

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Επιμέλεια: Ολυμπία Ζώγου, Λουκάς Δημητριάδης

Βόλος 2008

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Κινητήρες με προθάλαμο.....	4
2	Κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης	5
3	ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΝΤΗΖΕΛ	7
3.1	Προθερμαντήρες	8
3.2	Θερμοστάτης; Χρησιμοποιείται σε κάποια μοντέλα για την προθέρμανση του αέρα εισαγωγής.	8
3.3	Προσαρμοστικό εγχυτήρα.....	8
3.4	Εγχυτήρας.....	8
3.5	Περιστροφικές αντλίες πετρελαίου	9
3.6	Ηλεκτροβαλβίδα.....	9
3.7	Φίλτρο πετρελαίου.....	10
4	Συστήματα έγχυσης common rail και injector-pump	10
5	Εκπομπές ρύπων κινητήρα Diesel.....	13
5.1	Εξελιξη της Νομοθεσίας περιορισμου εκπομπων ρυπων.....	14
5.2	εξελιξη των καυσιμων	15
6	Ανάλυση της Καύσης.....	15
6.1	η καθυστέρηση εναυσης.....	15
6.2	η φαση αποτομης καυσης.....	16
6.3	Η φαση ελεγχομενης καυσης.....	16
7	Οι κινητήρες με προθάλαμο - στροβιλοθάλαμο.....	16
8	Οι Κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης	17
9	Οι Κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης υψηλής πίεσης common rail.....	17

9.1	παρουσίαση του συστήματος	18
9.2	Το κύκλωμα τροφοδοσίας χαμηλής πίεσης	19
9.3	Η αντλία τροφοδοσίας	21
9.3.1	Η μηχανική γραναζωτή αντλία.....	21
9.3.2	η ηλεκτρική αντλία με κυλινδράκια.....	21
9.4	το στοιχείο φίλτρου.....	22
9.5	το κύκλωμα τροφοδοσίας της αντλίας υψηλής πίεσης	23
9.6	η αντλία υψηλής πίεσης.....	23
9.7	Η ρύθμιση της υψηλής πίεσης	24
9.8	ο βρόγχος ελέγχου της πίεσης εγχύσης	24
9.8.1	λειτουργία του ρυθμιστή πίεσης	26
9.9	το common rail	26
9.10	οι εγχυτήρες	28
9.10.1	αρχή λειτουργίας.....	29
9.10.2	ενεργοποίηση του εγχυτήρα	31
9.11	η ηλεκτρονική διαχείριση του συστήματος εγχύσης	31
9.11.1	ρύθμιση της εγχεομένης ποσότητας	31
9.11.2	ρύθμιση της προπορείας εγχύσης.....	33
9.11.3	η προεγχυση	33
9.11.4	η κυρίως εγχυση	34
9.11.5	η μετεγχυση (post-injection)	34
9.12	Ο Μικροϋπολογιστής - Αρχή λειτουργίας	34
9.12.1	παραμετροί που λαμβάνει υπόψη ο Μικροϋπολογιστής	35
9.13	οι κύριοι αισθητήρες.....	36
9.13.1	ο αισθητής θερμοκρασίας του κινητήρα.....	37
9.13.2	ο αισθητής πίεσης του rail.....	37

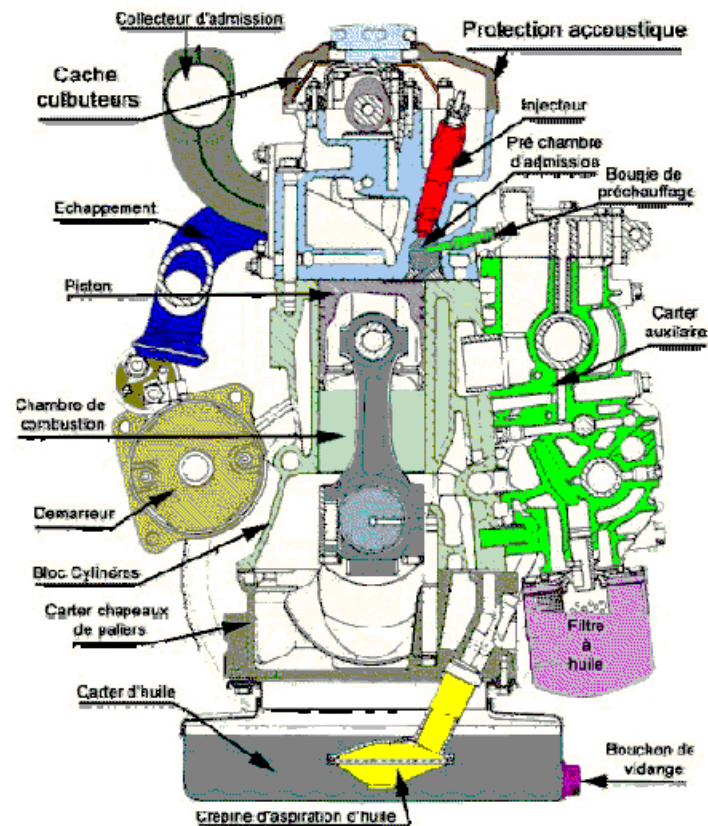
9.13.3	ο αισθητής θερμοκρασίας του καυσίμου.....	38
9.13.4	ο αισθητής πίεσης του αέρα εισαγωγής	38
9.13.5	ο μετρητής παροχής μάζας αέρα θερμού φίλμ και ο αισθητής θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής	38
9.13.6	Ο ληπτής (ποτενσιομετρο) θέσης γκαζιου	39
9.13.7	ο λήπτης ταχύτητας του οχήματος.....	39
9.13.8	μετρα ασφαλειας.....	39
10	Βασικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού και λειτουργίας του κινητήρα DW10 ATED	40
10.1	Το συστημα BOSCH EDC 15C2 HDI (High pressure Diesel Injection) σε συνδυασμο με φίλτρο αιθαλης (2000)	41
10.1.1	Συστημα Αντιρρύπανσης	42
10.2	PRINCIPLE of hdi	42
10.3	particle filtration principle	43
10.3.1	particle filter regeneration principle.....	43
10.3.2	fuel additive function	43
10.4	electric fuel heater (1276)	44
10.4.1	role	44
10.4.2	Description.....	44
10.4.3	electric features	45
10.4.4	location	45
10.5	Το συστημα έγχυσης HDI BOSCH EDC 16 C3 για τον κινητήρα DV4TD (2003).....	45

Στο κείμενο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά και τρόπος λειτουργίας των διαφορετικών γενεών συστημάτων έγχυσης κινητήρων Diesel που εκπροσωπούνται στο σημερινό στόλο επιβατικών αυτοκινήτων.

1 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΠΡΟΘΆΛΑΜΟ

Πρόκειται για παλαιότερης τεχνολογίας κινητήρες diesel, οι οποίοι ήταν εφοδιασμένοι με προθερμαντήρες, οι οποίοι άναβαν για να προθερμάνουν τον προθάλαμο καύσης, στον οποίο γινόταν η έγχυση του καυσίμου και η έναρξη της καύσης (η καύση συνεχιζόταν και ολοκληρωνόταν με την έξοδο του μισοκαμμένου μίγματος αέρα – καυσίμου από τον προθάλαμο στον κυρίως θάλαμο καύσης).

Οι κινητήρες αυτοί ήταν συνήθως εφοδιασμένοι με μηχανικές αντλίες πετρελαίου, ως επί το πλείστον περιστροφικού τύπου για τα επιβατικά αυτοκίνητα, και παλαιότερα αντλίες εν σειρά (όπως είχαν και έχουν ακόμη κάποιοι κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης, φορτηγών και λεωφορείων). Η περιστροφικού τύπου αντλία πετρελαίου διανέμει το συμπιεσμένο καύσιμο διαδοχικά στους κυλίνδρους, και οι εγχυτήρες (μπέκ) ανοίγουν με την πίεση του πετρελαίου. Η αντλία πετρελαίου «εν σειρά» έχει τόσα στοιχεία εμβολοφόρου αντλίας υψηλής πίεσης, όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα.



Coupe transversale du moteur Sofim injection indirecte

© Michel Focelle 1977

Supplément technique après PER

Οι μηχανικές αντλίες πετρελαίου είχαν μειονεκτήματα όσον αφορά τη μεταβατική λειτουργία (απότομες επιταχύνσεις), όπου αύξαναν τις εκπομπές αιθάλης του κινητήρα. Η πίεση έγχυσης στις μηχανικές αντλίες πετρελαίου ήταν της τάξης των 130 bar για τις περιστροφικού τύπου, έως και 150 bar για τις εν σειρά.

Παρακάτω φαίνονται διάφορα μοντέλα επιβατικών αυτοκινήτων εξοπλισμένα με κινητήρες diesel με προθάλαμο:

Peugeot: J7, J5 (turbo), Boxer 1.9D, 2.5D, TD

Citroën: C25, c35, Jumper 1.9D, 2.5D, TD

Fiat Ducato: 1.9 l, 2.5 l.

Mercedes: X07, X08, X09, X10

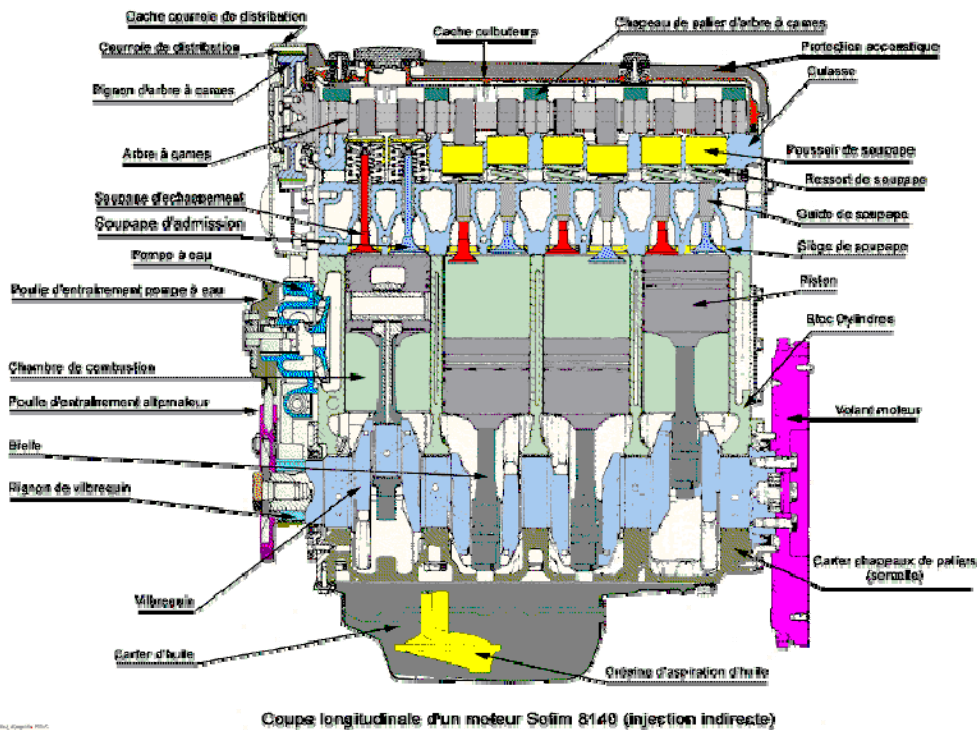
Renault: Trafic, Master, B70, Sofim 8 140-061

VW: combi, LT

Ford: (όλα τα παλιά μοντελα)

Toyota: Lite Ace, Hi Ace, Hi Lux

IVECO: Daily 35-8, Sofim 8140-61

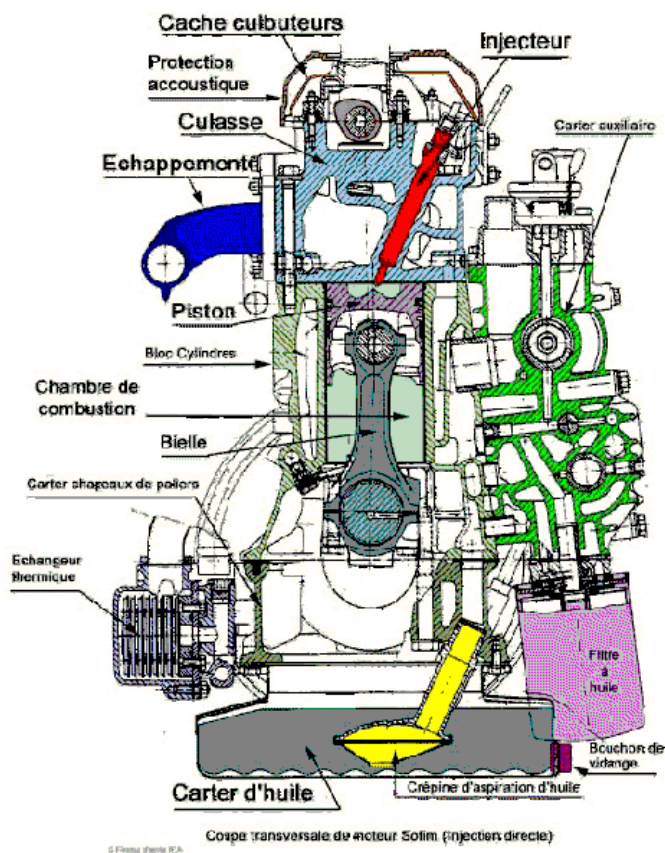


2 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΈΓΧΥΣΗΣ

Από τις αρχές της δεκαετίας του '90, οι κινητήρες με προθάλαμο ή με θάλαμο στροβιλισμού, αντικαταστάθηκαν με κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης στα επιβατικά αυτοκίνητα, ξεκινώντας από τους κινητήρες TDI του γκρούπ WW, των 90 και 110 PS των Golf και Passat, τους κινητήρες dti της Renault, και τους tddi της Ford, τους IVECO και FIAT TDI εξοπλισμένων με κινητήρες SOFIM.

Έτσι απέκτησαν και οι κινητήρες diesel των επιβατικών αυτοκινήτων, τα πλεονεκτήματα των κινητήρων των φορτηγών και λεωφορείων – χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, μεγαλύτερη αξιοπιστία, λιγότερες αστοχίες φλάντζας κεφαλής λόγω υπερθέρμανσης. Όμως πήραν και κάποια από τα μειονεκτήματα των μεγαλύτερων κινητήρων απ' ευθείας έγχυσης, όπως τον αυξημένο θόρυβο λόγω της αυξημένης πίεσης έγχυσης που απαιτείται, καθώς και τις δυσκολίες να πετύχουν τα αυστηρότερα όρια εκπομπών αιθάλης και NOx.

Οι κινητήρες της κατηγορίας αυτής είναι εφοδιασμένοι με μία μηχανική περιστροφική αντλία έγχυσης υψηλής πίεσης, η οποία όμως έχει κάποια ηλεκτρονικά εξαρτήματα, και ορισμένες φορές και εγκέφαλο. Η αντλία πετρελαίου διανέμει το καύσιμο διαδοχικά σε κάθε κύλινδρο, ανοίγοντας τα μπέκ με την πίεση του καυσίμου, αλλά βέβαια η έγχυση γίνεται πλέον απ' ευθείας μέσα στον κύλινδρο. Οι κινητήρες αυτοί συνήθως δεν χρειάζονται προθερμαντήρες και αρχικό χρόνο προθέρμανσης.



Συχνά όμως είναι εφοδιασμένοι με ένα θερμοστάτη στην εξαέρωση του κινητήρα, ο οποίος ενεργοποιεί κάποιο σύστημα προθέρμανσης του αέρα εισαγωγής κατά την ψυχρή εκκίνηση. Η πίεση έγχυσης είναι πιο ανεβασμένη και φτάνει μεταξύ 180 και 250 bar. Παρακάτω φαίνονται παραδείγματα τέτοιων μοντέλων:

Peugeot: Boxer 2,5 CV Tdi

Citroën: Jumper 2,5 CV Tdi

Fiat Ducato: 1,9 tdi Sofim, 2,5 tdi 85CV Sofim, 2,8 tdi 116 & 122 CV Sofim

Mercedes: Sprinter X8, X10, X12

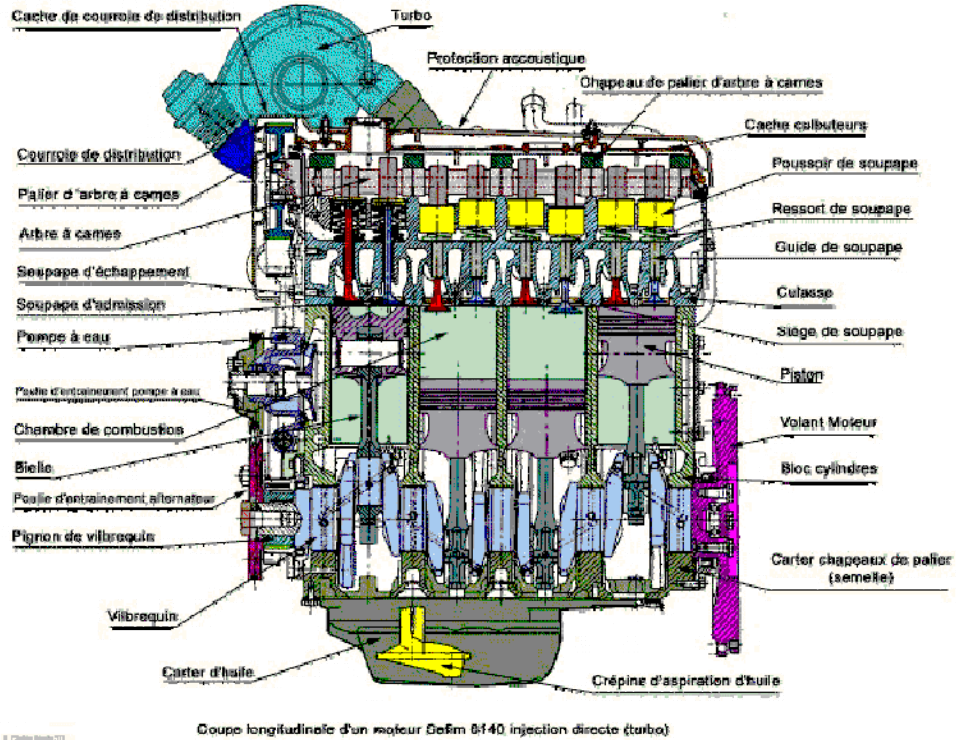
Renault: Master moteur Sofim, B80 Sofim 8140-07, B90 Sofim 8140-21, B110 Sofim 8140-27, B120 Sofim 8140-47, Master nouvelle versions 2,8 tdi moteur Sofim 8140-23 et -43

Opel: Movano tous les DTI 115 CV

VW: T 4 68, 88 et 102 CV, LT 88 CV SDi et 102 CV TDi, LT 130 CV TDi

Ford: (όλα τα μοντελα απ'ευθείας έγχυσης)

IVECO: 35-8 (new Daily) Sofim 8140-07, 35-10 Sofim 8140-021, 35-10 New Daily Sofim 3140-27, 35-12 Sofim 8140-47, Nouvelle generation 35-9, 35-11 Sofim 8140-23, Sofim 8140-43 (sauf unijet)



3 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΝΤΖΕΛ



3.1 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ

Οι προθερμαντήρες τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα από την μπαταρία επί 1-2 λεπτά πριν την ψυχρή εκκίνηση, και έτσι προθερμαίνουν τους προθαλάμους ώστε να διευκολύνουν την εκκίνηση της καύσης.

Ρελαί προθέρμανσης: Το ρελαί αυτό διακόπτει αυτόματα την τροφοδοσία των προθερμαντήρων.

3.2 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ: ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΕ ΚΑΠΟΙΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ.



3.3 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟ ΕΓΧΥΤΗΡΑ.

Στοιχείο που βιδώνει στην κυλινδροκεφαλή και δέχεται το χαλύβδινο σωληνάκι πετρελαίου υψηλής πίεσης. Περιλαμβάνει: τον εγχυτήρα, ένα ελατήριο και αποστάτες για τη ρύθμιση του ανοίγματος του εγχυτήρα.

3.4 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ

Υπάρχει ένας εγχυτήρας ανά κύλινδρο, ο οποίος ψεκάζει το πετρέλαιο σε μορφή νέφους πολύ μικρών σταγονιδίων στο θάλαμο καύσης. Αποτελείται από ένα σώμα και μία βελόνα. Οι κατεργασίες των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το καύσιμο είναι εξαιρετικά ακριβείς. Πρόκειται για ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του κινητήρα diesel, που η συντήρησή του και η αντικατάστασή του όταν χρειάζεται, επιδρά σημαντικά στη διάρκεια ζωής του κινητήρα.



3.5 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Χρησιμοποιούνται σε κινητήρες διαιρεμένου θαλάμου καύσης, ή και απ' ευθείας έγχυσης εκτός από common rail. Συμπιέζουν το καύσιμο και το στέλνουν στο προσαρμοστικό του μπέκ, και η υψηλή πίεση ανοίγει διαδοχικά τα μπέκ για να ψεκάσουν το καύσιμο σε κάθε κύλινδρο.

Οι αντλίες αυτές είναι πάντα εφοδιασμένες με μια ηλεκτροβαλβίδα η οποία μπορεί να διακόψει την παροχή του πετρελαίου. Συχνά συνδυάζονται με εγκέφαλο στα πιο πρόσφατα μοντέλα.



3.6 ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΑ

Η ηλεκτροβαλβίδα μπορεί να διακόψει την τροφοδοσία καυσίμου στην αντλία πετρελαίου. Είναι συνήθως τοποθετημένη στο άνω μέρος της αντλίας πετρελαίου.



3.7 ΦΙΛΤΡΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το φίλτρο πετρελαίου φιλτράρει το καύσιμο πριν την είσοδό του στην αντλία πετρελαίου. Η δράση του είναι ιδιαίτερα σημαντική για να προστατέψει την αντλία και τον κινητήρα από ακαθαρσίες και υπολείμματα νερού στο πετρέλαιο. Θα πρέπει να αντικαθίσταται τακτικά ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή. Θα πρέπει να ελέγχεται ακόμη πιο συχνά στους κινητήρες με σύστημα common rail και injector-pump (εγχυτήρας-αντλία).

4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΎΓΧΥΣΗΣ COMMON RAIL ΚΑΙ INJECTOR-PUMP

Τα μοντέλα JTD του γκρούπ Fiat, HDI του γκρούπ PSA, dci της Renault, cdi της Mercedes, D4D της Toyota είναι εξοπλισμένα με κινητήρες Common rail.

Οι κινητήρες αυτοί είναι εφοδιασμένοι με μία περιστροφική αντλία η οποία τροφοδοτεί ένα κοινό σωλήνα με καύσιμο πολύ υψηλής πίεσης (common rail). Οι εγχυτήρες τροφοδοτούνται με καύσιμο από αυτόν τον σωλήνα, και το άνοιγμα κάθε εγχυτήρα γίνεται από μία ηλεκτροβάννα (καμιά φορά είναι πηγή βλαβών) και ένα εγκέφαλο ο οποίος δίνει τις εντολές στους εγχυτήρες να ανοίγουν και να κλείνουν. Πρόκειται για τεχνολογία που ανέπτυξε αρχικά η Fiat και στη συνέχεια την μετέφερε στην Bosch. (Στη συνέχεια οι ηλεκτροβάννες έμελλε να αντικατασταθούν από πιεζοηλεκτρικά συστήματα). Υπάρχει μία παραλλαγή η οποία εμφανίζεται στους πιο μικρούς κινητήρες (αυτούς της Renault καθώς και τους κοινούς της PSA και Ford), η οποία αναπτύχθηκε από την πρώην Lucas και τώρα Delphi, η οποία αντικαθιστά τον σωλήνα του common rail με μία σφαίρα, όπως ο τρόπος λειτουργίας παραμένει ο ίδιος. Η πίεση ψεκασμού στα συστήματα αυτά (που είναι και η πίεση του common rail), κυμαίνεται μεταξύ 1300 και 2000 bar, ή και παραπάνω.

Εναλλακτική τεχνολογία διαθέτει το γκρούπ VW με τους κινητήρες TDI τελευταίας τεχνολογίας, των 100 και 130 PS των Golf και Passat, οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι με συστήματα "Pumpen-Duese", (τα οποία χρησιμοποιούνται από παλιά σε μεγάλους κινητήρες Diesel). Εδώ πλέον δεν έχουμε περιστροφική αντλία, αλλά μία μικρότερη αντλία πετρελαίου είναι ενσωματωμένη σε κάθε μπέκ. Σε περίπτωση βλάβης αλλάζει όλο το σύστημα για ένα όμως μόνο κύλινδρο. Όσον αφορά τους κινητήρες LT, αυτοί είναι εφοδιασμένοι με ένα σύστημα Common rail που ονομάζεται CC magazine. Οι κινητήρες με injector pumps φαίνεται να είναι κάπως πιο αξιόπιστοι, όμως θα έχουν μεγαλύτερη

δυσκολία να επιτύχουν τα αυστηρότερα όρια εκπομπών ρύπων του μέλλοντος, όπως θα εξηγήσουμε παρακάτω. Η πίεση έγχυσης τους είναι πάνω από 2000 bar

Οι κινητήρες με τις παραπάνω σύγχρονες τεχνολογίες έγχυσης είναι πλέον πολύ υψηλής υποδύναμης, χαμηλής στάθμης θορύβου, που γίνεται ακόμη χαμηλότερη με ειδικές τεχνικές ηχομόνωσης του κινητήρα. Είναι πολύ πιο καθαροί όσον αφορά τις εκπομπές τους, ιδιαίτερα στη φάση της επιτάχυνσης, εξαιτίας του βελτιωμένου ελέγχου της καύσης που επιτυγχάνεται από τον εγκέφαλο, ο οποίος υπολογίζει με ακρίβεια την ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται κατά την προ-έγχυση (pilot injection), την κυρίως έγχυση αλλά και την μετ-έγχυση (post injection) που χρησιμοποιείται για να αυξήσει τη θερμοκρασία των καυσαερίων προκειμένου να επιτευχθεί η αναγέννηση (αυτοκαθαρισμός) του φίλτρου αιθάλης όταν απαιτείται. Παράλληλα, οι κινητήρες αυτοί είναι κάπως πιο ευπαθείς και η συντήρησή τους στοιχίζει ακριβότερα [13].

Peugeot: Όλα τα Boxer Hdi

Citroën: Όλα τα Jumper Hdi

Fiat Ducato: 1,9 JTD Sofim, 2,2 JTD, 2,8 JTD Sofim

Mercedes: Sprinter X08 CDI OM 611 DE 22 LA, Sprinter X11 CDI OM 611 DE 22 LA, Sprinter X13 CDI OM 611 DE 22 LA, Sprinter X16 CDI OM 612 DE 27 LA

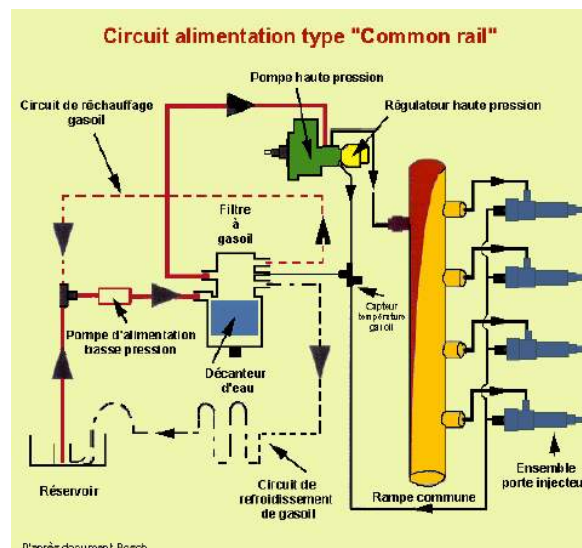
Renault: Master όλα τα DCI

Opel: Movano όλα τα DCI

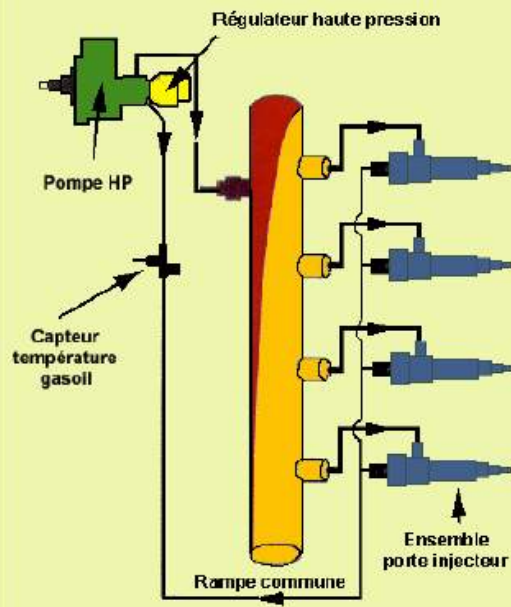
VW: T4, LT 158 CV

Ford:

IVECO: 35-9 Unijet, 35-11, 35-13, 35-16 Unijet

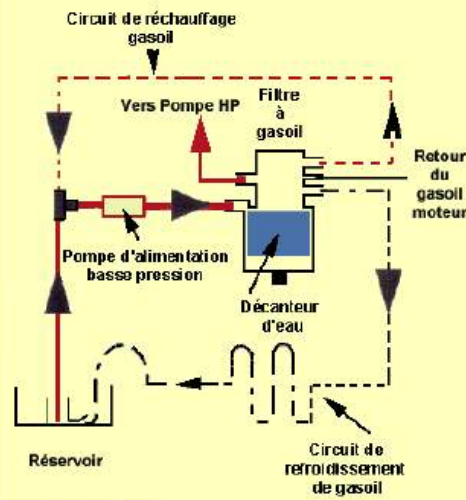


Circuit Haute Pression

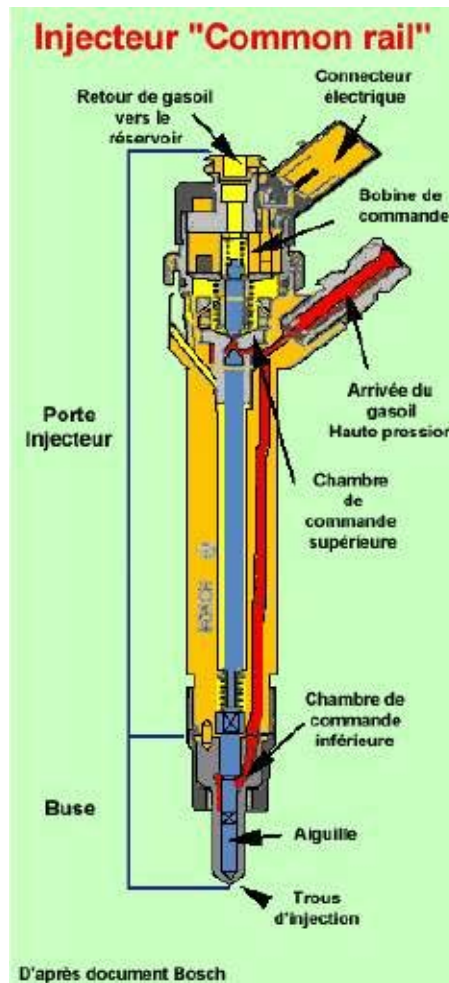


D'après Document Bosch

Circuit Basse Pression



D'après document Bosch

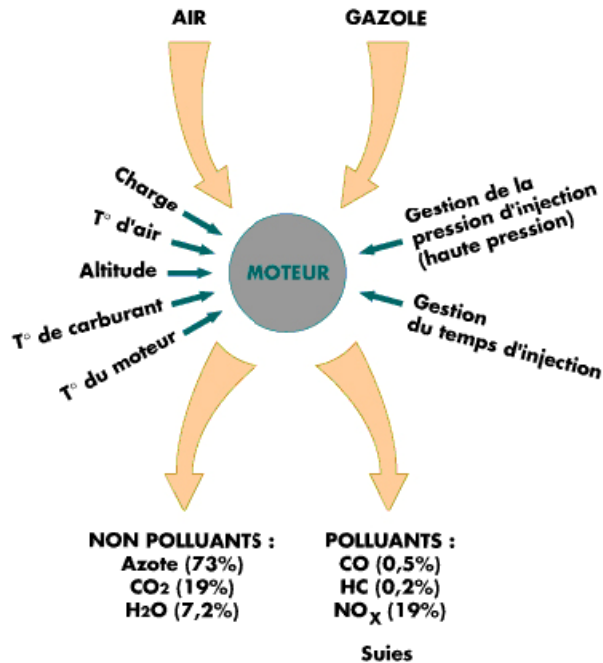


5 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DIESEL

Η καύση του πετρελαίου στον κινητήρα Diesel δημιουργεί ορισμένους ρύπους και κατάλοιπα. Οι ρύποι προκύπτουν από πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις της καύσης και εξαρτώνται κυρίως από:

- την ποιότητα του καυσίμου ;
- τη θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα ;
- τον τύπο και τεχνολογία του θαλάμου καύσης ;
- το σύστημα έγχυσης καυσίμου ;
- το σημείο και τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Η υλοποίηση κατά το δυνατόν τέλει καύσης συντελεί στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών. Η τέλεια καύση απαιτεί τη ρύθμιση του λόγου αέρα της καύσης, καθώς και η τέλεια ανάμιξη καυσίμου αέρα, περιορίζουν την παραγωγή ρύπων, δηλαδή CO, άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC), οξειδία του αζώτου (NOx) και σωματίδια αιθάλης.



Η ελαχιστοποίηση των εκπομπών ρύπων επιτυγχάνεται με συνδυασμό των παρακάτω μέτρων:

- ανάπτυξη συστημάτων έγχυσης υψηλής απόδοσης
- χρήση οξειδωτικού καταλυτικού μετατροπέα στην εξαγωγή του κινητήρα
- χρήση συστήματος ανακύκλωσης καυσαερίων (EGR) και
- χρήση φίλτρου αιθάλης.

Να σημειωθεί ότι λιγότερο από το 1% των καυσαερίων που εκπέμπει ο κινητήρας diesel είναι ρύποι.

5.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ

Από το 1990 μέχρι σήμερα, τα όρια εκπομπών καυσαερίων των αυτοκινήτων περιορίζονται από τη Νομοθεσία Euro, στον νομοθετημένο κύκλο οδήγησης NEDC (New European Driving Cycle).

Όρια εκπομπών (g/km)	Euro 1 (01/01/93)	Euro 2 (01/01/96)	Euro 3 (01/01/00)	Euro 4 (01/01/06)
CO	3,16	1	0,64	0,5
NO _x	-	-	0,5	0,25
HC + NO _x	1,13	0,7 (0,9)	0,56	0,3
Αιθάλη	0,16	0,08 (0,1)	0,05	0,025

Οι αριθμοί σε παρένθεση αφορούν τα πιό ελαστικά όρια που τέθηκαν το 1996 για να ενισχύσουν τη χρήση των κινητήρων απ' ευθείας έγχυσης.

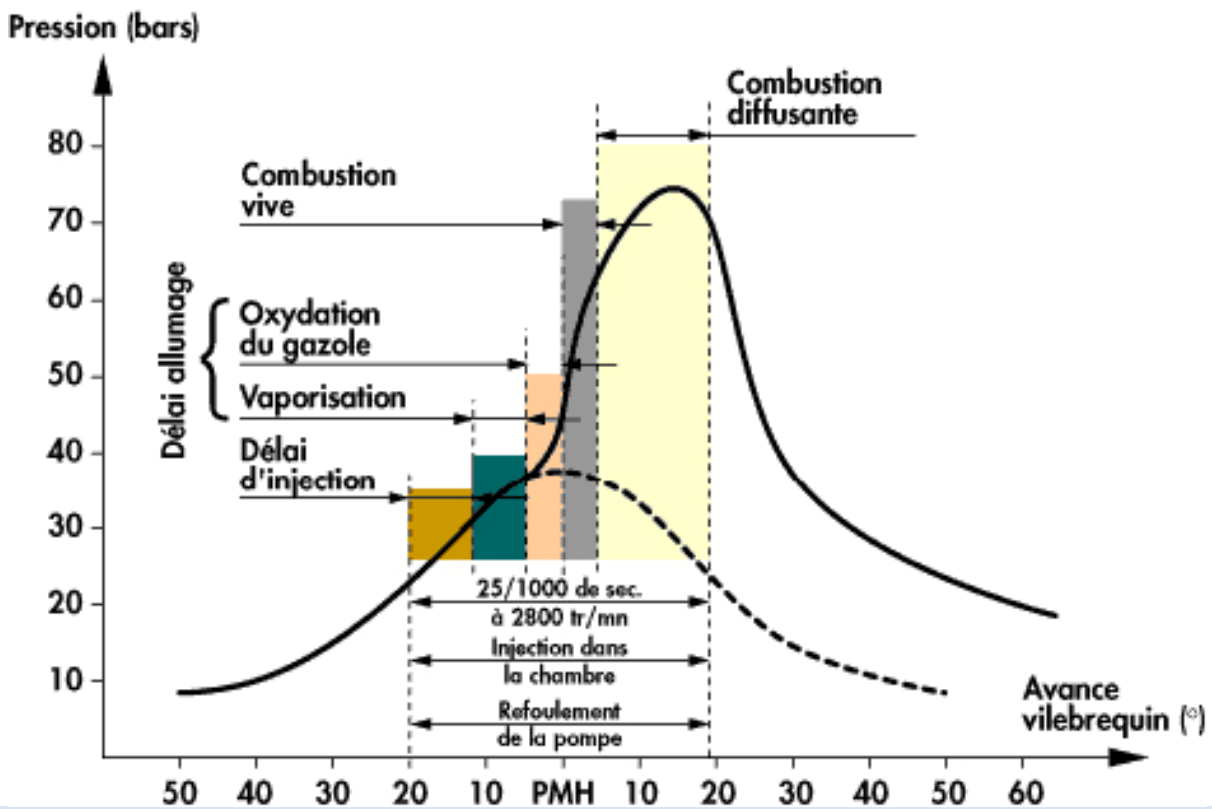
5.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η ποιότητα του καυσίμου Diesel έχει βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, και εξελίσσεται διαρκώς. Οι μέχρι σήμερα βελτιώσεις αφορούν:

- τη μείωση από 0,2% σε 0,05 % του περιεχομένου σε Θείο το 1996 (σήμερα στα 50 ppm)
- την αύξηση του δείκτη κετανίου
- τη χρήση προσθέτων στο καύσιμο που επιτρέπουν την μείωση των εκπομπών ρύπων του κινητήρα.

6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Το καύσιμο ψεκάζεται σε μικρά σταγονίδια στο θάλαμο καύσης. Από τη χρονική στιγμή εκείνη και μετά, διακρίνουμε τρεις φάσεις που φαίνονται και στο σχήμα [14].



6.1 Η ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΕΝΑΥΣΗΣ

Πρόκειται για το χρονικό διάστημα που περνά από τη διείδυση των σταγονιδίων στο θάλαμο καύσης μέχρι που αυτά να πάρουν φωτιά. Το διάστημα αυτό είναι αντιστρόφως ανάλογο :

- με το πόσο ψιλιά είναι τα σταγονίδια

- με τη θερμοκρασία του θαλάμου καύσης

- με την παροχή των εγχυτήρων (μπεκ).

Στη διάρκεια της φάσης αυτής το καύσιμο διασκορπίζεται σε σταγονίδια, αυτά οξειδώνονται και ορισμένα από τα μόριά τους υφίστανται θερμικό cracking.

6.2 Η ΦΑΣΗ ΑΠΟΤΟΜΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

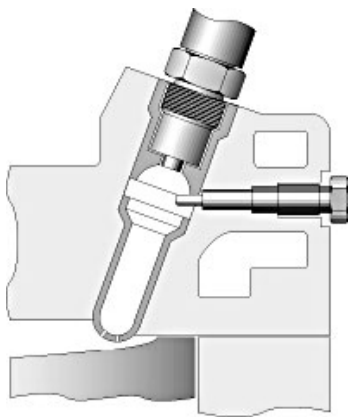
Η καύση του συνόλου της ήδη ψεκασθείσης ποσότητας λαμβάνει χώρα με ταχύτητα κοντά σ'αυτήν του ήχου (της τάξης των 340 m/s). Αυτή η μορφή καύσης, που είναι 2 000 φορές πιά γρήγορη από την καύση με προανάμιξη στο θάλαμο καύσης του βενζινοκινητήρα, δημιουργεί τον χαρακτηριστικό θόρυβο του κινητήρα Diesel.

6.3 Η ΦΑΣΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

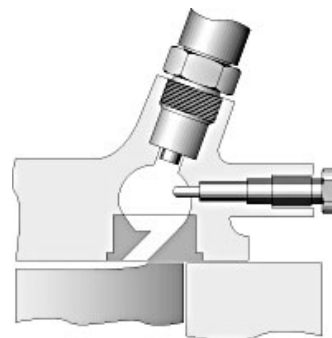
Η θερμοκρασία που επικρατεί στο θάλαμο καύσης επιτρέπει πλέον την καύση των σταγονιδίων του πετρελαίου χωρίς καθυστέρηση με την έξοδο από τον εγχυτήρα, με χαμηλότερο πλέον ρυθμό και χαμηλότερο θόρυβο.

7 ΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΠΡΟΘΑΛΑΜΟ - ΣΤΡΟΒΙΛΟΘΑΛΑΜΟ

Η εφαρμογή του κινητήρα Diesel σε επιβατικά αυτοκίνητα γινόταν μέχρι τη δεκαετία του '90 θυσιάζοντας κάποια από την οικονομία καυσίμου και αποδεχόμενοι κάπως πιά υψηλές εκπομπές υπέρ της μείωσης του θορύβου. Ο τρόπος που γινόταν αυτό ήταν η χρήση του διαιρεμένου θαλάμου καύσης (έμμεση έγχυση). Εδώ εφαρμόζονταν δύο αρχές λειτουργίας: ο προθάλαμος και ο θάλαμος στροβιλισμού.



Προθάλαμος καύσης



Θάλαμος στροβιλισμού

Και στις δύο τεχνολογίες, η καύση ξεκινάει στον προθάλαμο, που αντιπροσωπεύει το 30 - 60% του συνολικού όγκου του θαλάμου καύσης, και δέχεται όλο το εγχεόμενο καύσιμο, ενώ ολοκληρώνεται στον κυρίως θάλαμο καύσης όπου διοχετεύονται τα αέρια της καύσης μέσα από μία στενή διάοδο.

Ο ψεκασμός του καυσίμου σ' αυτό τον μικρότερο αρχικό όγκο που κρατιέται σχετικά ζεστός, επιτρέπει την μείωση της καθυστέρησης έναυσης. Όμως εξαιτίας και της μειωμένης ποσότητας αέρα που χωράει ο προθάλαμος, μόνον μία μικρή ποσότητα καυσίμου καίγεται σε μεγάλο βαθμό στον προθάλαμο, ανεβάζει την πίεση στον προθάλαμο και έτσι εκτοξεύει το περιεχόμενο στον κυρίως θάλαμο, όπου συνεχίζεται και ολοκληρώνεται σε ένα βαθμό η καύση. Οι κινητήρες έμμεσης έγχυσης χαρακτηρίζονται από χαμηλό θόρυβο της καύσης και χαμηλές εκπομπές

NOx, λόγω του ότι δεν επιτυγχάνουν υψηλές μέγιστες θερμοκρασίες, ενώ στη γρήγορη φάση της καύσης που παράγει τα NOx, δεν υπάρχει η απαιτούμενη περίσσεια οξυγόνου.

8 ΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΕΓΧΥΣΗΣ

Οι κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης, οι οποίοι ούτως ή άλλως εφαρμόζονται από παλιά στα μεγαλύτερα οχήματα, επεκράτησαν και στα επιβατικά αυτοκίνητα ξεκινώντας από τη δεκαετία του 1990, εξαιτίας των υψηλότερων επιδόσεών τους και της χαμηλότερης κατανάλωσής τους. Δεδομένου, ότι ο λόγος μεταξύ εξωτερικής επιφάνειας και όγκου του θαλάμου καύσης είναι σαφώς μικρότερος για ενιαίο θάλαμο καύσης, ενώ, με τις σύγχρονες τεχνολογίες έγχυσης, η διάρκεια καύσης είναι μεγαλύτερη στους κινητήρες αυτούς, με συνέπεια να επιτυγχάνεται υψηλότερος βαθμός απόδοσης του κύκλου, κυρίως εξαιτίας της μείωσης των απωλειών προς το σύστημα ψύξης του κινητήρα, αλλά και της μείωσης των απωλειών λόγω μή-αντιστρεπτότητας της γρήγορης φάσης της καύσης.

Τα προβλήματα των κινητήρων απ' ευθείας έγχυσης, είναι σε δύο κατευθύνσεις: θόρυβος της καύσης και εκπομπές οξειδίων του αζώτου (που συνοδεύουν πάντα τον υψηλό βαθμό απόδοσης καύσης). Η εφαρμογή και στους κινητήρες Diesel του ηλεκτρονικού ελέγχου μέσω μικροϋπολογιστή, επέτρεψε τη σταθεροποίηση και βελτιστοποίηση των βασικών ρυθμίσεων της έγχυσης, τόσο στο επίπεδο της προπορείας έγχυσης, όσο και στην ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται σε κάθε χρονική στιγμή.



Θάλαμος καύσης κινητήρα απ' ευθείας έγχυσης

Όμως τα διάφορα συστήματα έγχυσης των κινητήρων απ' ευθείας έγχυσης της δεκαετίας του '90 που διέθεταν αντλία με διανομέα, είτε αυτά ήταν μηχανικά είτε ηλεκτρονικά ελεγχόμενα, είχαν το κοινό χαρακτηριστικό πρόβλημα ότι η πίεση έγχυσης μεταβάλλεται σαν συνάρτηση των στροφών του κινητήρα (που κινεί την αντλία). Αυτή η μεταβαλλόμενη πίεση καθιστά δύσκολο τον απόλυτο έλεγχο της καύσης. Η επινόηση και ευρεία εφαρμογή, από το 1998 και μετά, του συστήματος έγχυσης common rail, ξεπέρασε αυτό το εμπόδιο, μεταξύ άλλων, και οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση του κινητήρα Diesel απ' ευθείας έγχυσης.

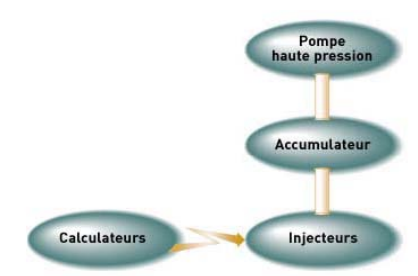
9 ΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΕΓΧΥΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ COMMON RAIL

Αντίθετα με τα συστήματα με αντλία – διανομέα καυσίμου, στα συστήματα common rail η πίεση έγχυσης μπορεί να ρυθμιστεί ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα, και παραμένει σταθερή στη διάρκεια της έγχυσης. Ο απόλυτος έλεγχος του ανοιγοκλεισίματος του μπεκ από μικροϋπολογιστή, αφήνει μεγάλο εύρος δυνατοτήτων για προγραμματισμό της γραμμής έγχυσης και καύσης από τον κατασκευαστή του κινητήρα. Η ποσότητα του

καυσίμου που ψεκάζεται μπορεί να μοιραστεί σε διακριτά τμήματα, όπως η προέγχυση, που επιτρέπει τη μείωση του θορύβου της αυτανάφλεξης της αρχικής ποσότητας, αλλά και του σχηματισμού NOx. Αυτή η μικρή ποσότητα προεγχόμενου καυσίμου (1 έως 4 mm³) επιτρέπει να προετοιμαστεί κατάλληλα, με την ελεγχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας και πίεσης στο θάλαμο καύσης, η ανάφλεξη και καύση του καυσίμου κατά τη διάρκεια της κυρίως έγχυσης που ακολουθεί.

Επιπλέον, τα αυτοκίνητα που (υποχρεωτικά πλέον) είναι εφοδιασμένα με φίλτρο αιθάλης, χρειάζονται κατά διαστήματα να ενεργοποιούν μία επιπλέον φάση έγχυσης, αυτή της μετέγχυσης (Post injection), προκειμένου να επιτύχουν την αναγέννηση (αυτοκαθαρισμό) του φίλτρου με κατάλληλη αύξηση της θερμοκρασίας καυσαερίου.

Ο ψηφιακός πλέον έλεγχος όλων των παραμέτρων της έγχυσης με δυνατότητα προγραμματισμού με χάρτες, επιτρέπει πλέον τη βελτιστοποίηση όλων των φάσεων της μόνιμης και μεταβατικής λειτουργίας του κινητήρα.

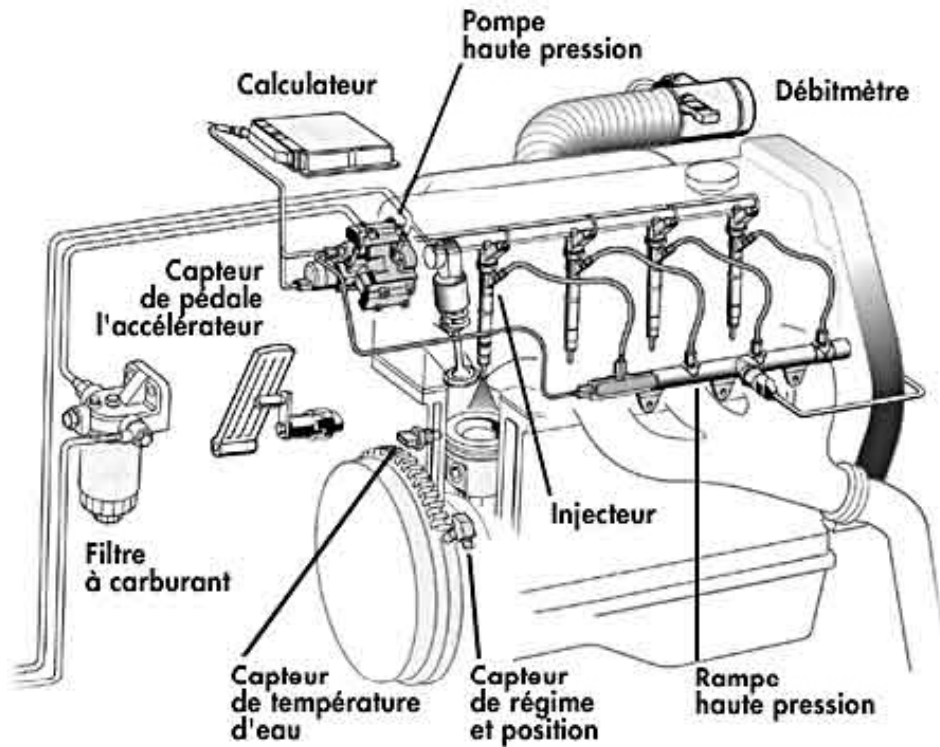


Η μείωση των εκπομπών ρύπων έχει γίνει μόνιμος πονοκέφαλος για τους κατασκευαστές, λόγω των ολοένα αυστηρότερων ορίων που θέτει η Νομοθεσία. Πέρα από τη νομοθεσία για τα αυτοκίνητα όπου μετράμε τους ρύπους σε g/km, ο υπολογισμός της ρύπανσης που δημιουργεί ένα όχημα, γίνεται σε g/kWh, οπότε εδώ μετράει και η αναπτυσσόμενη ισχύς του κινητήρα, οπότε στα οχήματα πλεονεκτεί μεταξύ ίσων ο κινητήρας με τον καλύτερο βαθμό απόδοσης. Ο βαθμός απόδοσης έχει έμμεσα επίπτωση και στα επιβατικά αυτοκίνητα, με συνέπεια η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου να αποτελεί σήμερα ένα στόχο συμβατό με τη μείωση των εκπομπών (άλλωστε σήμερα μετράμε πλέον και τις εκπομπές CO₂ που πάνε αντίστροφα με την κατανάλωση καυσίμου).

Ο κινητήρας Diesel απ' ευθείας έγχυσης με ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα έγχυσης common rail, επιτυγχάνει το μέγιστο θερμικό βαθμό απόδοσης μεταξύ όλων των υπόλοιπων θερμικών μηχανών. Χάρης στη σχετική απλότητα προσαρμογής σε υπάρχοντες κινητήρες, το σύστημα αυτό αποτελεί την πιά εύκολα βιομηχανοποιήσιμη λύση στην δημιουργία αυτοκινήτων χαμηλής κατανάλωσης και εκπομπών ρύπων. Η ευρεία διάδοση της τεχνολογίας αυτής στην τρέχουσα δεκαετία, έχει ανοίξει ένα νέο πεδίο ελευθερίας για το σχεδιασμό νέων κινητήρων με υψηλή υπερπλήρωση, πολύ υψηλής απόδοσης, με χαμηλό πλέον βάρος, που βάζουν με γρήγορους ρυθμούς στο περιθώριο τον βενζινοκινητήρα στοιχειομετρικής καύσης.

9.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Συγκριτικά με τα κλασσικά συστήματα έγχυσης με αντλίες – διανομείς καυσίμου, το σύστημα έγχυσης υψηλής πίεσης common rail, επιτρέπει, με τη χαρακτηριστική ράμπα συσσώρευσης πίεσης καυσίμου, να διατηρείται σταθερή η εκάστοτε επιθυμητή πίεση έγχυσης ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα και την ποσότητα του εγχεόμενου καυσίμου.

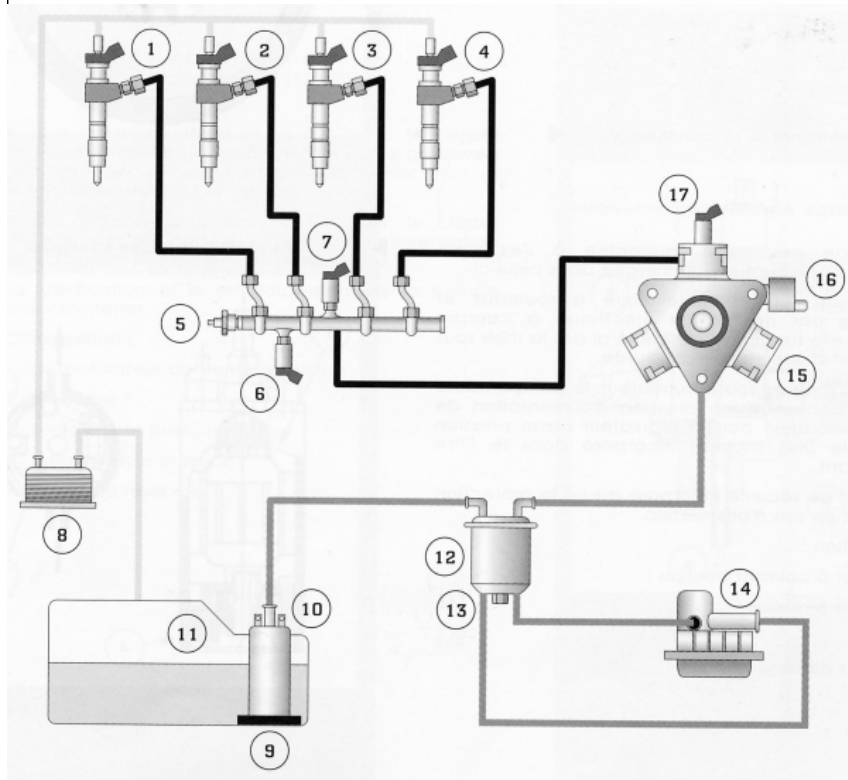
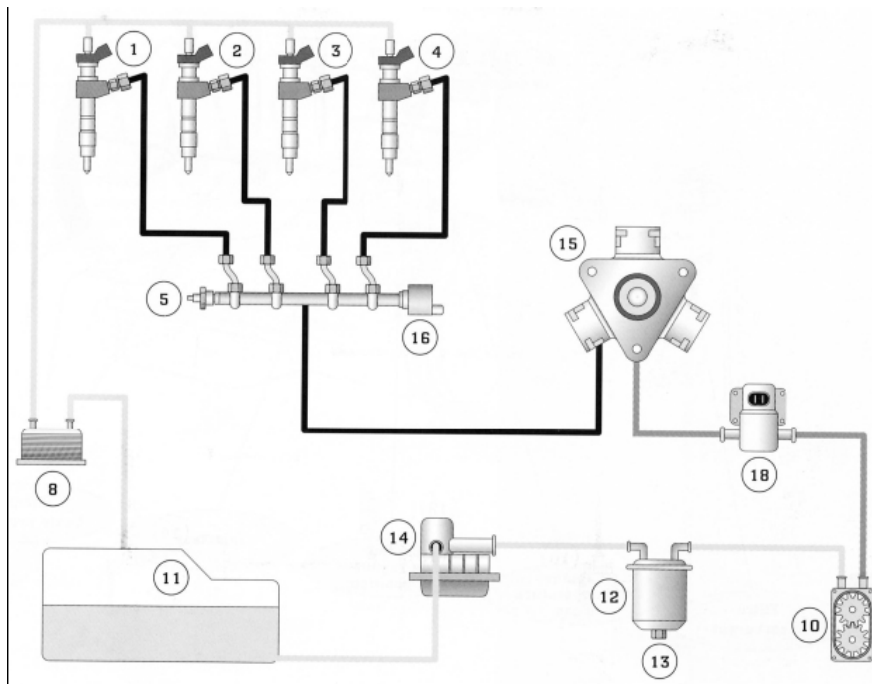


9.2 ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Το κύκλωμα τροφοδοσίας χαμηλής πίεσης επιτρέπει την τροφοδοσία σε επαρκή ποσότητα και σταθερή πίεση, του κυκλώματος υψηλής πίεσης. Τα κύρια εξαρτήματα του συνολικού συστήματος είναι τα εξής:

- 1 έως 4 : ηλεκτροϋδραυλικοί εγχυτήρες
- 5 : common rail υψηλής πίεσης
- 6 : αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου
- 7 : αισθητής πίεσης καυσίμου
- 8 : ψύκτης του καυσίμου, τοποθετημένος στο κύκλωμα επιστροφών
- 9 : προ-φίλτρο καυσίμου
- 10 : αντλία τροφοδοσίας χαμηλής πίεσης
- 11 : ρεζερβουάρ καυσίμου
- 12 : φίλτρο καυσίμου, υδατοπαγίδα και ρυθμιστής κυκλώματος χαμηλής πίεσης
- 13 : κοχλίας αδειάσματος νερού υδατοπαγίδας
- 14 : προθερμαντήρας καυσίμου
- 15 : αντλία υψηλής πίεσης
- 16 : ρυθμιστής υψηλής πίεσης καυσίμου
- 17 : απενεργοποιητής του τρίτου εμβόλου της αντλίας υψηλής πίεσης
- 18 : ηλεκτροβαλβίδα διακοπής.

Τροφοδοσία με μηχανική αντλία



Τροφοδοσία με ηλεκτρική αντλία

9.3 Η ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Η αντλία τροφοδοσίας οδηγεί το καύσιμο από το ρεζερβουάρ προς την αντλία υψηλής πίεσης (αντίθλιψη περίπου 2,5 bar με παροχή της τάξης των 200 l/h).

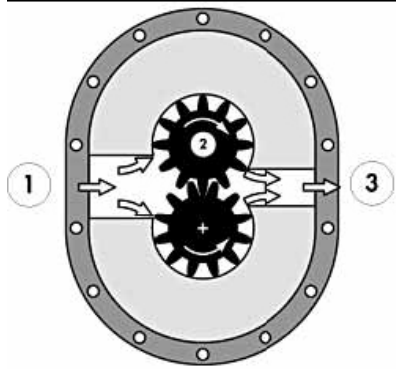
9.3.1 Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΓΡΑΝΑΖΩΤΗ ΑΝΤΛΙΑ

Η αντλία παίρνει κίνηση απ' ευθείας από τον κινητήρα. Αποτελείται από δύο γρανάζια που παίρνουν κίνηση από το κύκλωμα μετάδοσης ισχύος του κινητήρα. Πρόκειται για αντλία θετικού εκτοπίσματος, της οποίας η παροχή εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής της (άρα από τις στροφές του κινητήρα).

1 : θάλαμος αναρρόφησης

2 : κινητήριο γρανάζι

3 : θάλαμος κατάθλιψης.



9.3.2 Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΜΕ ΚΥΛΙΝΔΡΑΚΙΑ

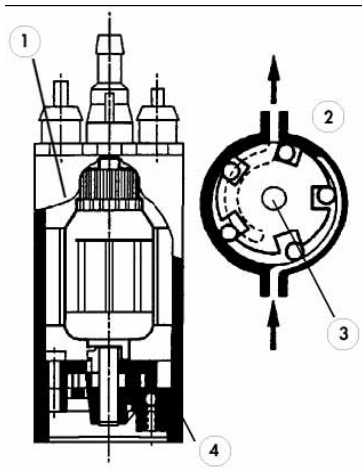
Η αντλία αυτή συνήθως ενσωματώνεται στον πυθμένα του ρεζερβουάρ. Είναι τύπου πολλαπλών θαλάμων με κυλινδράκια για τη στεγανοποίηση μεταξύ τους. Ο ρότορας περιστρέφεται με ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος. Η αντλία ενεργοποιείται με το κλειδί στη θέση ON και έχει πάντα σταθερή ταχύτητα περιστροφής. Από τη στιγμή που τίθεται σε λειτουργία ο κινητήρας, η αντλία αυτή, σε συνδυασμό με ένα ρυθμιστή χαμηλής πίεσης που συνήθως είναι ενσωματωμένος στο φίλτρο καυσίμου, διατηρεί σταθερή μία πίεση τροφοδοσίας 3 bar στην αναρρόφηση της αντλίας υψηλής πίεσης. Σε περίπτωση που φρακάρει η κατάθλιψη της αντλίας, υπάρχει προστασία με κατάλληλο κλαπέ ασφαλείας.

1 : κινητήρας συνεχούς ρεύματος

2 : αντλία με κυλινδράκια

3 : ρότορας

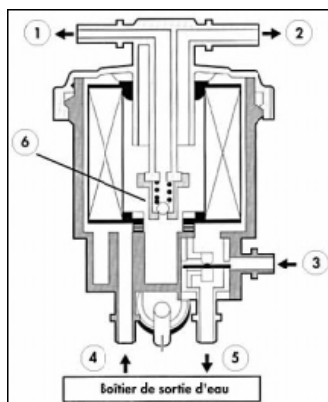
4 : κλαπέ ασφαλείας



9.4 ΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΦΙΛΤΡΟΥ

Ένα θερμοστατικό στοιχείο ενσωματωμένο στο φίλτρο, επιτρέπει τη ρύθμιση της όδευσης του πετρελαίου προς τον αναθερμαντήρα. Ένας ρυθμιστής διατηρεί σταθερή την πίεση τροφοδοσίας. Ορισμένοι κατασκευαστές τοποθετούν το ρυθμιστή χαμηλής πίεσης στο εξωτερικό του φίλτρου.

- 1 : επιστροφές στο ρεζερβουάρ
- 2 : έξοδος προς αντλία υψηλής πίεσης
- 3 : είσοδος του φίλτρου
- 4 : είσοδος του αναθερμασμένου πετρελαίου
- 5 : έξοδος προς την υδατοπαγίδα
- 6 : ρυθμιστής χαμηλής πίεσης
- 7 : θερμοστατικό στοιχείο.



Σε ορισμένες περιπτώσεις, ένας λήπτης πίεσης τροφοδοσίας μπορεί να είναι ενσωματωμένος στο φίλτρο πετρελαίου.

9.5 ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Σε μία πίεση κατώτερη από 0,8 bar, το κλαπέ ασφαλείας είναι κλειστό. Το καύσιμο μπορεί να περνά από μία οπή bypass ώστε να επιτυγχάνεται έτσι συνεχής λίπανση και ψύξη της αντλίας. Όταν η πίεση ξεπεράσει τα 0,8 bar, το κλαπέ ασφαλείας ανοίγει και επιτρέπει την τροφοδοσία με καύσιμο των αντλητικών στοιχείων. Η λίπανση και η ψύξη της αντλίας διατηρούνται.

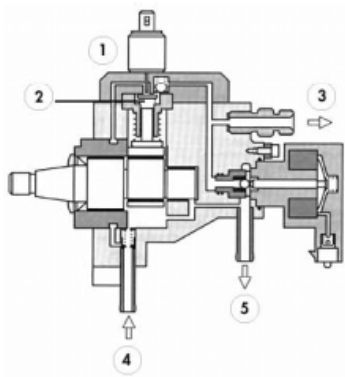
1 : απενεργοποιητής του τρίτου εμβόλου

2 : θάλαμος

3 : έξοδος υψηλής πίεσης

4 : είσοδος χαμηλής πίεσης

5 : επιστροφή στο ρεζερβουάρ



Το κύκλωμα τροφοδοσίας υψηλής πίεσης

9.6 Η ΑΝΤΛΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η αντλία παίρνει κίνηση από τη μετάδοση ισχύος του κινητήρα (σχέση μετάδοσης περίπου 0,5). Αποτελείται από 3 ακτινικά εμβολάκια, μετατοπισμένα κατά 120° μεταξύ τους, τα οποία παρέχουν στο σωλήνα αποθήκευσης υψηλής πίεσης (common rail) μία επαρκή ποσότητα καυσίμου σε μία προκαθορισμένη πίεση. Ο συγκεκριμένος τύπος αντλίας απορροφά μία ροπή μεταξύ 18 και 20 Nm, δηλαδή το 1/9 της απαιτούμενης ροπής για μία αντλία – τύπου διανομέα. Επιπλέον η παροχή της είναι πιό σταθεροποιημένη.

Η αντλία αυτή θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να παρέχει την επιθυμητή από τον μικροϋπολογιστή παροχή καυσίμου, κάτω από μία πίεση που κυμαίνεται μεταξύ 2 και 1 400 bar.

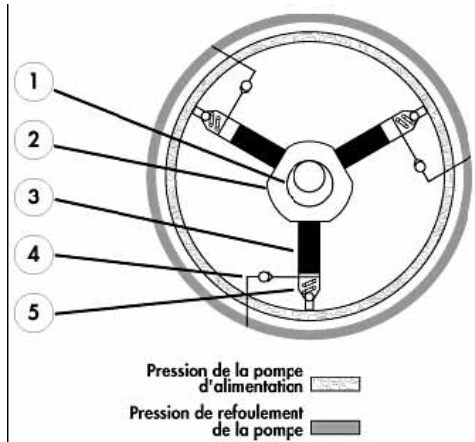
1 : έκκεντρος άξονας

2 : έκκεντρο οδήγησης

3 : εμβολάκι

4 : βαλβίδα αντεπιστροφής κατάθλιψης με μπίλλια

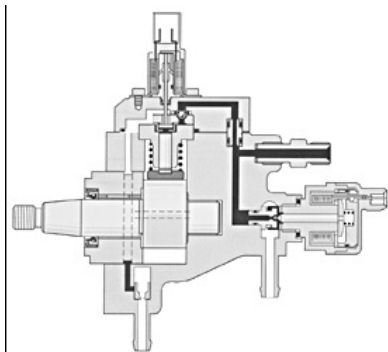
5 : βαλβίδα αντεπιστροφής (κλαπέ) αναρρόφησης.



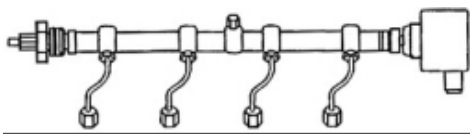
Η αντλία υψηλής πίεσης

9.7 Η ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η αντλία υψηλής πίεσης έχει σχεδιαστεί ώστε να παρέχει σημαντικές παροχές, σε σχέση με τις ανάγκες του κινητήρα. Η υπερβάλλουσα παροχή επιστρέφει στο ρεζερβουάρ μέσω μιάς οπής διαρροής που ελέγχεται από τον ρυθμιστή πίεσης. Ο ρυθμιστής ελέγχει την πίεση μέσα στο rail. Παίρνει εντολή από ένα σήμα RCO (rapport cyclique d'ouverture) που του στέλνει ο μικροϋπολογιστής. Ο ρυθμιστής πίεσης είναι τοποθετημένος είτε πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης είτε πάνω στο rail.



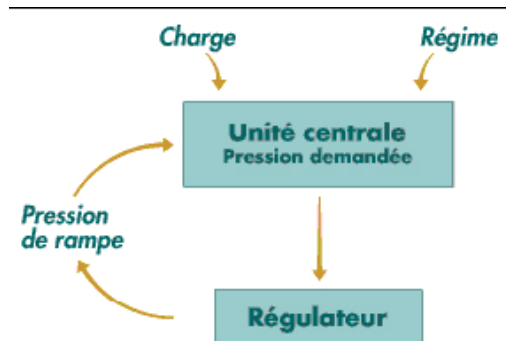
Ρυθμιστής πίεσης τοποθετημένος στην αντλία



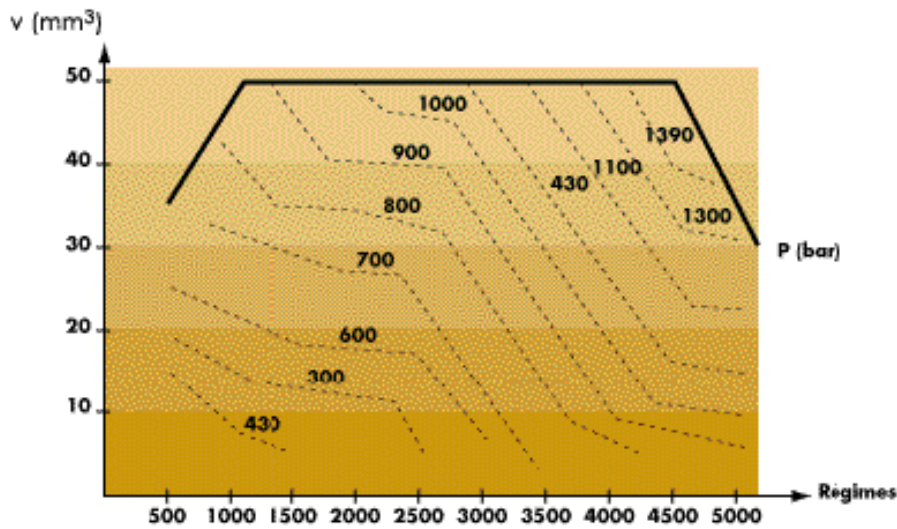
Ρυθμιστής πίεσης τοποθετημένος πάνω στο rail

9.8 Ο ΒΡΟΓΧΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΕΓΧΥΣΗΣ

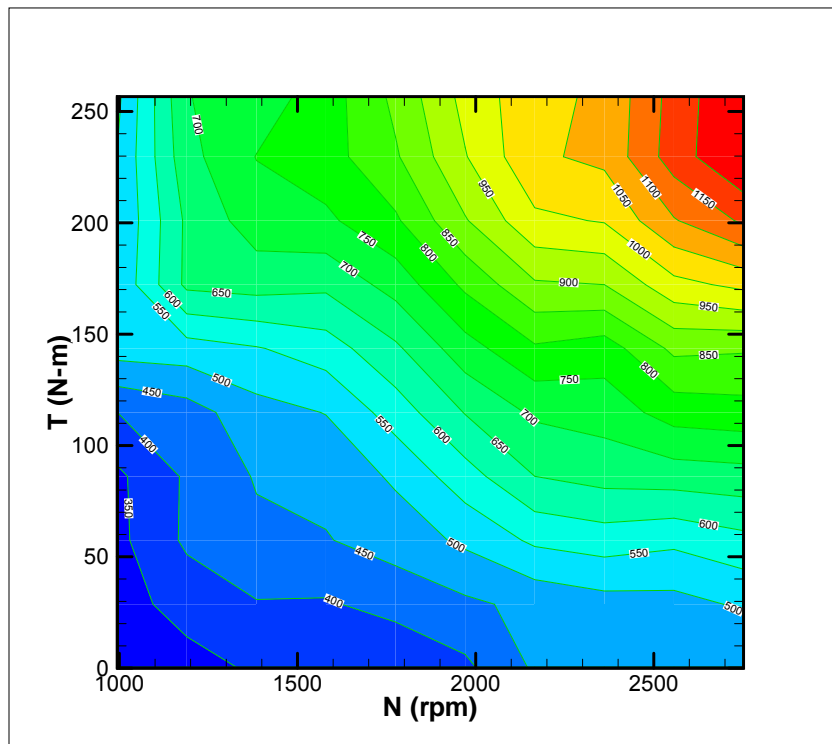
Η πίεση έγχυσης εξαρτάται ουσιαστικά από τις παραμέτρους του φορτίου και των στροφών του κινητήρα. Η απαιτούμενη τιμή πίεσης υπολογίζεται από τον εγκέφαλο και επιβεβαιώνεται με βάση την πληροφορία του λήπτη πίεσης που είναι ενσωματωμένος στο rail. Σε περίπτωση σημαντικής διαφοράς μεταξύ των δύο αυτών τιμών (Sollwert και Istwert), το σήμα προς τον ρυθμιστή πίεσης τροποποιείται εκ νέου. Η πίεση στο rail ποικίλλει μεταξύ των 280 bar (χαμηλά φορτία) και 1 400 bar.



Ο βρόχος ελέγχου της πίεσης έγχυσης



Χαρτογράφηση των πιέσεων του rail (αρχή λειτουργίας)



Χαρτογράφηση των πιέσεων του rail (κινητήρας DW10 ATED - baseline)

9.8.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΠΙΕΣΗΣ

Η ρύθμιση της πίεσης περιλαμβάνει δύο φάσεις:

- μηχανική ρύθμιση της πίεσης: ένα ελατήριο, βαθμονομημένο για μιά πίεση 100 bar, επιτρέπει το σήκωμα μιάς μπίλλιας και έτσι εξασφαλίζει:

- την επίτευξη μιάς ελάχιστης πίεσης,
- την απόσβεση των ταλαντώσεων πίεσης στο κύκλωμα υψηλής πίεσης

- ηλεκτρική ρύθμιση: ο κεντρικός υπολογιστής δίνει εντολή σε ένα ηλεκτρομαγνήτη να μπλοκάρει το κύκλωμα επιστροφής ώστε να αυξηθεί η πίεση στο κύκλωμα υψηλής πίεσης.

Όταν το σήμα RCO είναι:

- μέγιστο, η υδραυλική πίεση είναι μέγιστη
- ελάχιστο, η πίεση είναι η ελάχιστη.

9.9 TO COMMON RAIL

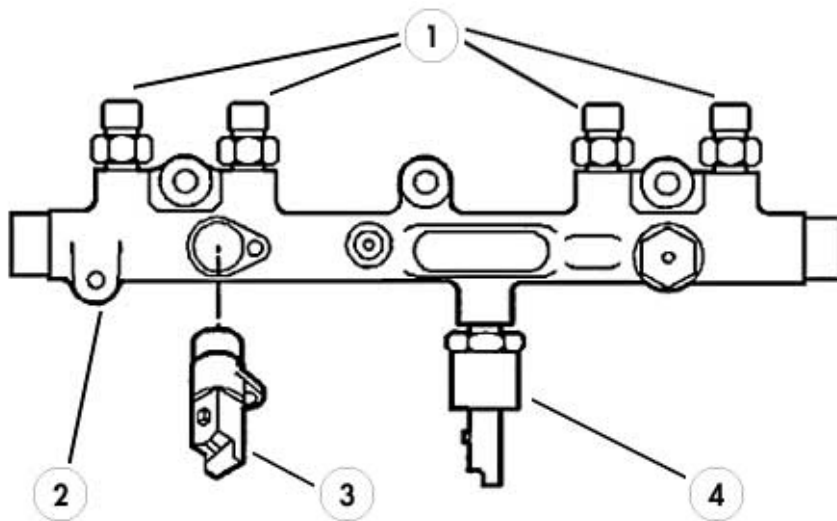
Ο αγωγός αυτός είναι κατασκευασμένος από σφυρήλατο χάλυβα και η χωρητικότητά του καθορίζεται με βάση τον κυβισμό του κινητήρα. Ο όγκος καυσίμου που είναι αποθηκευμένος μέσα του, χρησιμεύει για την απόσβεση των ταλαντώσεων πίεσης.

1 : έξοδοι υψηλής πίεσης

2 : αγωγός (rail)

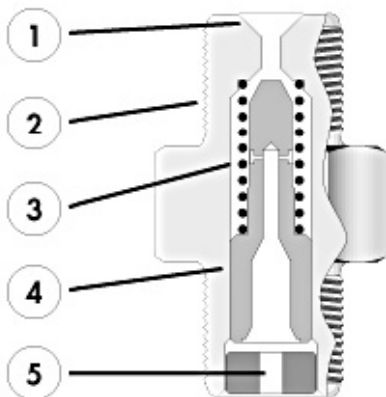
3 : αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου

4 : λήπτης πίεσης.



To common rail

Οι έξοδοι υψηλής πίεσης είναι εν γένει εφοδιασμένες με περιοριστές παροχής για λόγους ασφαλείας. Ο περιοριστής παροχής παρεμβαίνει σε περίπτωση κολλήματος του εγχυτήρα ή διακοπής στο κύκλωμα υψηλής πίεσης.



1 : έξοδος προς εγχυτήρα

2 : σώμα περιοριστή

3 : ελατήριο

4 : εμβολάκι

5 : πίεση rail

Η διάταξη περιορισμού παροχής

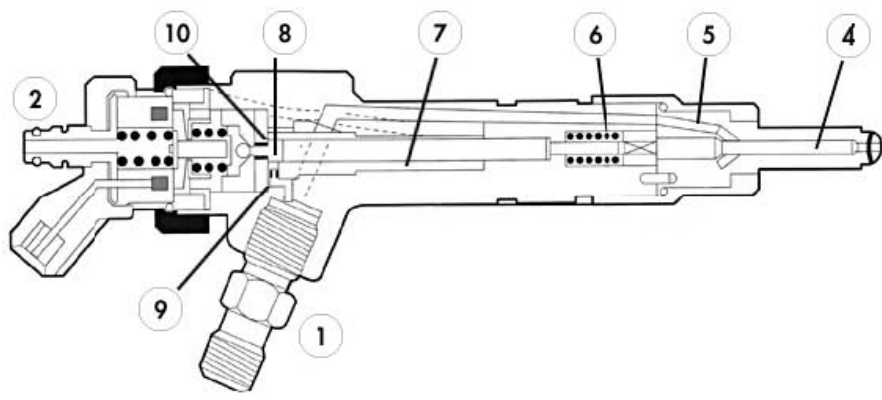
9.10 ΟΙ ΕΓΧΥΤΗΡΕΣ

Ο εγχυτήρας επιτυγχάνει τον ψεκασμό σε λεπτά σταγονίδια του καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσης, εξασφαλίζοντας την ακριβή δοσομετρία καυσίμου και το ακριβές χρονικά σημείο έναρξης έγχυσης.

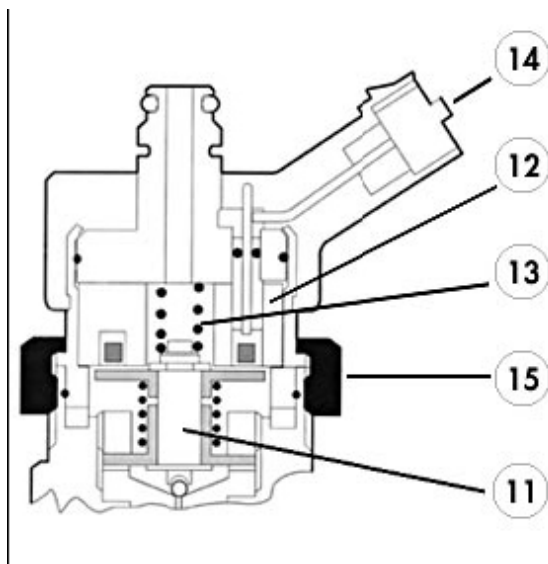
Ο εγχυτήρας αποτελείται από δύο μέρη:

- το κατώτερο τμήμα: πρόκειται για ένα εγχυτήρα με πολλαπλές οπές, παρόμοιο με τους κλασσικούς εγχυτήρες των κινητήρων Diesel απ' ευθείας έγχυσης.
- το ανώτερο τμήμα: πρόκειται για μιά ηλεκτρικά οδηγούμενη διάταξη που επιτρέπει τη μετακίνηση της βελόνας του εγχυτήρα.

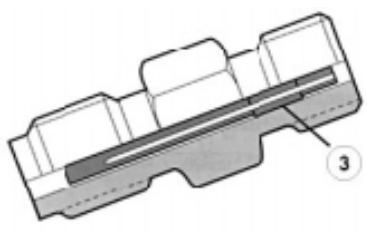
- 1 : ρακόρ εισόδου από αντλία
- 2 : ρακόρ επιστροφής προς ρεζερβουάρ
- 3 : φίλτρο τύπου γόπας
- 4 : βελόνα εγχυτήρα
- 5 : θάλαμος πίεσης
- 6 : ελατήριο εγχυτήρα
- 7 : δακτύλιος σύνδεσης
- 8 : θάλαμος εντολής
- 9 : οπή διαρροής του κυκλώματος τροφοδοσίας
- 10 : οπή διαρροής του κυκλώματος επιστροφής
- 11 : πυρήνας ηλεκτρομαγνήτη εντολής
- 12 : τύλιγμα πηνίου
- 13 : ελατήριο επαναφοράς
- 14 : κοννέκτορας
- 15 : παξιμάδι



Ο εγχυτήρας



Το άνω τμήμα του εγχυτήρα



Το ρακόρ εισόδου από την αντλία

9.10.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

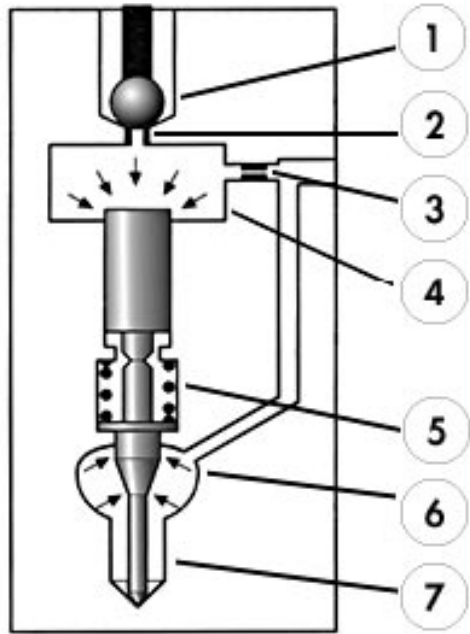
Η λειτουργία του εγχυτήρα μπορεί να χωριστεί σε 4 φάσεις.

1 – Εγχυτήρας κλειστός (σε ηρεμία) : η ηλεκτροβάννα δεν λαμβάνει σήμα (οπή κλειστή). Το ελατήριο πιέζει τη μπίλλια (1) στην έδρα της. Η πίεση του θαλάμου εντολής (4) είναι ίση με αυτήν του θαλάμου πίεσης (6). Το ελατήριο (5) διατηρεί τη βελόνα του εγχυτήρα (7) πάνω στην φέρουσα επιφάνεια στεγανότητας.

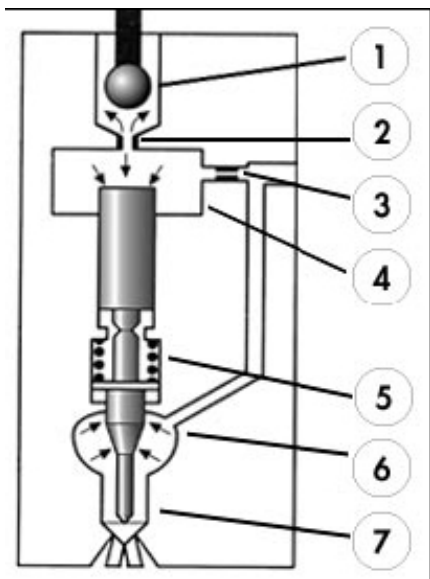
2 – Αρχή ανοίγματος του εγχυτήρα: ενεργοποιημένη από ένα ρεύμα διέγερσης, η ηλεκτροβάννα ανοίγει. Η πίεση στο θάλαμο εντολής (4) πέφτει. Η βελόνα του εγχυτήρα (7) σηκώνεται. Η οπή διαρροής αναρρόφησης (3) αποφεύγει την εξισορρόπηση των πιέσεων.

3 – Τέλειο άνοιγμα: η βελόνα του εγχυτήρα (7) τερματίζει στο στοπ της. Η ηλεκτροβάννα διατηρείται ανοικτή από ένα ρεύμα συντήρησης. Η ποσότητα που ψεκάζεται εξαρτάται από την πίεση μέσα στο rail, από το χρόνο ανοίγματος της βελόνας (7) και από τη διάμετρο της οπής του ακροφυσίου.

4 – Κλείσιμο εγχυτήρα: η ηλεκτροβάννα σταματά να είναι ενεργοποιημένη, το ελατήριο επαναφοράς σπρώχνει την μπίλλια (1) στην έδρα της και προκαλεί το κλείσιμο της οπής διαρροής (2). Η πίεση ανακάτται εκ νέου στο θάλαμο εντολής (4) από την οπή διαρροής αναρρόφησης (3). Η ισορροπία των πιέσεων αποκαθίσταται εκ νέου.



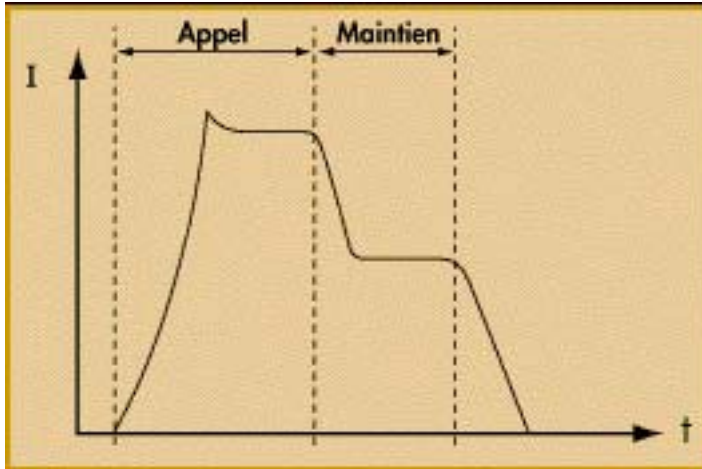
Εγχυτήρας κλειστός



Εγχυτήρας ανοικτός

9.10.2 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΓΧΥΤΗΡΑ

Ο χρόνος ενεργοποίησης του σωληνοειδούς του εγχυτήρα ποικίλλει μεταξύ 200 και 1 200 ms. Αυτός ο χρόνος περιλαμβάνει τις φάσεις διέγερσης και συντήρησης.



Το ρεύμα διέγερσης

9.11 Η ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΗΣ

Σε αντίθεση με τα παλαιότερα συστήματα έγχυσης που τροφοδοτούνται από αντλία – διανομέα, ή από αντλία πετρελαίου σε σειρά, ο εγκέφαλος καθορίζει εδώ ανεξάρτητα:

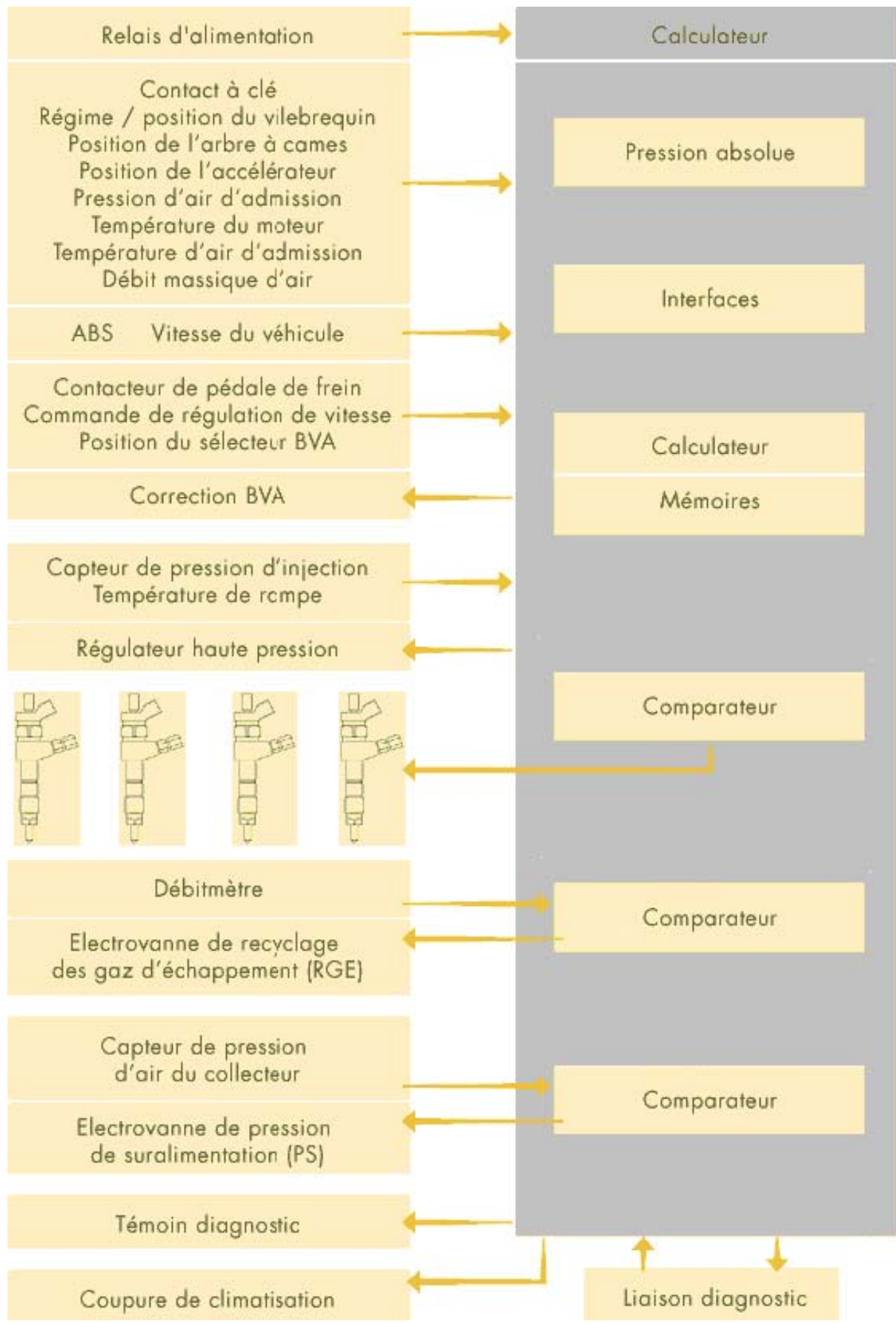
- την ποσότητα που ψεκάζεται
- την προπορεία έγχυσης.

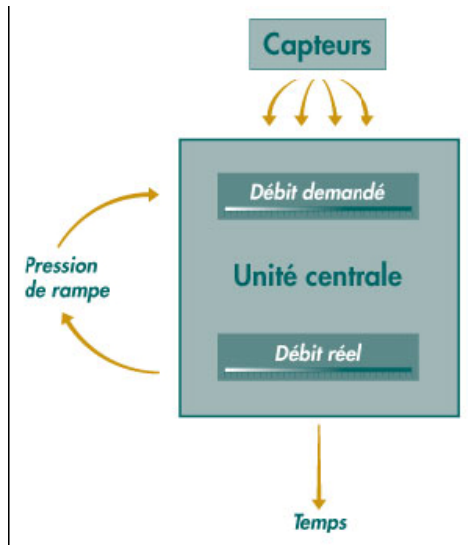
9.11.1 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΕΓΧΕΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ

Η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται, καθορίζεται από τον εγκέφαλο με βάση:

- μία ρύθμιση για κάθε κύλινδρο με τη σειρά έγχυσης
- τις τιμές που μετρώνται από τους αισθητές.

Για να προσαρμόσει την απαιτούμενη ποσότητα έγχυσης, ο εγκέφαλος μπορεί να επιδρά ανεξάρτητα τόσο στην πίεση του rail όσο και στη διάρκεια διέγερσης των ηλεκτροβαλβίδων των εγχυτήρων.





Η ρύθμιση της παροχής καυσίμου

9.11.2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΡΕΙΑΣ ΕΓΧΥΣΗΣ

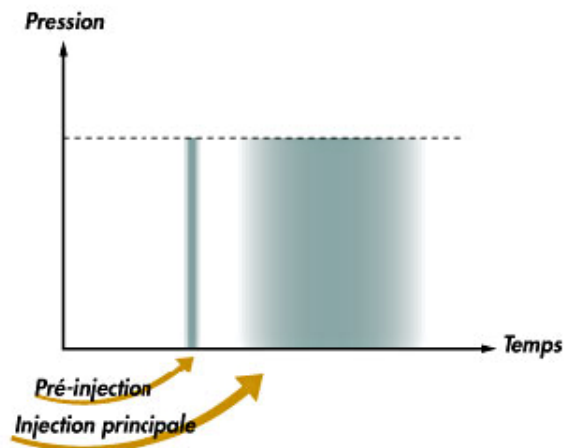
Είναι εφικτό με το συγκεκριμένο σύστημα να γίνονται περισσότερες από μία εγχύσεις σε ένα κύκλο λειτουργίας, δηλαδή: μία προ-έγχυση, η κυρίως έγχυση και ενδεχόμενα μία μετέγχυση (post-injection).

9.11.3 Η ΠΡΟΕΓΧΥΣΗ

Η βασική αρχή λειτουργίας του κινητήρα Diesel βασίζεται στην αυτανάφλεξη του καυσίμου. Αυτή η αυτανάφλεξη γίνεται με μιά καθυστέρηση, που αντιστοιχεί στο χρόνο που χρειάζονται τα σταγονίδια του καυσίμου για να φτάσουν στο σημείο αυτανάφλεξης.

Με τις αντλίες έγχυσης τύπου διανομέα, η ποσότητα που ψεκάζεται στη διάρκεια του χρόνου καθυστέρησης έναυσης είναι σημαντική, ιδιαίτερα κατά την ψυχρή εκκίνηση, εξ ου και ο χαρακτηριστικός θόρυβος κατά την εκκίνηση των παλαιότερων κινητήρων.

Με το σύστημα common rail είναι πλέον εφικτή η προέγχυση μερικών mm^3 πετρελαίου, πριν το άνω νεκρό σημείο, που επιτρέπει το ξεκίνημα της φλόγας πριν να αρχίσει η κυρίως έγχυση. Η προέγχυση ενεργοποιείται στα χαμηλά φορτία και στις μεταβατικές φάσεις μέχρι κάποιο αριθμό στροφών κινητήρα.



Προέγχυση και κυρίως έγχυση

9.11.4 Η ΚΥΡΙΩΣ ΕΓΧΥΣΗ

Η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται στον κύλινδρο καθορίζεται από το συνδυασμό:

- της πίεσης του rail και
- της διάρκειας ανοίγματος της βελόνας του εγχυτήρα.

Η πίεση του rail επηρεάζει σημαντικά την ποσότητα καυσίμου που εγχέεται ανά μοίρα γωνίας στροφάλου, καθώς και το πόσο λεπτός είναι ο διαμερισμός του καυσίμου σε σταγονίδια. Η διάρκεια ανοίγματος της βελόνας του εγχυτήρα μεταβάλλει τη διάρκεια έγχυσης σε γωνία στροφάλου. Φυσικά, η διαδρομή της βελόνας όπως και η διάμετρος και ο αριθμός των οπών του ακροφυσίου αποτελούν ουσιώδη δεδομένα για τον υπολογισμό της παροχής καυσίμου.

9.11.5 Η ΜΕΤΕΓΧΥΣΗ (POST-INJECTION)

Η μετέγχυση ακολουθεί την κυρίως έγχυση, στη διάρκεια της εκτόνωσης, όταν απαιτείται αναγέννηση του φίλτρου. Η συνακόλουθη αύξηση της θερμοκρασίας του καυσαερίου σε συνδυασμό με καταλυτικό πρόσθετο 'στο καύσιμο ή καταλυτικό φίλτρο, επιτυγχάνει τον αυτοκαθαρισμό του φίλτρου με καύσης της αιθάλης (αναγέννηση).

9.12 Ο ΜΙΚΡΟΪΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ - ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η μπαταρία τροφοδοτεί, μέσω ενός ρελαί, τον υπολογιστή και τα διάφορα όργανα του συστήματος. Ένα αντικλεπτικό εξάρτημα με κωδικό εξουσιοδοτεί την θέση σε λειτουργία του κινητήρα.

Μετά την εκκίνηση, χρειάζονται δύο περιστροφές του στροφαλοφόρου για να επιτευχθεί επαρκής πίεση στο rail (250 - 300 bar). Ο υπολογιστής λαμβάνει ταυτόχρονα και το σήμα της θέσης του στροφαλοφόρου χάρη σε ένα σύστημα λήψης επί του βολάν, όπως και της θέσης του εκκεντροφόρου χάρη στον λήπτη φάσης.

9.12.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΥΠΟΨΗ Ο ΜΙΚΡΟΪΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ

Διαφορετικοί αισθητήρες μετρούν:

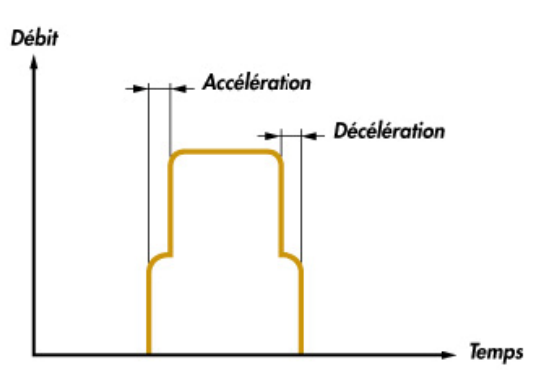
- τη θέση του γκαζιού
- τη θερμοκρασία του νερού ψύξης
- τη θερμοκρασία του καυσίμου
- τις στροφές του κινητήρα και τη θέση του στροφαλοφόρου
- την απόλυτη πίεση και την πίεση της πολλαπλής εισαγωγής
- την ταχύτητα του οχήματος
- την ενεργοποίηση των επαφών φρεναρίσματος και αποσύμπλεξης
- την παροχή μάζας και τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής.

Όσον αφορά τη λειτουργία των παρελκόμενων συστημάτων του κινητήρα, μετρώνται:

- η ανακύκλωση του καυσαερίου
- η πίεση υπερπλήρωσης.

Η κεντρική μονάδα ελέγχου λαμβάνει επίσης υπόψη τις διαφορετικές φάσεις λειτουργίας:

- κατά την εκκίνηση, την πρόσθετη εγχεόμενη ποσότητα εκκίνησης
- στο ρελαντί, τον έλεγχο παροχής ρελαντί
- κατά την κανονική λειτουργία, την ενεργό απόσβεση των κραδασμών κατά τα μεταβατικά σημεία, και την προσαρμογή της παροχής ανάλογα με τις ανάγκες.



Διόρθωση μεταβατικής λειτουργίας

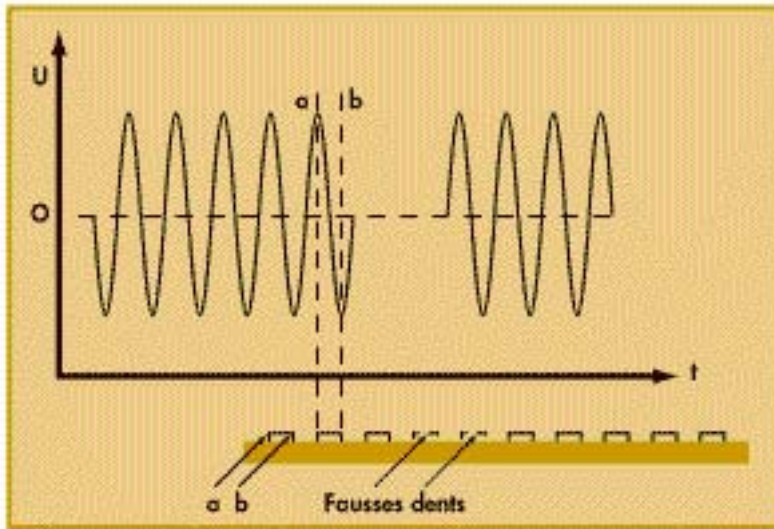
9.13 ΟΙ ΚΥΡΙΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Ο λήπτης απόλυτης πίεσης είναι τύπου piezoresistive. Αποτελείται από strain gauges και μετρά την ατμοσφαιρική πίεση.

Αισθητής στροφών είναι επαγωγικού τύπου. Είναι τοποθετημένος στο κέλυφος του συμπλέκτη, και πληροφορεί τον υπολογιστή για την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και τη θέση του εμβόλου του κυλίνδρου n°1, χάρις σε ένα βαθούλωμα στο στεφάνι που αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ δύο δοντιών του στεφανιού.

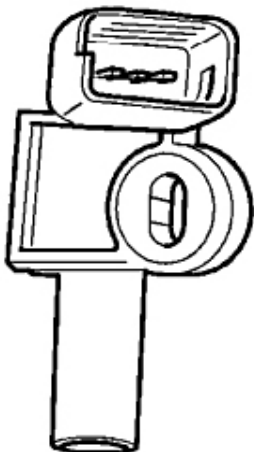


Ο αισθητής στροφών



Ο λήπτης της γωνίας στροφάλου

Αυτός ο λήπτης είναι τύπου φαινομένου Hall (τετραγωνικό σήμα). Είναι τοποθετημένος στην κυλινδροκεφαλή, στο

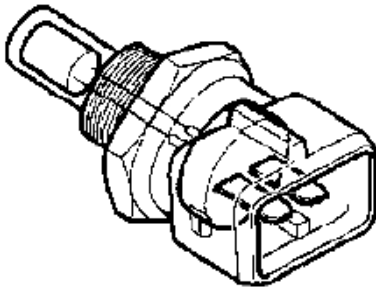


ύψος του εκκεντροφόρου. Επιτρέπει στον υπολογιστή να γνωρίζει τη θέση του εμβόλου του πρώτου κυλίνδρου.

9.13.1 Ο ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας του κινητήρα είναι του τύπου CTN (coefficient of temperature negative). Είναι τοποθετημένος στο κύκλωμα ψύξης. Το σήμα του επιτρέπει στον υπολογιστή να προσδιορίσει:

- την παροχή εκκίνησης
- την παροχή ρελαντί
- το χρόνο προθέρμανσης
- το χρόνο μετα-θέρμανσης
- το ποσοστό ανακύκλωσης καυσαερίου
- τη λειτουργία προστασίας από βρασμό
- την παροχή του πλήρους φορτίου
- το άναμμα της προειδοποιητικής λυχνίας θερμοκρασίας κινητήρα.



9.13.2 Ο ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΤΟΥ RAIL

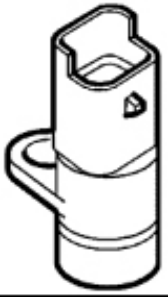
Ο αισθητήρας αυτός είναι τύπου piezoresistive. Είναι τοποθετημένος στο rail. Το σήμα του εγχυτήρα είναι



ανάλογο με την πίεση στο rail.

9.13.3 Ο ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

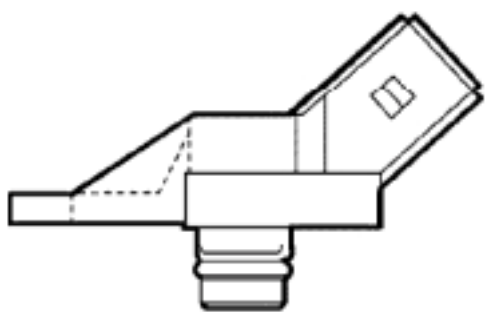
Ο αισθητήρας αυτός είναι τύπου CTN. Είναι βιδωμένος είτε πάνω στο rail είτε πάνω στο κύκλωμα επιστροφής στο ρεζερβουάρ. Επιτρέπει στον υπολογιστή να κάνει διορθώσεις στην παροχή του καυσίμου που ψεκάζεται, ώστε να λαμβάνει υπόψη τις μεταβολές του ιξώδους του πετρελαίου με βάση τη θερμοκρασία.



9.13.4 Ο ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

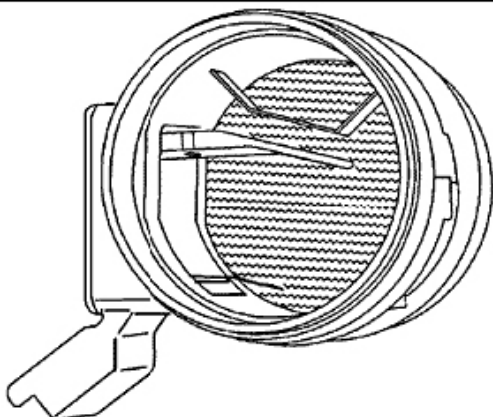
Ο αισθητήρας πίεσης του αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής είναι τύπου piezoresistive. Μετρά την πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής. Με βάση το σήμα της πίεσης, ο υπολογιστής ρυθμίζει:

- την πίεση υπερπλήρωσης
- την ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται.



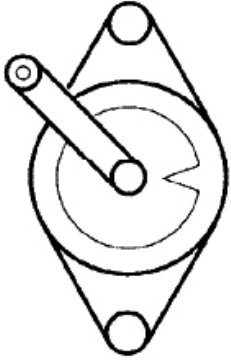
9.13.5 Ο ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΑΖΑΣ ΑΕΡΑ ΘΕΡΜΟΥ ΦΙΛΜ ΚΑΙ Ο ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

Είναι τοποθετημένος μεταξύ του φίλτρου αέρα και της σωλήνωσης εισαγωγής προς τον συμπιεστή. Επιτρέπει στον υπολογιστή, με βάση την πληροφορία της θερμοκρασίας αέρα, να υπολογίσει τη μάζα αέρα που εισάγεται στον κινητήρα. Επίσης αποτελεί μέρος του κυκλώματος υπολογισμού της ανακύκλωσης καυσαερίου.



Ο αισθητής θερμοκρασίας αέρα που είναι ενσωματωμένος στον αισθητήρα MAF, είναι του τύπου CTN.

9.13.6 Ο ΛΗΠΤΗΣ (ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ) ΘΕΣΗΣ ΓΚΑΖΙΟΥ

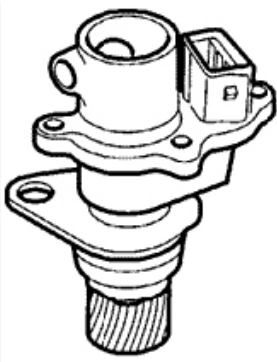


Ο λήπτης αυτός αποτελείται από 2 ποτενσιόμετρα. Μετατρέπει την δράση του οδηγού πάνω στο γκάζι σε πληροφορία του φορτίου του κινητήρα που μεταφέρεται στον υπολογιστή. Τα δύο σήματα τάσης, συγκρινόμενα συνεχώς, επιτρέπουν στον υπολογιστή να εντοπίσει τυχόν δυσλειτουργία του λήπτη.

9.13.7 Ο ΛΗΠΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Ο λήπτης αυτός είναι είτε επαγωγικού τύπου είτε με βάση το φαινόμενο Hall. Είναι τοποθετημένος στην έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων. Ο λήπτης επιτρέπει στον υπολογιστή να γνωρίζει τις διαφορετικές καταστάσεις λειτουργίας του οχήματος:

- σε στάση ή σε κίνηση
- σε επιβράδυνση ή επιτάχυνση
- την εκάστοτε σχέση μετάδοσης του κιβωτίου ταχυτήτων κτλ



9.13.8 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Το σύστημα έγχυσης υψηλής πίεσης χρησιμοποιεί υδραυλικά εξαρτήματα υψηλής ακρίβειας κατεργασίας. Οι πολύ υψηλές πιέσεις λειτουργίας (πάνω από 1 200 bar), υψηλές θερμοκρασίες καυσίμου (της τάξης των 100 °C) και οι πολύ μικρές διάρκειες ψεκασμού κάνουν την καλή λειτουργία του συστήματος να βασίζεται στην ποιότητα συναρμολόγησης του συνόλου. Γι' αυτό, πέρα από τη σχολαστική καθαριότητα και προστασία από σκόνη κατά τη συντήρηση του συστήματος, απαιτούνται συγκεκριμένες προφυλάξεις κατά τη συντήρηση όπως οι παρακάτω:

- Σβήσιμο του κινητήρα πριν οποιαδήποτε επέμβαση στο σύστημα έγχυσης, αναμονή κατ' ελάχιστο 1 λεπτό, αμέσως μετά το σβήσιμο, ώστε να πέσει η πίεση στο κύκλωμα – αποφυγή σκουπίματος πάνω από τον κινητήρα εν λειτουργία, λόγω κινδύνου διαρροών σε υψηλή πίεση, που μπορεί να προκαλέσουν εγκαύματα ή τραύματα.

10 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DW10 ATED

Ο κινητήρας DW10 ATED πρωτοκυκλοφόρησε το 1999.

Έχει τα παρακάτω κύρια χαρακτηριστικά:

Πίνακας 1 Τεχνικά χαρακτηριστικά DW10

Engine manufacturer	PSA
Engine type	HDI turbocharged engine (DW 10 ATED)
Cylinders	4, in-line
Displacement	1997 cm ³
Rated power /rpm	80 kW/4000 rpm
Rated torque/rpm	250 Nm/2000 rpm
Diesel Filter Manufacturer	Ibiden
Filter Type	SiC 14/200 cpsi (cells per square inch)
Filter Diameter x length	143.8 mm x 150 mm
Cell pitch	1.89 mm
Filter Wall thickness	0.4mm

Ο κινητήρας DW10 είναι προδιαγραφών EURO 3. Δεν είναι εξοπλισμένος με φίλτρο αιθάλης. Όμως η PSA είχε αναπτύξει εκδοχές του λογισμικού της μονάδας ελέγχου (ECU) του κινητήρα αυτού, που ήταν σε θέση να υποστηρίξουν τη λειτουργία με φίλτρο αιθάλης, και την επίτευξη προδιαγραφών εκπομπών EURO-4.

Μία από αυτές τις εκδοχές έχει δοθεί στο ΕΘΘΜ βάσει συμφωνίας συνεργασίας, το 2002. Το συγκεκριμένο λογισμικό της ECU είναι αυτό του κινητήρα DW12, ο οποίος ήταν και ο πρώτος που ήδη από το 2000 κυκλοφόρησε με κεραμικό φίλτρο αιθάλης στον standard εξοπλισμό του. Η συγκεκριμένη εκδοχή της ECU και του λογισμικού είναι η Bosch EDC 15C2 HDI. (εικόνα). Παράλληλα, έχουμε εξοπλίσει τον κινητήρα DW10 με το κεραμικό φίλτρο και τον ανάντι καταλυτικό μετατροπέα του κινητήρα DW12. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα να μελετήσουμε ταυτόχρονα δύο γενιές κινητήρων με biodiesel: την γενιά EURO-3 και την γενιά EURO-4.



Εικόνα 1 Ο εγκέφαλος του κινητήρα DW12 τοποθετημένος στον DW10

Ο κινητήρας DW12 έχει πολλές ομοιότητες με τον κινητήρα DW10. Έχει όμως τα παρακάτω επιπλέον χαρακτηριστικά:

Κυλινδροκεφαλή με 16 valves (4 valves/cylinder),

double complex shape air inlet ducts in the cylinder head (variable swirl),

- variable geometry turbocharger (higher turbocharging pressure at low engine speeds),
- optimisation of the inlet and exhaust manifolds,

specific location of the diesel injectors (central and vertical, optimisation of air/fuel mixture),

specific location of the heater plugs (on the rear of the cylinder head).

roller valve rockers limiting losses caused by friction,

weight reduction.

10.1 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ BOSCH EDC 15C2 HDI (HIGH PRESSURE DIESEL INJECTION) ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΦΙΛΤΡΟ ΑΙΘΑΛΗΣ (2000)

Το σύστημα HDI του κινητήρα DW12 TED4 βασίζεται στο σύστημα του αδελφού κινητήρα DW10. Αποστολή του είναι να διασφαλίζει την ικανοποίηση των προσοαγραφών όσον αφορά τα παρακάτω:

Σύστημα αντIRRύπανσης,

οδηγησιμότητα,

οικονομία καυσίμου,

μηχανική αξιοπιστία.

Σημαντικό στοιχείο που υποστηρίζει το σύστημα έγχυσης, είναι η λειτουργία του φίλτρου αιθάλης, το οποίο δεν υπήρχε ως στανταρντ εξοπλισμός στον κινητήρα DW10.

10.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ

Οι απαιτήσεις της νομοθεσίας αντιρρύπανσης, έχουν επιβάλει τη χρήση των παρακάτω στοιχείων στους κινητήρες DW10 και DW12:

- Διάταξη ανακύκλωσης καυσαερίου (EGR), για τη μείωση των εκπομπών NOx (water cooled)
- Εγκατάσταση throttle housing (δηλαδή πεταλούδας αντίστοιχης με αυτήν του γκαζιού του βενζινοκινητήρα), για την δημιουργία υποπίεσης στην εισαγωγή και την ενίσχυση με αυτό τον τρόπο της ανακύκλωσης καυσαερίου, όταν απαιτείται.
- Εγκατάσταση οξειδωτικού καταλυτικού μετατροπέα, ο οποίος μειώνει τους ρύπους CO, HC, και σε κάποιο βαθμό και αιθάλη (PM).
- Η τοποθέτηση 16-βάλβιδης κυλινδροκεφαλής, με διπλούς αγωγούς εισαγωγής αέρα σε κάθε κύλινδρο του κινητήρα DW12, (variable swirl), οδηγεί σε παραπέρα μείωση των NOx και PM. Επιπλέον, το σύστημα φίλτρου αιθάλης οδηγεί σε πολύ σημαντική μείωση των εκπομπών σωματιδίων του κινητήρα, ιδιαίτερα στη μεταβατική λειτουργία.

10.2 PRINCIPLE OF HDI

Το σύστημα έγχυσης, που αναπτύχθηκε σε συνεργασία με την BOSCH, έχει ως αποστολή να επιτυγχάνει ένα ιδανικό μοτίβο ψεκασμού του πετρελαίου σε συνάρτηση με τη γωνία στροφάλου, για κάθε σημείου λειτουργίας, μόνιμο ή μεταβατικό.

Ο ψεκασμός πραγματοποιείται σε πιέσεις έως και 1350 bar, (σε υψηλές στροφές), με ηλεκτροϋδραυλικούς εγχυτήρες που τροφοδοτούνται από κοινό αγωγό υψηλής πίεσης (common rail).

Ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος (ECU), λαμβάνει υπόψη τις τιμές των παρακάτω παραμέτρων λειτουργίας του κινητήρα:

- Στροφές κινητήρα,
- Θερμοκρασία αέρα εισαγωγής, καυσίμου, νερού ψύξης
- Πίεση καυσίμου
- Πίεση πολλαπλής εισαγωγής, ατμοσφαιρική πίεση
- Θέση του πεντάλ γκαζιού
- Παροχή αέρα εισαγωγής.

Ο εγκέφαλος (ECU) επιτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Υπολογίζει την απαιτούμενη διάρκεια έγχυσης με βάση την πίεση του καυσίμου

- Υπολογίζει, εφόσον απαιτείται το χρονισμό και τη διάρκεια μίας προ-έγχυσης (για μείωση του θορύβου που προκαλεί η καθυστέρηση έναυσης του πετρελαίου) και βέβαια της κυρίως έγχυσης,
- Ελέγχει τη ροή του καυσίμου που ψεκάζεται από τους ηλεκτροϋδραυλικούς εγχυτήρες.

Πλεονεκτήματα του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου:

- οδηγησιμότητα (50% additional torque at low engine speeds and 25% more power),
- αύξηση του βαθμού απόδοσης του κινητήρα (around 20% fuel saving),
- μείωση των εκπομπών ρύπων (CO₂, CO, HC, and carbon particles).

10.3 PARTICLE FILTRATION PRINCIPLE

The aim of the filtration system is to reduce emissions of particles released into the atmosphere (black smoke released at full load or during transitory operation).

A particle filter is fitted on the exhaust pipe and traps the particles as the exhaust gas passes through.

The accumulation of particles whilst the engine is operating leads to the progressive clogging up of the particle filter.

To prevent the particle filter from becoming blocked, it must be "regenerated".

10.3.1 PARTICLE FILTER REGENERATION PRINCIPLE

Regeneration consists of periodically burning off the particles accumulated in the particle filter essentially consisting of carbon and hydrocarbons. These particles on the particle filter burn in the presence of oxygen at a temperature of 550°C (regeneration limit).

Regeneration of the particle filter is controlled by the injection system.

The injection system triggers an additional injection to increase the initial temperature of the exhaust gases from approximately 150°C (urban driving) to 450°C at the inlet of the catalytic converter.

This increase in temperature occurs in 2 steps:

- a post injection (after Top Dead Centre) creates a post combustion in the cylinder and leads to an increase in temperature of 200 - 250°C,
- an additional post combustion, generated by an oxidation catalytic converter placed upstream of the particle filter, deals with the unburned hydrocarbons (HC) from the post injection. The temperature increases by 100°C which allows the combustion limit of 550°C to be reached.

10.3.2 FUEL ADDITIVE FUNCTION

To lower the regeneration limit, Eolys, a cerine based composite, is added to the fuel which lowers the particle combustion temperature from 550°C to 450°C.

Cerine is used in an organic solution stored in an additional tank, located near to the fuel tank

In order to inject an amount of additive proportional to the amount of fuel injected, an additive system has been developed.

The system consists of the following components:

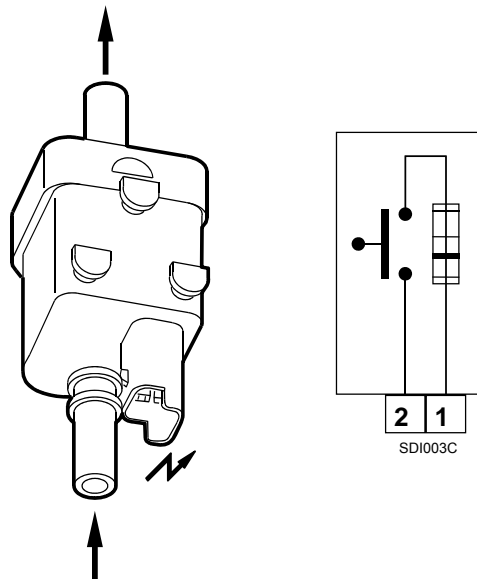
- a suction device with low level detection on the additive tank,
- an additive injection system in the fuel tank,
- a specific ECU controlling the additive function.

10.4 ELECTRIC FUEL HEATER (1276)

10.4.1 ROLE

The fuel heater raises the fuel to its usage temperature.

10.4.2 DESCRIPTION



The fuel heater heats the fuel from the fuel tank.

The fuel heater consists of a heating resistor.

The temperature is regulated by a thermostat:

- fuel temperature of -2 (+/-2)°C: fuel heater activated,
- fuel temperature of +3 (+/-2)°C: fuel heater deactivated.

10.4.3 ELECTRIC FEATURES

Allocation of connector channels:

- channel 1: 12 volts (+ ignition on),
- channel 2: earth.

Power: 150 W.

10.4.4 LOCATION

The fuel heater is located on the fuel filter inlet pipe.

10.5 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΗΣ HDI BOSCH EDC 16 C3 ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DV4TD (2003)

Η εξέλιξη στα συστήματα ελέγχου της έγχυσης του κινητήρα Diesel είναι ραγδαία, όσον αφορά το ηλεκτρονικό μέρος τους. Ήδη η BOSCH έχει κυκλοφορήσει την επόμενη version συστήματος ελέγχου της έγχυσης HDI, που είναι ο τύπος EDC 16 C3 για τον νεώτερο κινητήρα DV4TD. Οι διαφορές του κινητήρα αυτού σε σχέση με τον DW10, συνοψίζονται παρακάτω:

- πολλαπλή εισαγωγής ενσωματωμένη στο καπάκι της κυλινδροκεφαλής,
- πολλαπλή εξαγωγής τοποθετημένη στο εμπρόσθιο μέρος του κινητήρα,
- οξειδωτικός καταλύτης τοποθετημένος απ' ευθείας στην έξοδο της τουρμπίνας,
- αντλία λαδιού προηγμένης τεχνολογίας (duocentrique),
- κύκλωμα χαμηλής πίεσης σε εκτόνωση.

Οι διαφορές του συστήματος EDC 16 C3 από το σύστημα EDC 16 C2 που εξετάζουμε στο δοκιμαστήριο, είναι οι παρακάτω:

- νέος μικροεπεξεργαστής στα 32 bits με στρατηγική "anti-tunning", αυξημένη μνήμη, μία μόνο κλίση έγχυσης και για τους 4 εγχυτήρες,
- έλεγχος της έγχυσης του καυσίμου σε συνάρτηση με τη ροπή κινητήρα,
- η πίεση του καυσίμου μέσα στο rail μπορεί να φτάσει στα 1350 bars,
- αντλία καυσίμου χαμηλής πίεσης ZP18 ενσωματωμένη στην αντλία υψηλής πίεσης (κύκλωμα χαμηλής πίεσης σε εκτόνωση),
- αντλία υψηλής πίεσης τύπου CP3.2.