääohjausyksikkö on nimensä mukaisesti moottorin aivot eli se ohjaa koko moottoria. Moduulista löytyy erilaisia analogisia ja digitaalisia mittauskanavia, sekä useita analogisia ja binäärisiä lähtöjä. Moduuli on

suunniteltu siten, että se asennetaan suoraan moottoriin kiinni. Tämä edesauttaa testausta tehtaalla sekä moottorin asennusta laivalla.

Pääohjausyksikkö käsittelee seuraavia keskeisiä tehtäviä UNIC C3 järjestelmässä:

- Nopeuden ja kuorman ohjaus.
- Käynnistys- ja pysäytystoiminnot.
- Polttoaineen syöttö.



Kuva 33. Pääohjausyksikkö

4.5 Turvamuodi

Turvamuodi (ESM) huolehtii moottorin perusturvallisuudesta, sekä hoitaa monia eri nopeuden mittaustoimintoja. Näitä nopeus tietoja se lähettää edelleen valituille toimilaitteille. ESM hoitaa moottorin alasajon niin hätätilanteissa kuin myös normaalissa pysäytyksessä.

ESM -moduuli on suunniteltu siten, että se täyttää kaikki korkeimmatkin turvallisuusmääräykset. Kaikki säädöt tehdään DIP-kytkimillä sekä trimmereillä. Moduuli ei siis tarvitse ohjelmointia sovellusten perustamiseen. ESM-moduuli sijaitsee lasin takana pääkeskuskaapissa, mikä mahdollistaa helpon näkyvyyden moduulille.



Kuva 34. Turvamoduuli

4.6 Sylinterin ohjausyksikkö

Sylinterin ohjausyksikkö (CCM) on varustettu tehokkaalla Motorolan ohjaimella. Moduuli on monipuolinen ja muokattavissa oleva mikroprosessoripohjainen ohjaus- ja datankeruumoduuli. Siitä löytyy useita analogisia mittauskanavia sekä analogisia signaali- ja ohjauslähtöjä. Se kommunikoi muiden moduulien kanssa CAN -väylää pitkin.

Moduuli käsittelee paikallisesti polttoaineruiskutukseen liittyviä toimintoja sekä sylinterikohtaisia mittauksia. CCM -moduuli hoitaa polttoaineruiskutuksen kolmeen sylinteriin ja toimii varayksikkönä kolmeen muuhun sylinteriin. Moduuli laskee jo-

kaisen polttoainesuuttimen ruiskutusajan sekä -ajoituksen käyttämällä referenssejä, joita se saa pääohjausyksiköltä CAN väylää pitkin.

Jotta ruiskutus tapahtuisi juuri oikealla hetkellä, tarvitsee moduuli tarkat tiedot niin moottorin nopeudesta, kuin sen tahdista. Tämän takia on jokaiselle sylinterin ohjausyksikölle vedetty omat kaapelit kyseisille signaaleille.

Pakokaasun lämpötila-anturit ja nakutusanturit ovat myös liitettynä sylinterin ohjausyksikköön ja tiedot lähetetään CAN väylää pitkin pääohjausyksikköön.

Koska ruiskutusventtiilit vaativat suuritehoisen signaalin toimiakseen tarkasti, ei 24VDC riitä. Tämän takia polttoaineventtiilien ohjusjännite on 110VDC.



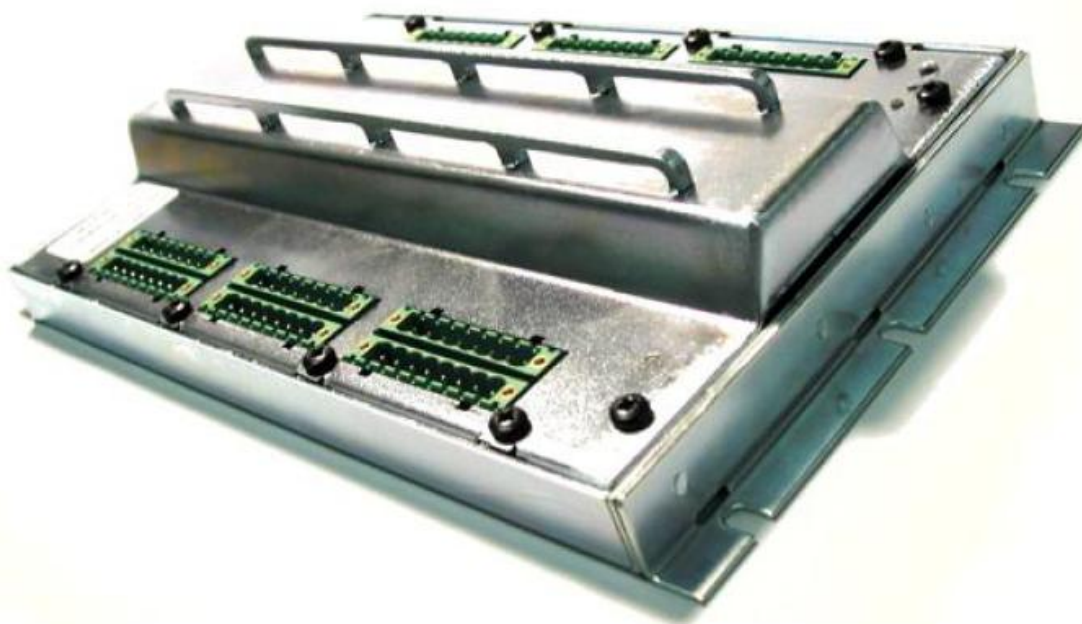
Kuva 35. Sylinterin ohjausyksikkö

4.7 Tulo- ja lähtömoduuli

Tulo- ja lähtömoduulin (IOM) suorittimena toimii erittäin suorituskykyinen Motorola ohjain. Moduuli sisältää diagnostisia ominaisuuksia sisäisen järjestelmän tarkkailuun kuten: muistin tarkistukseen, CPU watchdogiin sekä järjestelmän lämpötilaan.

IOM moduulissa on myös edistyksellinen tulo- ja lähtösignaalien tarkistus, joka valvoo avoimia piirejä ja oikosulkuja sekä sensoreiden diagnostiikkaa.

Tätä monikäyttöistä IOM-yksikköä käytetään tietojen hankintaan sekä hukkaportin, by-passin sekä LT/HT termostaattien ohjaukseen.



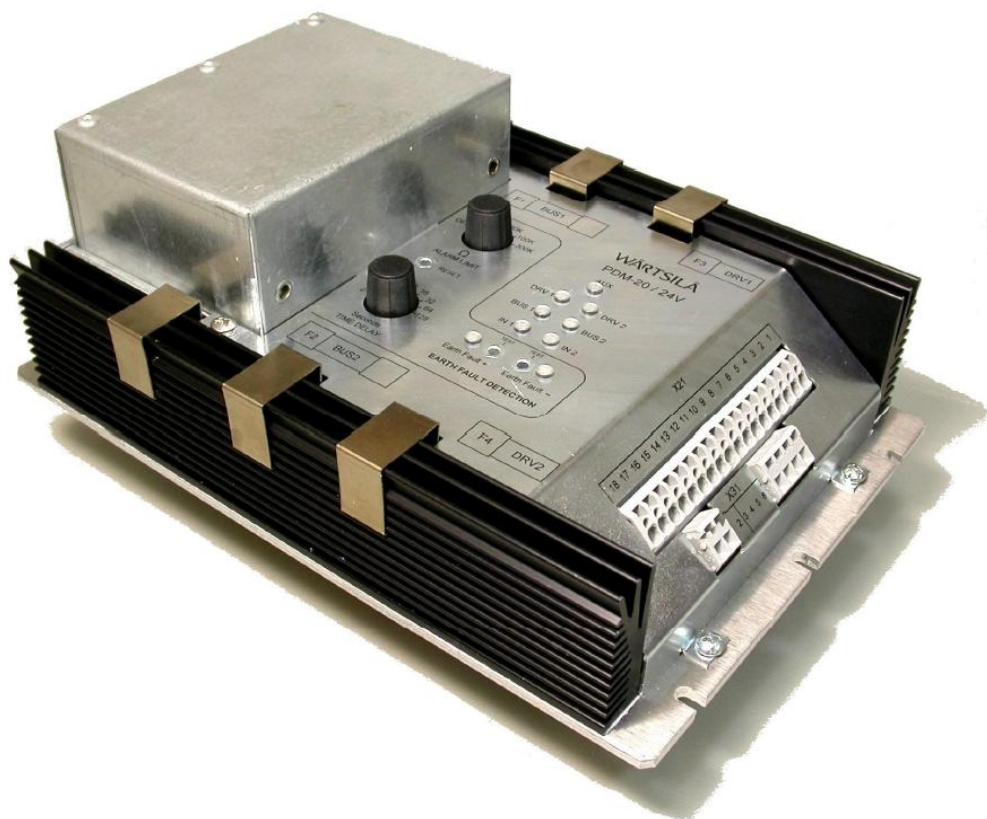
Kuva 36. IOM

4.8 Sähkönjakelumuoduuli

Sähkönjakelumuoduulin (PDM) tehtävänä on jakaa sähköä kaikille elektroniikkalaitteille moottorissa. PDM-moduuli huolehtii sähkön suodatuksesta, suojaa ylijännitteeltä ja jännitepiikeiltä, sekä seuraa maavuotoja. Koko virransyöttöjärjestelmä kello suhteessa maahan. PDM moduuleja on kaksi, 24 VDC ja 110 VDC.

PDM-moduulista löytyy seuraavat ominaisuudet

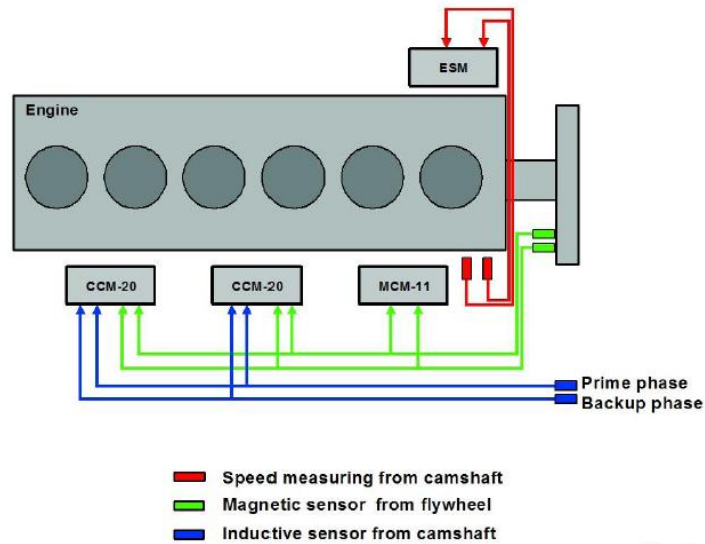
- Jännitteen seuranta
- Oikosulkusuojaus
- EMC-suodin
- Ylikuormitussuoja
- Transienttisuoja
- Sähköhäiriön havaitsin
- Maavuodon havaitsin
- Navan vaihtosuoja



Kuva 37. Sähkönjakelumuoduuli

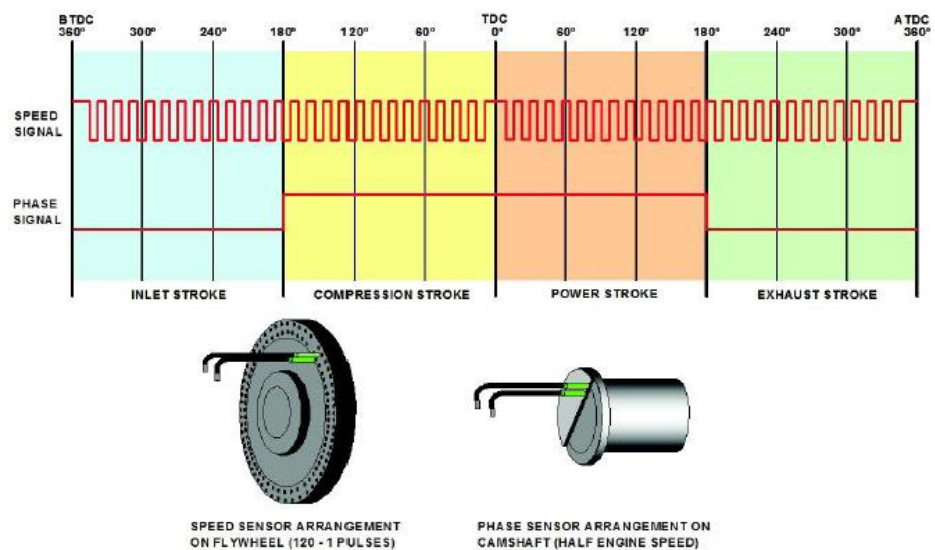
4.9 Moottorin nopeuden ja tahdin mittaus

Moottorin nopeuden mittaus perustuu kahden nopeusanturin antamiin signaaleihin. Nopeus mitataan vauhtipyörästä. Molemmat nopeusanturit ovat suoraan yhteydessä pääohjausyksikköön, jossa sijaitsee nopeuden säädin.



Kuva 38. Nopeuden mittaus.

Ruiskutuksen ajoituksen käsittely tapahtuu sylinterin ohjausyksikössä. Tämän takia sylinterin ohjausyksiköt tarvitsevat tarkat tiedot moottorin kierrosluvuista ja tahdistä. Tämän takia tiedot moottorin nopeudesta sekä tahdistä menevät suoraan omilla johdoilla sylinterin ohjausyksikölle.



Kuva 39. Nopeuden ja tahdin mittaus

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää commonrail polttoainejärjestelmän toimintaa. Järjestelmänä commonrail on teknisesti monimutkainen verrattuna tavalliseen polttoainejärjestelmään. Tämän takia toiminnan ymmärtäminen vaatii perustietoa dieselmootorin toimintaperiaatteista.

Työssä ei keskitytty ongelmien löytämiseen, vaan pyrittiin kuvaamaan ja tutkimaan järjestelmän toimintaa perinpohjaisesti. Ongelmakohtana tutkimustyössä oli materiaalin hankala saatavuus. Kirjallista materiaalia commonrail-järjestelmästä ei ole juuri ollenkaan saatavilla ja materiaali on pääosin englanniksi. Commonrail järjestelmän komponenteille ei ole virallisia suomenkielisiä sanoja, joten suomennosten teko oli hankalaa ja vaati kekseliäisyyttä.

Työn pääasiallisena tavoitteena oli, että lukija saa hyvän käsityksen järjestelmän toiminnasta sekä peruseriaateista. Lukijalle havainnoidaan järjestelmän komponentit niin, että hän pystyy sisäistämään jokaisen komponentin toiminnan järjestelmässä. Tavoitteena oli myös, että lukija ymmärtää automaatiojärjestelmän ja mekaanisten komponenttien symbioosin.

Automaatiojärjestelmä commonrail polttoainejärjestelmässä on erittäin laaja kokonaisuus, joten työssä pyrittiin selvittämään jokaisen moduulin toiminta ja vaikutus järjestelmään. Niiden teknistä sisältöä ei lähdetty purkamaan, koska se olisi tavallaan ollut jo eri toimialaan kuuluvaa asiaa ja mahdollisesti erittäin hyvä työnaihe automaatioinsinööriopiskelijalle opinnäytetyöksi.

Mielestämme onnistuimme välittämään visuaalisen havainnoinnin avulla lukijalle järjestelmän peruseriaatteen. Järjestelmästä on yksinkertaisempaa ymmärtää sen sisältämien komponenttien rakenne, mutta niiden toiminnan ymmärtäminen kokonaisuutena on astetta haastavampaa. Joten työ antaa haastetta lukijalle, jos haluaa ymmärtää koko järjestelmän yhtenä täydellisenä kokonaisuutena.

LÄHTEET

1. Wärtsilä 46 F commonrail fuel system manuaali (2007)
2. Wärtsilä UNIC C3 automationsystem (2009)

INTERNET LÄHTEET

1. Wärtsilä 46 technology review
<http://www.wartsila.com/file/Wartsila/en/1270037660540a1267106724867-Wartsila-O-E-W-46-TR-M.pdf>
2. Common rail technology calls for dedicated test bench
 - a. <http://www.wartsila.com/file/Wartsila/en/1278511904719a1267106724867-Wartsila-SP-A-Id-4s-Engines-a.pdf>
3. Nothing common about common rail
<http://www.wartsila.com/file/Wartsila/en/1278511962599a1267106724867-Wartsila-SP-A-Tw-4s-Engines-a.pdf>
4. Wärtsilä commonrail
<http://www.wartsila.com/file/Wartsila/en/1278511962853a1267106724867-Wartsila-SP-A-Tw-4s-Engines-b.pdf>
5. Wärtsilä 46 project guide
<http://www.wartsila.com/file/Wartsila/en/1278529606552a1267106724867-Wartsila-O-E-W-46-PG.pdf>
6. Wärtsilä Medium-Speed Marine Diesel Engines
<http://www.wartsila.com/file/Wartsila/en/1278529609886a1267106724867-Wartsila-O-E-W-MS.pdf>
7. Wikipedia, common rail
http://en.wikipedia.org/wiki/Common_rail

KOMPONENTTIEN SUOMENNOKSET

1. Flow control valve = Virtauksen säätöventtiili
2. Fuel injection pump = Polttoaineen syöttöpumppu
3. Accumulator = Paineakku
4. Injection valve = Syöttöventtiili
5. Start and safety valve = Käynnistys- ja turva venttiili
6. Pressure control valve = Paineensäätö venttiili
7. Return fuel flow control valve (3-way valve) = Paluu polttoaineen virtauksen säätöventtiili (3-tie venttiili)
8. Fuel oil leakage collector = Vuotopolttoaineen kerääjä
9. Control oil pump = Ohjausöljypumppu
10. Pressure relief valve = Paineenpoistoventtiili
11. Lubeoil sump = Voiteluöljysumppu
12. Flywheel = Vauhtipyörä
13. Camshaft = Nokka-akseli
14. Control oil automatic filter = Ohjausöljyn automaattifilteri
15. Non-return valve = Takaiskuventtiili

LIITE 2

TERMISTÖ

Mixingtankki = Tankki, jossa sekoittuu paluu polttoaine sekä päivätankilta tuleva polttoaine.

Päivätankki = Tankki johon varastoidaan puhdistettu polttoaine.

Commonrail = Yhteispaineruiskutus.

Sludgetankki = Tankki johon varastoidaan likainen öljy.

Stand by pumppu = Pumppu, joka on hätävalmiudessa.

Propulsiojärjestelmä = Järjestelmä, joka liikuttaa laivaa.

UNIC = Wärtsilän automaatiojärjestelmä.

Shutdown = Koneen pysäytys vikatilanteessa.