

ECM (Electronic Control Module)

OP DIESELMOTOREN

WERKGROEP DIESELMOTOREN

Versie 1.1
2 juli 2010

WERKGROEPLEDEN:

René Dirven

Sjaak Blom

Alex Zomer

Gerben van Hal

Wim Schoppers

Dirk-Jan de Jong

Dick van der Donk

Emiel Verbruggen

Inhoudsopgave

| | | |
|------------|---|---|
| 1 | Uit de opdracht van de CvD aan de werkgroep Dieselmotoren:..... | 1 |
| 2 | Advies..... | 1 |
| 3 | Aanleiding..... | 1 |
| 3.1 | Milieu..... | 1 |
| 3.2 | Voordelen digitaal..... | 1 |
| 3.3 | Sprinklervoorschriften..... | 2 |
| 3.4 | Uitvoering..... | 2 |
| 4 | Argumentatie..... | 3 |
| 4.1 | Montage 2 ^{de} ECM..... | 3 |
| 4.2 | Betrouwbaarheidsaspecten Bedrading en sensoren..... | 3 |
| 4.3 | Betrouwbaarheidsaspecten ECM..... | 3 |
| 4.4 | Betrouwbaarheidsaspecten Overige delen dieselmotor..... | 4 |
| 5 | Minimale vereisten aan ECM..... | 4 |
| 6 | Lijst geraadpleegde literatuur..... | 5 |
| 7 | BIJLAGEN..... | 6 |
| 7.1 | Betrouwbaarheidsaspecten enkele ECM..... | 6 |
| 7.2 | Foto's montage ECM op dieselmotor..... | 8 |

1 Uit de opdracht van de CvD aan de werkgroep Dieselmotoren:

a) Digitale dieselmotoren

- Uitvoering (enkel/dubbel) ECM (Electronic Control Module) op digitaal geregelde dieselmotoren

2 Advies

De werkgroep Diesels geeft als unaniem advies dat het dubbel (redundant) uitvoeren van de ECM op dieselmotoren voor aandrijving van brandbluspompen geen toegevoegde waarde heeft.

3 Aanleiding

3.1 Milieu

Om aan de steeds strenger wordende milieueisen te voldoen schakelen steeds meer leveranciers van dieselmotoren over op digitale regelingen cq. besturingen van de dieselmotoren. Voor een aantal dieselmotoren met grotere vermogens is het al moeilijk een passende motor te vinden met een conventionele brandstofvoorziening, binnen afzienbare tijd wordt dit ook voor kleinere vermogens moeilijk.

Met de digitale motorregelingen is het mogelijk de hoeveelheid ingespoten brandstof en het inspuitmoment nauwkeurig af te stemmen op de gevraagde prestatie van de dieselmotor onder de gegeven omstandigheid en daarmee ook nog te voldoen aan de vereiste milieunormen.

3.2 Voordelen digitaal

Voordelen voor de sprinklermarkt van het toepassen van digitaal geregelde dieselmotoren zouden kunnen zijn;

Kunnen voldoen aan de vereiste milieueisen

- De speeddroop van een digitaal geregelde dieselmotor is 0% waarmee de theoretische pompcurve ook de werkelijke pompcurve is
- Een digitaal geregelde motor kan zo geprogrammeerd worden dat bij het testen van de installatie de motor beheerst aanloopt en beheerst afgeschakeld wordt hetgeen de levensduur van het hart van de sprinklerinstallatie aanmerkelijk kan verlengen.

Met toevoeging van een druksensor (en aanvullende hardware in de vorm van een besturingspaneel met regeling) kan het toerental van de digitaal geregelde dieselmotor zodanig geregeld worden dat de druk in het aangesloten sprinklersysteem gehandhaafd blijft (en daarmee het systeem beschermen tegen overdruk en/of drukstoten). De maximale druk wordt ingesteld en de digitale regeling stuurt de dieselmotor op basis van het toerental. Bij een groot gevraagd debiet zal de combinatie van dieselmotor en pomp uiteindelijk de pompcurve volgen.

3.3 Sprinklervoorschriften

In principe bestaat er geen verbod op toepassing van digitaal geregelde dieselmotoren voor aandrijving van brandbluspompen. Helaas voorzien de sprinklervoorschriften op dit moment nog maar minimaal in de specifieke items bij toepassing van digitaal geregelde dieselmotoren via een ECM.

NFPA

NFPA-20 editie 2007 vereist dat voor fire toepassingen de ECM dubbel uitgevoerd dient te zijn met een handmatige omschakeling zonder nul-stand. De NFPA-20 editie 2010 vereist zelfs een automatische omschakeling bij falen van de eerste ECM naast een hand of automatische schakelaar zonder een 0-stand.

Wanneer wordt geschakeld naar de back-up ECM dient dit door middel van een visueel signaal op motor instrumenten paneel zichtbaar te worden gemaakt naast een signaal naar de controller.

Voor FM zijn een aantal dieselmotoren approved waarbij gekozen is voor het gebruik van een 2^{de} ECM welke met de hand omgeschakeld dient te worden in het geval de eerste ECM niet goed mocht functioneren.

NEN-EN 12845:2004 + Ontw. NEN 1073:2008

Hoewel de bovengenoemde norm nog niet definitief is vastgesteld wordt in de NEN-EN 12845 + NEN 1073 gesteld dat de ECM enkel uitgevoerd mag zijn.

Voorschriften Automatische Sprinklerinstallaties (VAS)

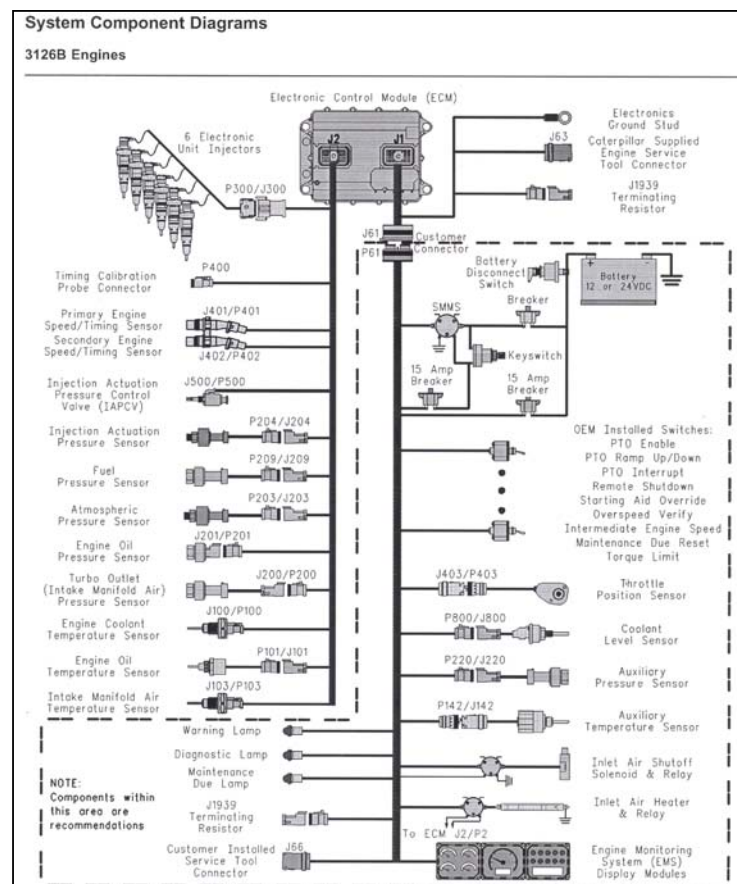
De VAS voorziet niet in de toepassing van digitaal geregelde dieselmotoren via een ECM.

3.4 Uitvoering

Met de klassieke mechanische brandstofpomp is een zeer hoge graad van betrouwbaarheid bereikt. Vanwege emissiewetgeving & verbeterde prestatie is echter in veel gevallen de mechanische inspuiting vervangen door een elektronische inspuiting vanwege de hogere inspuitdrukken & flexibiliteit die deze systemen bieden.

Een elektronisch inspuitsysteem kan onderverdeeld worden in de volgende groepen:

- Sensoren (koelwatertemperatuur, oliedruk, gaspedaal).
- Kabelboom.
- ECM (Electronic Control Module).
- Actuatoren (pomp / injector solenoids, waste-gate actuator).



4 Argumentatie

4.1 Montage 2^{de} ECM

Het toevoegen van een 2^{de} ECM betekent dat de zorgvuldig ontworpen bekabeling van de originele ECM uiteengenomen moet worden en met een toevoeging van extra componenten (zoals relais) met kabelverbindingen opnieuw aangesloten moet worden. Het verkrijgen van de originele kwaliteit is daarbij niet of nauwelijks realiseerbaar. In tegendeel, gesteld moet worden dat de extra componenten en de extra kabelverbindingen de faalkans ons inziens vergroten.

Vervolgens wordt de 2^{de} ECM weggebouwd achter de eerste ECM, zo dicht mogelijk tegen de dieselmotor, waardoor de ECM nagenoeg onbereikbaar wordt en bij gebruik van de dieselmotor tenminste flink warm wordt.

Moderne elektronica levert, hoewel zeer geavanceerd en doorontwikkeld, nog steeds problemen op door veroudering bij het regelmatig ongewenst opwarmen. Het is niet voor niets dat de eerste uitval van elektronica-componenten nog steeds getest wordt door de componenten een aantal keren te verwarmen (de zogenaamde badkuipkromme). Voor nog geavanceerdere toepassingen gebeurt dit opwarmen zelfs door computergestuurde ovens waarna nadien de elektronica getest wordt of deze nog binnen de specificaties functioneert.

4.2 Betrouwbaarheidsaspecten Bedrading en sensoren

In het algemeen kan gesteld worden dat de meeste storingen (elektrisch/electronisch) uit de kabelboom komen en dan met name de stekkerverbindingen (slecht contact) en draadbreek. Vaak worden dan ook volledig gevormde en gesloten kabelbomen gebruikt voorzien van waterdichte stekkerverbindingen. Na de kabelboom volgen de sensoren en actuatoren, die vaak moeten werken onder hitte en trillingen. Door te kijken naar open verbinding, kortsluiting of range is de ECM echter in staat deze storingen te detecteren en te alarmeren.

Voor fire toepassingen worden alle relevante beveiligingen, zoals beveiliging op oliedruk en koelwatertemperatuur uitgeschakeld, dat wil zeggen dat er wel storingsmeldingen komen maar dat de motor door blijft draaien (immers een sprinklerpomp moet een 'zelfopofferend' karakter hebben). Hierdoor is alleen de toerentalsensor noodzakelijk voor het draaien van de motor. Bij elektronische motoren is voor toerentalbepaling in de meeste gevallen een nokkensasensor en vliegwielsensor aanwezig, waarbij bij (totale) uitval van een van de sensoren de andere sensor het overneemt.

Conclusie is dat de hoofdbron van storingen bij elektronische motoren is ondervangen door diagnose hiervan en het feit dat de essentiële componenten voor het functioneren van de ECM (lees sensoren) dubbel uitgevoerd zijn.

4.3 Betrouwbaarheidsaspecten ECM

Blijft de ECM zelf als potentiële storingsbron over. Aan ECM's worden door motorfabrikanten de zwaarste eisen qua levensduur en betrouwbaarheid gesteld. Zo eisen fabrikanten als DAF dat het uitvalspercentage van de ECM over de levensduur van de motor lager is dan bijvoorbeeld de krukas en drijfstangen van de motor!

Dit heeft tot gevolg dat alle toegepaste ECM's slechts door een handjevol producenten in grote aantallen worden geproduceerd. Alleen op deze wijze kunnen uitgebreide ontwikkeltrajecten en fabricageprocessen gerealiseerd worden.

De ECM zelf is een component welke geen bewegende delen bevat en opgesloten is in een metalen behuizing. Verder wordt door de motorfabrikant veel aandacht aan trillingsarme montage en koeling van de ECM besteedt.

Dit alles heeft tot gevolg dat de ECM veelal betrouwbaarder is dan de motor waarop deze gemonteerd is.

Uit statistieken van John Deere importeur Nagel blijkt dat zij op 600 motoren 2 ECM's na moeten leveren, ofwel een uitval van 0.3%. Hierbij moet dan nog bedacht worden dat deze vervanging ECM's vaak kort na installatie worden nageleverd vanwege foutief aansluiten hiervan. Eenmaal in bedrijf is het uitvalpercentage dus nog aanzienlijk lager.

4.4 Betrouwbaarheidsaspecten Overige delen dieselmotor

De dieselmotor beschouwend zijn er vele onderdelen te benoemen die alle kritisch zijn voor het wel of niet draaien van de motor en die toch slechts enkelvoudig zijn uitgevoerd.

Enkele die we daarbij kunnen noemen zijn de startmotor en de turbolader.

Bekijken we de betrouwbaarheid van bijvoorbeeld de startmotor dan zien wij iets bijzonders. In de loop der jaren is de uitvoering van de startmotor lichter geworden. Gesteld kan worden dat naar alle waarschijnlijkheid de huidige generatie startmotoren niet of nauwelijks kan voldoen aan het aantal voorgeschreven startpogingen in de verschillende normen.

5 Minimale vereisten aan ECM

Beveiligingen in een ECM, die het motorvermogen reduceren om de motor te beschermen zijn niet toegestaan in een brandbluspomp toepassing.

De voeding van een ECM dient minimaal 24 Volt te zijn en dient in 5-voud uitgevoerd te worden, als volgt:

- 1 x van batterijset A
- 1 x van batterijset B
- 1 x van lader A
- 1 X van lader B
- 1 x van dynamo van de dieselmotor

Daarnaast dient de voeding naar de ECM bewaakt te worden zodat bij een storing alarm verzorgd wordt.

De ECM dient beveiligd te worden tegen spanningspieken en polariteitswisselingen

Elke sensor (zender/pick-up) welke verbonden is met de ECM en van invloed is op het vermogen en toerental van de motor, dient dubbel uitgevoerd te worden, zodanig dat de 2^{de} sensor de functie automatisch overneemt bij falen van de primaire sensor.

6 Lijst geraadpleegde literatuur

| Auteur/bedrijf | Artikel | Datum |
|--|--|---------------|
| Alex Zomer – Aqua+ | Dieselgedreven sprinklerpompen met een digitale regeling | 27 april 2010 |
| D.J. de Jong – Van Wijk en Boerma Firepacks b.v. | Betrouwbaarheidsaspecten enkele ECM | 28 mei 2010 |
| W. Hoosemans - Van Wijk en Boerma Firepacks b.v. | Voorschriften voor dieselmotoren uitgerust met een ECM voor VAS toepassingen | 14 juli 2006 |

7 BIJLAGEN

7.1 Betrouwbaarheidsaspecten enkele ECM

BETROUWBAARHEIDSASPECTEN ENKELE ECM

1. INLEIDING

Met de klassieke mechanische brandstofpomp is in der loop der jaren een hoge graad van betrouwbaarheid bereikt. Echter, vanwege emissiewetgeving en verhoging van de motorprestaties worden nieuwe motorgeneraties uitsluitend nog ontwikkeld met elektronische inspuiting vanwege de hogere inspuitdrukken & flexibiliteit die deze systemen bieden.

Weliswaar zijn mechanische motoren nog verkrijgbaar, deze worden echter meer en meer vervangen door elektronische exemplaren. Met name bij vermogens boven de 300 kW is dit het geval (stand 2010).

Belangrijk item bij elektronische motoren is de betrouwbaarheid hiervan. Dit wordt deels ingegeven door het "black box" karakter van de toegepaste componenten en het nieuwheid hiervan. Zoals bij nagenoeg iedere ontwikkeling het geval is zijn er bij de eerste elektronische motoren uit de jaren '80 zeker issues met betrekking tot betrouwbaarheid en uitval geweest.

Het bovenstaande heeft er toe geleid dat in de huidige NFPA voorschriften het gebruik van twee ECM's vereist wordt, hetgeen afwijkt van de industriestandaard. Op dit moment echter zijn er de afgelopen 30 jaar reeds miljoenen elektronisch geregelde motoren met enkele ECM geproduceerd, hetgeen bij onvoldoende betrouwbaarheid hiervan toch niet mogelijk had moeten zijn. De opgebouwde ervaring in zowel tijdspanne als aantallen maakt het mogelijk om de afwijkende regelgeving ten aanzien van bluspompen nogmaals in overweging te nemen.

2. OPBOUW & FAALVORMEN ELEKTRONISCHE INSPUITSYSTEMEN

Belangrijk item hierbij is de behaalde betrouwbaarheid van elektronische inspuitssystemen met enkele ECM. Bedacht moet worden dat de ECM slechts een van de vier hoofdcomponenten van een elektronisch inspuitstelsel is, te weten:

1. Sensoren (koelwatertemperatuur, oliedruk, gaspedaal).
2. Kabelboom.
3. Actuatoren (pomp / injector solenoids, waste gate-actuator).
4. ECM (Electronic Control Module).

In het algemeen kan gesteld dat van deze groepen de meeste storingen uit de kabelboom komen en dan met name de stekverbindingen (slecht contact) en draadbreek. Fabrikanten hebben de afgelopen jaren dan ook veel geïnvesteerd in de ontwikkeling van volledig gevormde en gesloten kabelbomen voorzien van waterdichte stekverbindingen.

In de ranglijst van storingen volgen na de omschreven kabelboom de sensoren en actuatoren, die vaak moeten werken onder hoge temperaturen en blootgesteld zijn aan trillingen.

Naast een zorgvuldig ontwerp- en productieproces ter minimalisatie van bovengenoemde storingen is de ECM in staat deze storingen te detecteren, door te kijken naar open verbinding, kortsluiting of range. In veel gevallen is tevens een zogenaamde noodloop ingebouwd zodat bij storing wel een alarm gegenereerd wordt, maar de motor wel blijft functioneren.

Voor fire toepassingen worden beveiligingen op oliedruk en koelwatertemperatuur uitgeschakeld. Dit kan iedere leverancier van elektronische motoren instellen. Voor het functioneren van de dieselmotor is alleen de toerentalsensor nog noodzakelijk. Bij elektronische motoren is voor toerentalbepaling in de meeste gevallen een nokkensasensor en vliegwielsensor aanwezig, waarbij bij (totale) uitval van een hiervan de andere het overneemt.

Conclusie is dat de hoofdbron van storingen bij elektronische motoren is ondervangen door diagnose hiervan en het feit dat de essentiële componenten voor het draaien van de motor dubbel uitgevoerd zijn en hiervoor noodloop strategieën ingebouwd zijn.

3. FAALKANS ENKELE ECM

Blijft de ECM zelf als potentiële storingsbron over. Vanwege de genoemde perceptie op het gebied van elektronica stellen motorfabrikanten aan de ECM's de zwaarste eisen qua levensduur en betrouwbaarheid. Zo eisen fabrikanten als DAF dat het uitvalspercentage van de ECM zelf over de levensduur van de motor lager is dan bijvoorbeeld de krukas en drijfstangen van de motor!

Dit heeft er toe geleid dat alle toegepaste ECM's slechts door een handjevol producenten in grote aantallen worden geproduceerd. Alleen op deze wijze kunnen uitgebreide ontwikkeltrajecten en fabricageprocessen ter waarborging van de gevraagde kwaliteit gerealiseerd worden.

Bedacht dient verder te worden dat de ECM zelf is een component welke geen bewegende delen bevat en opgesloten is in een metalen behuizing. Verder wordt door de motorfabrikant veel aandacht aan trillingsarme montage en koeling van de ECM besteedt.

Dit alles heeft tot gevolg dat de ECM veelal betrouwbaarder is dan de motor waarop deze gemonteerd is.

Uit statistieken van John Deere importeur Nagel Power Systems blijkt dat zij op 600 motoren 2 ECM's na moeten leveren, ofwel een uitval van 0.3%. Hierbij moet dan nog bedacht worden dat deze vervanging ECM's vaak kort na installatie worden nageleverd vanwege foutief aansluiten hiervan. Eenmaal in bedrijf is het uitvalpercentage dus nog aanzienlijk lager.

4. ELECTRONISCHE MOTOR MET ENKELE ECM IN SPRINKLERTOEPASSING

Uit bovenstaande blijkt dat een motor met enkele ECM betrouwbaar genoeg geacht mag worden voor sprinkler toepassingen. Wel kunnen er tijdens de installatie van een elektronische motor fouten gemaakt worden welke de betrouwbaarheid ernstig kunnen beïnvloeden. Dit geldt dan zowel voor motoren met enkele als dubbele ECM's.

Tijdens de installatie kunnen de volgende fouten gemaakt worden:

- Te hoge voedingspanning: Bij voltages boven 31 Volt zal de ECM zichzelf uitschakelen.
- Wegvallen voeding: Dit zal uiteraard tot uitval van de ECM leiden.

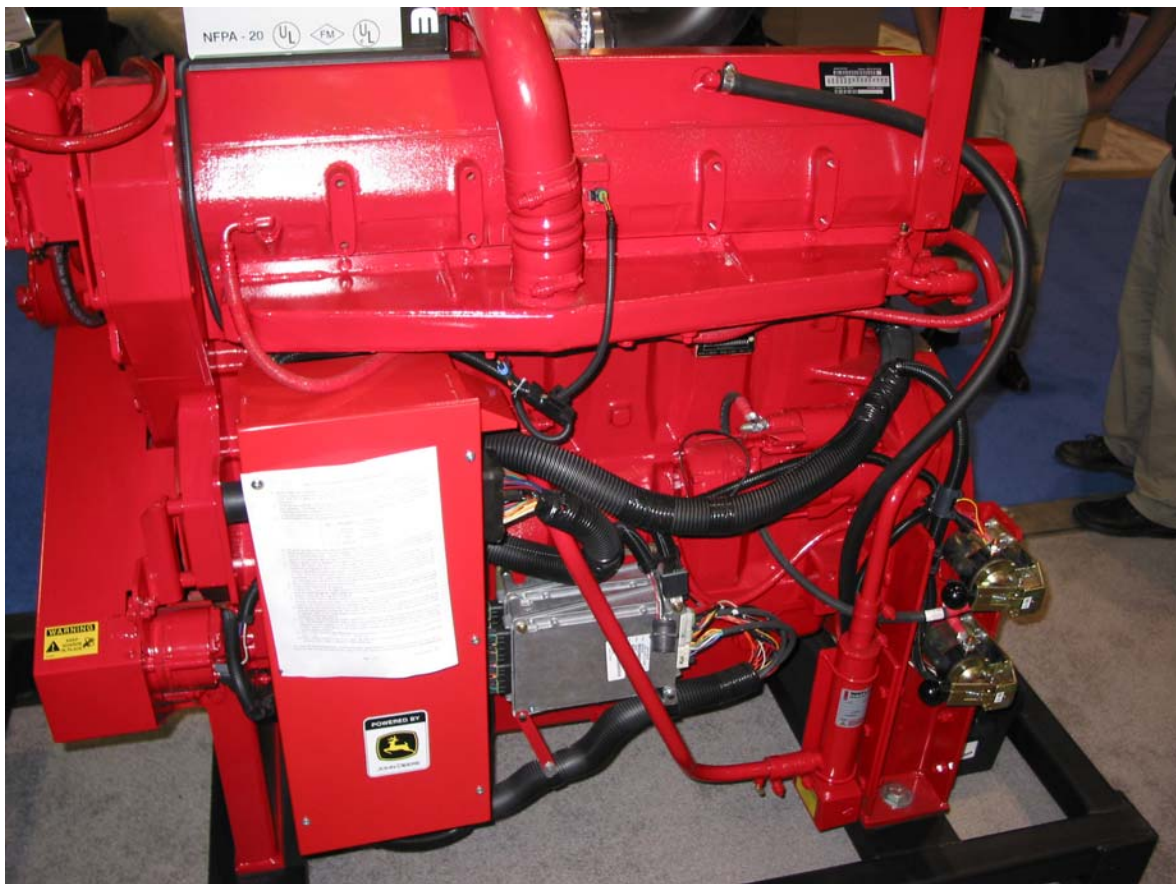
Om de betrouwbaarheid van elektronische motoren ook voor sprinklertoepassingen te waarborgen dient de voeding van de ECM aan de volgende eisen te voldoen:

- **5-voudige voeding vanuit beide batterijsets, beide laders en dynamo.**
- **Bescherming ECM tegen overspanning (30V<).**
- **Separate bedienbare contactsleutel t.b.v. noodstart.**

7.2 Foto's montage ECM op dieselmotor



ECM's zijn op elkaar gemonteerd.



In box naast de ECM is de schakeling geplaatst. Zie ook volgende foto.

