

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

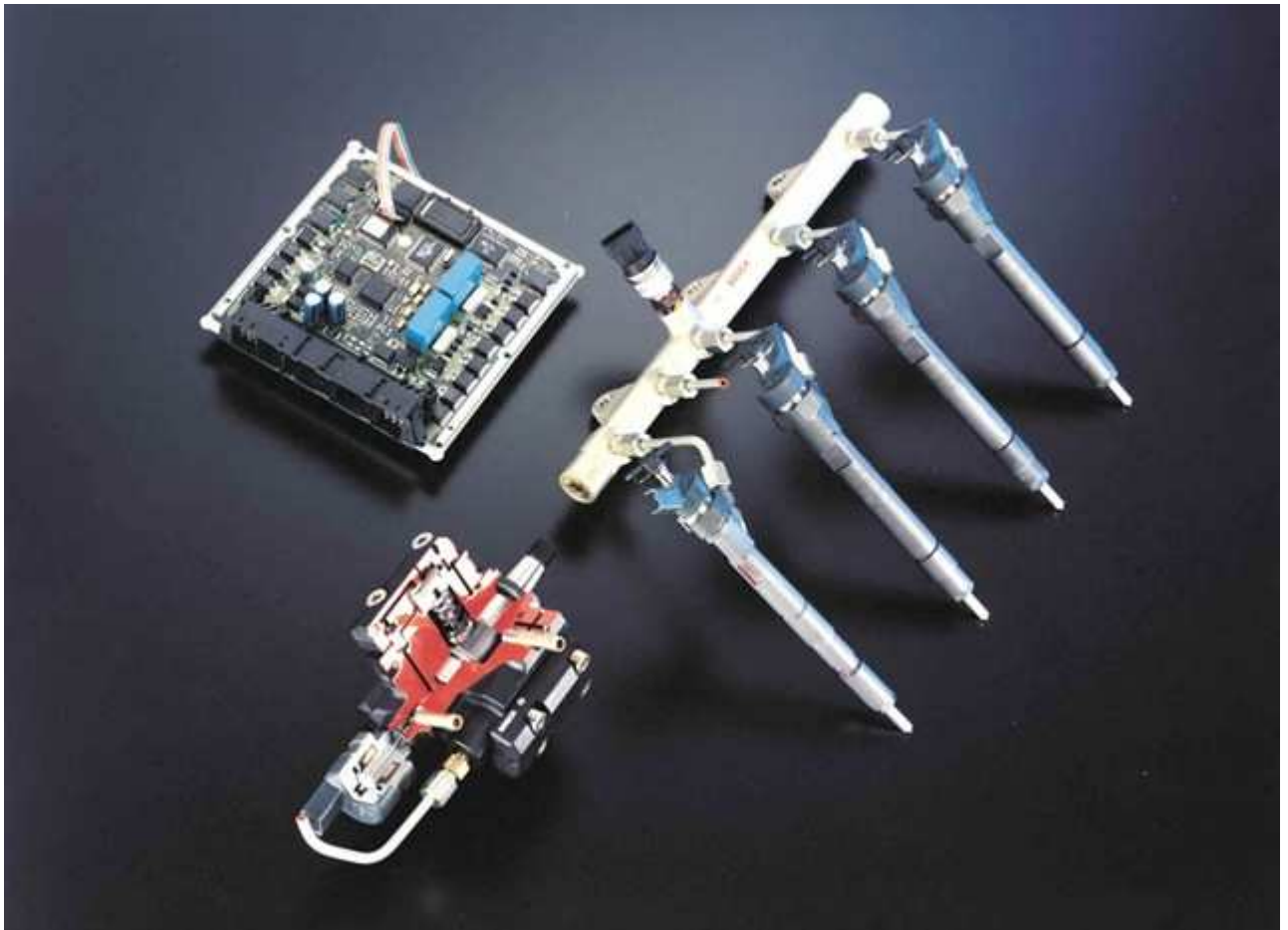
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

DIESEL ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ.ΚΟΥΔΟΥΜΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΣΕΝΚ ΚΑΜΠΟΥΡΑΚΗΣ ΗΛΙΑΣ **A.M: 4567**

ΡΗΓΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

A.M: 4451

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
1.1 Πεδίο εφαρμογής.....	8
1.2 Γενικά.....	12
1.3 Ιστορική διαδρομή.....	14
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ	
2.1 Χαρακτηριστικά συμβατικών συστημάτων.....	16
2.2 Χαρακτηριστικά του Common Rail.....	17
2.3 Διαδικασία ψεκασμού στο Common Rail.....	20
3. ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	
3.1 Δομή μίγματος και συμπεριφοράς καύσης.....	24
3.2 Ρυθμίσεις στον κινητήρα.....	24
3.3 Ανακύκλωση καυσαερίων EGR.....	24
3.4 Επιρροές στον ψεκασμό καύσιμου.....	25
4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	
4.1 Γενικά.....	28
4.2 Στάδιο χαμηλής πίεσης.....	29
4.3 Στάδιο υψηλής πίεσης.....	31
5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
5.1 Στοιχεία χαμηλής πίεσης.....	33
5.2 Στοιχεία υψηλής πίεσης.....	36
6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ EDC	
6.1 Κυρία μέρη.....	57
6.2 Αισθητήρες.....	57
6.3 ECU.....	68
6.4 Μηχανισμοί κίνησης.....	69
6.5 Ανταλλαγή πληροφοριών.....	75
ΕΠΕΚΤΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΘΕΣΕΙΣ	77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	79
ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ	95
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	88

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος ψεκασμός πετρελαίου αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο στο χώρο του αυτοκίνητου, που εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει απλά και με σαφήνεια την λειτουργία του πιο γνωστού συστήματος στον χώρο αυτό , του Common Rail .

Η συγγραφή της παρούσας εργασίας βασίστηκε κυρίως σε σημειώσεις από την BOSCH, η οποία θεωρείται ως η κορυφαία εταιρία στον ηλεκτρονικό ψεκασμό πετρελαίου, καθώς και την αυτοκινητοβιομηχανία AUDI η οποία είναι μια από τις πρωτοπόρες εταιρίες χρήσης πετρελαιοκινητήρων τελευταίας γενιάς στα αυτοκίνητα παράγωγης.

Στα παρακάτω κεφάλαια περιλαμβάνονται θεωρητικές και πρακτικές αναλύσεις για τη λειτουργία του Common Rail και των επιμέρους συστημάτων του.

Υποδείξεις για τυχόν σφάλματα καθώς και γενικότερες παρατηρήσεις είναι πάντα ευπρόσδεκτες.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1893 θεωρείται επισήμως ως το έτος γέννησης του κινητήρα που λειτουργεί με αυτανάφλεξη του καύσιμου. Είναι η χρόνια που ο Ρούντολφ Ντίζελ κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την εφεύρεση του, η οποία έμελλε να πάρει το όνομα του. Σε πρώτη φάση, ο κινητήρας ντίζελ αντικατέστησε τις ατμομηχανές στα εργοστάσια και λίγο αργότερα στα πλοία. Το 1924 άρχισαν να τοποθετούνται πετρελαιοκινητήρες σε φορτηγά, ενώ το 1936 σε επιβατικά αυτοκίνητα. Σήμερα η επικύρωση του ντίζελ στο χώρο των φορτηγών αυτοκίνητων είναι ολοκληρωτική και οι τάσεις επέκτασης του στο χώρο των επιβατικών αυτοκίνητων είναι εμφανής.



Στα συμβατικά συστήματα τροφοδοσίας, είτε αυτά συνδυάζονται με προθάλαμο καύσης, είτε με άμεσο ψεκασμό, η αποστολή του καύσιμου στα μπεκ υπό-πίεση γίνεται με τη βοήθεια μιας αντλίας, που μπορεί (χωρίς όμως αυτό να είναι απαραίτητο) να είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενη. Η πίεση υπό την οποία πραγματοποιείται ο ψεκασμός του καύσιμου αυξάνεται με την αύξηση των στροφών λειτουργίας του

κινητήρα, γεγονός που θέτει κάποιους περιορισμούς σε σχέση με την βελτιστοποίηση της καύσης και την αύξηση της απόδοσης.

Τους περιορισμούς αυτούς έρχεται να ξεπεράσει η τεχνολογία Common Rail, με τη βοήθεια της οποίας ανεξαρτητοποιείται η πίεση του ψεκασμού (η όποια είναι αρκετά υψηλή για την πραγματοποίηση άμεσου ψεκασμού) από τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Το καύσιμο στέλνεται από μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη αντλία σε μια "αποθήκη", όπου φυλάσσεται υπό πίεση. Έτσι, με βάση και το ότι τα συμβατικά μπεκ έχουν παραχωρήσει την θέση τους σε ηλεκτρομαγνητικά, μπορεί ανά πάσα στιγμή να ελεγχθεί τόσο η ποσότητα, όσο και η πίεση ψεκασμού του καυσίμου στους κυλίνδρους. Αυτό σημαίνει ότι σε οποιοδήποτε σημείο του φάσματος των στροφών

λειτουργιάς του κινητήρα, μπορούμε να επιτύχουμε τα ιδανικά χαρακτηριστικά της τροφοδοσίας. Μπορούμε έτσι να έχουμε πολύ υψηλές πιέσεις ψεκασμού (γύρω στα 1300 bar, έναντι 700-900 bar των πρώτων ντίζελ άμεσου ψεκασμού), γεγονός που εξασφαλίζει δημιουργία ποιο ομοιογενούς μείγματος και καλύτερη καύση, κάτι που συνεπάγεται με μείωση της κατανάλωσης και των εκπομπών σωματιδίων (κάπνα).

Ο ψεκασμός υπό πίεση έχει όμως και μια παρενέργεια: αυξάνει τα επίπεδα θορύβου. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τον προκαταρτικό (πυλοτικό) ψεκασμό, που μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνολογία Common Rail. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εξομάλυνση της διαδικασίας καύσης και τη δημιουργία ιδανικών συνθηκών (πίεση, θερμοκρασία) για την κυρία καύση, γεγονός που έχει σαν συνέπεια τη μείωση του θορύβου.

Η εργασία αρχίζει με μια περίληψη του Common Rail, ξεκινώντας από το πεδίο εφαρμογής για διάφορους τύπους οχημάτων και συνεχίζεται με μια γενική περιγραφή του συστήματος, των κύριων μερών του και της χρήσης τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του ψεκασμού και γίνεται μια σύγκριση μεταξύ των συμβατικών συστημάτων ψεκασμού και του Common Rail. Επίσης εκεί αναλύεται η διαδικασία του Common Rail, η όποια περιλαμβάνει τον πυλοτικό και κύριο ψεκασμό καθώς και τον μεταψεκασμό.

Το τρίτο κεφάλαιο έχει να κάνει με έναν από τους κύριους λογούς για τους οποίους δημιουργήθηκε το Common Rail: τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων. Εκεί γίνεται ανάλυση για την δομή του μίγματος αέρα-καύσιμου, για τις ρυθμίσεις που μπορούν να γίνουν στον κινητήρα, για την ευρέως χρησιμοποιούμενη τα τελευταία χρόνια ανακύκλωση καυσαερίων και τέλος αναφέρονται οι πολυσήμαντες επιρροές στον ψεκασμό του καύσιμου.

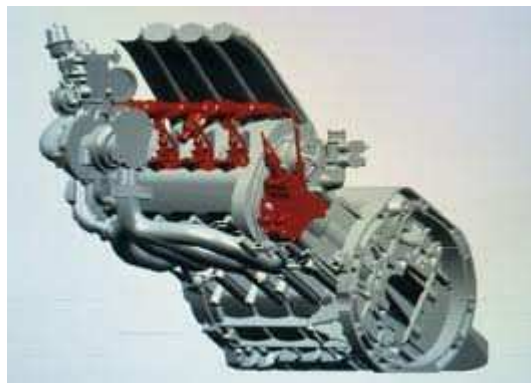
Στο τέταρτο κεφάλαιο υπάρχει το σύστημα καύσιμου. Εκεί αναλύονται τα δυο στάδια (χαμηλής και υψηλής πίεσης) από τα όποια παίρνει το καύσιμο, από τη στιγμή που βρίσκεται στη δεξαμενή καύσιμων μέχρι και τη στιγμή που ψεκάζεται στο θάλαμο καύσης. Γίνεται επίσης αναφορά για το ρολό του κάθε στοιχείου (εξαρτήματος) στο εκάστοτε στάδιο.

Ο σχεδιασμός και η λειτουργία των παραπάνω στοιχείων αναλύονται στο πέμπτο κεφάλαιο με τη βοήθεια αναλυτικών φωτογραφιών, χωρίς τις οποίες θα ήταν αδύνατη η κατανόηση της λειτουργίας των στοιχείων.

Το έκτο κεφάλαιο ασχολείται με το σύστημα ελέγχου EDC. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει το "ηλεκτρονικό" μέρος του Common Rail, όπως τους διάφορους αισθητήρες, την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου καθώς και μηχανισμούς κίνησης οι όποιοι ελέγχονται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.



Τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος Common Rail



Θέση του Common Rail στον κινητήρα

1.ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1.1 Πεδίο εφαρμογής

Η εισαγωγή των πρώτων σειρών παράγωγης των αντλιών ψεκασμού το 1927, σημάδεψε την αρχή της ηλεκτρονικής ανάφλεξης πετρελαίου. Το κοινό πρωτότυπο σύστημα rail αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1960 από τον Robert Huber της Ελβετίας και η τεχνολογία αναπτύχθηκε περαιτέρω από τον Dr Marco Ganser στο Ελβετικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Τεχνολογίας στη Ζυρίχη, υπό την Ganser-Hydromag AG (est.1995) στο Oberägeri.

Η πρώτη επιτυχημένη χρήση έγινε σε όχημα που ξεκίνησε την παραγωγή του στην Ιαπωνία την δεκαετία του 1990. Ο Δρ Shohei Itoh και Masahiko Miyaki της Denso Corporation, ενός Ιάπωνα κατασκευαστή εξαρτημάτων αυτοκινήτων, που αναπτύχθηκε με το κοινό σύστημα καυσίμου των κινητήρων rail για τα βαρέα οχήματα και την μετέτρεψε σε πρακτική χρήση για ECD-U2 συστήματα common-rail τοποθετημένα στο Hino Rising φορτηγό Ranger και πωλούνται για γενική χρήση το 1995. Η Denso ισχυρίζεται την πρώτη εμπορική υψηλή πίεση του κοινού συστήματος rail για το 1995.

Αυτό ήταν εκτενώς πρωτότυπο στη δεκαετία του 1990 με τη συνεργασία μεταξύ Magneti Marelli, Centro Ricerche Fiat και Elasis. Μετά την έρευνα και ανάπτυξη από τον όμιλο Fiat, ο σχεδιασμός ανακτήθηκε από τη γερμανική εταιρεία Robert Bosch GmbH για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης και της βελτίωσης της για μαζική παραγωγή. Εκ των υστέρων η πώληση φαίνεται να είναι ένα λάθος τακτικής για την Fiat, γιατί η νέα τεχνολογία είχε αποδειχθεί ιδιαίτερα κερδοφόρα. Η εταιρεία δεν είχε άλλη επιλογή από το να πουλήσει, καθώς ήταν σε άσχημη οικονομική κατάσταση εκείνο το χρόνο και δεν διέθετε τους πόρους για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη από μόνη της. Το 1997 θα επεκταθεί η χρήση του για τα επιβατικά αυτοκίνητα. Το πρώτο επιβατικό αυτοκίνητο που χρησιμοποιήθηκε το σύστημα rail ήταν το 1997 σε μοντέλο της Alfa Romeo 156 1.9 JTD, και αργότερα το ίδιο έτος στην Mercedes-Benz C 220 CDI.

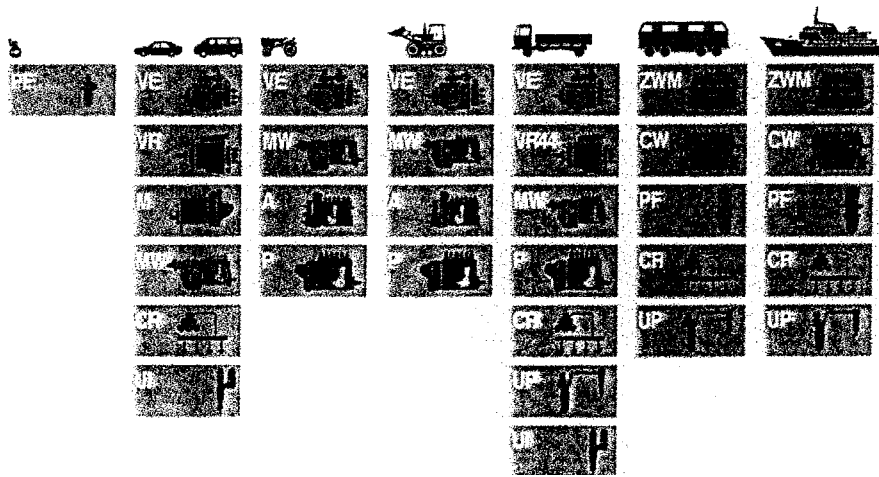
Το σύστημα rail είναι κατάλληλο για όλους τους τύπους αυτοκινήτων δρόμου με κινητήρες ντίζελ, που κυμαίνονται από αυτοκίνητα πόλης όπως το Fiat Nuova Panda έως αυτοκίνητα όπως το Volvo S80.

Η εσωτερική γραμμή του τμήματος παραγωγής υπάρχει ακόμα σε όλα τα μεγέθη των εμπορικών αυτοκινήτων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων στις μηχανές των φορτηγών και σε πλοία. Πιέσεις ψεκασμού που πλησιάζουν τα 1350 bar χρησιμοποιούνται ώστε να πάρουμε ενέργεια πάνω από 160 kw ανά κύλινδρο.

Με το πέρασμα των χρόνων μια πιο ποικίλη μορφή αναγκών όπως η εγκατάσταση κινητήρων άμεσου ψεκασμού σε αυτοκίνητα επιβατικά και φορτηγάκια παραγγελιών, έχουν οδηγήσει στην δημιουργία διαφορετικών συστημάτων ψεκασμού πετρελαίου που είναι ευθυγραμμισμένα με τις απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης εφαρμογής. Εδώ δεν έχει σημασία μόνο η αύξηση της δύναμης της μηχανής, αλλά και η απαίτηση για τη μείωση της κατανάλωσης και η ανάγκη για πιο λίγο θόρυβο και εκπομπές καυσαερίων.

Σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα, το σύστημα Common Rail για άμεσο ψεκασμό δίνει μια ιδιαίτερα μεγάλη άνεση στην προσαρμογή του πάνω στη μηχανή. Για παράδειγμα:

- Υπάρχει παρατεταμένη περιοχή εφαρμογής, για επιβατικά αυτοκίνητα και ελαφριά εμπορικά αμάξια, όπως και βαριά αμάξια εμπορικής χρήσεως, με έξοδο ισχύος πάνω από 30 Kw ανά κύλινδρο. Ακόμα και πλοία με έξοδο ισχύος πάνω από 200 Kw ανά κύλινδρο.
- Υψηλές πιέσεις ψεκασμού, πάνω από 1400 bar
- Μεταβλητή αρχή ανάφλεξης
- Δυνατότητα πιλοτικού ψεκασμού



Εικόνα 1.1. Πεδίο εφαρμογής διαφόρων συστημάτων

Σήμερα το σύστημα rail έχει επιφέρει επανάσταση στην τεχνολογία πετρελαιοκινητήρων. Robert Bosch GmbH, Delphi Automotive Systems, Denso Corporation, και η Siemens VDO (τώρα ανήκει στην Continental AG) είναι οι κύριοι προμηθευτές των σύγχρονων κοινών συστημάτων common rail. Οι κατασκευαστές που χρησιμοποιούν το παραπάνω σύστημα με την εμπορική τους επωνυμία:

- * D-μηχανές της BMW (που χρησιμοποιείται επίσης στο Land Rover Freelander TD4)
- * Cummins και XPI της Scania (που αναπτύσσονται στο πλαίσιο κοινής επιχείρησης)
 - * Cummins (CCR Cummins αντλία με την Bosch Μπεκ)
 - * Της Daimler CDI (και σε οχήματα Jeep της Chrysler απλά ως CRD)
 - * Ομίλου Fiat (Fiat, Alfa Romeo και Lancia) JTD (επίσης επώνυμα ως Multijet τύπου, JTDM, Ecotec CDTI, TiD, TTiD, DDiS, Quadra-Jet)
 - * TDCi Duratorq Ford Motor Company και PowerStroke
 - * Η General Motors Opel / Vauxhall CDTI (κατασκευάζεται από τη Fiat, Isuzu και η GM Daewoo) και νωρίτερα DTI
 - * Η General Motors Daewoo / Chevrolet VCDi (με την άδεια από VM Motori Επίσης χαρακτηρίζονται ως Ecotec CDTI)
 - * Της Honda i-CTDi
 - * Hyundai-CRDi της Kia
 - * EFD IKCO, το οποίο είναι ένα από τα μέλη της οικογένειας EF.
- Προμηθευτής TB CRDe * Mahindra του

* Της Mazda MZR-CD (1,4 MZ-CD, 1,6 MZ-CD που κατασκευάζονται από κοινή επιχείρηση της Ford / PSA Peugeot-Citroen) και νωρίτερα DiTD

* Της Mitsubishi DI-D (που αναπτύχθηκε πρόσφατα 4N1 σειρά κινητήρων χρησιμοποιεί επόμενη γενιά 200 MPa (2000 bar) σύστημα έγχυσης))

* DCi της Nissan

* PSA Peugeot Citroen, HDI ή HDi (1.4HDI, 1.6 HDI, 2.0 HDI, 2.2 HDI και V6 HDI αναπτύχθηκε στο πλαίσιο κοινής επιχείρησης με την Ford)

* DCi της Renault και νωρίτερα DTI

* SsangYong του XDi (οι περισσότερες από αυτές τις μηχανές που κατασκευάζονται από την Daimler AG)

* Κληρονομιά της Subaru TD (όπως του Ιαν. 2008)

DICOR * της Tata

* Της Toyota D-4D

* Η Volkswagen Group: Ο 4.2 V8 TDI και το αργότερο 2,7 και 3,0 TDI (V6) με κινητήρες που διαθέτουν σχετικά με τα τρέχοντα μοντέλα Audi χρήση common rail σε αντίθεση με τις προηγούμενες μηχανές μονάδα έγχυσης. Ο 2.0 TDI στην Volkswagen Tiguan SUV χρήσεις common rail, όπως και το μοντέλο 2008 Audi A4. Όμιλος Volkswagen ανακοίνωσε ότι το 2,0 TDI (common rail) κινητήρας θα είναι διαθέσιμος για Volkswagen Passat, καθώς και το 2009 η Volkswagen Jetta .

* Volvo 2.4D και D5 μηχανές (1.6D, 2.0D που κατασκευάζονται από τη Ford και PSA Peugeot Citroen), Volvo Penta D-serie μηχανές

1.2 Γενικά

Η δημιουργία πίεσης και ο ψεκασμός είναι τελείως διαχωρισμένα μεταξύ τους στο σύστημα Common Rail, ενώ η πίεση ψεκασμού δημιουργείται ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα και από την ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου. Το καύσιμο αποθηκεύεται υπό πίεση μέσα σε συσσωρευτή καυσίμου υψηλής πίεσης (RAIL) έτοιμο για ψεκασμό.

Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται καθορίζεται από τον οδηγό ενώ η αρχή του ψεκασμού και ο χρόνος του ψεκασμού υπολογίζονται από την ECU, βασισμένα σε αποθηκευμένους χάρτες. Στη συνέχεια η ECU δίνει σήμα στο μπεκ ώστε να ψεκάσει ανάλογα.

Το σύστημα Common Rail αποτελείται από τους εξής αισθητήρες:

- Αισθητήρα ταχύτητας και θέσεως στροφαλοφόρου άξονα
- Αισθητήρα ταχύτητας και θέσεως εκκεντροφόρου άξονα
- Αισθητήρα επιτάχυνσης (πεντάλ γκαζιού)
- Αισθητήρα αύξησης πίεσης
- Αισθητήρα πίεσης στο RAIL
- Αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού
- Αισθητήρα μέτρησης παροχής μάζας αέρα

Χρησιμοποιώντας τα εισερχόμενα σήματα από τους παραπάνω αισθητήρες η ECU ανταποκρίνεται στις επιθυμίες του οδηγού (αισθητήρας γκαζιού) και προσδιορίζει την στιγμιαία λειτουργία οχήματος και κινητήρα σαν ένα. Στην συνέχεια επεξεργάζεται τα εισερχόμενα αυτά σήματα τα οποία λαμβάνονται μέσω γραμμών μεταφοράς δεδομένων.

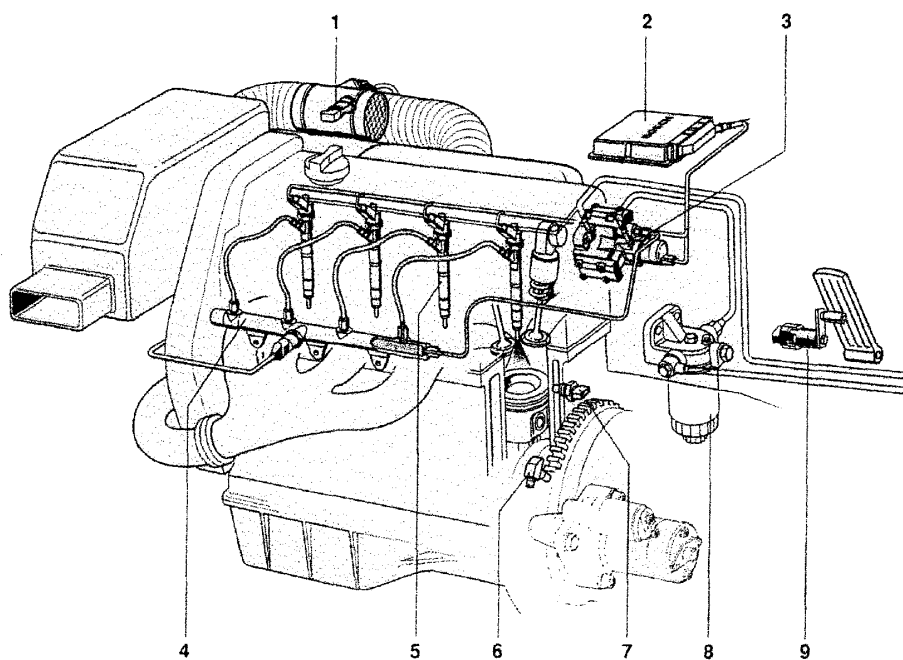
Με βάση αυτές τις πληροφορίες μπορεί να παρέμβει με ανοικτούς και κλειστούς βρόγχους, ελέγχοντας τη λειτουργία του οχήματος και ταυτόχρονα του κινητήρα.

Οι στροφές του κινητήρα μετριοούνται από τον αισθητήρα του στροφαλοφόρου άξονα ενώ ο αισθητήρας του εκκεντροφόρου άξονα καθορίζει την ακολουθία ανάφλεξης. Το ηλεκτρικό σήμα που δημιουργείται με τη βοήθεια ενός ποτενσιόμετρου στο πεντάλ γκαζιού, πληροφορεί την ECU το ποσό βαθιά πάτησε το γκάζι ο οδηγός ή με αλλά λόγια το πόση ροπή ζήτησε.

Ο αισθητήρας μέτρησης της παροχής μάζας αέρα, δίνει στην ECU πληροφορίες για την στιγμιαία ροή του αέρα έτσι ώστε η καύση να είναι προσαρμοσμένη με τους κανονισμούς εκπομπών καυσαερίων.

Όταν ο κινητήρας είναι εφοδιασμένος με υπερσυμπιεστή και κοντρόλ αύξησης της πίεσης, ο αισθητήρας αύξησης πίεσης μετρά την πίεση αυτή. Σε χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες και όταν ο κινητήρας είναι κρύος, η ECU παίρνει πληροφορίες από τον αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού και από τον αισθητήρα θερμοκρασίας του αέρα για να δώσει τις κατάλληλες πληροφορίες για έναρξη και συνέχιση του ψεκασμού και για άλλες παραμέτρους που αφορούν τις αναφερόμενες συνθήκες λειτουργίας.

Η παρακάτω φωτογραφία δείχνει ένα τετρακύλινδρο κινητήρα που χρησιμοποιεί το COMMON RAIL.



Εικόνα 1.2. Σύστημα Common Rail σε μια τετρακύλινδρη μηχανή ντίζελ

1. Μετρητής μάζας αέρα
2. ECU
3. Αντλία υψηλής πίεσης

4. Συσσωρευτής υψηλής πίεσης
5. Μπεκ
6. Αισθητήρας ταχύτητας στροφαλοφόρου άξονα
7. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού
8. Φίλτρο καυσίμου
9. Αισθητήρας θέσεως πεντάλ

Βασικές λειτουργίες

Οι θεμελιώδεις αυτές λειτουργίες, ελέγχουν ώστε ο ψεκασμός του καυσίμου να γίνει τη σωστή χρονική στιγμή, στη σωστή ποσότητα και με τη σωστή πίεση. Αυτό μας εξασφαλίζει όχι μόνο ο κινητήρας να δουλεύει ομαλά, αλλά και οικονομικά.

Βοηθητικές λειτουργίες

Βοηθητικοί ανοικτοί και κλειστοί βρόγχοι ελέγχου, χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν τόσο τις εκπομπές καυσαερίων όσο και την εικόνα της κατανάλωσης. Επίσης χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την ασφάλεια, την άνεση και την ευκολία οδήγησης. Παραδείγματα είναι η ανακύκλωση καυσαερίων, το cruise control, το immobilizer, το boost pressure control και άλλα.

1.3 Ιστορική διαδρομή

Ορόσημα της ανάπτυξης

1997:

Πρώτο Common Rail σύστημα στον κόσμο για τα επιβατικά αυτοκίνητα.

Common Rail έγχυση υπό πίεση: 1350 bar.

Πρώτη χρήση παραγωγής: Alfa Romeo και η Mercedes-Benz.

1999:

Common Rail σύστημα για τα φορτηγά.

πίεση: 1.400 bar.

Πρώτη χρήση παραγωγής: Renault (RVI).

2001:

2ης γενιάς Common Rail για επιβατικά αυτοκίνητα κάνει πετρελαιοκινητήρες ακόμα πιο οικονομικούς , πιο καθαρά, αθόρυβα και πιο ισχυρό.

Common Rail έγχυση υπό πίεση: 1.600 bar.

Πρώτη χρήση της παραγωγής: η Volvo και η BMW.

2002:

2ης γενιάς Common Rail για φορτηγά δίνει χαμηλότερες εκπομπές, βελτιωμένη κατανάλωση καυσίμου και περισσότερη δύναμη.

Common Rail έγχυσης υπό πίεση: 1.600 bar.

Πρώτη χρήση παραγωγής: MAN.

2003:

3η γενιά Common Rail με ταχείας διακόπτη μπεκ inline πιεζοηλεκτρικών για τα αυτοκίνητα.

Πλεονεκτήματα: μέχρι 20% χαμηλότερες εκπομπές ή έως και 5% περισσότερη ισχύ ή μέχρι και 3% χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου ή έως 3 dB (A) λιγότερο θόρυβο του κινητήρα.

Common Rail έγχυση υπό πίεση: 1.600 bar.

Πρώτη χρήση παραγωγής: Audi.

2008:

το ήμισυ όλων των νέων οχημάτων που είναι ταξινομημένα στη Δυτική Ευρώπη αναμένεται να πετρελαιοκίνητων.

Η 3η γενιά Common Rail της Bosch χαρακτηρίζεται από ταχεία-διακόπτη, συμπαγής πιεζοηλεκτρικών μπεκ-inline-. Το καινοτόμο σύστημα ψεκασμού προβλέπει χαμηλές εκπομπές καυσαερίων στο νέο πετρελαιοκινητήρα V6 του A8.

Για την 4η γενιά του Common Rail για επιβατικά αυτοκίνητα Bosch διερευνά επί του παρόντος σχέδια, χρησιμοποιώντας ακόμη και υψηλότερες πιέσεις έγχυσης πάνω από 2.000 bar, καθώς και μπεκ με μεταβλητή γεωμετρία ένεση.

Το νέο VW Golf διαθέτουν κοινή αντλία Rail της οποίας η πίεση έγχυσης υπερβαίνει τα 2000 bar.

2.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ

2.1 Χαρακτηριστικά συμβατικών συστημάτων

Με τα συμβατικά συστήματα ψεκασμού, τα οποία χρησιμοποιούν διανομέα και σειριακές αντλίες, ο ψεκασμός καυσίμου αποτελεί σήμερα μόνο την κυρία φάση ψεκασμού, χωρίς πιλοτικό ψεκασμό. Ωστόσο γίνονται ενέργειες για την ανάπτυξη και την εισαγωγή του πιλοτικού ψεκασμού στα συμβατικά συστήματα.

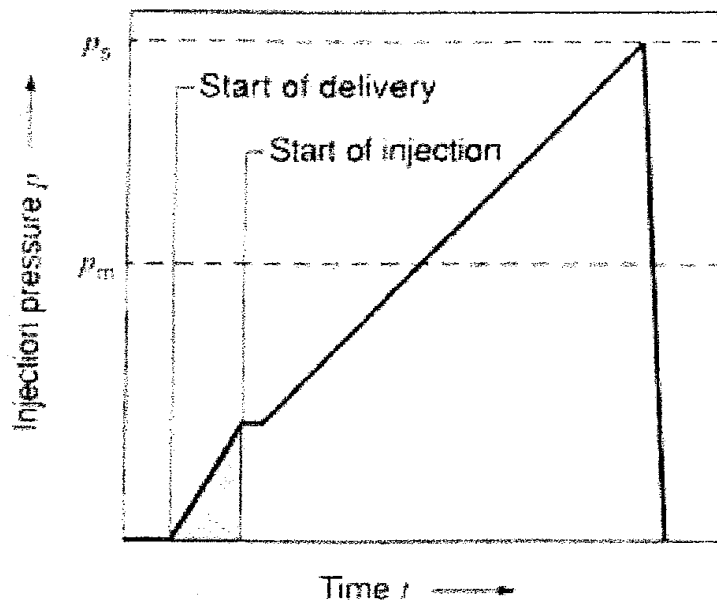
Στα συμβατικά οχήματα η δημιουργία πίεσης και η παροχή της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου, είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους από έναν έκκεντρο άξονα και μια εμβολοφόρα αντλία. Αυτό έχει τα παρακάτω αποτελέσματα στα χαρακτηριστικά του ψεκασμού:

- Η πίεση του ψεκασμού αυξάνεται μαζί με την αύξηση των στροφών του κινητήρα και την ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου
- Κατά την διάρκεια μιας διαδικασίας ψεκασμού, η πίεση ψεκασμού αυξάνεται και μετά πέφτει ξανά ενώ το μπεκ κλείνει την πίεση στο τέλος του ψεκασμού.

Οι επιπτώσεις είναι οι εξής:

- Λιγότερη ποσότητα καυσίμου ψεκάζεται με μικρότερη πίεση αντί να ψεκάζονται μεγαλύτερες ποσότητες
- Η στιγμιαία μέγιστη πίεση είναι πέραν του διπλάσιου από την ενδιάμεση πίεση

p_m Mean injection pressure, p_s Peak pressure.



Εικόνα 2.1 χαρακτηριστική καμπύλη πίεσης-χρόνου για συμβατικά σύστημα ψεκασμού

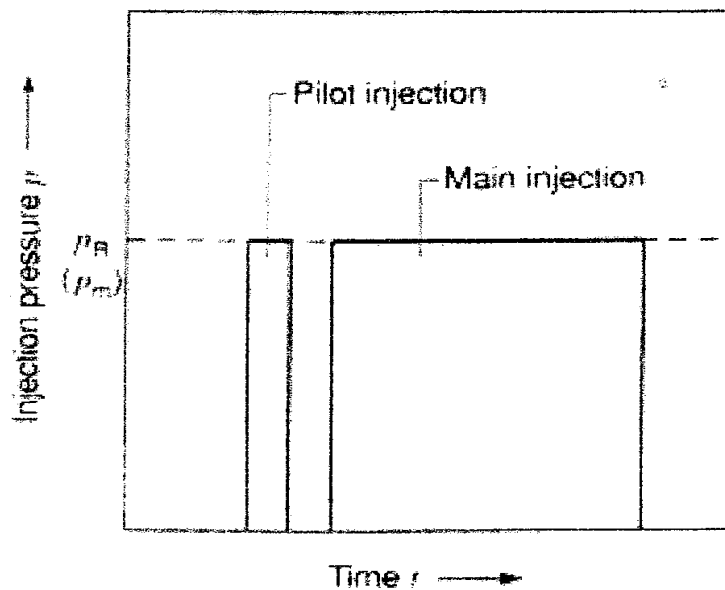
2.2 Χαρακτηριστικά του Common Rail

Συγκρίνοντας τα χαρακτηριστικά του common rail με τα χαρακτηριστικά των συμβατικών συστημάτων, οι επόμενες απαιτήσεις γίνονται πάνω στα ιδανικά χαρακτηριστικά ενός ψεκασμού:

- Ανεξάρτητα μεταξύ τους, η ψεκαζόμενη ποσότητα καύσιμου και η πίεση ψεκασμού θα πρέπει να προσδιορίζονται για κάθε συνθήκη λειτουργίας του κινητήρα (αυτό εξασφαλίζει περισσότερη ελευθερία για την επίτευξη του ιδανικού μίγματος αέρα-καύσιμου).
- Στο ξεκίνημα της διαδικασίας ψεκασμού η ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό μικρότερη (αυτό είναι, κατά τη διάρκεια της αργοπορίας της ανάφλεξης, ανάμεσα στην έναρξη του ψεκασμού και στην αρχή της καύσης).

Αυτές οι απαιτήσεις επιτυγχάνονται στο Common Rail με τον δικό του πιλοτικό και κύριο ψεκασμό.

p_m Mean injection pressure, p_R Rail pressure.



Εικόνα 2.2. χαρακτηριστική καμπύλη πίεσης-χρόνου για σύστημα Common Rail

Το Common Rail είναι ένα σύστημα αποτελούμενο από υπομονάδες, του οποίου τα ουσιώδη περιεχόμενα που είναι υπεύθυνα για τα χαρακτηριστικά του, είναι τα παρακάτω:

- Εγχυτήρες (μπεκ)
- Συσσωρευτής πίεσης (rail)
- Αντλία υψηλής πίεσης

Για να λειτουργήσει όμως το σύστημα απαιτούνται και κάποια άλλα στοιχεία:

- ECU
- Αισθητήρας στροφάλου
- Αισθητήρας εκκεντροφόρου

Για τα επιβατικά οχήματα χρησιμοποιείται μια ακτινωτή αντλία (radial piston), ως αντλία δημιουργίας υψηλής πίεσης. Η πίεση είναι από την αρχή ανεξάρτητη από την διαδικασία ψεκασμού. Η ταχύτητα περιστροφής της αντλίας αυτής εξαρτάται άμεσα από τις στροφές του κινητήρα με μια αμετάβλητη σχέση μετάδοσης.

Σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα, η πραγματικότητα είναι ότι η παροχή είναι πρακτικά σταθερή το οποίο σημαίνει ότι,όχι μόνο η αντλία του common rail είναι αρκετά μικρή, αλλά επίσης δεν είναι ευάλωτη στις υψηλές πιέσεις των ακροφυσίων.

Οι εγχυτήρες (μπεκ) είναι συνδεδεμένοι στον συσσωρευτή καυσίμου (rail) με μικρές σωληνώσεις και ουσιαστικά αποτελούνται από το ακροφύσιο και από μια σπειροειδή βαλβίδα (πηνίο), η οποία ενεργοποιείται από την ECU για την έναρξη του ψεκασμού. Όταν η βαλβίδα αυτή απενεργοποιείται ο ψεκασμός σταματά. Παίρνοντας σαν δεδομένο τη σταθερή πίεση στο συσσωρευτή, η ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου είναι άμεσα ανάλογη με το μήκος του χρόνου που η βαλβίδα ήταν ενεργοποιημένη. Είναι τελείως ανεξάρτητη από τις στροφές του κινητήρα ή τις στροφές της αντλίας υψηλής πίεσης (ψεκασμός ελεγχόμενος χρονικά). Η απαιτούμενη υψηλή ταχύτητα ενεργοποίησης του πηνίου της βαλβίδας επιτυγχάνεται με υψηλές τάσεις και ρεύματα. Αυτό σημαίνει ότι το ερέθισμα του πηνίου από την ECU πρέπει να είναι σχεδιασμένο ανάλογα.

Η έναρξη του ψεκασμού ελέγχεται από ένα 'χρονογωνιακό' σύστημα έλεγχου στο EDC. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα στον στροφαλοφόρο άξονα που καταγράφει την ταχύτητα του κινητήρα και έναν αισθητήρα στον εκκεντροφόρο άξονα ο οποίος ανιχνεύει τη θέση του κινητήρα κάθε στιγμή.

2.3 Διαδικασία ψεκασμού στο common rail

Η διαδικασία του ψεκασμού χωρίζεται σε τρεις φάσεις από το ECU:

- Τον πιλοτικός ψεκασμός
- Τον κύριο ψεκασμό
- Τον μετά-ψεκασμό

Πιλοτικός ψεκασμός

Ο πιλοτικός ψεκασμός μπορεί να λάβει μέρος από τις 90° πριν μέχρι 10° μετά το άνω νεκρό σημείο. Αν η έναρξη του ψεκασμού λάβει χώρα σε λιγότερο από 40° πριν το άνω νεκρό σημείο τότε κάποια ποσότητα καυσίμου μπορεί να αποθηκευθεί στην επιφάνεια του πιστονίου και στα τοιχώματα του κυλίνδρου και να οδηγήσει σε ένα ανεπιθύμητο διάλυμα λιπαντικού.

Μετά τον πιλοτικό ψεκασμό ένα μικρό ποσό καυσίμου (1.4mm^3) ψεκάζεται μέσα στον κύλινδρο προετοιμάζοντας έτσι τον θάλαμο καύσης. Η καύση γίνεται αποδοτικότερη και ταυτόχρονα πετυχαίνουμε τα παρακάτω:

- Η συμπίεση αυξάνεται ομαλά κατά την διάρκεια του ψεκασμού και έχουμε μερική καύση που οδηγεί στην ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης της ανάφλεξης του κύριου ψεκασμού
- Μείωση της "ανόδου" της πίεσης της καύσης

Αυτά έχουν σαν συνέπεια την ελάττωση του θορύβου της καύσης, της κατανάλωσης καυσίμου και σε πολλές περιπτώσεις των εκπομπών καυσαερίων.

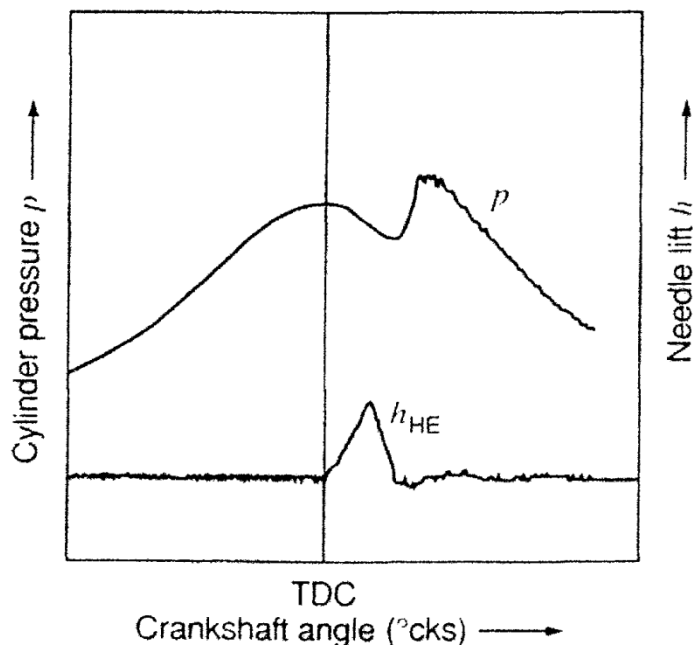
Στην περίπτωση της καμπύλης της καύσης χωρίς πιλοτικό ψεκασμό βλέπουμε την πίεση να ανεβαίνει μέχρι το άνω νεκρό σημείο, να πέφτει για λίγο και μετά αυξάνεται απότομα στο μέγιστο. Η απότομη αύξηση της πίεσης μαζί με την απότομη αιχμή, που παριστάνεται στην καμπύλη, συνεισφέρουν σημαντικά στον θόρυβο της μηχανής.

Όπως φαίνεται στην καμπύλη με πιλοτικό ψεκασμό, η πίεση στα περίχωρα του άνω νεκρού σημείου φτάνει σε κάποιο βαθμό τη μέγιστη τιμή της και η περαιτέρω αύξηση της λόγω καύσης είναι λιγότερο απότομη.

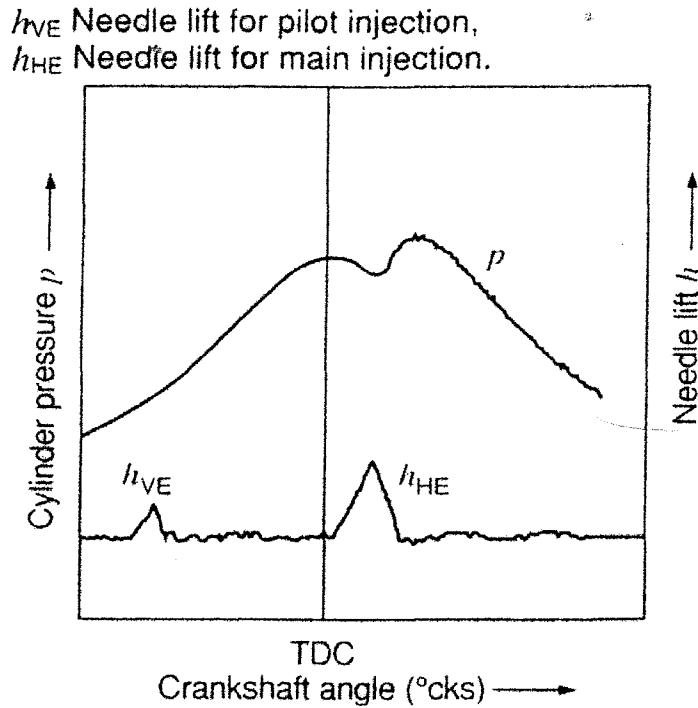
Από την στιγμή που ελαχιστοποιείται η καθυστέρηση της καύσης, ο πιλοτικός ψεκασμός δίνει μια έμμεση συνεισφορά στη δημιουργία της ροπής του κινητήρα.

Η συγκεκριμένη κατανάλωση καυσίμου μπορεί να μειωθεί ή να αυξηθεί σαν συνάρτηση της έναρξης του κύριου ψεκασμού και του χρόνου ανάμεσα στον πιλοτικό και στον κύριο ψεκασμό.

h_{HE} Needle lift for main injection.



Εικόνα 2.3. χαρακτηριστική καμπύλη, ανύψωσης της βελόνας του ακροφυσίου και πίεσης του θαλάμου καύσης σε συνάρτηση με τη γωνία του στροφαλοφόρου άξονα, χωρίς πιλοτικό ψεκασμό.



Εικόνα 2.4. Χαρακτηριστική καμπύλη, ανύψωσης της βελόνας του ακροφυσίου και πίεσης του θαλάμου καύσης σε συνάρτηση με τη γωνία του στροφαλοφόρου άξονα, με πιλοτικό ψεκασμό.

Κύριος ψεκασμός

Ο κύριος ψεκασμός μπορεί να λάβει μέρος από τις 20° πριν, μέχρι και 10° μετά το άνω νεκρό σημείο. Η ενεργεία για το έργο που παράγει ο κινητήρας προέρχεται από τον κύριο ψεκασμό. Αυτό σημαίνει ότι ο κύριος ψεκασμός ευθύνεται για την ανάπτυξη της ροπής του κινητήρα. Με το Common Rail η πίεση ψεκασμού παραμένει πρακτικά σταθερή σε κάθε σημείο στη διάρκεια του ψεκασμού.

Μετά-ψεκασμός

Με ορισμένες εκδόσεις του NO_x καταλυτικού μετατροπέα ο μετά-ψεκασμός συνεισφέρει στην καύση των NO_x . Ακολουθεί τη διαδικασία του κύριου και ο χρόνος εφαρμογής του βρίσκεται από το άνω νεκρό σημείο μέχρι και 200° μετά από αυτό, εισάγοντας ακριβέστατες ποσότητες καυσίμου στα καυσαέρια. Κατά την εξαγωγή των

καυσαερίων το μίγμα καυσαερίων και καυσίμου φεύγει από τον θάλαμο καύσης διαμέσου των βαλβίδων εξαγωγής και πάει στο σύστημα καυσαερίων. Μέρος του μίγματος επιστρέφει στον θάλαμο καύσης μέσω του συστήματος EGR και έχει το ίδιο αποτέλεσμα όπως ένας προκαταβολικός πιλοτικός ψεκασμός. Με τον κατάλληλο καταλυτικό μετατροπέα NO_x , το ίδιο το καύσιμο γίνεται ικανό να μειώσει την ποσότητα των NO_x στα καυσαέρια.

3. ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

3.1 Δομή μίγματος και συμπεριφορά καύσης

Σε σύγκριση με άλλους κινητήρες, οι κινητήρες DIESEL χρησιμοποιούν καύσιμο χαμηλής αστάθειας και όχι μόνο προετοιμάζουν το μίγμα αέρα/καυσίμου στην περίοδο μεταξύ του ψεκασμού και της έναρξης της καύσης αλλά και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της καύσης.

Οι κινητήρες DIESEL λειτουργούν πάντα με περίσσια αέρα. Η κατανάλωση των καυσίμων και οι εκπομπές CO και HC αυξάνονται αν υπάρχει ανεπαρκής ποσότητα αέρα.

Η δομή του μείγματος αέρα/καυσίμου ορίζεται με τις παρακάτω παραμέτρους:

- Πίεση ψεκασμού
- Χρόνος ψεκασμού
- Διανομή του σπρέι (κατεύθυνση, αριθμός σταγονιδίων)
- Έναρξη ψεκασμού
- Ροή αέρα
- Μάζα αέρα

Όλα αυτά έχουν επιρροή στην εκπομπή καυσαερίων και στην κατανάλωση καυσίμου. Οι υψηλές θερμοκρασίες καύσης και τα υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης οξυγόνου οδηγούν σε αύξηση του NO_x. Οι εκπομπές αιθάλης αυξάνονται με την έλλειψη αέρα και την φτωχή αναλογία αέρα/καυσίμου.

3.2 Ρυθμίσεις στον κινητήρα

Η διαμόρφωση του θαλάμου καύσης και της εισαγωγής αέρα μπορεί να έχουν θετικό αποτέλεσμα στις εκπομπές καυσαερίων. Αν η ροή του αέρα στον θάλαμο καύσης είναι μελετημένη και τοποθετημένη προσεκτικά ως προς το σπρέι καυσίμου τότε έχουμε ένα αποτελεσματικό μίγμα καυσίμου/αέρα για την ολοκλήρωση της καύσης. Επιπρόσθετα, θετικά αποτελέσματα επιτυγχάνονται με ομογενή μίξη αέρα και ενός μέρους του EGR.

Τεχνικές τεσσάρων βαλβίδων και τούρμπο με ποικίλη γεωμετρία VTG (Variable-Turbine Geometry) συνεισφέρουν επίσης σε χαμηλότερες εκπομπές καυσαερίων.

3.3 Ανακύκλωση καυσαερίων EGR

Χωρίς το EGR, οι εκπομπές NO_x είναι υπερβολικές ενώ οι εκπομπές αιθάλης είναι στα όρια. Η ανακύκλωση καυσαερίων είναι μια μέθοδος για τη μείωση των εκπομπών του NO_x χωρίς να αυξάνει δραστικά την αιθάλη στην εξαγωγή του κινητήρα.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί πολύ αποτελεσματικά στο σύστημα common rail χάρη στην άριστη μίξη αέρα-καυσίμου που επιτυγχάνεται με τις υψηλές πιέσεις ψεκασμού.

Με το EGR ένα μέρος των καυσαερίων εκτρέπεται στην περιοχή της εισαγωγής. Αυτό μειώνει όχι μόνο την αναλογία σε οξυγόνο αλλά και την μέγιστη αιχμή της θερμοκρασίας την ώρα της καύσης, με αποτέλεσμα να πέφτουν οι εκπομπές NO_x.

Αν ανακυκλωθούν πολλά καυσαέρια (πέραν του 40% του εισερχομένου αέρα) η αιθάλη, το CO και το HC θα αυξηθούν λόγω έλλειψης οξυγόνου.

3.4 Επιρροές στον ψεκασμό καυσίμου

Το ξεκίνημα του ψεκασμού, η καμπύλη βαθμού εκπλήρωσης και ο ψεκασμός του καυσίμου έχουν επίσης επιρροή στην κατανάλωση καύσιμων και στις εκπομπές καυσαερίων.

Έναρξη ψεκασμού

Λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών της διαδικασίας, η καθυστέρηση του ψεκασμού ελαττώνει τις εκπομπές NO_x. Αν όμως υπάρξει μεγάλη καθυστέρηση, οι εκπομπές του HC και η κατανάλωση καυσίμου αυξάνονται όπως και οι εκπομπές αιθάλης κάτω από υψηλές συνθήκες φόρτισης. Αν το ξεκίνημα του ψεκασμού παρεκκλίνει μόνο 1° cks (crankshaft) από την επιθυμητή αξία, οι εκπομπές του NO_x μπορεί

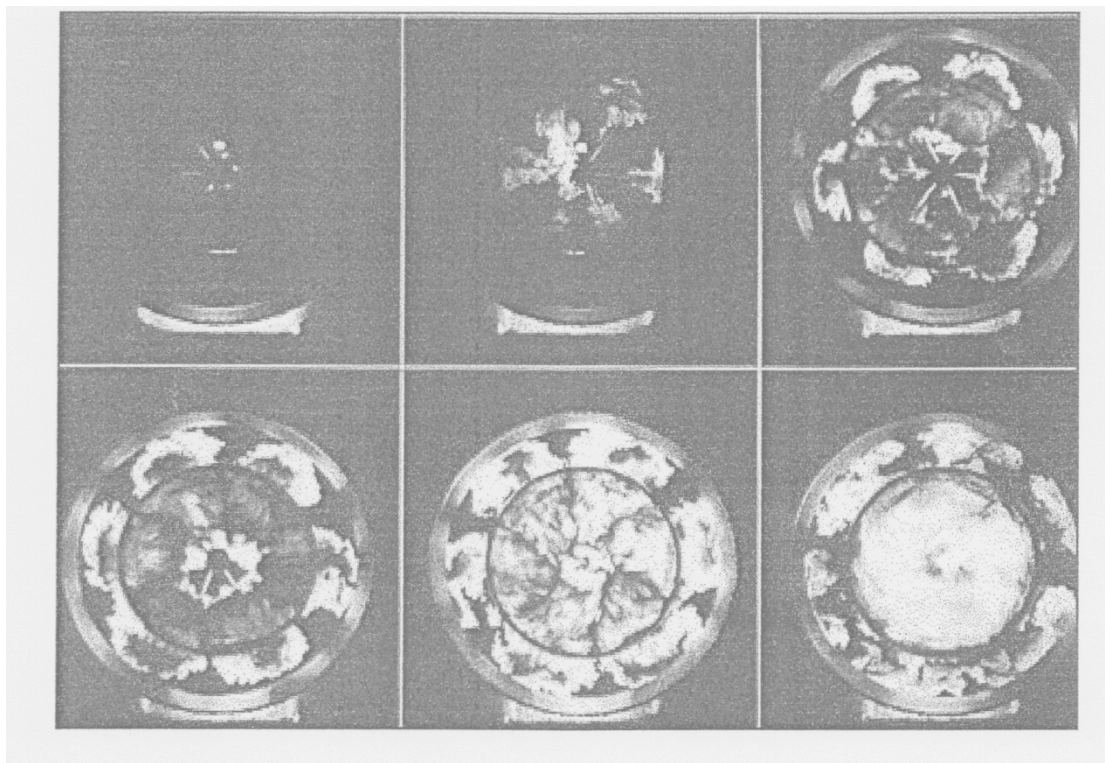
να αυξηθούν μέχρι και 5%. Μια παρέκκλιση των 2° cks νωρίτερα (προπορεία) μπορεί να δώσει μια στιγμιαία αύξηση της πίεσης κατά 10bar. Μια παρέκκλιση των 2° cks αργότερα (αργοπορία) μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία των καυσαερίων κατά 20°C. Γι'αυτό απαιτείται υψηλή ακρίβεια στην έναρξη του ψεκασμού.

Καμπύλη βαθμού εκπλήρωσης

Η καμπύλη αυτή ορίζει τις μεταβολές στη μάζα του καυσίμου στη διάρκεια ενός απλού ψεκασμού. Επίσης καθορίζει τη μάζα του καυσίμου που παραλαμβάνεται στη διάρκεια της αργοπορίας της καύσης (ανάμεσα στην έναρξη του ψεκασμού και στην έναρξη της καύσης). Ακόμα πιο πέρα, επηρεάζει την διανομή του καυσίμου στο θάλαμο καύσης και έχει μια επίδραση στην δραστικότητα του αέρα. Η καμπύλη πρέπει να ανεβαίνει αργά ώστε ο ψεκασμός του καυσίμου στην καθυστέρηση της καύσης να κρατηθεί στο ελάχιστο. Αυτή η ποσότητα του καυσίμου καίγεται ξαφνικά μόλις ξεκινήσει η καύση με τις επακόλουθες αρνητικές επιρροές στον θόρυβο του κινητήρα και στις εκπομπές NO_x. Η καμπύλη αυτή πρέπει να πέσει αμέσως για να προλάβουμε το φτωχό ψεκασμό καυσίμου που θα οδηγήσει σε εκπομπές HC και αιθάλης και στην αύξηση της κατανάλωσης στην τελική φάση της καύσης.

Ψεκασμός καυσίμου

Ο σωστός ψεκασμός του καυσίμου προωθεί τη σωστή μίξη του αέρα με το καύσιμο. Συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών αιθάλης και HC. Για να προλάβουμε τις εκπομπές της αιθάλης η ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου πρέπει να είναι περιορισμένη σύμφωνα με την ποσότητα του αέρα. Τουλάχιστον να είναι 10...40% ($\lambda=1,1...1,4$). Με το που κλείνει η βελόνα του μπεκ, το καύσιμο στο στόμιο του μπορεί να εξατμιστεί και να αυξήσει τις εκπομπές HC στην επομένη διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι τέτοιες ποσότητες πρέπει να κρατιούνται στο ελάχιστο.

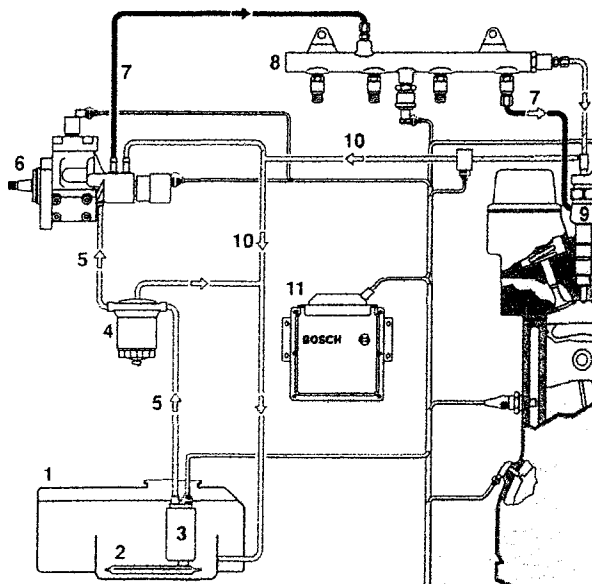


Εικόνα 3.1. Καύση

4.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

4.1 Γενικά

Το σύστημα καύσιμου στο common rail αποτελείται από ένα τμήμα χαμηλής πίεσης, ένα τμήμα υψηλής πίεσης και την ECU.



Εικόνα 4.1. Σύστημα καυσίμου για ένα σύστημα Common Rail

1. Δεξαμενή καύσιμων
2. Προφίλτρο
3. Αντλία χαμηλής πίεσης
4. Φίλτρο καύσιμου
5. Σωληνώσεις καύσιμου υψηλής πίεσης
6. Αντλία υψηλής πίεσης
7. Σωληνώσεις καύσιμου υψηλής πίεσης
8. Συσσωρευτής
9. Μπεκ
10. Σύστημα επιστροφής καύσιμων
11. ECU

Η θερμοκρασία του καύσιμου

Στο σύστημα common rail υπάρχουν αρκετά σημεία όπου η υψηλή πίεση του συστήματος πέφτει στο επίπεδο της ατμοσφαιρικής και αυτό δημιουργεί σε εκείνα τα σημεία μετατροπή της ενεργείας που ήταν με την μορφή της πίεσης, σε θερμότητα. Τέτοια σημεία είναι η φάση του

ψεκασμού και η διαρροή στις σωληνώσεις μεταξύ ακροφυσίου και κύριου εμβόλου του μπεκ. Αυτό σημαίνει πως όσους εγχυτήρες έχει μια μηχανή τόσο μεγαλύτερη θερμοκρασία παράγεται. Μια επιπλέον πηγή θερμότητας είναι και η αντλία υψηλής πίεσης που διοχετεύει το πλεόνασμα της στο μέρος της υψηλής πίεσης της βαλβίδας έλεγχου πίεσης.

Η ανάπτυξη της θερμοκρασίας είναι ιδιαίτερα κρίσιμη κατά τις θερμές ημέρες, όταν η δεξαμενή καύσιμων αδειάζει, καθώς και όταν υπάρχει μεγάλο φορτίο στο όχημα. Εδώ πρέπει να παρθούν προφυλάξεις για πλαστικά μέρη του συστήματος της δεξαμενής ή την ίδια την δεξαμενή έτσι ώστε να μην πάθουν ζημιά. Η πιο αποτελεσματική και συνάμα πιο ακριβή λύση σε τέτοιες καταστάσεις είναι να χρησιμοποιηθεί ψύξη του καύσιμου. Με μεταλλικές δεξαμενές πάντως για μηχανές τεσσάρων και πέντε κυλίνδρων είναι δυνατή η επαρκής καταπολέμηση της αύξησης της θερμοκρασίας. Αυτό που θα πρέπει πάντα να επιδιώκεται είναι η μη επαφή του ζεστού καύσιμου με πλαστικά εξαρτήματα τύπου PE.

4.2. Στάδιο χαμηλής πίεσης

Εδώ το στάδιο αυτό αποτελείται από:

- Τη δεξαμενή καύσιμων με το προφίλτρο
- Την αντλία χαμηλής πίεσης
- Το φίλτρο καύσιμου
- Τις γραμμές μεταφοράς καύσιμου χαμηλής πίεσης

Δεξαμενή καύσιμων

Η δεξαμενή καύσιμων θα πρέπει να είναι από αντιδιαβρωτικό υλικό και θα πρέπει να μην έχει διαρροές στη διπλάσια πίεση από την πίεση λειτουργίας. Θα πρέπει να υπάρχουν βαλβίδες και να έχουν παρθεί τα κατάλληλα μετρά ώστε να επιτρέπεται η διαφυγή της υψηλής πίεσης. Το καύσιμο δεν πρέπει να διαφεύγει από το κάλυμμα της δεξαμενής καύσιμων όταν το όχημα έχει κλίση ή βρίσκεται σε ανώμαλο δρόμο. Η δεξαμενή καύσιμων και η μηχανή θα πρέπει να είναι πολύ μακριά το ένα από το άλλο ώστε σε περίπτωση ατυχήματος να μην υπάρχει

περίπτωση φωτιάς. Αυτό δεν ισχύει σε τρακτέρ.

Σε ανοιχτά αμάξια, τρακτέρ και λεωφορεία, υπάρχουν ειδικοί κανονισμοί σε σχέση με την δεξαμενή καύσιμων και το ύψος της.

Σωληνώσεις καύσιμου για το στάδιο χαμηλής πίεσης

Σαν εναλλακτική λύση σε ατσάλινες σωληνώσεις, μη φλεγόμενοι εύκαμπτοι σωλήνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την χαμηλή πίεση. Πρέπει να είναι δρομολογημένοι ώστε να μην μπορούν να καταστραφούν μηχανικώς και το καύσιμο που έχει χυθεί ή εξατμιστεί να μην μπορεί να συσσωρευτεί ούτε και να ανάψει.

Όταν το όχημα κινείται ή η μηχανή λειτουργεί οι σωληνώσεις δεν πρέπει να έχουν καθόλου επιρροές στη λειτουργία της ανάφλεξης. Όλα τα μέρη που μεταφέρουν καύσιμο πρέπει να προστατεύονται από κάθε επιρροή ζεστής. Στην περίπτωση των λεωφορείων, οι σωληνώσεις δεν πρέπει να βρίσκονται κοντά στις θέσεις επιβατών αλλά ούτε και του οδηγού και το καύσιμο να μην μεταφέρεται με τη δύναμη της βαρύτητας.

Στοιχεία συστήματος χαμηλής πίεσης

Αντλία χαμηλής πίεσης

Η αντλία αυτή μπορεί να είναι μια ηλεκτρονική αντλία καύσιμου με προφίλτρο ή ένα είδος γριναζωτής αντλίας. Η αντλία παίρνει το καύσιμο από την δεξαμενή καύσιμων και το στέλνει, στην απαιτούμενη ποσότητα, στην αντλία υψηλής πίεσης.

Φίλτρο καύσιμου

Το ανεπαρκές φιλτράρισμα του καύσιμου μπορεί να καταστρέψει τα στοιχεία της αντλίας και τις βαλβίδες έλεγχου παραλαβής. Το φίλτρο καθαρίζει το καύσιμο πριν φτάσει στην αντλία υψηλής πίεσης και έτσι προλαβαίνει την πρόωρη φθορά στα ευαίσθητα στοιχεία της αντλίας.

4.3. Στάδιο υψηλής πίεσης

Το στάδιο υψηλής πίεσης του συστήματος καύσιμου στο common rail περιλαμβάνει:

- Αντλία υψηλής πίεσης με βαλβίδα έλεγχου
- Σωληνώσεις καύσιμου υψηλής πίεσεως
- Σιδερένια ράβδο σαν υψηλής πίεσεως συσσωρευτή (RAIL) με
α) αισθητήρα πίεσης της ράβδου
β) βαλβίδα έλεγχου πίεσης και περιοριστή ροής
γ) μπεκ
- Σωληνώσεις επιστροφής καύσιμου

Στοιχεία συστήματος υψηλής πίεσης

Αντλία υψηλής πίεσης

Η αντλία υψηλής πίεσης αυξάνει την πίεση του καύσιμου μέχρι και 1350 bar. Αυτό το καύσιμο περνά από ένα σωλήνα υψηλής πίεσης μέσα στο συσσωρευτή του καύσιμου.



Συσσωρευτής υψηλής πίεσης

Ακόμα και αν ένα μπεκ έχει πάρει καύσιμο από τη ράβδο προκειμένου να το ψεκάσει, η πίεση καύσιμου μέσα στη ράβδο παραμένει πρακτικά σταθερή. Αυτό οφείλεται στον συσσωρευτή και στην υπάρχουσα ελαστικότητα του καύσιμου.

Η πίεση του καύσιμου μετριέται από τον αισθητήρα πίεσης του συσσωρευτή και συντηρείται σε επιθυμητό επίπεδο από την βαλβίδα έλεγχου πίεσης. Είναι δουλειά της βαλβίδας αυτής να μην ξεπεράσει η πίεση τα 1500 bar. Το καύσιμο έρχεται κατευθείαν από τη ράβδο στα μπεκ με ένα περιορισμό στον τρόπο ροής που αποφεύγει την υπερβολική ποσότητα καύσιμου να φτάσει στο θάλαμο καύσης.

Μπεκ

Τα ακροφύσια των μπεκ, ανοίγουν όταν η σπειροειδής βαλβίδα ενεργοποιείται και επιτρέπει να γίνει ροή του καύσιμου. Τα μπεκ ψεκάζουν άμεσα μέσα στους θαλάμους καύσης του κινητήρα. Το περίσσιο καύσιμο που χρειαζότανε για να ανοιχτεί ο σωλήνας του ακροφυσίου πάει πίσω στην δεξαμενή καύσιμων μέσα από μια γραμμή συλλογής καύσιμου. Η ποσότητα καύσιμου που έχει επιστρέψει από την βαλβίδα έλεγχου πίεσης και από το τμήμα χαμηλής πίεσης πάει επίσης μέσα σε αυτή τη συλλογική γραμμή και χρησιμοποιείται για να λιπαίνει την αντλία υψηλής πίεσης.

Σωληνώσεις καύσιμου στο τμήμα υψηλής πίεσης

Αυτοί οι σωλήνες μεταφέρουν το καύσιμο με υψηλή πίεση. Πρέπει να μπορούν να αντέξουν τη μέγιστη πίεση του συστήματος κατά τη διάρκεια των παύσεων του ψεκασμού και μερικές φορές τις διακυμάνσεις της πίεσης που συμβαίνουν. Είναι φτιαγμένοι από ατσάλι. Έχουν συνήθως εξωτερική διάμετρο 6mm και εσωτερική διάμετρο 2.4mm. Οι σωληνώσεις ψεκασμού, ανάμεσα στη ράβδο και τα μπεκ, πρέπει να έχουν όλες το ίδιο μήκος. Οι διαφορές στο μήκος ανάμεσα στη ράβδο και στο κάθε μπεκ εξισορροπούνται με το κατάλληλο λύγισμα των σωληνών. Πάντως οι σωληνώσεις ψεκασμού πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο κόντες.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

5.1. Στοιχεία χαμηλής πίεσης

Αντλία χαμηλής πίεσης

Καθήκον της αντλίας αυτής είναι να διατηρεί την επαρκή προμήθεια καύσιμου στην αντλία υψηλής πίεσης.

Προς το παρόν υπάρχουν δυο εκδόσεις πιθανές. Μια ηλεκτρική αντλία είναι η βασική λύση. Μια εναλλακτική λύση είναι η μηχανικού τύπου γραναζωτή αντλία καύσιμων.

Ηλεκτρική αντλία

Αυτή η αντλία χρησιμοποιείται μόνο σε επιβατικά αυτοκίνητα και σε ελαφριά εμπορικά αμάξια. Δεν είναι μόνο υπεύθυνη για τη μεταφορά του καύσιμου στην αντλία υψηλής πίεσης, αλλά θα πρέπει να διακόπτει τη ροή του καύσιμου σε μια επείγουσα περίπτωση.

Η ηλεκτρική αυτή αντλία δουλεύει ανεξάρτητα από την ταχύτητα της μηχανής. Αυτό σημαίνει ότι η αντλία μεταφέρει μόνιμα καύσιμο από την δεξαμενή καύσιμων και μέσα από το φίλτρο στην αντλία υψηλής πίεσης. Περίσσια καύσιμου μπορεί να επιστραφεί στη δεξαμενή καύσιμων από μια βαλβίδα υπερχείλισης.

Ένα κύκλωμα ασφάλειας είναι υπεύθυνο για να σταματήσει τη διανομή καύσιμου σε περίπτωση που η μηχανή σβήσει λόγω κάποιου απρόοπτου συμβάντος.

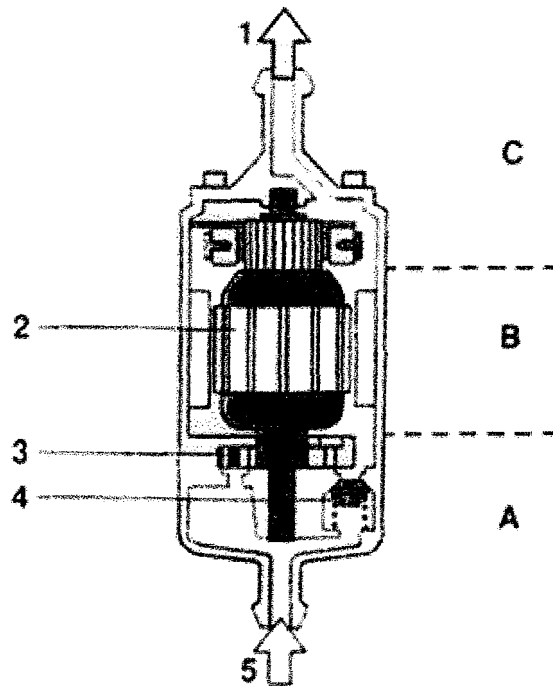
Οι ηλεκτρικές αντλίες μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στη δεξαμενή καύσιμων ή "σε σειρά" με το σύστημα χαμηλής πίεσης, έξω από τη δεξαμενή καύσιμων.

Οι "σε σειρά" αντλίες είναι τοποθετημένες έξω από τη δεξαμενή καύσιμων ανάμεσα σ'αυτήν και στο φίλτρο. Οι αντλίες που είναι μέσα στη δεξαμενή καύσιμων έχουν εκτός από τις ηλεκτρικές και υδραυλικές συνδέσεις, ενσωματωμένα ένα φίλτρο και έναν δείκτη καύσιμου.

Μια ηλεκτρική αντλία αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Το στοιχείο της 9αντλίας, για το οποίο υπάρχει μεγάλη ποικιλία ανάλογα με την ιδιαίτερη εφαρμογή της. Είναι μέρος της αντλίας που δημιουργεί τη ροή του καύσιμου.

- Το ηλεκτρικό μοτέρ, το οποίο έχει ένα μόνιμο μαγνητικό σύστημα και έναν σπλισμό που ο σχεδιασμός του είναι προσαρμοσμένος στη διανομή της ποσότητας του καύσιμου στο σύστημα πίεσης.
- Το κάλυμμα, το οποίο περιέχει τις ηλεκτρικές καθώς και τις υδραυλικές ενώσεις.



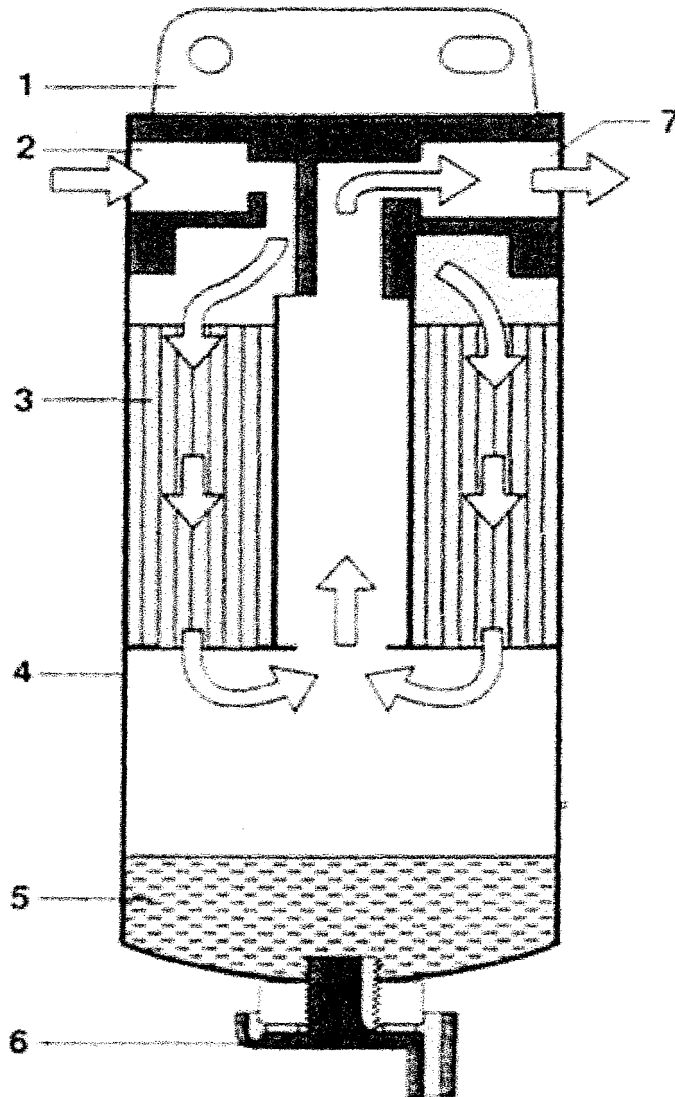
Εικόνα 5.2. Ηλεκτρική αντλία καύσιμου χαμηλής πίεσης

- A. Στοιχείο άντλησης
- B. Ηλεκτρικό μοτέρ
- C. Τέλος καλύμματος
- 1. Τέλος πίεσης
- 2. Οπλισμός μοτέρ
- 3. Κυλινδρικό κελί άντλησης
- 4. Περιοριστής πίεσης
- 5. Τέλος αναρρόφησης

Φίλτρο καύσιμου

Ακαθαρσίες στο καύσιμο μπορούν να οδηγήσουν σε ζημίες στις αντλίες, στις βαλβίδες διανομών και στα ακροφύσια των μπεκ. Το πετρέλαιο μπορεί να περιέχει νερό. Αν το νερό εισχωρήσει στο σύστημα ψεκασμού μπορεί να κάνει ζημία.

Όπως και σε άλλα συστήματα το common rail χρησιμοποιεί φίλτρο το οποίο έχει παγίδα νερού. Η αύξηση της τεχνολογίας και του αριθμού των πετρελαιοκίνητων οχημάτων οδήγησε σε ένα αυτόματο σύστημα προειδοποίησης ότι το νερό στο φίλτρο είναι αρκετό και πρέπει να καθαριστεί ή να αλλαχτεί.



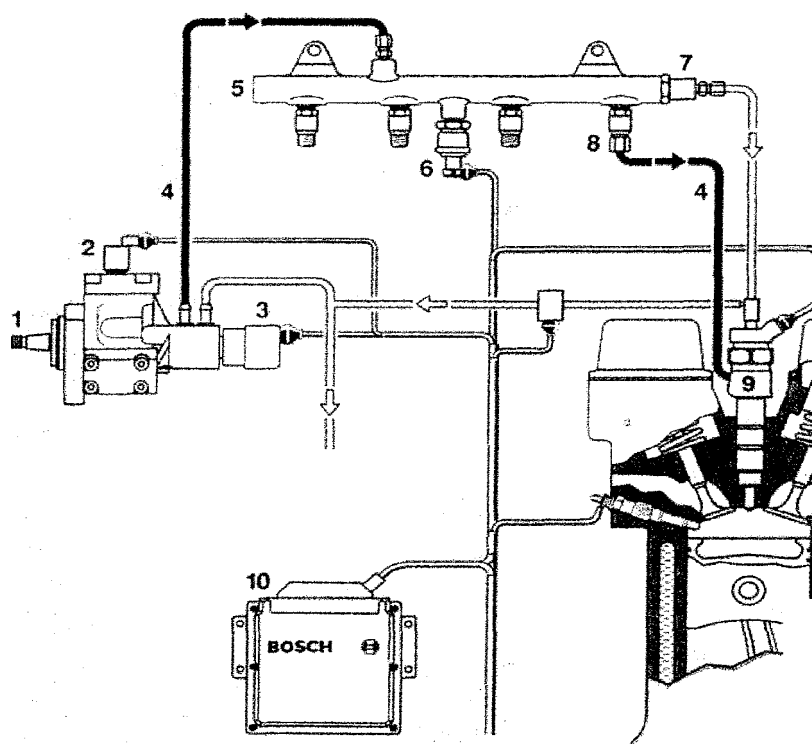
Εικόνα 5.3. φίλτρο καύσιμου

1. Κάλυμμα φίλτρου
2. Σημείο εισαγωγής καύσιμου
3. Χαρτί φιλτραρίσματος
4. Θήκη
5. Παγίδα νερού
6. Βίδα εκκένωσης νερού
7. Έξοδος καύσιμου

5.2. Στοιχεία υψηλής πίεσης

Τα κυρία στοιχεία του σταδίου αυτού είναι τα εξής:

- Αντλία υψηλής πίεσης με βαλβίδα διακοπής και βαλβίδα έλεγχου πίεσης
- Υψηλής πίεσης συσσωρευτής καύσιμου (rail)
- Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
- Βαλβίδα περιορισμού πίεσης
- Περιοριστής ροής
- Μπεκ



Εικόνα 5.4. Στάδιο υψηλής πίεσης για ένα σύστημα Common Rail

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Βαλβίδα διακοπής
3. Βαλβίδα έλεγχου πίεσης
4. Σωληνώσεις καύσιμου υψηλής πίεσης
5. Συσσωρευτής υψηλής πίεσης (rail)
6. Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
7. Βαλβίδα περιορισμού πίεσης
8. Περιοριστής ροής
9. Μπεκ
10. ECU

Αντλία υψηλής πίεσης



Εικόνα 5.5. Αντλία υψηλής πίεσης

Αποστολή

Η αντλία υψηλής πίεσης είναι η διασύνδεση ανάμεσα στο υψηλό και το χαμηλό στάδιο πίεσης. Κάτω από όλες τις λειτουργικές καταστάσεις είναι υπεύθυνη για να προσφέρει υψηλής πίεσης καύσιμο για πάντα στη ζωή του οχήματος. Αυτό επίσης περιλαμβάνει και τον εφοδιασμό έξτρα καυσίμων, όσο χρειάζεται για γρήγορη ανάπτυξη της πίεσης στον συσσωρευτή.

Η αντλία υψηλής πίεσης παράγει συνεχεία πίεση, όση χρειάζεται στο συσσωρευτή. Αυτό σημαίνει ότι σε αντιπαράθεση από τα συμβατικά συστήματα, το καύσιμο δεν χρειάζεται να συμπιέζεται ξεχωριστά για κάθε διαδικασία ψεκασμού.

Σχηματισμός και δομή

Η αντλία υψηλής πίεσης είναι τοποθετημένη, κατά προτίμηση, στο ίδιο σημείο της μηχανής όπως και μια συμβατική αντλία. Παίρνει κίνηση (τις μισές στροφές από ότι κινείται ο κινητήρας με μέγιστο αριθμό στροφών 3000) από τη μηχανή διάμεσου γραναζιού και αλυσίδας και λιπαίνεται από τα καύσιμα που αντλεί.

Ανάλογα με το χώρο, μια βαλβίδα έλεγχου πίεσης είναι τοποθετημένη άμεσα στην αντλία ή έξω από αυτήν. Μέσα στην αντλία υψηλής πίεσης, το καύσιμο συμπιέζεται με τρία πιστόνια διευθετημένα

ακτινωτά και σε περιεχομένη μεταξύ τους γωνία 120°. Αφού σε κάθε περιστροφή γίνονται τρεις συμπιέσεις καύσιμου, μόνο μικρές αιχμές ροπής δημιουργούνται και έτσι η πίεση στην αντλία παραμένει σταθερή.

Με 16Nm η ροπή είναι μόνο το 1/9 από εκείνη που θα απαιτούνταν για να κινηθεί μια ισοδύναμη συμβατικά αντλία.

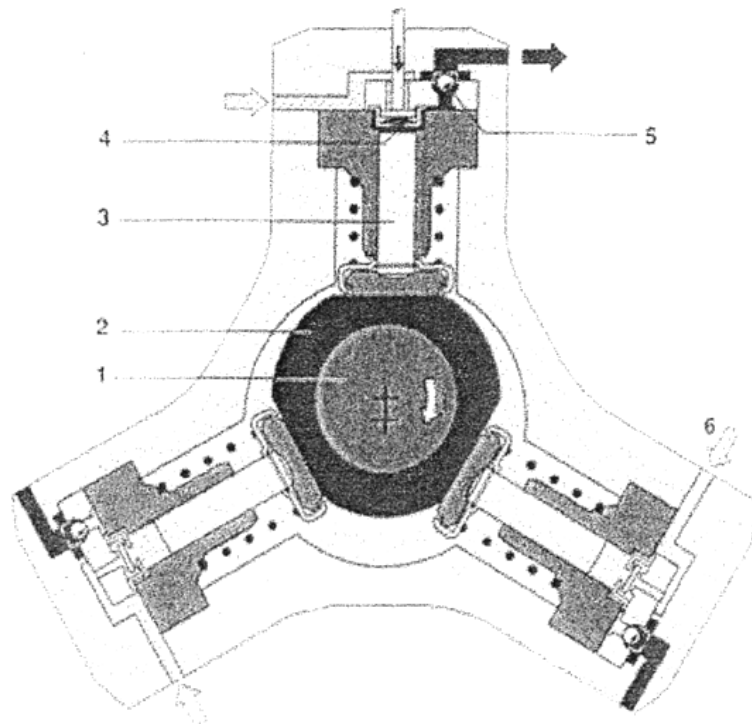
Η ισχύς που απαιτεί η αντλία ανέρχεται σε αναλόγια με την πίεση στον συσσωρευτή και την ταχύτητα της αντλίας. Για έναν κινητήρα 2000cc, για πίεση 1350 bar στον συσσωρευτή η αντλία απαιτεί 3.8 Kw που συνεπάγεται με μια μηχανική απόδοση της τάξης του 90%.

Μέθοδος λειτουργιάς

Μέσα από φίλτρο με σύστημα παγίδευσης νερού, η αντλία χαμηλής πίεσης αντλεί καύσιμο από την δεξαμενή καυσίμων στην αντλία υψηλής πίεσης, διάμεσου του σημείου εισαγωγής και την βαλβίδα ασφάλειας. Πιέζει το καύσιμο μέσα από την βαλβίδα ασφάλειας στο κύκλωμα λίπανσης και ψύξης της αντλίας. Ο οδηγός άξονας με τα έκκεντρα, κινεί τα τρία εμβολα πάνω και κάτω. Μόλις η πίεση ξεπεράσει τα όρια (0,5...1,5 bar) ανοίγει η βαλβίδα ασφάλειας και η αντλία στέλνει καύσιμο, διάμεσου της βαλβίδας εισαγωγής της αντλίας υψηλής πίεσης, στο θάλαμο συμπίεσης όπου το εμβολο κινείται προς τα κάτω (φάση αναρρόφησης).

Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει όταν το εμβολο περάσει το κάτω νεκρό σημείο και είναι αδύνατο για το καύσιμο να διαφύγει, όποτε μπορεί να συμπιεστεί στην πίεση διανομής. Η αύξηση της πίεσης ανοίγει τη βαλβίδα εξαγωγής μόλις η πίεση φτάσει σε αυτή με του συσσωρευτή. Το συμπιεσμένο καύσιμο μπαίνει στο κύκλωμα υψηλής πίεσης.

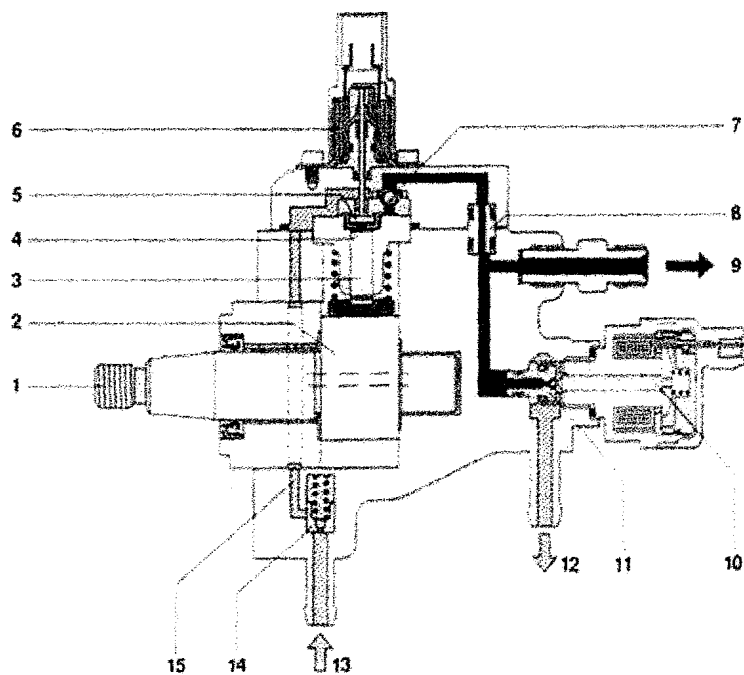
Το εμβολο συνεχίζει να παραδίνει καύσιμο μέχρι το άνω νεκρό σημείο όπου η πίεση πέφτει και κλείνει η βαλβίδα εξαγωγής. Το καύσιμο που παραμένει στον θάλαμο συμπίεσης ηρεμεί και το εμβολο κινείται προς τα κάτω ξανά. Μόλις η πίεση στο θάλαμο συμπίεσης πέσει κάτω από την πίεση της αντλίας χαμηλής πίεσης ανοίγει πάλι η βαλβίδα εισαγωγής για να συνεχιστεί η διαδικασία.



Εικόνα 5.6. Αντλία υψηλής πίεσης

1. Οδηγός άξονας
2. Εκκεντροφόρος μηχανισμός
3. Στοιχείο άντλησης με πιστόνι
4. Βαλβίδα εισαγωγής
5. Βαλβίδα εξόδου
6. Σημείο εισαγωγής





Εικόνα 5.7. Αντλία υψηλής πίεσης

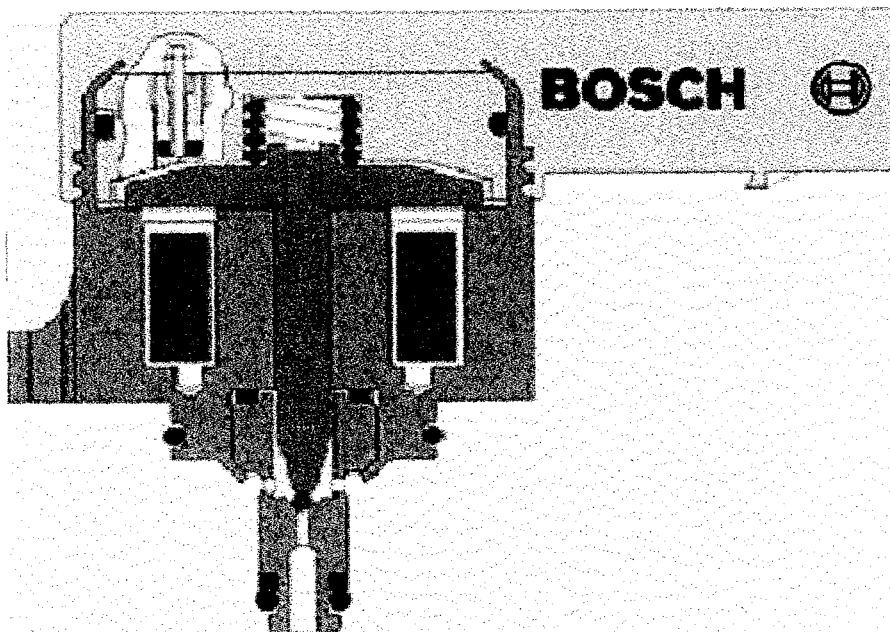
1. Οδηγός άξονας
2. Έκκεντρος μηχανισμός
3. Στοιχείο άντλησης με Εμβολο
4. Θάλαμος στοιχείου άντλησης
5. Βαλβίδα αναρρόφησης
6. Βαλβίδα διακοπής
7. Βαλβίδα εξόδου
8. Ασφάλεια
9. Σύνδεση υψηλής πίεσης προς τον συσσωρευτή
10. Βαλβίδα έλεγχου πίεσης
11. Βαλβίδα ρύθμισης μέσω σφαίρας
12. Επιστροφή καύσιμου

13. Σημείο εισαγωγής καύσιμου από την αντλία χαμηλής πίεσης
14. Βαλβίδα ασφάλειας
15. Πέρασμα χαμηλής πίεσης προς το στοιχείο άντλησης

Σχέση μετάδοσης:

Ο βαθμός διανομής της αντλίας υψηλής πίεσης είναι ανάλογος με την ταχύτητα περιστροφής της. Αυτό διαδοχικά είναι συνάρτηση της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, η αναλογία μετάδοσης είναι καθορισμένη ώστε να μην υπάρχει μεγάλη ποσότητα περίσσιου καύσιμου και από την άλλη να είναι ικανοποιητικές οι απαιτήσεις σε καύσιμα. Αναφερόμενοι στον στροφαλοφόρο άξονα, η σχέση μετάδοσης είναι 1:2 και πιο σπάνια 2:3.

Βαλβίδα έλεγχου πίεσης



Εικόνα 5.8. Βαλβίδα έλεγχου πίεσης

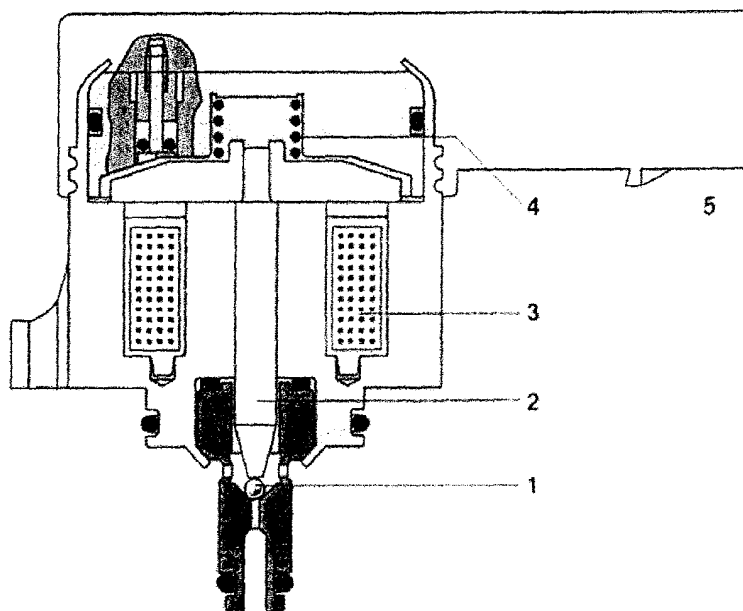
Αποστολή

Η βαλβίδα έλεγχου πίεσης φροντίζει για τη σωστή πίεση στον συσσωρευτή και για να την διατηρεί σε αυτό το επίπεδο. Αν η πίεση του συσσωρευτή είναι μεγαλύτερη, η βαλβίδα ανοίγει και ένα ποσοστό του καύσιμου επιστρέφει πάλι στη δεξαμενή καυσίμων. Αν η πίεση είναι

πολύ χαμηλή, η βαλβίδα κλείνει και κλείνει σφικτά το στάδιο υψηλής πίεσης από το στάδιο χαμηλής πίεσης.

Σχεδιασμός και δομή

Η βαλβίδα αυτή εξασφαλίζει με ένα πλαίσιο στήριξης την σταθερή προσκόλληση στην αντλία υψηλής πίεσης ή στον συσσωρευτή. Για να διαχωρίσει τα στάδια υψηλής και χαμηλής πίεσης μεταξύ τους, ο οπλισμός πιέζει μια μπάλα εναντίον στη θέση ασφάλειας. Υπάρχουν δυο δυνάμεις που επιδρούν πάνω στον οπλισμό. Η μια ασκείται από ένα ελατήριο και η άλλη από έναν ηλεκτρομαγνήτη. Για τη λίπανση και την ψύξη ο οπλισμός είναι μόνιμα περιτριγυρισμένος από καύσιμα.



Εικόνα 5.9. Βαλβίδα έλεγχου πίεσης

1. Βαλβίδα ρύθμισης μέσω σφαίρας
2. Οπλισμός
3. Ηλεκτρομαγνήτης
4. Ελατήριο
5. Ηλεκτρική σύνδεση

Μέθοδος λειτουργιάς

Υπάρχουν δυο τρόποι λειτουργιάς:

- Ένας αργής αντίδρασης ηλεκτρικός έλεγχος για να μπει η πίεση στη ράβδο

- Και ένας γρήγορης αντίδρασης μηχανικός έλεγχος για να εξισορροπήσει διακυμάνσεις της πίεσης

Η βαλβίδα έλεγχου πίεσης δεν ενεργοποιείται:

Η υψηλή πίεση στο συσσωρευτή ή στην έξοδο της αντλίας υψηλής πίεσης εφαρμόζεται στην βαλβίδα έλεγχου δια μέσου της εισαγωγής πίεσης της βαλβίδας. Αφού ο μη ενεργοποιημένος μαγνήτης δεν ασκεί δύναμη, η δύναμη του καύσιμου υπερβαίνει τη δύναμη του ελατήριου και η βαλβίδα ανοίγει και παραμένει ανοιχτή ως ένα βαθμό που εξαρτάται από την ποσότητα που παραλαμβάνεται.

Η βαλβίδα έλεγχου πίεσης ενεργοποιείται:

Αν πρόκειται να αυξηθεί η πίεση στο κύκλωμα υψηλής πίεσης, η δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη πρέπει να παράγεται επιπρόσθετα με τη δύναμη του ελατήριου. Η βαλβίδα έλεγχου πίεσης ενεργοποιείται και κλείνει. Παραμένει κλειστή μέχρι να υπάρξει ισορροπία ανάμεσα στη δύναμη της υψηλής πίεσης από τη μια πλευρά και του συνδυασμού ηλεκτρομαγνήτη και ελατήριου από την άλλη. Η βαλβίδα τότε παραμένει ανοιχτή και διατηρεί την πίεση του καύσιμου σταθερή.

Συσσωρευτής υψηλής πίεσης

Αποστολή

Ο συσσωρευτής αποθηκεύει το καύσιμο με υψηλή πίεση. Την ίδια στιγμή επίσης οι ταλαντώσεις της πίεσης που δημιουργούνται από την παροχή καύσιμου από την αντλία υψηλής πίεσης, μετριάζονται από τον όγκο του συσσωρευτή. Είναι κοινός σε όλους τους κυλίνδρους και λέγεται και "κοινή ράβδος" (common rail). Ακόμα και όταν μπαίνουν μεγάλες ποσότητες καύσιμου, ο συσσωρευτής παραμένει στην ίδια πίεση. Αυτό σημαίνει ότι η πίεση ψεκασμού θα παραμείνει η ίδια όταν ανοίξει το μπεκ.

Σχεδιασμός και δομή

Προκειμένου να συμβαδίσει με το μεγάλο εύρος εγκατάστασης στον κινητήρα, ο συσσωρευτής με τον περιοριστή πίεσης και βαλβίδα περιορισμού πίεσης, είναι διαθέσιμος σε μια ποικιλία διαφορετικών σχεδίων.



Εικόνα 5.9. Συσσωρευτής υψηλής πίεσης (rail)

1. Ράβδος
2. Σημείο εισαγωγής από την αντλία υψηλής πίεσης
3. Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
4. Βαλβίδα περιορισμού πίεσης
5. Επιστροφή καύσιμου από τον συσσωρευτή στη δεξαμενή καυσίμων
6. Περιοριστής ροής
7. Οδός προς το μπεκ

Λειτουργία

Ο διαθέσιμος όγκος του συσσωρευτή είναι μόνιμα γεμάτος με συμπιεσμένο καύσιμο. Το ποσό συμπιέζεται το καύσιμο έχει πρακτική σημασία για να πετύχουμε το σωστό αποτέλεσμα. Όταν το καύσιμο

φεύγει από τον συσσωρευτή για την διαδικασία ψεκασμού, η πίεση στον συσσωρευτή παραμένει πρακτικά σταθερή.

Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή

Αποστολή

Προκειμένου να βγάλει ένα ηλεκτρικό σήμα στην ECU, το οποίο θα αντιστοιχεί στην υπάρχουσα πίεση στον συσσωρευτή, ο αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή πρέπει να μετράει τη στιγμιαία πίεση με ικανοποιητική ακρίβεια όσο πιο γρήγορα γίνεται.

Κατασκευή και σχεδιασμός

Ο αισθητήρας αυτός αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία :

- Το στοιχείο του αισθητήρα το οποίο ενώνεται με τον συσσωρευτή
- Μια ηλεκτρονική πλακέτα
- Τις ηλεκτρικές ενώσεις

Τα καύσιμα ρέουν στον αισθητήρα μέσα από ένα άνοιγμα στον συσσωρευτή, το τέλος του οποίου κλείνει σφικτά από το διάφραγμα του αισθητήρα. Το συμπιεσμένο καύσιμο φτάνει στο διάφραγμα μέσα από μια τρύπα. Το στοιχείο του αισθητήρα (ημιαγωγός) που είναι υπεύθυνο για την μετατροπή της πίεσης σε ηλεκτρικό σήμα, βασίζεται σε αυτό το διάγραμμα. Το σήμα που παράγεται από τον αισθητήρα πηγαίνει στην ηλεκτρονική πλακέτα όπου ενισχύει το σήμα και το στέλνει στην ECU.

Λειτουργιά

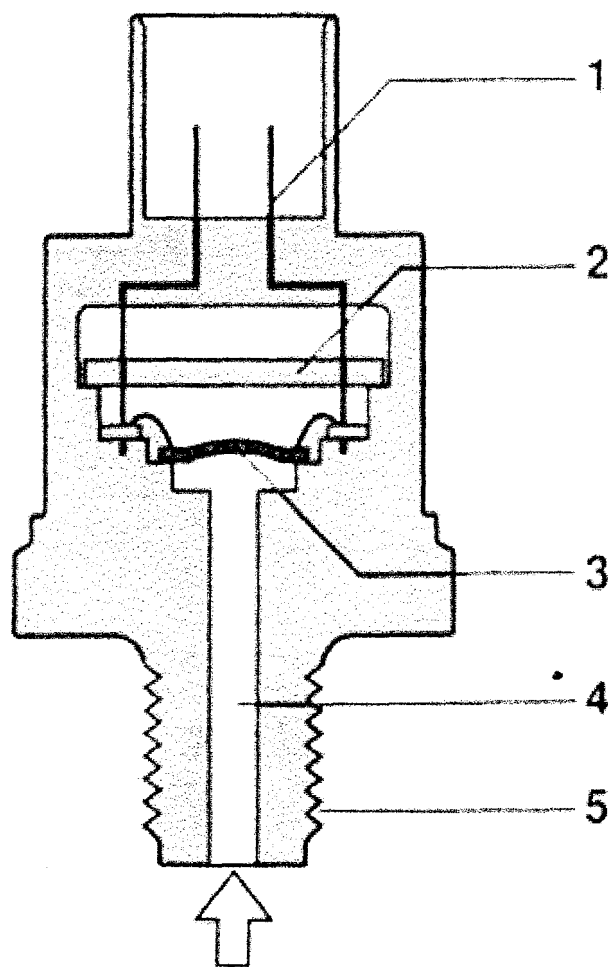
Η λειτουργιά του αισθητήρα έχει ως έξις:

Όταν αλλάζει το διάφραγμα σχήμα, αλλάζει και η ηλεκτρική αντίσταση που δημιουργεί το διάφραγμα. Η αλλαγή στο σχήμα (1mm στα 1500 bar) που προκαλείται από την σταδιακή αύξηση της πίεσης αλλάζει την ηλεκτρική αντίσταση και προκαλεί αλλαγή τάσης.

Αυτή η αλλαγή τάσης είναι από 0....70 mV (ανάλογα με την πίεση) και ενισχύεται σε 0.5.... 4.5V

Η ακριβής μέτρηση είναι αναγκαία για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τις πολύ καλές αντοχές που έχει ο αισθητήρας κατά τη διάρκεια μέτρησης της πίεσης. Στην κυρία διαδικασία λειτουργίας η ακρίβεια της μέτρησης κυμαίνεται από -2....+2%.

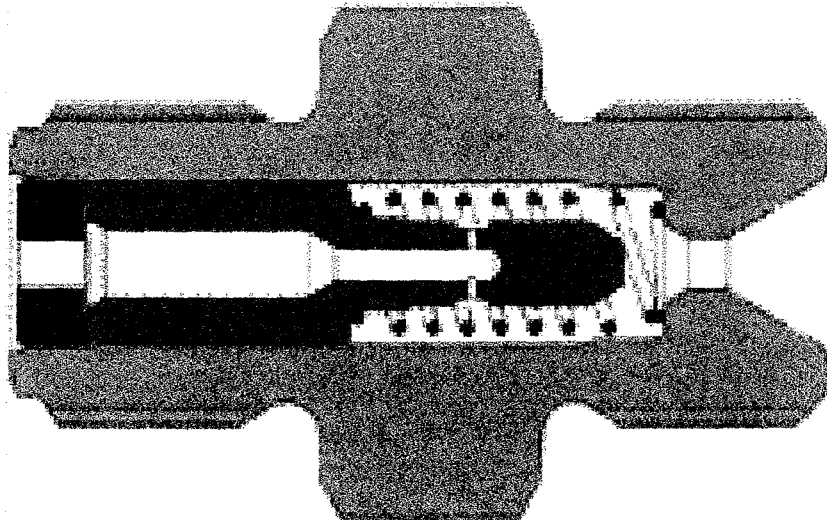
Αν αποτύχει ο αισθητήρας πίεσης, η βαλβίδα έλεγχου πίεσης ενεργοποιείται χρησιμοποιώντας μια επείγουσα λειτουργία.



Εικόνα 5.10. Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή

1. Ηλεκτρικές συνδέσεις
2. Κύκλωμα αποτίμησης
3. Διάφραγμα με αισθητήρα ανίχνευσης
4. Σύνδεση υψηλής πίεσης
5. Εξωτερικό σπείρωμα στήριξης

Βαλβίδα περιορισμού της πίεσης



Εικόνα 5.11. Βαλβίδα περιορισμού της πίεσης

Αποστολή

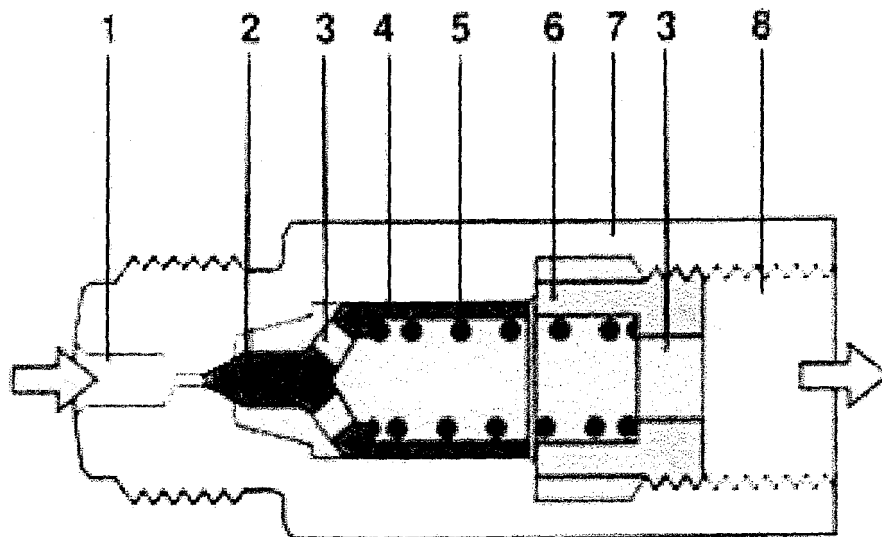
Η βαλβίδα αυτή κάνει την ίδια δουλεία που κάνει και μια βαλβίδα υπερπήδησης. Σε περίπτωση υπερβολικής πίεσης η βαλβίδα αυτή περιορίζει την πίεση του συσσωρευτή ανοίγοντας ένα δρόμο διαφυγής. Η βαλβίδα επιτρέπει ένα μικρό χρονικό διάστημα πίεσης των 1500 bar στον συσσωρευτή.

Σχεδιασμός και δομή

Η βαλβίδα έλεγχου πίεσης είναι μια μηχανική συσκευή που φέρνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Κορμό με εξαιρετικό σπείρωμα για βίδωμα στον συσσωρευτή
- Μια σύνδεση με τη γραμμή επιστροφής του καύσιμου στη δεξαμενή καύσιμων
- Ένα μετακινήσιμο εμβολο
- Ένα ελατήριο

Στο τέλος του συσσωρευτή, όπου γίνεται η σύνδεση, ο κορμός έχει ένα πέρασμα που είναι κλειστό από έναν κώνο. Ο κώνος αυτός βρίσκεται στο τέλος του Έμβολου, το οποίο κοντράρεται από ένα ελατήριο. Σε κανονική λειτουργιά (πίεσης μέχρι 1350 bar) η δύναμη του ελατηρίου στο εμβολο είναι μεγαλύτερη από την δύναμη που ασκεί στον κώνο το συμπιεσμένο καύσιμο στον συσσωρευτή και το πέρασμα μένει κλειστό. Μόλις το μέγιστο της πίεσης έχει ξεπεραστεί, το εμβολο πιέζεται αντίθετα στη δύναμη του ελατηρίου. Τώρα το καύσιμο κάτω από μεγάλη πίεση μπορεί να διαφύγει μέσα από τα περάσματα και οδηγείται στο πίσω μέρος της βαλβίδας όπου ρέει στο κύκλωμα επιστροφής προς την δεξαμενή καύσιμων. Όταν δηλαδή ανοίγει η βαλβίδα, το καύσιμο φεύγει από τον συσσωρευτή και η πίεση του πέφτει.



Εικόνα 5.12 Βαλβίδα περιορισμού πίεσης

1. Σύνδεση υψηλής πίεσης
2. Βαλβίδα

3. Δίοδοι ροής
4. Εμβολο
5. Ελατήριο
6. Στοπ
7. Σώμα βαλβίδας
8. Επιστροφή καύσιμου

Περιοριστής ροής

Αποστολή

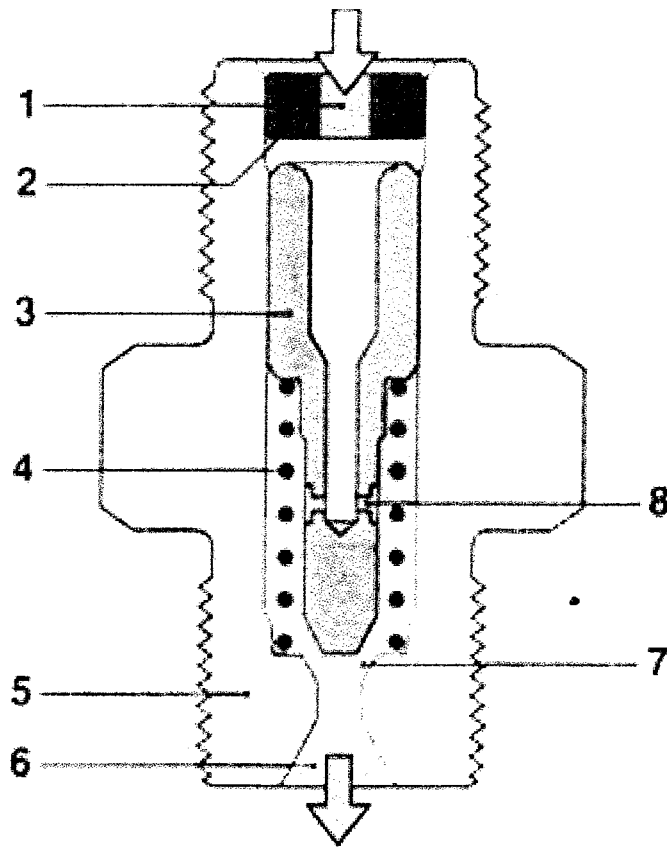
Είναι δουλεία του να αποτρέψει τον συνεχιζόμενο ψεκασμό στην περίπτωση που κάποιο μπεκ παραμένει μόνιμα ανοιχτό. Η δυσλειτουργία αυτή μπορεί να οφείλεται σε βλάβη του μπεκ ή σε λάθος σήμα από την ECU.

Μόλις το ποσό του καύσιμου που φεύγει από τον συσσωρευτή ξεπεράσει το όριο, ο περιοριστής ροής κλείνει την οδό προς το μπεκ.

Σχεδιασμός και δομή

Ο περιοριστής ροής αποτελείται από ένα μεταλλικό κορμό με δυο εξωτερικά σπειρώματα. Το ένα για να βιδωθεί στις σωληνώσεις των μπεκ και το άλλο για να βιδωθεί στον συσσωρευτή. Ο κορμός έχει περάσματα σε κάθε άκρη για να επιτρέπει την ένωση του συσσωρευτή με το μπεκ. Εσωτερικά υπάρχει ένα εμβολο, που πιέζεται προς την κατεύθυνση του συσσωρευτή, από ένα ελατήριο.

Το εμβολο εφάπτεται σφιχτά στα τοιχώματα του κορμού. Το διάμηκος εσωτερικό πέρασμα είναι η υδραυλική ένωση ανάμεσα στην είσοδο και στην έξοδο. Η διάμετρος ελαττώνεται στο τέλος του διάμηκος περάσματος και δρα σαν βαλβίδα με ακριβέστατη επιτρεπόμενη ροή.



Εικόνα 5.13. Περιορισμός ροής

1. Σύνδεση προς τον συσσωρευτή
2. Ασφαλιστικός δακτύλιος
3. Εμβολο
4. Ελατήριο
5. Προστατευτικό κάλυμα (κορμός)
6. Σύνδεση προς το μπεκ
7. Έδρα
8. Βαλβίδα ρύθμισης ροής

Εγχυτήρες (ΜΠΕΚ)

Αποστολή

Το ξεκίνημα του ψεκασμού και η ποσότητα του ψεκαζόμενου καύσιμου κανονίζονται από τα ηλεκτρικά ενεργοποιούμενα μπεκ (εγχυτήρες).

Παρεμφερή με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα συναρμολόγησης μπεκ-κεφαλής στον άμεσο ψεκασμό, τα μπεκ του CR μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν σε κινητήρες άμεσου ψεκασμού χωρίς ιδιαίτερες τροποποιήσεις στην κεφαλή.

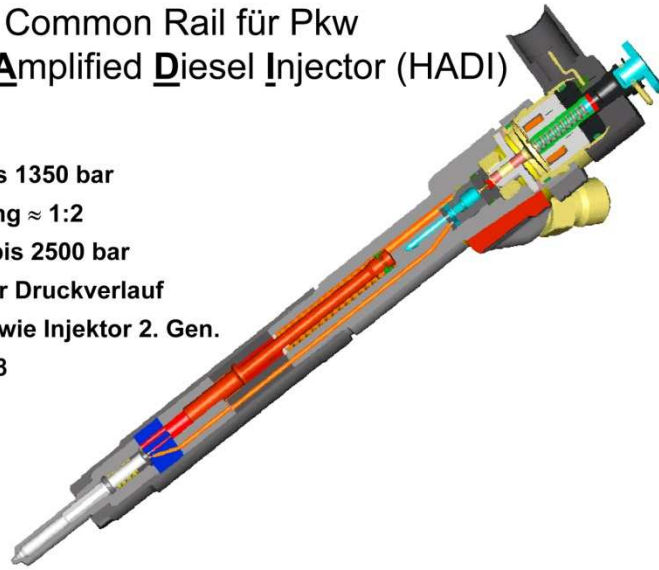


Εικόνα 5.14. Εγχυτήρες-Μπεκ της Bosch

4. Generation Common Rail für Pkw **H**ydraulically **A**mplified **D**iesel **I**njector (HADI)

Merkmale:

- Systemdruck bis 1350 bar
- Druckverstärkung $\approx 1:2$
- Einspritzdruck bis 2500 bar
- Rampenförmiger Druckverlauf
- ident. Bauraum wie Injektor 2. Gen.
- Bosch-SOP 2008



Σχεδιασμός και κατασκευή

Το μπεκ μπορεί να διαιρεθεί στα παρακάτω μέρη:

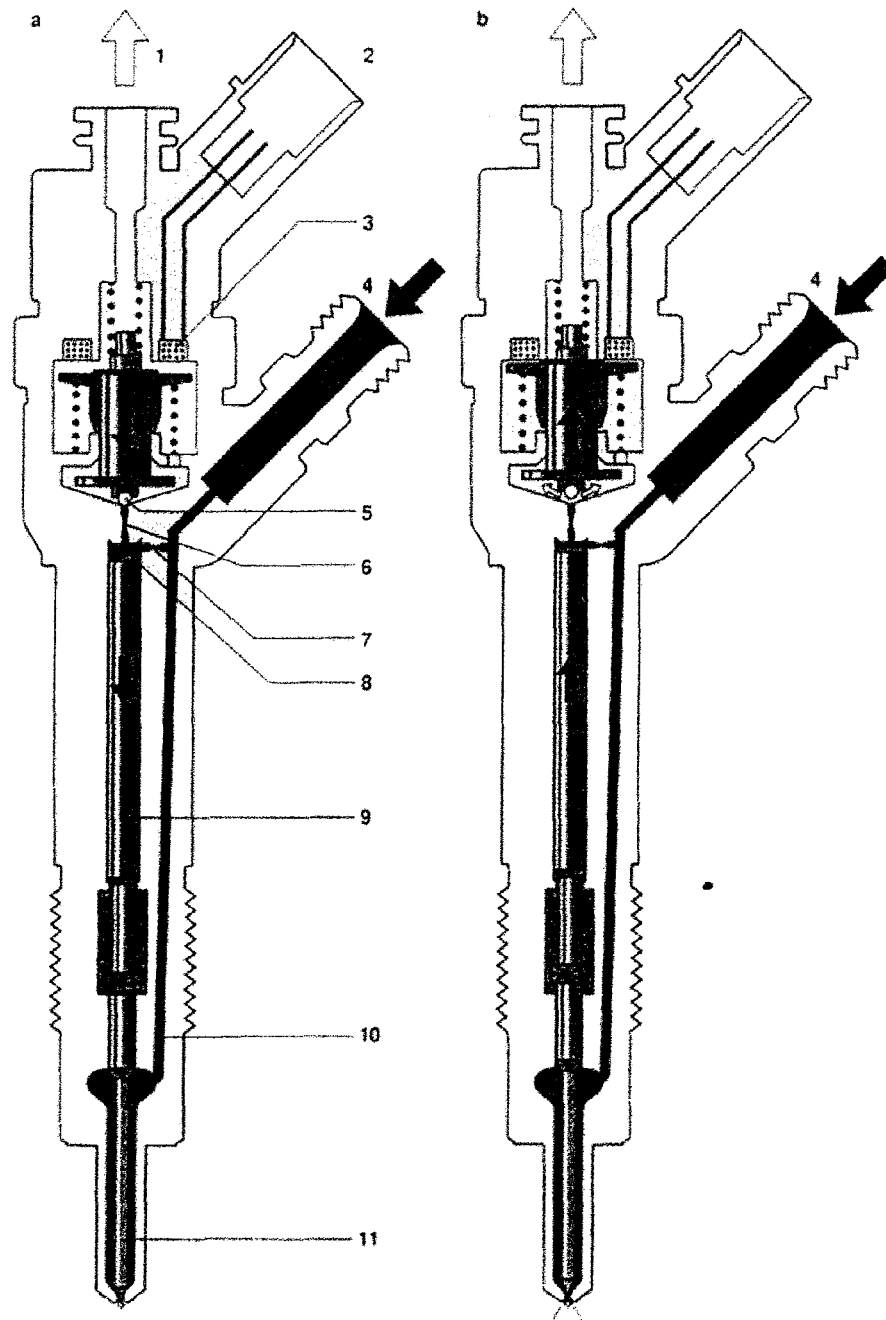
- Ακροφύσιο
- Υδραυλικό σεβρό
- Σπειροειδής βαλβίδα (βαλβίδα μόνου πηνίου)

Κοιτώντας την παρακάτω εικόνα, βλέπουμε το καύσιμο να τροφοδοτείται από την σύνδεση υψηλής πίεσης (4) στο ακροφύσιο του μπεκ, μέσω τις οδού τροφοδοσίας (10) και στο θάλαμο έλεγχου.

Ο θάλαμος έλεγχου συνδέεται με την επιστροφή καύσιμου (1) δια μέσω της οπής στραγγαλισμού (6) που είναι ανοιχτή από την σπειροειδή βαλβίδα (3). Με την οπή στραγγαλισμού κλειστή, η υδραυλική πίεση εφαρμόζεται στο εμβολο (9) και υπερβαίνει τη πίεση της βελόνας του ακροφυσίου (11). Το αποτέλεσμα είναι, η βελόνα να πιέζεται στη θέση της και να κλείνει σφικτά το πέρασμα υψηλής πίεσης προς τον θάλαμο καύσης.

Όταν η σπειροειδής βαλβίδα του μπεκ ενεργοποιηθεί, η σπή στραγγαλισμού ανοίγει. Αυτό οδηγεί σε μια πτώση πίεσης στο θάλαμο έλεγχου με αποτέλεσμα η υδραυλική πίεση στο εμβολο να πέφτει. Μόλις η υδραυλική πίεση πέσει κάτω από τη δύναμη της πίεσης που ασκείται στη βελόνα του ακουσίου, το ακροφύσιο ανοίγει και το καύσιμο ψεκάζεται στο θάλαμο καύσης υπό μορφή σπρέι.

Αυτή η έμμεση ρύθμιση της βελόνας του ακροφυσίου χρησιμοποιεί ένα υδραυλικό σύστημα ενίσχυσης διότι οι δυνάμεις που είναι απαραίτητες για να ανοίξει η βελόνα πολύ γρήγορα, δεν μπορούν άμεσα να δημιουργηθούν από τη σπειροειδή βαλβίδα.



Εικόνα 5.15. Μπεκ

α. Κλειστό μπεκ (θέση αναμονής)

β. Ανοικτό μπεκ (ψεκασμός)

1. Επιστροφή καύσιμου

2. Ηλεκτρική σύνδεση

3. Πηνίο

4. Σύνδεση υψηλής πίεσης

5. Βαλβίδα ρύθμισης μέσω σφαίρας

6. Οπή στραγγαλισμού (έξοδος)

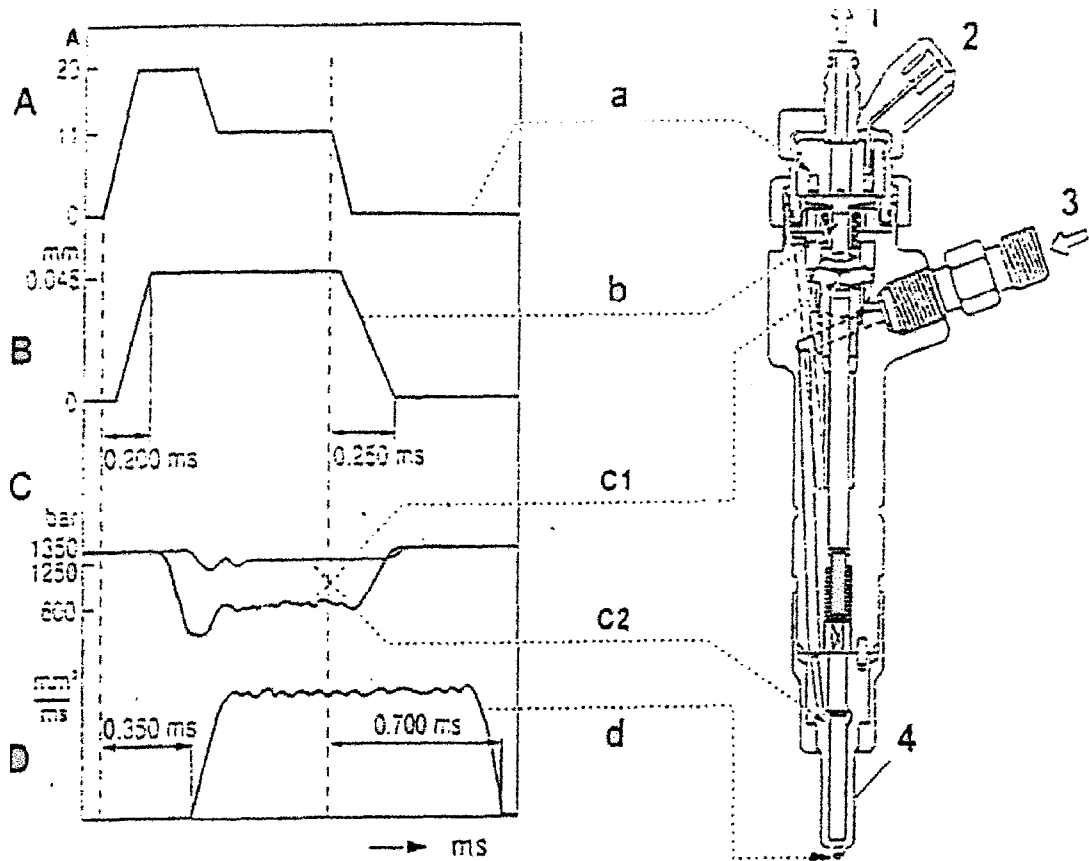
7. Οπή στραγγαλισμού (είσοδος)

8. Θάλαμος έλεγχου

9. Εμβολο χειρισμού βαλβίδας

10. Δίοδος τροφοδοσίας προς
το ακροφύσιο

11. Ακροφύσιο



Εικόνα 5.16. Διάγραμμα χρονικής ακολουθίας ψεκασμού

A. Ρεύμα ενεργοποίησης

B. Διαδρομή Έμβολου σε mm

C. Υψηλή πίεση

D. Σήμα ψεκασμού

α. Ρεύμα ενεργοποίησης του ηλεκτρομαγνήτη

β. Διαδρομή σπλισμού βαλβίδας

c₁. Πίεση του θαλάμου Έλεγχου

c₂. Πίεση στο θάλαμο ανύψωσης της βελόνας

δ. Ψεκασμός

1. Επιστροφή καύσιμου

2. Ηλεκτρική σύνδεση

3. Σύνδεση υψηλής πίεσης

4. Ακροφύσιο Ψεκασμού

Ακροφύσιο

Αποστολή

Αποστολή του ακροφυσίου είναι να διανέμει το καύσιμο στον θάλαμο καύσης.

Τα ακροφυσία ψεκασμού που χρησιμοποιούνται στα μπεκ του Common Rail πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά για τον κάθε τύπο μηχανής. Επίσης κατά τον σχεδιασμό τους πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν τα παρακάτω:

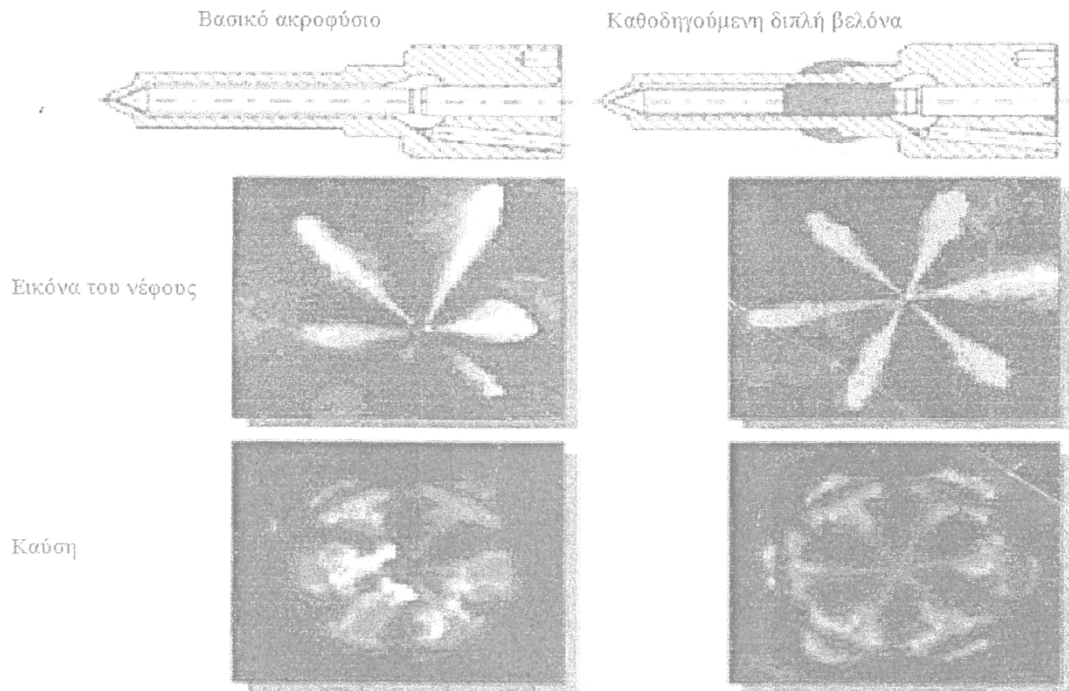
- Μέτρηση του ψεκαζόμενου καυσίμου (χρόνος ψεκασμού και ποσότητα καυσίμου για κάθε μοίρα του στροφαλοφόρου άξονα)
- Διαχείριση καυσίμου και διανομή στον θάλαμο καύσης (διαμόρφωση σπρέι)
- Σφικτό κλείσιμο από τον θάλαμο καύσης

Σχεδιασμός και δομή

Το σπρέι ψεκάζεται σε σχήμα κώνου. Ο αριθμός των ψεκαζόμενων σωματιδίων και η διάμετρος τους εξαρτώνται από:

- Την ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου
- Την διαμόρφωση του θαλάμου καύσης
- Τον στροβιλισμό του αέρα στον θάλαμο καύσης





Εικόνα 5.17. Μορφή νέφους και καύσης με διαφορετικά ακροφύσια.

6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ EDC

6.1 Κύρια μέρη

Το EDC(Electronic Diesel Control) για το Common Rail αποτελείται από τρία συστήματα:

- Τους αισθητήρες για τον έλεγχο και καταγραφή των συνθηκών λειτουργίας και των επιθυμητών δεδομένων
- Η ECU που επεξεργάζεται τις πληροφορίες που παίρνει από τους αισθητήρες, χρησιμοποιώντας αλγορίθμους και δημιουργεί ηλεκτρικά σήματα εξόδου
- Τους μηχανισμούς κίνησης που μετατρέπουν τα ηλεκτρικά σήματα εξόδου της ECU σε μηχανικές παραμέτρους

6.2 Αισθητήρες

Αισθητήρας στροφών στροφαλοφόρου άξονα

Η θέση του εμβόλου στο θάλαμο καύσης παίζει καθοριστικό ρόλο για την έναρξη του ψεκασμού.

Ένας αισθητήρας πάνω στο στροφαλοφόρο άξονα μπορεί να δώσει πληροφορίες για την θέση όλων των εμβόλων. Ο ρυθμός περιστροφής καθορίζει τον αριθμό στροφών του στροφαλοφόρου άξονα ανά λεπτό.

Αυτή η σημαντική εισερχόμενη μεταβλητή, υπολογίζεται στην ECU χρησιμοποιώντας το σήμα που παίρνει από τον αισθητήρα στροφών του στροφαλοφόρου άξονα.

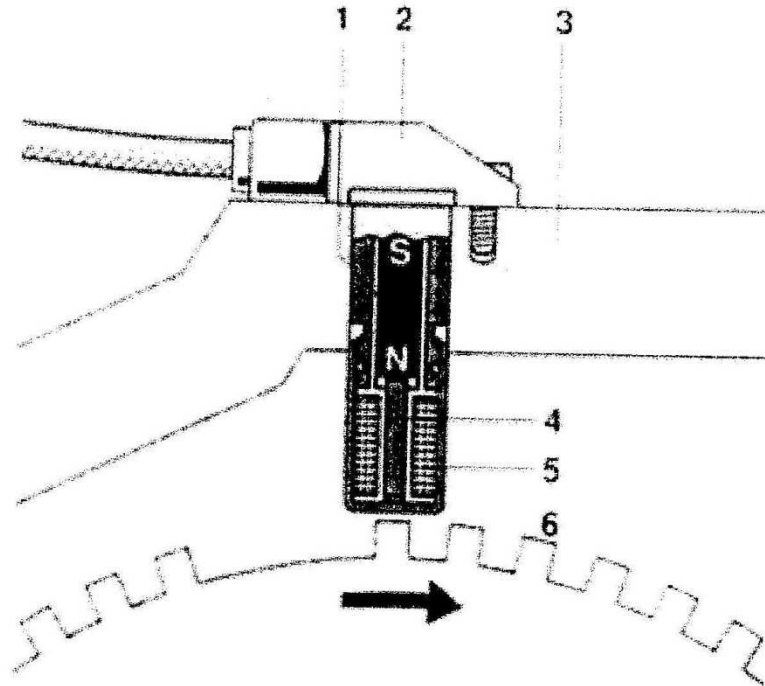
Δημιουργία σήματος

Μια φερομαγνητική τροχαλία 60 δοντιών είναι συνδεδεμένη στο στροφαλοφόρο. Από την τροχαλία λείπουν 2 δόντια. Αυτό το μεγάλο άνοιγμα είναι τοποθετημένο σε μια συγκεκριμένη θέση ώστε να καθορίζεται η θέση του στροφαλοφόρου για τον κύλινδρο 1.

Ο αισθητήρας αυτός καταγράφει το ερέθισμα των δοντιών της τροχαλίας. Αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη και ένα μαλακό σιδερένιο πυρήνα με χάλκινη περιέλιξη.

Η μαγνητική διακύμανση στον αισθητήρα αλλάζει καθώς περνάνε τα δόντια και τα κενά της τροχαλίας. Δημιουργείται ημιτονοειδές εναλλασσόμενο ρεύμα, το πλάτος του οποίου αυξάνει απότομα με την αύξηση των στροφών.





Εικόνα 6.1. Αισθητήρας ταχύτητας στροφαλοφόρου άξονα

1. Μόνιμος μαγνήτης
2. Προστατευτικό κάλυμμα
3. Στροφαλοθάλαμος κινητήρα
4. Εσωτερικό τμήμα από μαλακό σίδηρο
5. Περιέλιξη
6. Τροχαλία

Υπολογισμός των στροφών του κινητήρα

Το κενό (γωνία) ανάμεσα σε κάθε ψεκασμό ισούται με 720° /αριθμο των κυλίνδρων. Για παράδειγμα, σε μια μηχανή με 4 κυλίνδρους η γωνιακή απόσταση μεταξύ δυο αναφλέξεων είναι 180° . Με αλλά λόγια ο αισθητήρας του στροφαλοφόρου άξονα πρέπει να σαρώσει 30 δόντια μεταξύ δυο αναφλέξεων. Η περίοδος του χρόνου που απαιτείται ονομάζεται "χρόνος τμήματος" και η μέση ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου στη διάρκεια του "χρόνου τμήματος" είναι η ταχύτητα του κινητήρα.

Αισθητήρας στροφών εκκεντροφόρου άξονα

Ο εκκεντροφόρος άξονας ανοίγει τις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής. Περιστρέφεται με τις μισές στροφές από τον στροφαλοφόρο άξονα. Όταν το πιστόνι πηγαίνει προς το άνω νεκρό σημείο η θέση του εκκεντροφόρου καθορίζει εάν είναι σε φάση συμπίεσης η εξαγωγής.

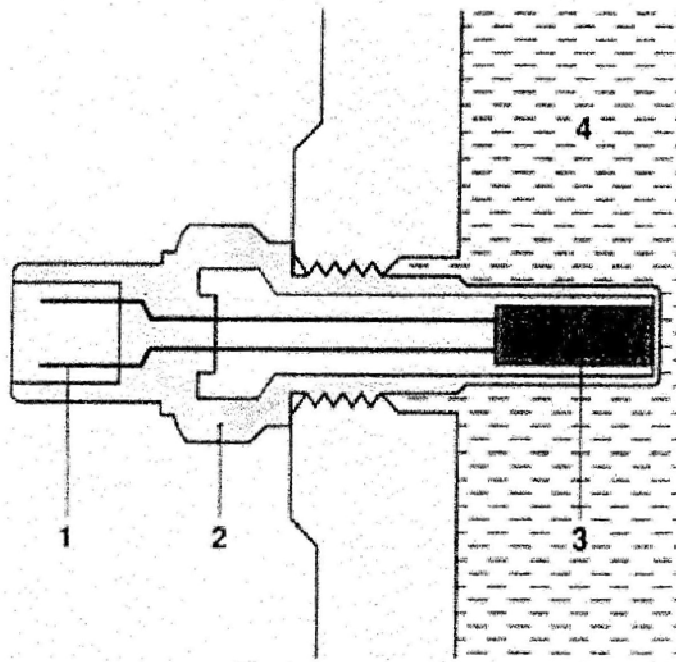
Η πληροφορία αυτή δεν μπορεί να δοθεί από τον αισθητήρα του στροφαλοφόρου άξονα στην διαδικασία εκκίνησης. Από την άλλη πλευρά, κατά τη φυσιολογική λειτουργία του κινητήρα, η πληροφορία που μας δίνει ο αισθητήρας του στροφαλοφόρου άξονα αρκεί για να προσδιοριστεί η θέση του κινητήρα. Αυτό σημαίνει πως εάν ο αισθητήρας του εκκεντροφόρου δεν δώσει σωστό σήμα ενώ ο κινητήρας λειτουργεί, η ECU θα συνεχίσει να λαμβάνει πληροφορίες από τον αισθητήρα του στροφαλοφόρου.

Ένα δόντι από φερομαγνητικό υλικό είναι προσκολλημένο στον εκκεντροφόρο και περιστρέφεται μαζί του. Όταν το δόντι αυτό περάσει από τους ημιαγωγούς δίσκους του αισθητήρα, το μαγνητικό πεδίο εκτρέπει τα ηλεκτρόνια στους ημιαγωγούς δίσκους, στις σωστές γωνίες, προς την κατεύθυνση που το ρεύμα διαρρέει τους δίσκους αυτούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μια απότομη διαφορά τάσης που πληροφορεί την ECU ότι ο κύλινδρος 1 έχει μόλις εισέλθει στη φάση της συμπίεσης.

Αισθητήρες θερμοκρασίας

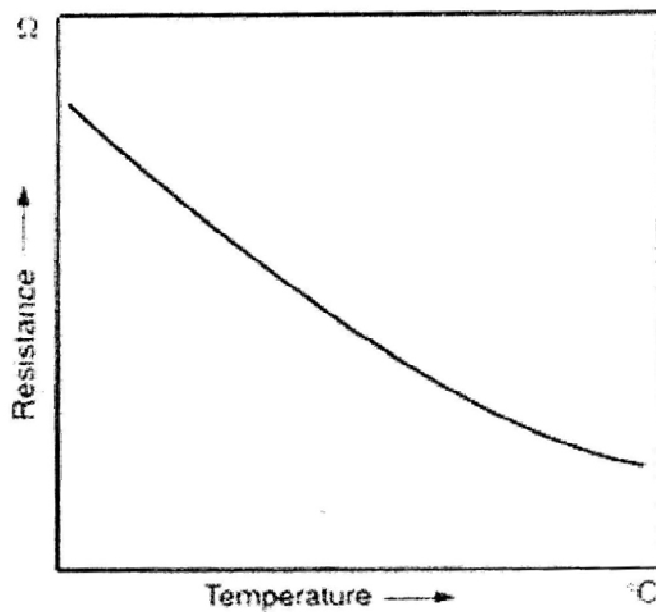
Είναι τοποθετημένοι σε διαφορετικά μέρη:

- Στην πολλαπλή εισαγωγής για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα
- Στα λάδια του κινητήρα για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία τους (προαιρετικά)
- Στο κύκλωμα επιστροφής των καυσίμων για να μετρήσουμε την θερμοκρασία τους
- Στο κύκλωμα ψύξης του κινητήρα για να επαληθεύσουν τη θερμοκρασία του μέσω της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού



Εικόνα 6.2. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού

1. Ηλεκτρικές συνδέσεις
2. Προστατευτικό κάλυμμα
3. Αντίσταση NTC
4. Ψυκτικό υγρό



Εικόνα 6.3. Χαρακτηριστική καμπύλη ενός αισθητήρα θερμοκρασίας

Οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι εφοδιασμένοι με θερμοεξαρτώμενη αντίσταση, με αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας, όπου εφαρμόζεται τάση 5V.

Η τάση αυτή μεταβάλλεται λόγω της μεταβολής της αντίστασης και από ένα μετατροπέα σήματος (αναλογικό σε ψηφιακό) η μεταβολή αυτή στέλνεται στην ECU. Εκεί είναι αποθηκευμένη μια χαρακτηριστική καμπύλη όπου καθορίζει τη θερμοκρασία σε συνάρτηση με την τάση που δόθηκε.

Αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρα

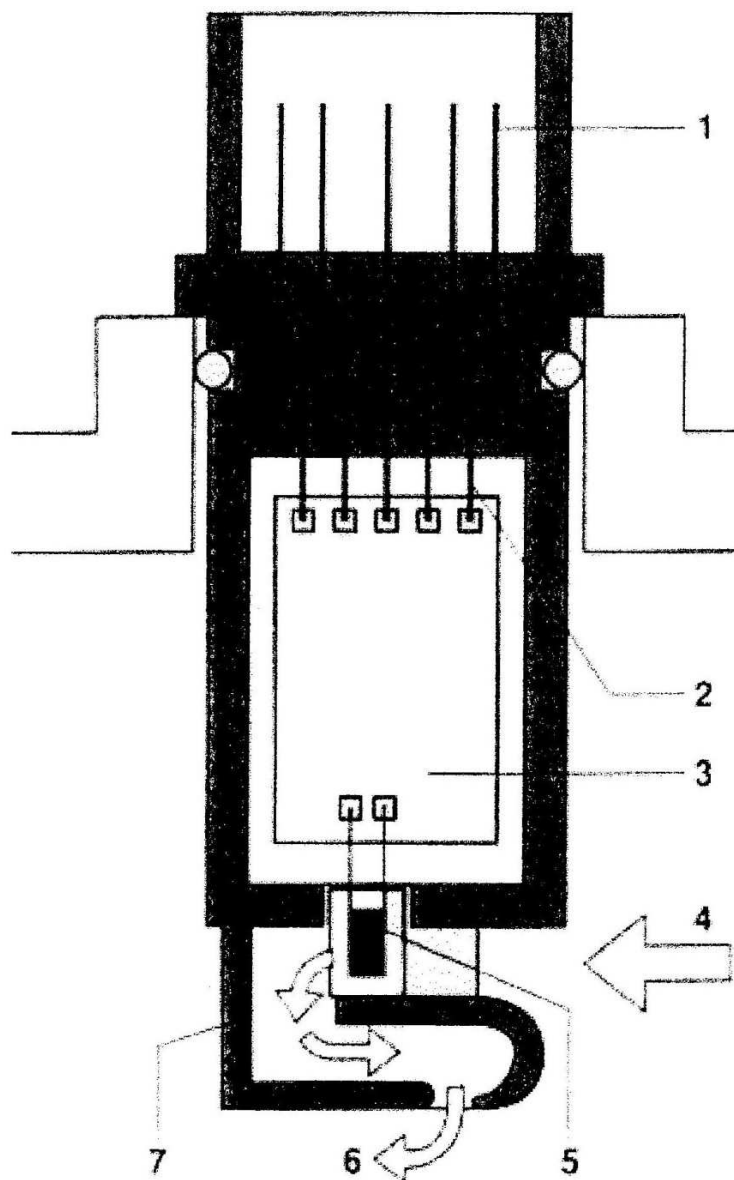
Κατά τη διάρκεια λειτουργίας η σωστή αναλογία αέρα-καυσίμου είναι επιτακτική για τη συμμόρφωση των εκπομπών καυσαερίων με τους νομούς.

Αυτό απαιτεί τη χρήση αισθητήρων που θα καταγράφουν με ακρίβεια τη ροή της μάζας του αέρα στον κινητήρα κάθε στιγμή. Η ακρίβεια μέτρησης του αισθητήρα θα πρέπει να είναι εντελώς ανεξάρτητη από την αντίστροφη ροή του αέρα, από το σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων, από τις μεταβλητές ρυθμίσεις του εκκεντροφόρου και από τις αλλαγές της θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα.

Ένα ζεστό φιλμ μέτρησης της μάζας του αέρα διαλέχτηκε ως το πιο ταιριαστό με τις παραπάνω απαιτήσεις. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στη μεταφορά θερμότητας, από ένα ζεστό στοιχείο, στη ροή του αέρα. Ένα μικρομηχανικό σύστημα μέτρησης επιτρέπει την καταγραφή της μάζας του αέρα και την ανίχνευση της φόρας της ροής. Το στοιχείο του μικρομηχανικού αισθητήρα συνδέεται στο πέρασμα της ροής του αέρα από τον αισθητήρα.

Ο αισθητήρας μπορεί να τοποθετηθεί στο φίλτρο αέρα ή μέσα σε ένα σωληνάκι στην εισαγωγή αέρα του κινητήρα. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα μπορεί να επίσης να ενσωματωθεί πάνω σε αυτόν τον αισθητήρα.





Εικόνα 6.4. Μετρητής μάζας αέρα (Hot-Film)

1. Ηλεκτρικές συνδέσεις
2. Εσωτερικές συνδέσεις
3. Ηλεκτρονική πλακέτα
4. Είσοδος αέρα
5. Στοιχείο αισθητήρα
6. Έξοδος αέρα
7. Προστατευτικό κάλυμμα

Αισθητήρας πεντάλ επιτάχυνσης

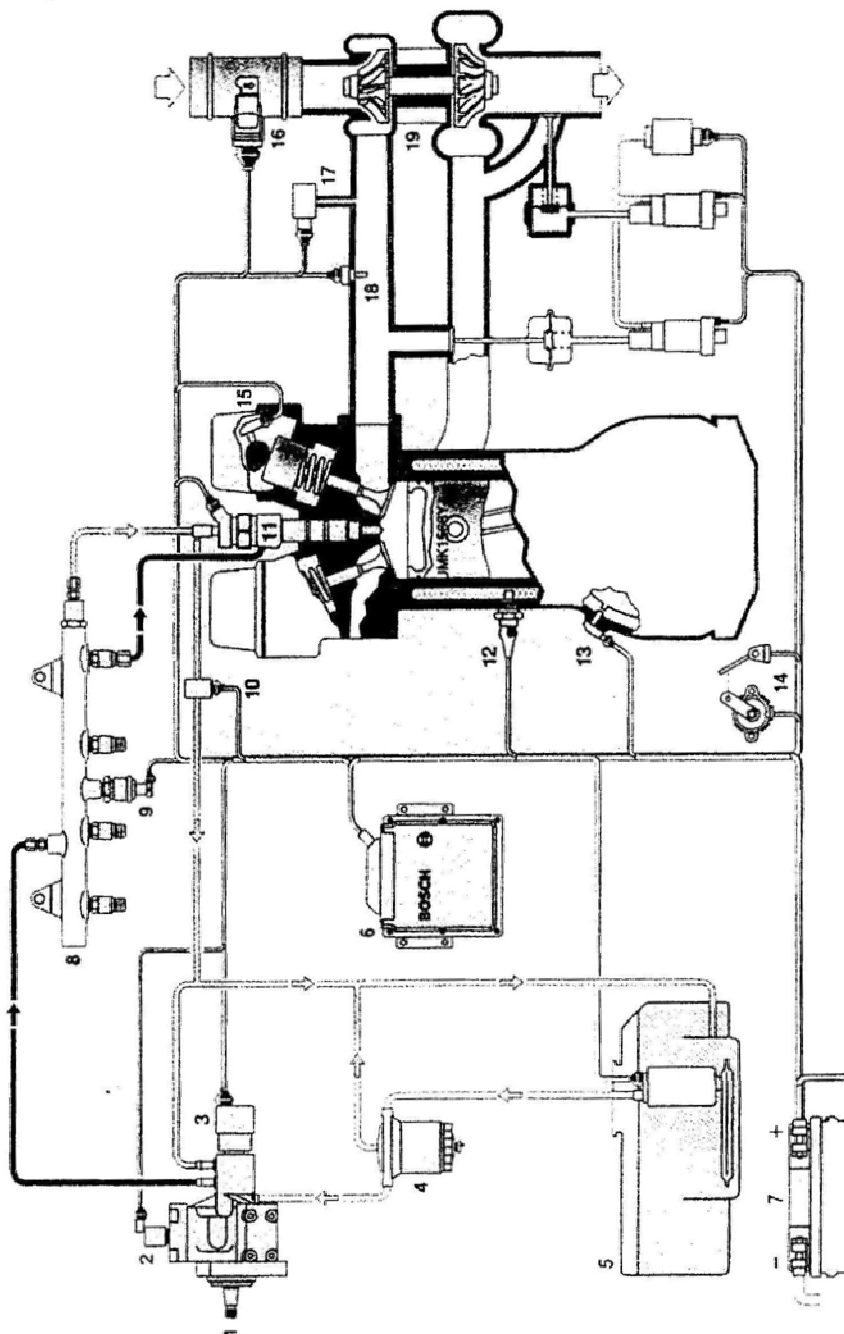
Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα ψεκασμού του καυσίμου, η επιτάχυνση που δίνει ο οδηγός δεν μεταφέρεται στην αντλία καυσίμου με ντίζα ή μηχανικές διασυνδέσεις αλλά χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα στο πεντάλ γκαζιού χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα στο πεντάλ γκαζιού (ποτενσιόμετρο) που δίνει άμεσα σήμα στην ECU.

Η τάση που δημιουργείται στα άκρα του ποτενσιόμετρου είναι συνάρτηση της θέσης του πεντάλ. Παίρνοντας σαν δεδομένο αυτή την τάση και χρησιμοποιώντας την κατάλληλη γραφική παράσταση, η ECU υπολογίζει τη θέση του πεντάλ ή με άλλα λόγια τη ροπή που ζήτησε ο οδηγός.

Αισθητήρας πίεσης υπερσυμπιεστή

Ο αισθητήρας πίεσης υπερσυμπιεστή(Boost-Pressure Sensor BPS) είναι συνδεδεμένος στην πολλαπλή εισαγωγής και μετράει την απόλυτη πίεση μεταξύ 0.5 και 3 bar.

Ο αισθητήρας διαιρείται σε ένα κελί με δυο στοιχεία αισθητήρων και σε ένα θάλαμο για το κύκλωμα αποτίμησης. Τα στοιχεία του αισθητήρα και το κύκλωμα αποτίμησης είναι τοποθετημένα σε ένα κεραμικό υπόστρωμα.



Εικόνα 6.5. Αισθητήρες του Common Rail μαζί με διάφορα στοιχεία του συστήματος

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Βαλβίδα διακοπής
3. Βαλβίδα έλεγχου πίεσης
4. Φίλτρο καυσίμου
5. Δεξαμενή καυσίμων με προφίλτρο και αντλία χαμηλής πίεσης
6. ECU
7. Μπαταρία
8. Συσσωρευτής υψηλής πίεσης
9. Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
10. Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου
11. Μπεκ
12. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού
13. Αισθητήρας ταχύτητας στροφαλοφόρου άξονα
14. Αισθητήρας πεντάλ επιτάχυνσης
15. Αισθητήρας εκκεντροφόρου άξονα
16. Μετρητής μάζας αέρα
17. Αισθητήρας πίεσης υπερσυμπιεστή
18. Αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα
19. Υπερσυμπιεστής

6.3 ECU

Αποστολή και μέθοδος λειτουργίας

Η ECU (συσκευή έλεγχου) αποτιμά τα σήματα που λαμβάνει από τους αισθητήρες και οριοθετεί το σήμα τους μέσα στα επιτρεπόμενα όρια. Από αυτά τα δεδομένα και από αποθηκευμένους χάρτες ο μικροϋπολογιστής της ECU υπολογίζει τη χρονική στιγμή και τη διάρκεια ψεκασμού και μετατρέπει αυτούς τους χρόνους σε χαρακτηριστικά σήματα που είναι προσαρμοσμένα στις κινήσεις των πιστονιών και του στροφάλου.



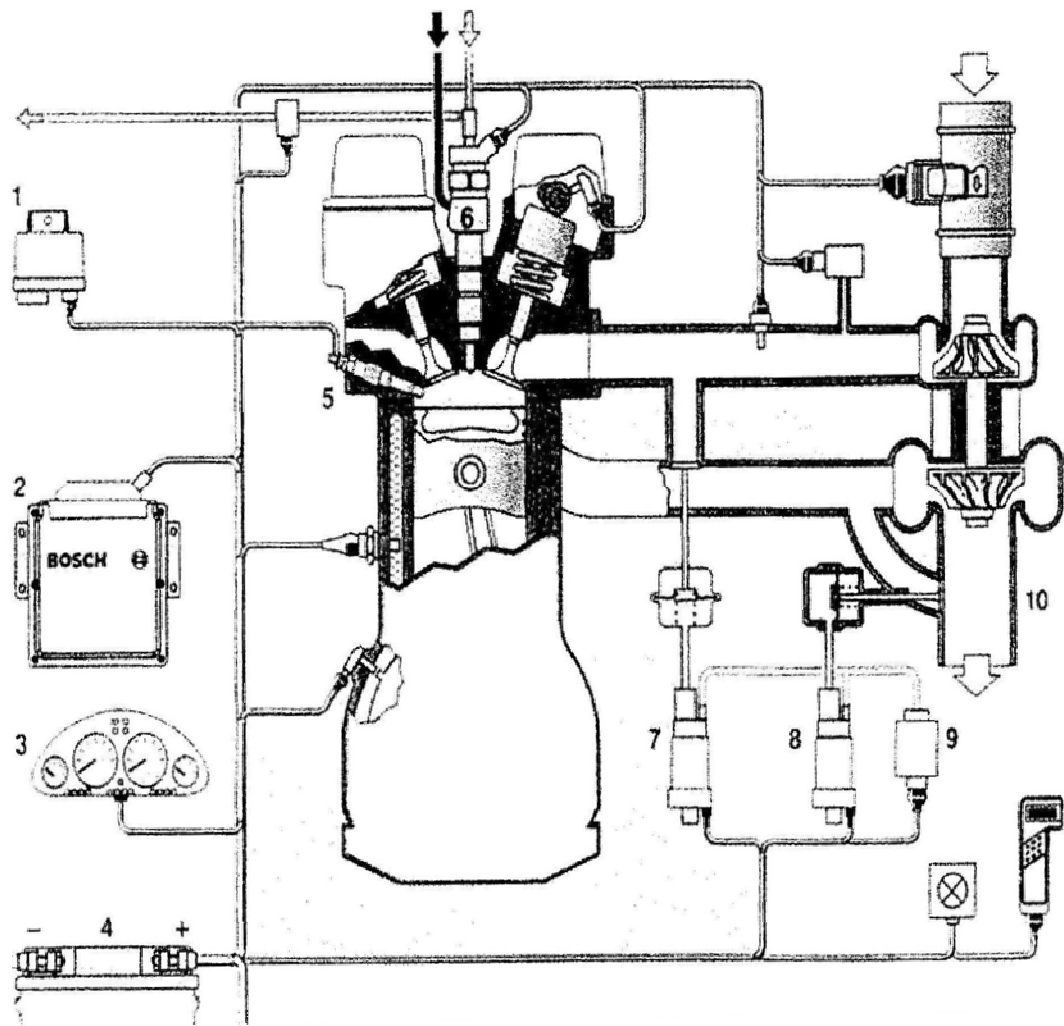
Εικόνα 6.6. ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου

Η έννοια του Hardware

Πιο απλά τα τμήματα Hardware της συσκευής έλεγχου χωρίζονται ως εξής :

- Στην τροφοδοσία με ηλεκτρική τάση
- Στην προετοιμασία του σήματος εισόδου
- Στην κατεργασία του σήματος
- Και στα σταδία εξόδου

6.4 Μηχανισμοί κίνησης



Εικόνα 6.7. Μηχανισμοί κίνησης και άλλα στοιχεία του Common Rail

- 1.Μοναδα έλεγχου πυράκτωσης
- 2.ECU
- 3.Πινακας οργάνων με ενδείξεις για κατανάλωση καυσίμου, ταχύτητα μηχανής κλπ.
- 4.Μπαταρια
- 5.Στοιχειο πυράκτωσης
- 6.Μπεκ
- 7.Ρυθμιστης EGR
- 8.Ρυθμιστης πίεσης υπερσυμπιεστή
- 9.Αντλια κενού
- 10.Υπερσυμπιεστης

Μπεκ

Ειδικά μπεκ με υδραυλικά σερβοσυστήματα και με ηλεκτρικά ενεργοποιούμενα στοιχεία χρησιμοποιούνται στο Common Rail ώστε να επιτύχουμε αποτελεσματική έναρξη του ψεκασμού και την ακριβή ποσότητα του καυσίμου που θα ψεκαστεί. Στην αρχή του ψεκασμού μια τάση εφαρμόζεται στα μπεκ και η σπειροειδής βαλβίδα ανοίγει γρήγορα. Μόλις η βελόνα του ακροφυσίου ανοίξει εντελώς η τάση αυτή μειώνεται. Η ποσότητα του ψεκαζομένου καυσίμου καθορίζεται από τον χρόνο που μένει ανοιχτό το μπεκ και από την πίεση στον συσσωρευτή. Το μπεκ κλείνει μόλις σταματήσει η εφαρμογή της τάσης στην σπειροειδή βαλβίδα.

Βαλβίδα έλεγχου πίεσης καυσίμου

Η ECU χρησιμοποιεί μια βαλβίδα έλεγχου πίεσης στον συσσωρευτή. Μόλις η βαλβίδα ενεργοποιηθεί κλείνει και διαχωρίζει την υψηλή πίεση από την χαμηλή. Έτσι η πίεση στον συσσωρευτή αυξάνεται. Όταν η βαλβίδα δεν είναι ενεργοποιημένη είναι ανοιχτή. Το καύσιμο μπορεί να περάσει από τη βαλβίδα και να επιστρέψει στη δεξαμενή καυσίμων. Η πίεση στον συσσωρευτή πέφτει.

Μονάδα έλεγχου πυράκτωσης

Είναι υπεύθυνη για την εξασφάλιση της αποτελεσματικής εκκίνησης του κινητήρα. Επίσης, μικραίνοντας το χρόνο θέρμανσης του θαλάμου καύσης επιτυγχάνουμε τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων όταν ο κινητήρας είναι ακόμα κρύος. Η περαιτέρω λειτουργία της πυράκτωσης εξαρτάται από έναν αριθμό παραμέτρων όπως η δεκαζομένη ποσότητα καυσίμου και η ταχύτητα του κινητήρα.

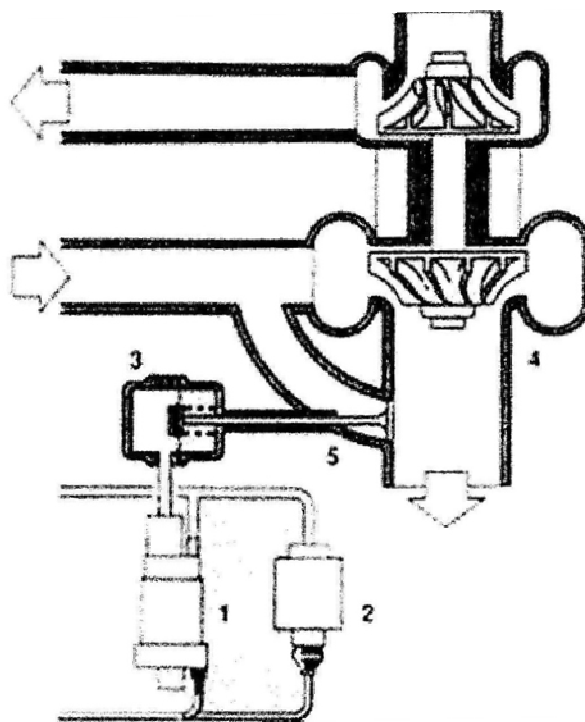
Ηλεκτροπνευματικές διατάξεις μετατροπής

Οι βαλβίδες ή τα πτερύγια του ελεγκτή στροβιλισμού, του EGR, και του ενεργοποιητή για αύξηση της πίεσης στον υπερσυμπιεστή (boost pressure) ενεργοποιούνται μηχανικά χρησιμοποιώντας υπερπίεση ή υποπίεση. Εδώ , η ECU δημιουργεί ένα ηλεκτρικό σήμα που μετατρέπεται σε υπερπίεση ή υποπίεση από μια ηλεκτροπνευματική διάταξη μετατροπής.

Ρυθμιστής πίεσης υπερσυμπιεστή

Οι κινητήρες των επιβατικών οχημάτων με υπερσυμπιεστή καυσαερίων, πρέπει να αναπτύσσουν υψηλές ροπές ακόμα και στις χαμηλές στροφές.

Ο κορμός του υπερσυμπιεστή, είναι επομένως σχεδιασμένος για ροή μικρής μάζας καυσαερίων. Άλλα για να μην αναπτυχθεί υψηλή πίεση όταν η μάζα θα είναι μεγάλη, η ροή αυτή θα πρέπει να εκτραπεί από τον υπερσυμπιεστή μέσω μιας παρακαμπτήριας βαλβίδας, σαν συνάρτηση των στροφών του κινητήρα και της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου. Αντί της παρακαμπτήριας βαλβίδας μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπερσυμπιεστής μεταβλητής γεωμετρίας (VGT).



Εικόνα 6.8. Ρυθμιστής πίεσης υπερσυμπιεστή

1. Ενεργοποίησης
2. Αντλία κενού
3. Μηχανισμός κίνησης
4. Υπερσυμπιεστής
5. Παρακαμπτήριος βαλβίδα

Ελεγκτής στροβιλισμού

Ο έλεγχος του στροβιλισμού χρησιμοποιείται για να επηρεάσει τους στροβιλισμούς του εισερχόμενου αέρα.

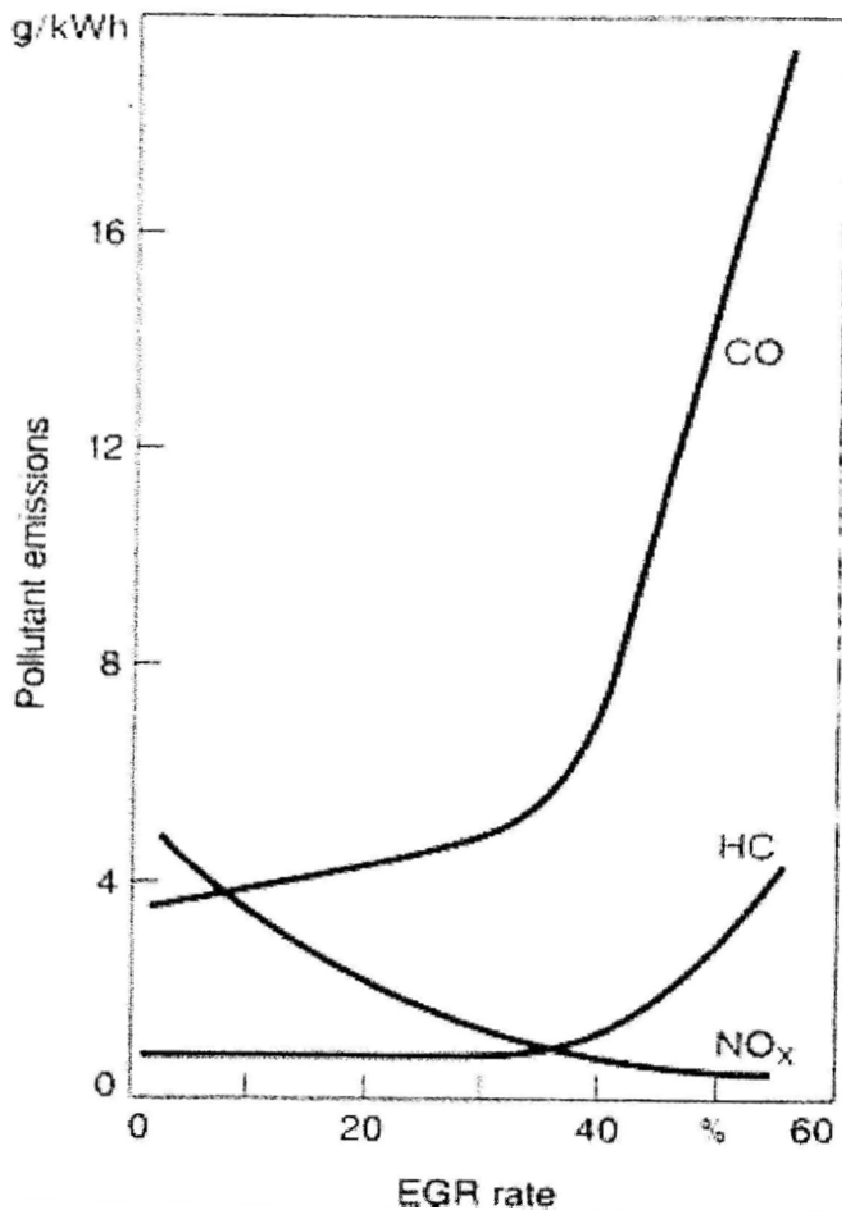
Ο στροβιλισμός συνήθως δημιουργείται μόνος του χρησιμοποιώντας ελικοειδή διαμορφωμένα περάσματα εισόδου και καθορίζει την μίξη αέρα-καυσίμου στον θάλαμο καύσης. Άρα έχει και αξιοσημείωτη επιρροή πάνω στην ποιότητα καύσης.

Ο στροβιλισμός μπορεί να τροποποιηθεί χρησιμοποιώντας έναν ελεγκτή στροβιλισμού στην περιοχή της βαλβίδας ρύθμισης αέρα.

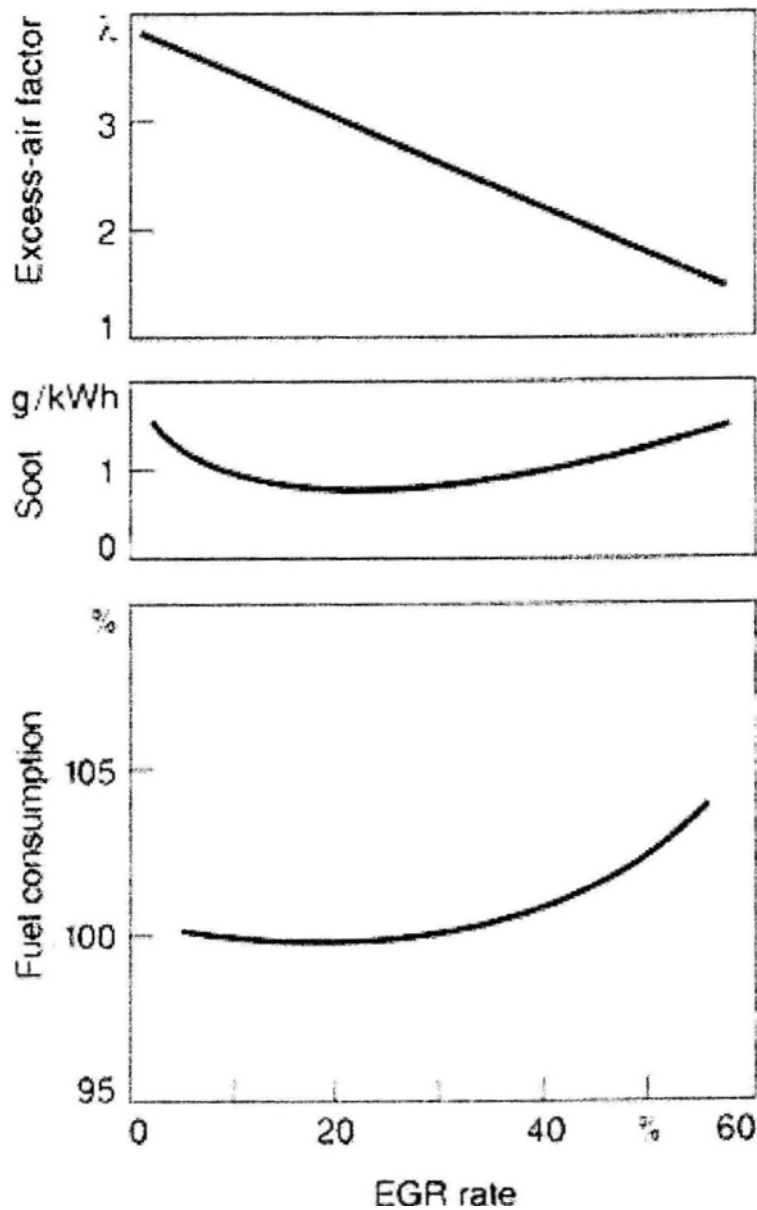
Ρυθμιστής EGR

Με την ανακύκλωση καυσαερίων (EGR) ένα μέρος των καυσαερίων οδηγείται στην περιοχή εισαγωγής του κινητήρα. Μέχρι κάποιον προκαθορισμένο βαθμό, ένα αυξανόμενο τμήμα αναλογίας καυσαερίων-αέρα έχει θετική επίδραση στις εκπομπές καυσαερίων. Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, η μάζα του εισερχόμενου αέρα στους θαλάμους καύσης μπορεί να αποτελείται μέχρι και 40% από καυσαέρια.

Στον έλεγχο της ECU, η πραγματική ποσότητα μάζας φρέσκου αέρα μετριέται και συγκρίνεται, σε κάθε σημείο λειτουργίας, με την επιθυμητή τιμή. Χρησιμοποιώντας το σήμα από την ECU ο ρυθμιστής EGR ανοίγει ώστε τα καυσαέρια να μπουν στην περιοχή εισαγωγής.



Εικόνα 6.9. Διάγραμμα επιρροής του βαθμού ανακύκλωσης καυσαερίων πάνω στις εκπομπές μόλυνσης



Εικόνα 6.10. Διάγραμμα επιρροής του βαθμού ανακύκλωσης καυσαερίων πάνω στην κατανάλωση, στην αιθάλη και στην περίσσεια αέρα

Ελεγκτής βαλβίδας ρύθμισης ροής

Η βαλβίδα ρύθμισης ροής στον κινητήρα πετρελαίου εκπληρώνει μια εντελώς διαφορετική λειτουργία από ότι σε έναν κινητήρα βενζίνης. Χρησιμοποιείται για να αυξήσει τον βαθμό ανακύκλωσης των καυσαερίων, ελαττώνοντας την υπερπίεση στην πολλαπλή εισαγωγής. Ο ελεγκτής βαλβίδας ρύθμισης ροής ενεργοποιείται μόνο στις χαμηλές στροφές.

6.5 Ανταλλαγή πληροφοριών

Η επικοινωνία ανάμεσα στην ECU του Common Rail και των άλλων ECU γίνεται χρησιμοποιώντας το σύστημα CAN Bus.

Αυτό γίνεται για να μεταφερθούν οι επιθυμητές τιμές, τα δεδομένα λειτουργιάς και οι πληροφορίες κατάστασης που χρειάζονται για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα και των άλλων συστημάτων καθώς και για την παρακολούθηση ελαττωμάτων.

Μερικά από τα γνωστά συστήματα που χρησιμοποιούν ECU είναι τα παρακάτω:

Εξωτερική μεσολάβηση στην ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου

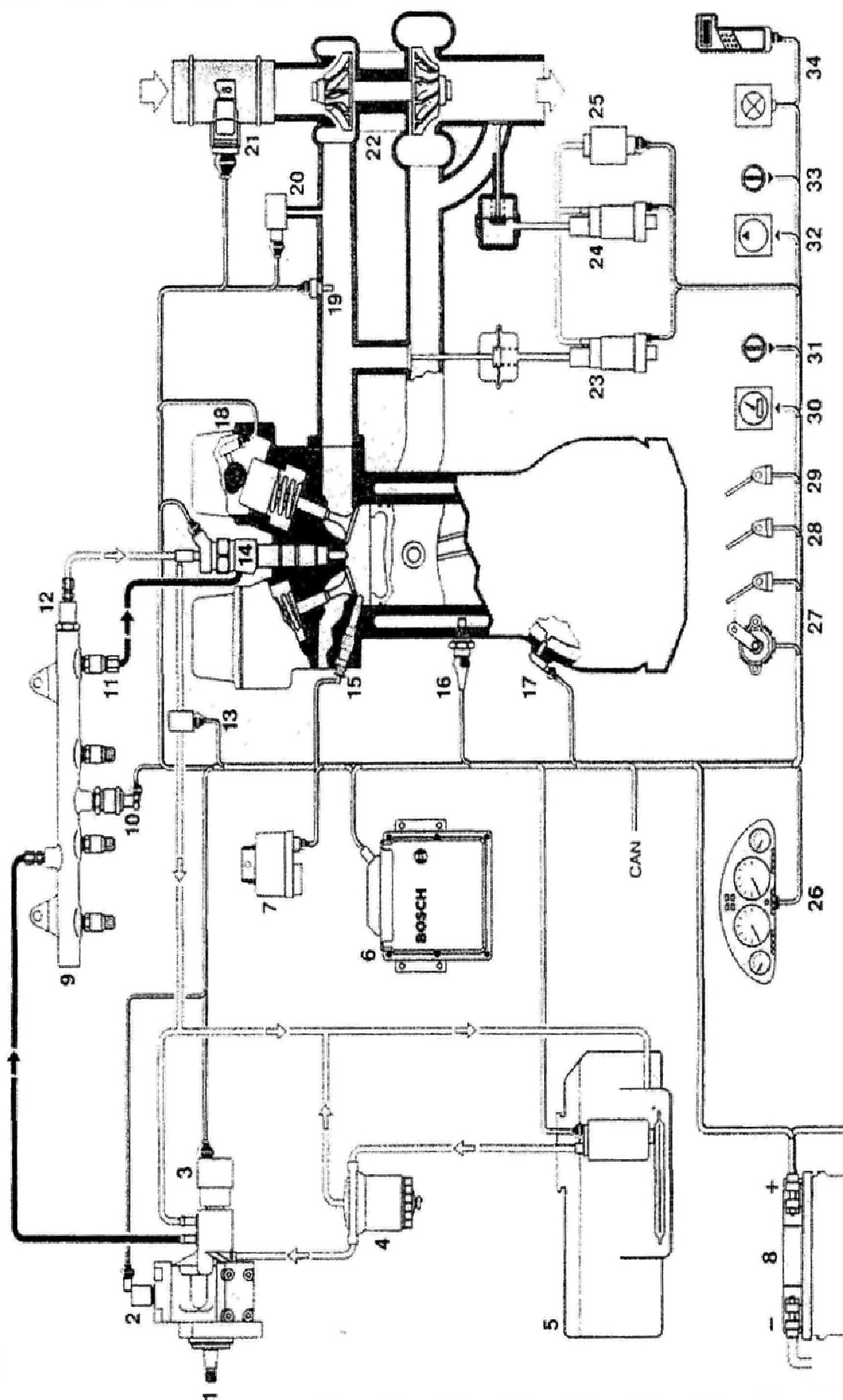
Σε αυτήν την περίπτωση η ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου επηρεάζεται όχι από την ECU του CR αλλά από άλλη ECU που ειδοποιεί την ECU του CR ότι η ροπή του κινητήρα και κατά συνέπεια η ποσότητα του καυσίμου πρέπει να αλλάξουν (και αν ναι κατά ποσό).

Ηλεκτρονικό κλείδωμα (immobilizer)

Σε περίπτωση κλοπής και τέτοιου είδους σκοπούς η ECU δεν αφήνει την μηχανή να πάρει μπροστά. Ο οδηγός μπορεί να στείλει σήμα στην ECU του immobilizer με ένα τηλεχειριστήριο ή με το κλειδί εκκίνησης του κινητήρα που να του δίνει την άδεια να χρησιμοποιήσει το όχημα. Τότε η ECU του immobilizer δίνει σήμα στην ECU του CR ότι έχει την άδεια να ψεκάσει καύσιμο και να εκκινήσει ο κινητήρας.

Κλιματισμός

Για να διατηρήσουμε μια ευχάριστη θερμοκρασία μέσα στο όχημα όταν η θερμοκρασία έξω είναι πολύ υψηλή, το A/C δροσίζει τον αέρα μέσω ενός συμπιεστή. Ανάλογα με την μηχανή και την κατάσταση οδήγησης η ενεργεία που καταναλώνει είναι το 1...30% από την δύναμη της εξωτερικής ισχύος του κινητήρα. Επομένως ο σκοπός δεν είναι μόνο ο έλεγχος της θερμοκρασίας, αλλά και η βέλτιστη αξιοποίηση της ροπής του κινητήρα. Μόλις ο οδηγός επιταχύνει απότομα, ο συμπιεστής απενεργοποιείται αυτόματα.



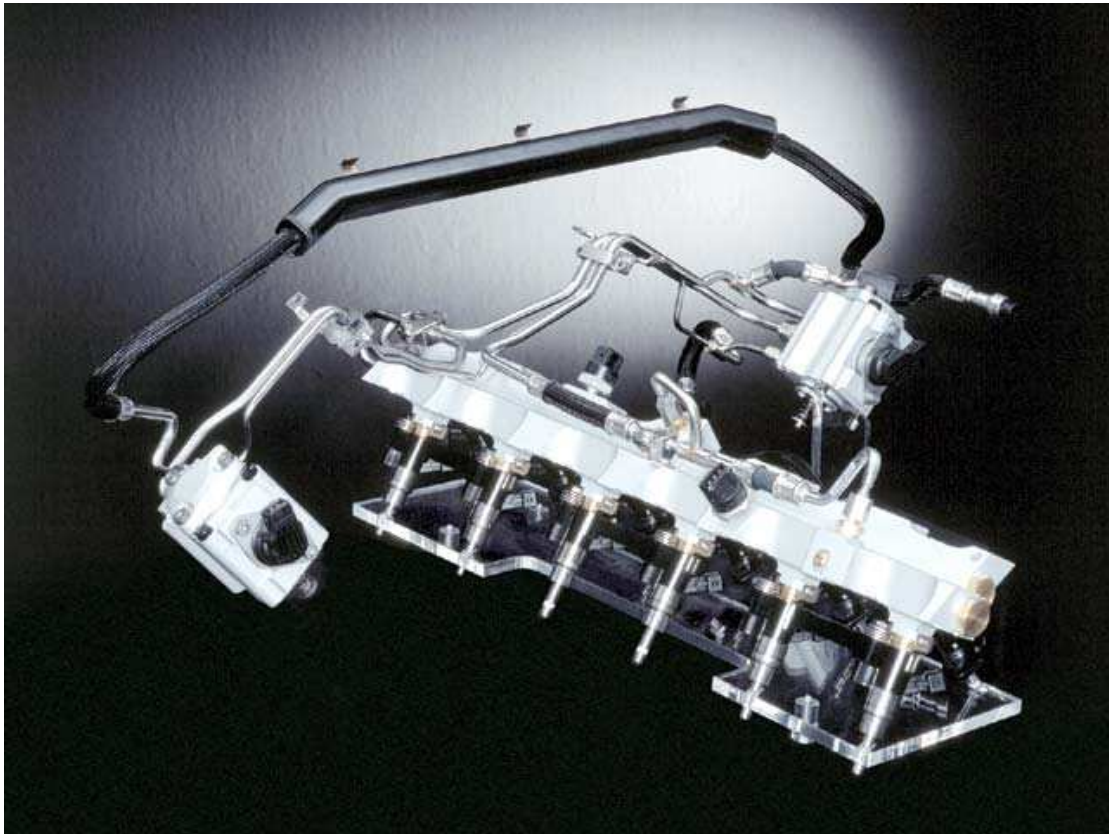
Εικόνα 6.11. Σύνοψη ενός συστήματος Common Rail

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Βαλβίδα διακοπής
3. Βαλβίδα έλεγχου πίεσης
4. Φίλτρο καυσίμου
5. Δεξαμενή καυσίμων με προφίλτρο και αντλία χαμηλής πίεσης
6. ECU
7. Μονάδα έλεγχου πυράκτωσης
8. Μπαταρία
9. Συσσωρευτής υψηλής πίεσης
10. Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
11. Περιοριστής ροής
12. Βαλβίδα περιορισμού πίεσης
13. Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου
14. Μπεκ
15. Στοιχείο πυράκτωσης
16. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού
17. Αισθητήρας στροφαλοφόρου άξονα
18. Αισθητήρας εκκεντροφόρου άξονα
19. Αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα
20. Αισθητήρας πίεσης (BPS)
21. Μετρητής μάζας αέρα
22. Υπερσυμπιεστής
23. EGR
24. Ενεργοποιητής
25. Αντλία κενού
26. Πινάκας οργάνων με οθόνη για κατανάλωση καυσίμου, ταχύτητας μηχανής κλπ.
27. Αισθητήρας θέσεως πεντάλ
28. Επαφές φρένων
29. Διακόπτης συμπλέκτη
30. Αισθητήρας ταχύτητας στο δρόμο
31. Έλεγχος ταχύτητας (cruise control)
32. Συμπιεστής κλιματιστικού
33. Μονάδα έλεγχου λειτουργιάς του κλιματιστικού
34. Οθόνη διάγνωσης με σύνδεση για εξωτερική μονάδα διάγνωσης

ΕΠΕΚΤΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΘΕΣΕΙΣ

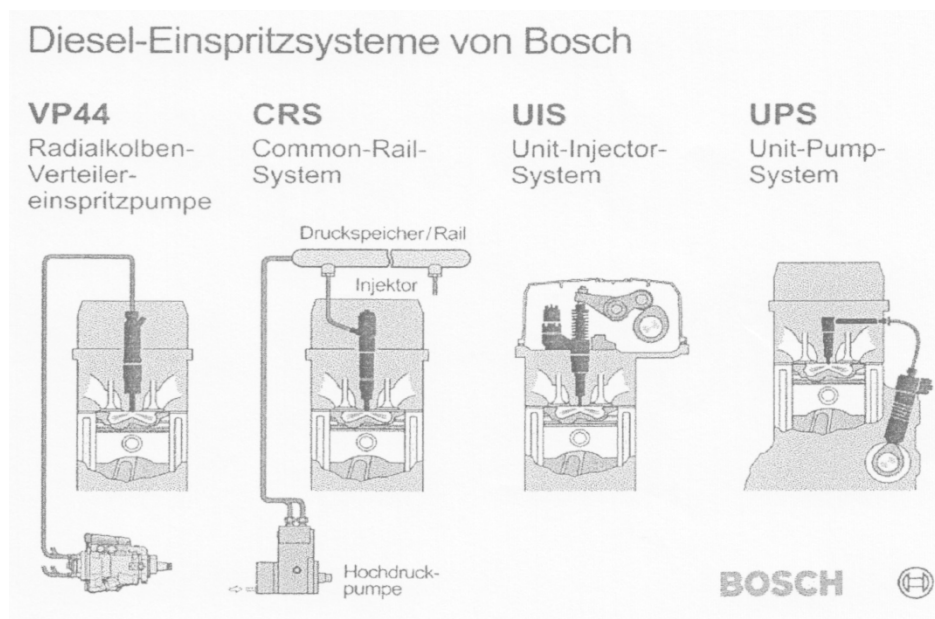
Το ποσοστό των πετρελαιοκίνητων επιβατικών αυτοκίνητων έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και όλα δείχνουν ότι θα συνεχίσει να αυξάνεται. Οι λόγοι είναι πολλοί. Καταρχήν, η μείωση των εκπομπών ρύπων των πετρελαιοκινήτων την τελευταία δεκαετία είναι σημαντική: τα οξείδια του αζώτου και τα στερεά σωματίδια έχουν μειωθεί κατά 85%, ενώ η ισχύς έχει αυξηθεί κατά 90%, με την ειδική ισχύ να αγγίζει τους 70 ίππους/λίτρο.

Έτσι η ροπή αυξάνεται, που είναι παραδοσιακό προσόν των πετρελαιοκινήτων και κάνει την οδήγηση εξαιρετικά ευχάριστη, για ταχύτερα προσπεράσματα στις υψηλές ταχύτητες. Από την άλλη μεριά εξελίσσονται και νέα συστήματα περιορισμού της εκπομπής ρύπων (π.χ. παγίδες αιθάλης) που θα κάνουν τους ντίζελ ακόμα πιο <<καθαρούς>>. Επιπλέον, η εξέλιξη των συστημάτων τροφοδοσίας και το πέρασμα στον άμεσο ψεκασμό δίνει μεγάλες δυνατότητες για περιορισμό της κατανάλωσης για εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα. Αν προστεθεί σε αυτά και η πιο πολιτισμένη λειτουργία των σύγχρονων ντίζελ, γίνεται εύκολα κατανοητό γιατί οι ντίζελ θα γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλείς.

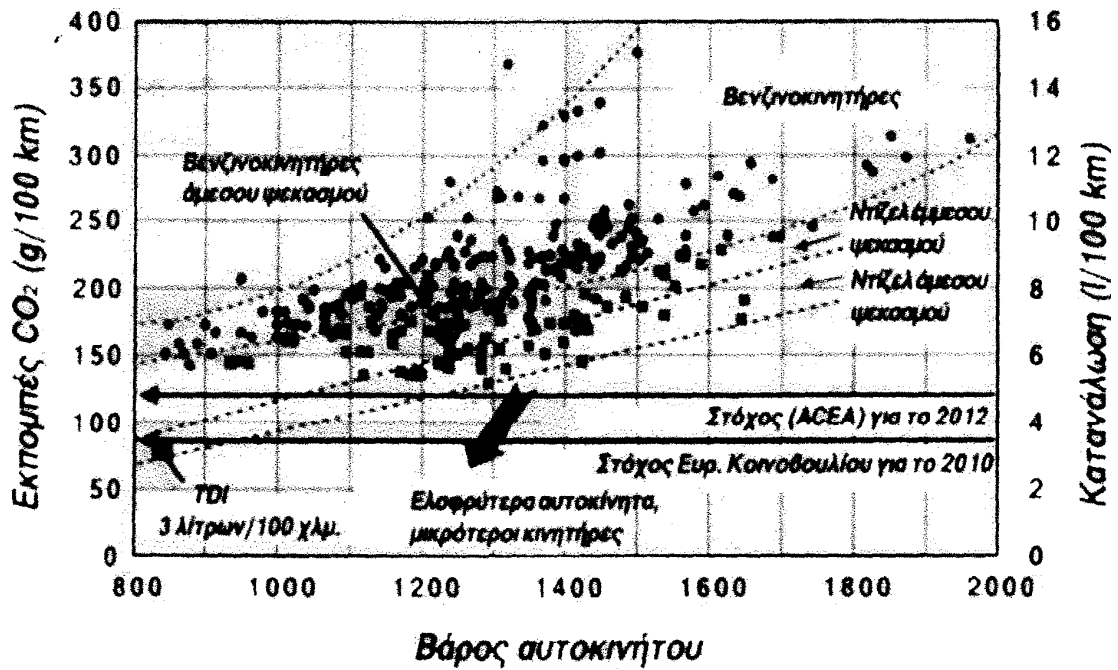


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο παρακάτω παράρτημα μπορούμε να δούμε κάποια διάγραμμα κατανάλωσης, χρήσης άμεσου-έμμεσου ψεκασμού και χρήσης του κάθε συστήματος ψεκασμού.



Εκπομπές CO₂, κατανάλωση και βάρος αυτοκινήτου

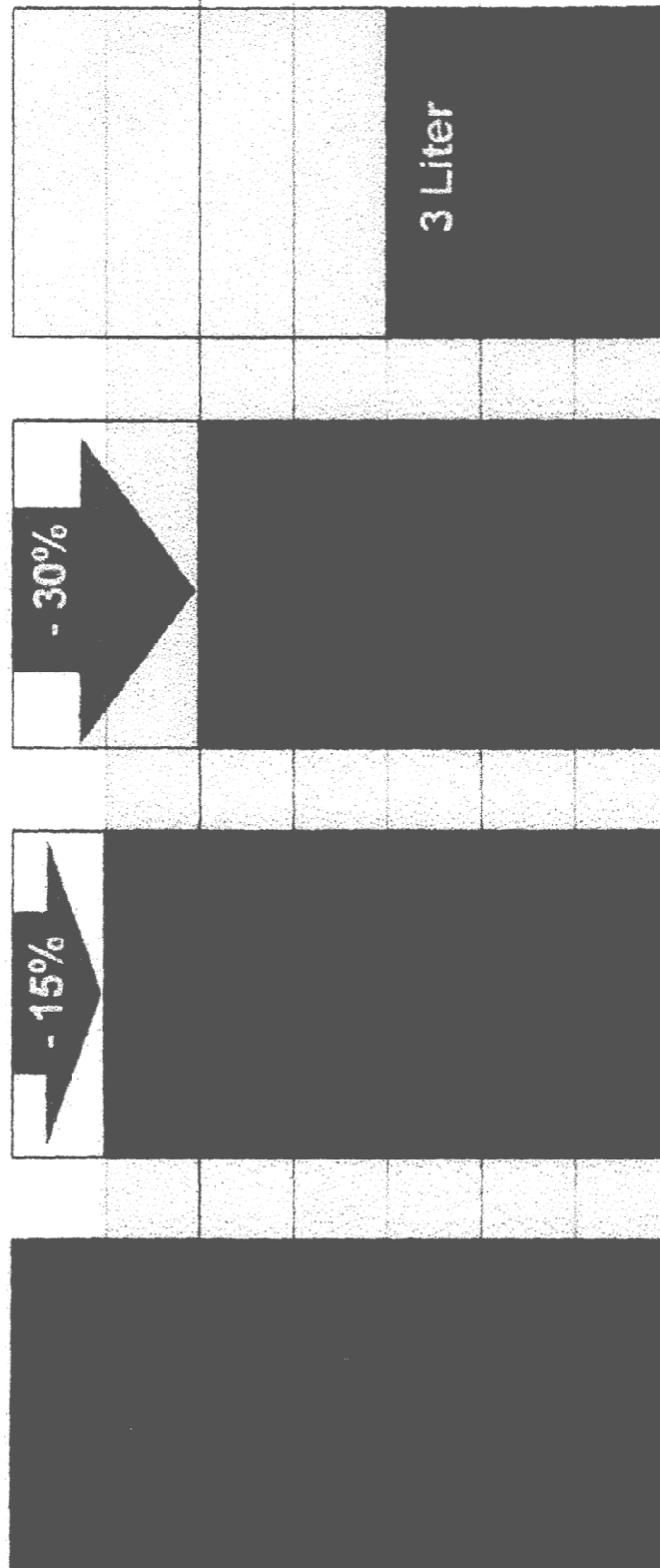


Χαμηλότερη κατανάλωση και λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα για τους ντίζελ. Γίνεται φανερό ότι οι μόνοι κινητήρες που μπορούν σχετικά εύκολα να ανταποκριθούν στις νέες αυστηρότερες προδιαγραφές εκπομπών CO₂ είναι οι ντίζελ.



Liter / 100 Km

8
7
6
5
4
3
2
1
0



Ziel 2000

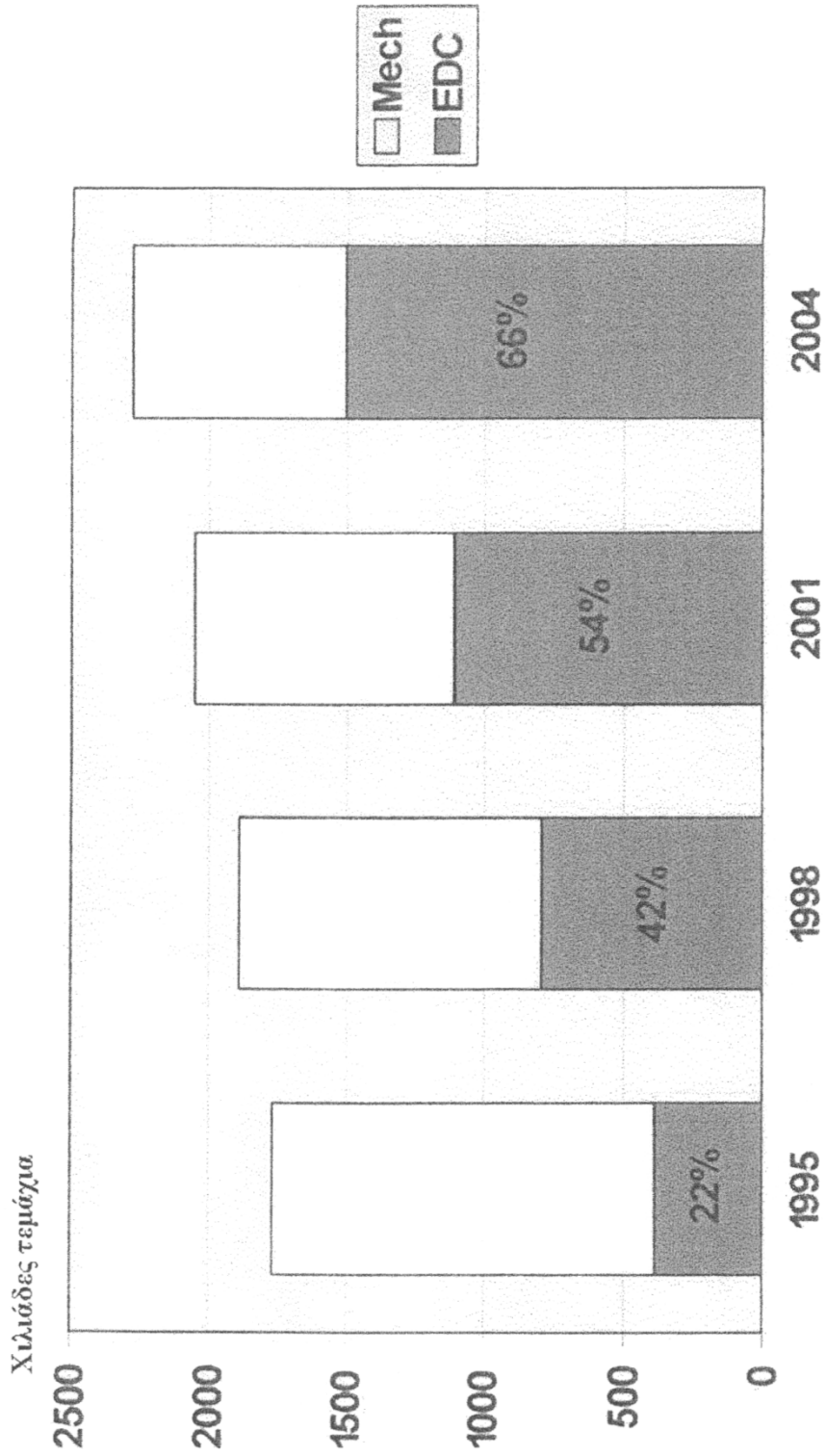
DI-Diesel

IDI-Diesel

Ottomotor

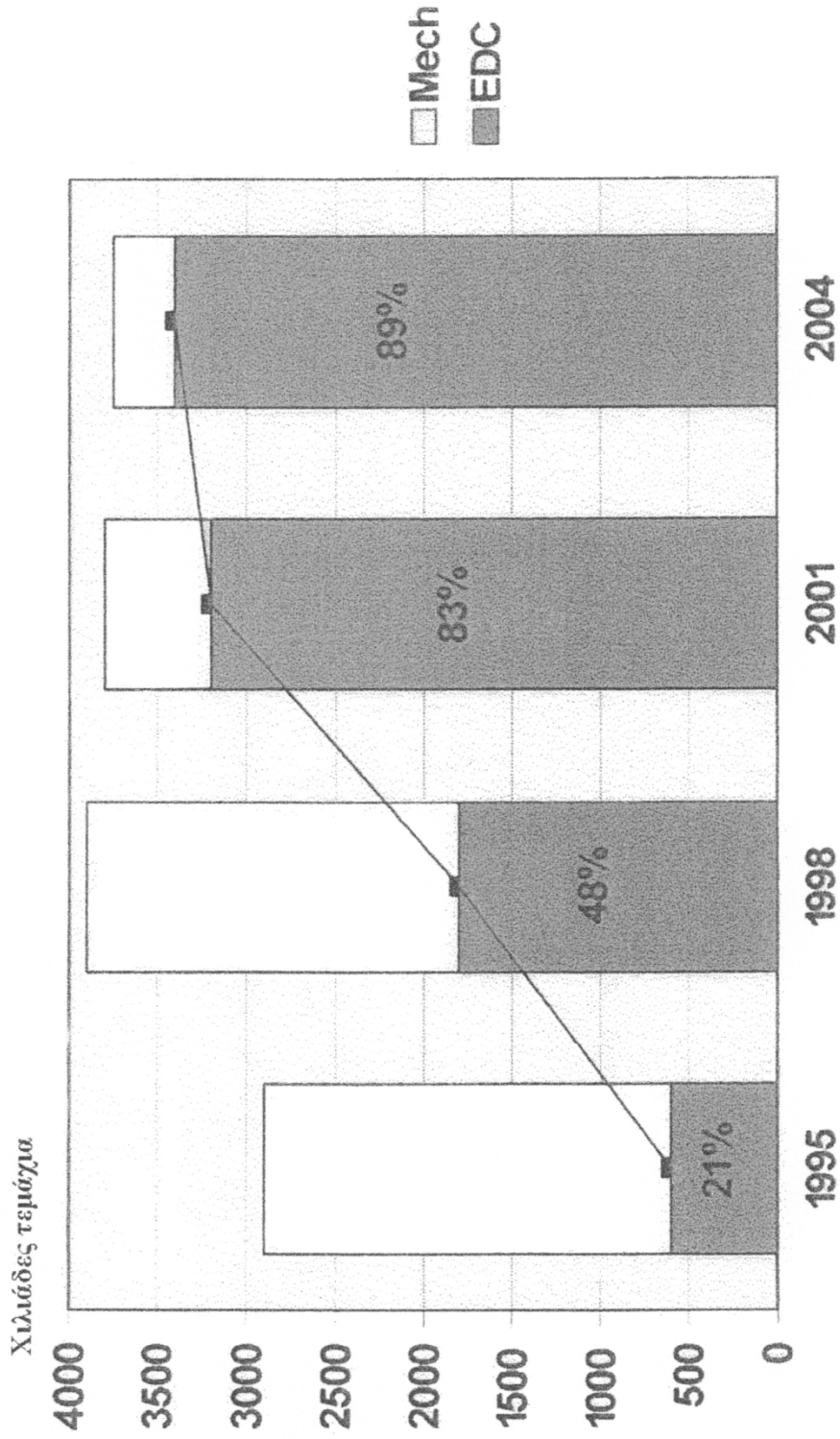
Διάγραμμα Κατανάλωσης

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ



Διάγραμμα για μηχανικά και ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα Ψεκασμού πετρελαίου για οχήματα άνω των 6 τόνων

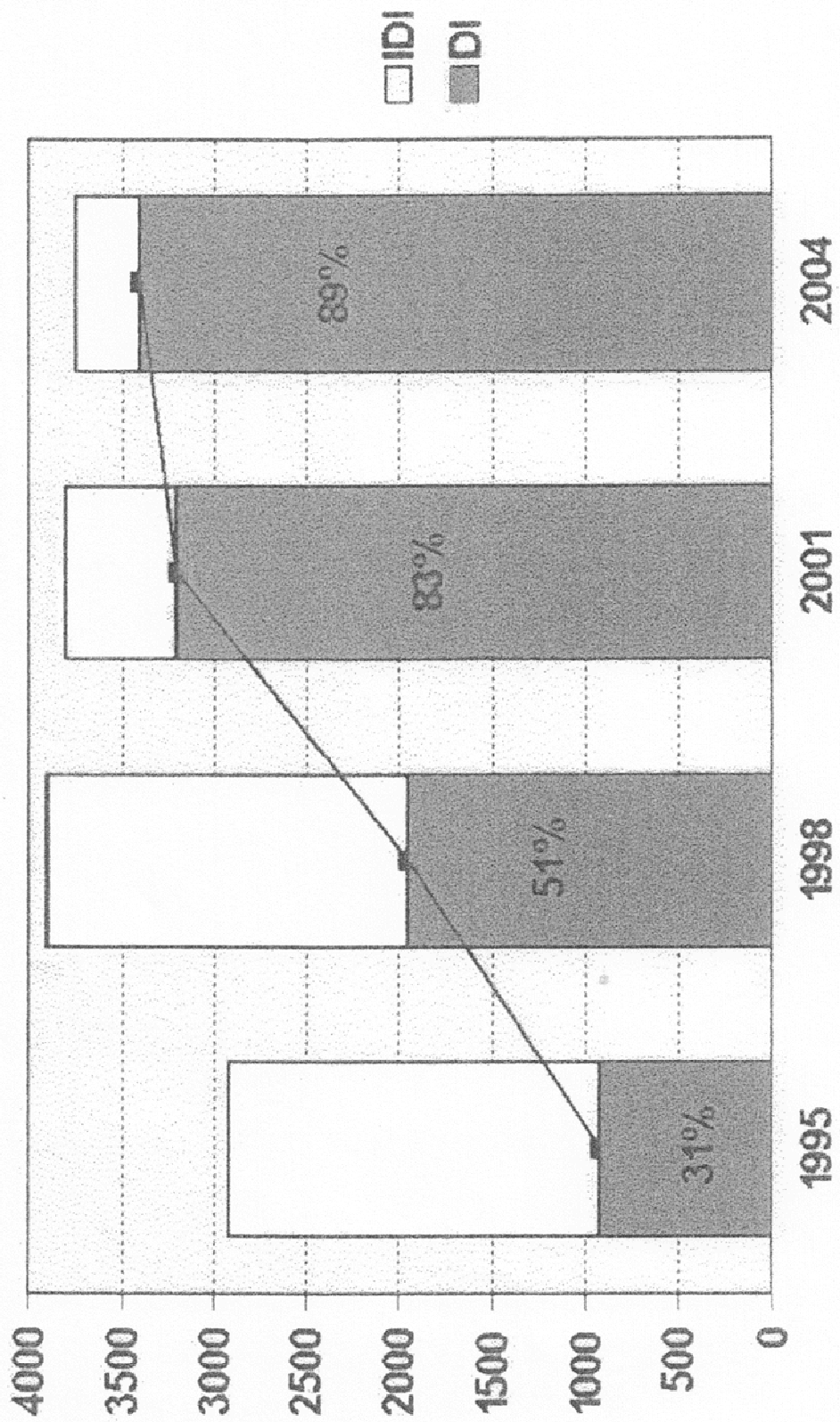
ΔΥΤΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ



Διάγραμμα για μηχανικά και ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ψεκασμού πετρελαίου για οχήματα κάτω των 6 τόνων

ΔΥΤΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ

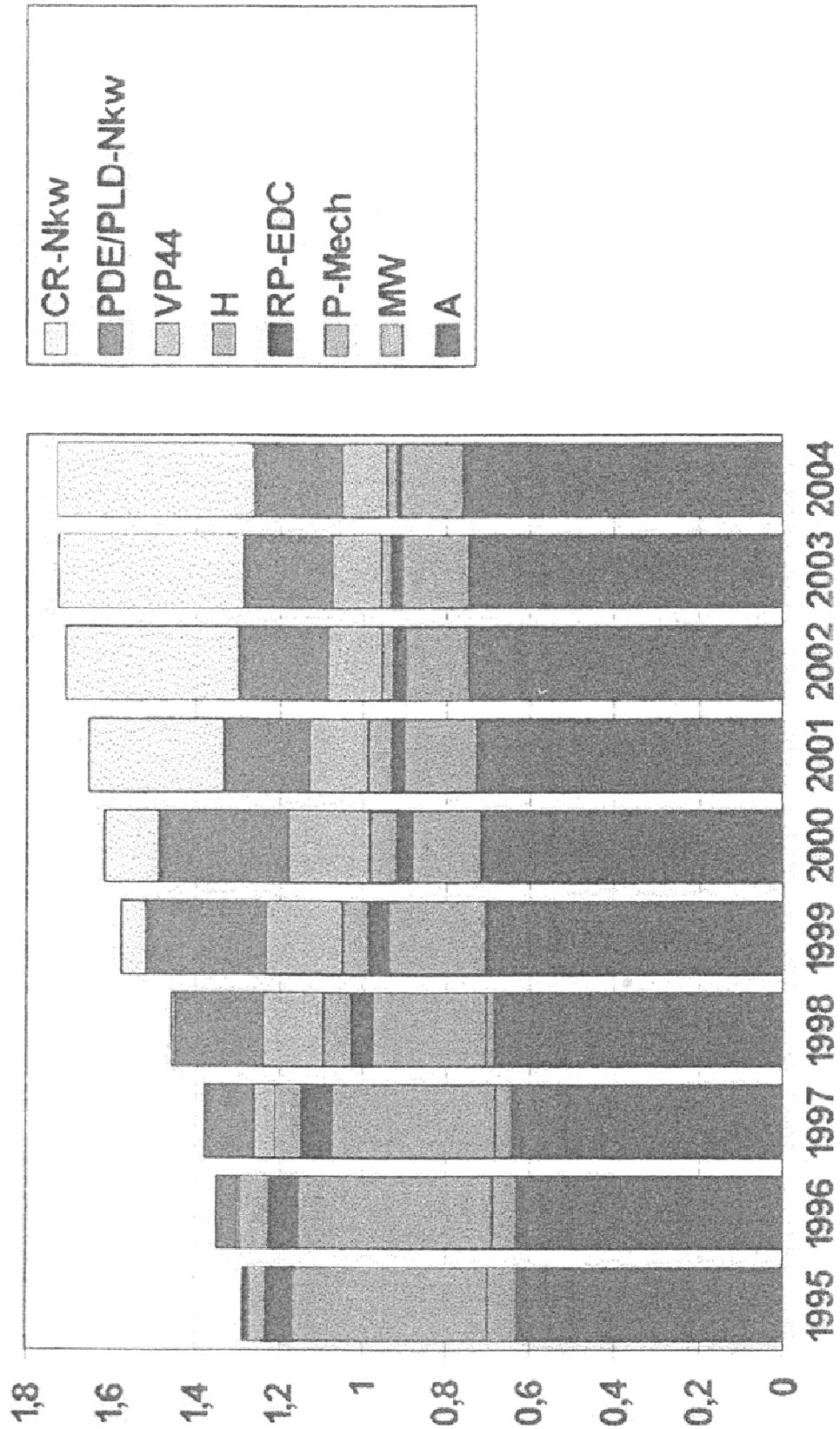
Χιλιάδες τεμάχια



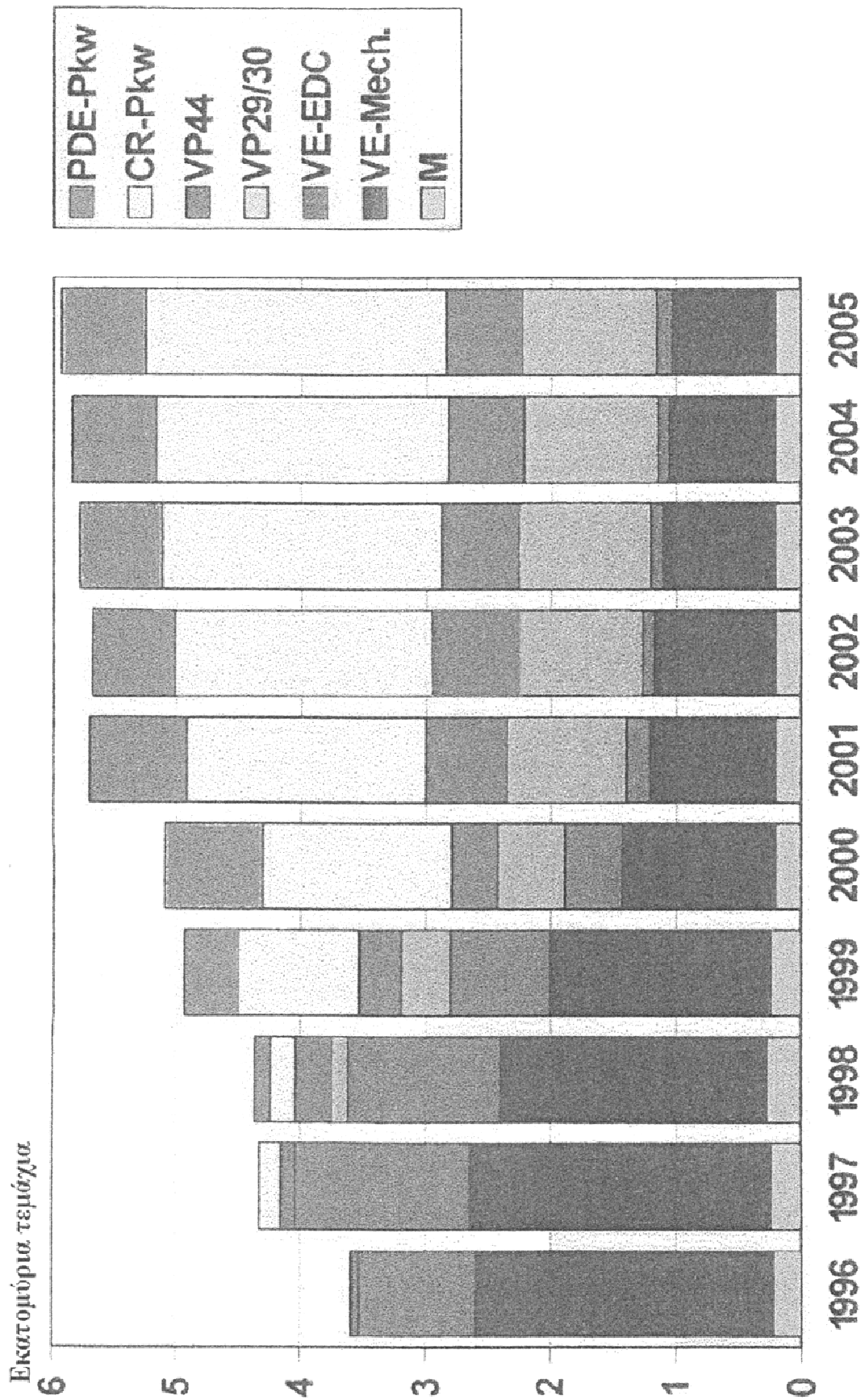
Διάγραμμα χρήσης άμεσου και έμμεσου ψεκασμού

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ

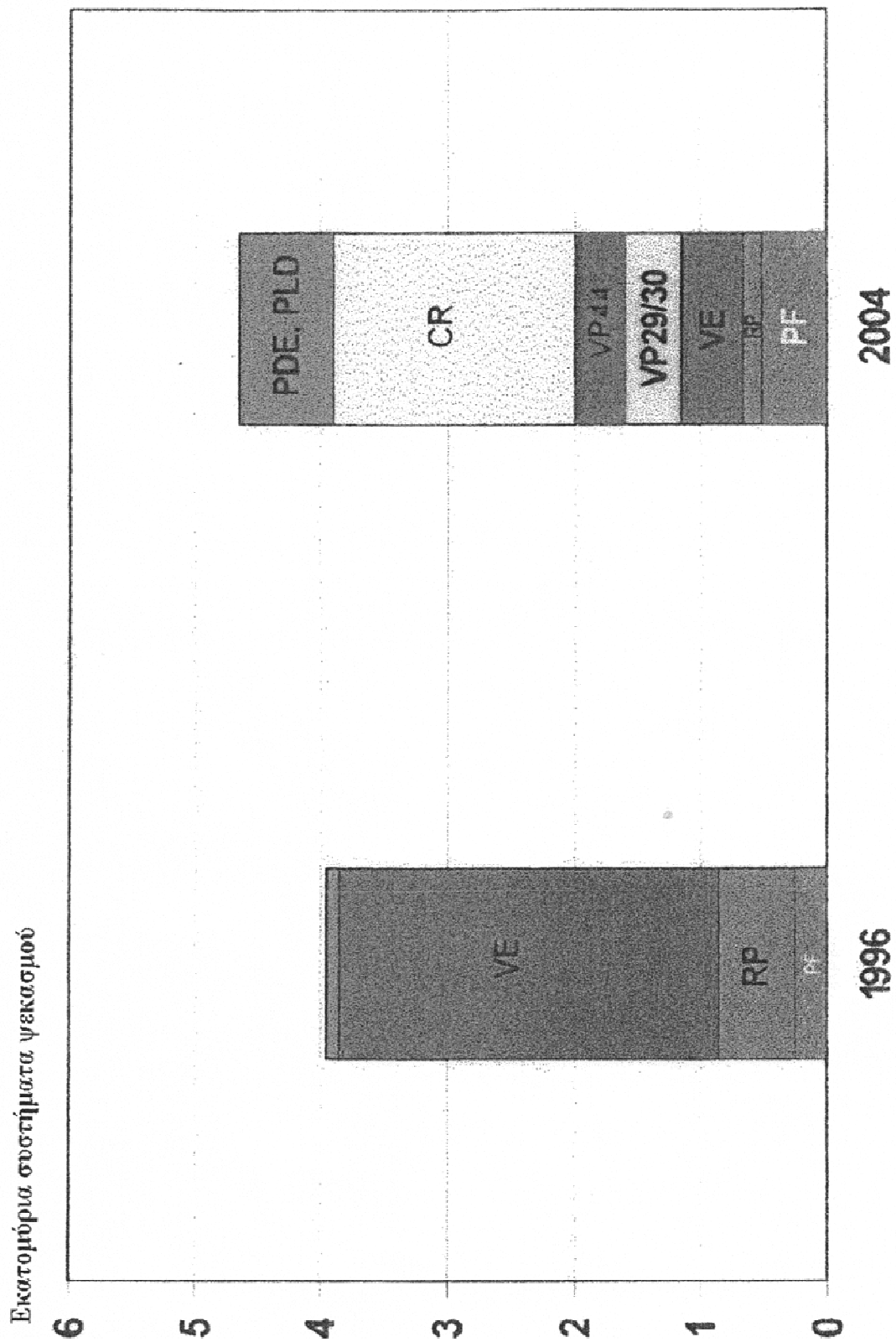
Εκατομύρια τεμάχια



Διάγραμμα χρήσης και εκτίμησης για διαφόρους τύπους συστημάτων για οχήματα άνω των 6 τόνων



Διάγραμμα χρήσης και εκτίμησης για διάφορους τύπους συστημάτων για οχήματα κάτω των 6 τόνων



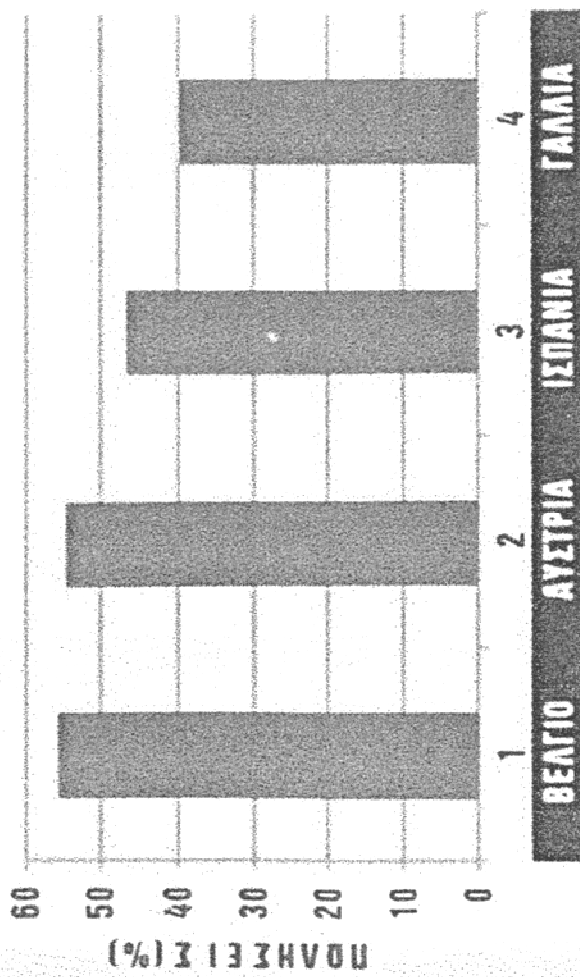
Διάγραμμα αριθμού συστημάτων για 2000
και εκτίμησης για το 2010

(στην Bosch)

Έτος παραγωγής	1989	1993	1997	2001
Τύπος μονάδας	MSA6	MSA11	EDC 15	EDC 16
Μήκος λέξης	8 bit	16	16	32
Υπολογιστική ισχύς	MIPS <1	1	4	40
Transistors	mill. <1	<1	<1	7
Μνήμη	kByte 33	64	256	1000
Παράμετροι προγράμματος	500	1500	4500	6000
Αριθμός ακίδων βύσματος	55	55	121	154

Σε αυτόν τον πίνακα φαίνεται η αύξηση της ποδηλοκρίτιας και υπολογιστικής ισχύος των μονάδων ελέγχου των σύγχρονων κινητήρων νίζελ.

ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΝΤΙΖΕΛ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ



Ο πίνακας δείχνει το ποσοστό πωλήσεων των αυτοκινήτων ντιζελ στις κυριότερες αγορές της Ευρώπης. Σημειώνεται ότι οι στήλες αφορούν στην αγορά του 2000.

**ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΡΥΠΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ (g/km)**

	ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	CO	HC	HC + NOx	NOx
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ					
Euro 1	1992	2,72	-	0,97	-
Euro 2·IDI	1996	1	-	0,7	-
Euro 2·DI	1999	1	-	0,9	-
Euro 3	2000.01	0,64	-	0,56	0,5
Euro 4	2005.01	0,5	-	0,3	0,25
BENZINΗ					
Euro 3	2000.01	2,3	0,2	-	0,15
Euro 4	2005.01	1	0,1	-	0,08

Ιδιότητες	Περιστροφική Αντλία VE	Εμβολοφόρα Αντλία PE	Μονοκύλινδρη Αντλία PF	Σύστημα UIS	Σύστημα Common Rail
Μεγίστη πίεση σε BAR στην αντλία	Έως 900	Έως 1400	Έως 1500	Έως 1800	Έως 1350 (φορτηγά 1400)
Εφαρμογές	Επιβατικά / φορτηγά	Επιβατικά/ φορτηγά/ Σταθερές μηχανές	Μηχανές σκαφών και δομικών μηχανημάτων	Επιβατικά/ φορτηγά	Επιβατικά/ φορτηγά
Ισχύς του κυλίνδρου σε KW	Έως 25	Έως 70	Έως 1000	Έως 70	Έως 70

Πινάκας χαρακτηριστικών, αντλιών και συστημάτων που χρησιμοποιούν σύστημα EDC

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

CR (Common Rail) = κοινή ράβδος

EDC (Electronic Diesel Control) = ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου

ECU (Electronic Control Unit) = ηλεκτρονικός έλεγχος συστημάτων
πετρελαίου

EGR (Exhaust-Gas Recirculation) = ανακύκλωση καυσαερίων

VTG (Variable-Turbine Geometry) = τουρμπίνα μεταβλητής γεωμετρίας

Cks (Crankshaft) = στροφαλοφόρος άξονας

BPS (Boost-Pressure Sensor) = αισθητήρας της αύξησης της πίεσης

CAN (Controller Area Network) = ελεγκτής περιοχής δικτύου

UIS (Unit Injector System) = σύστημα ψεκασμού μπεκ-αντλία

ΛΕΞΕΙΣ

Common = κοινή

Rail = φλογέρα (ράβδος)

Cruise Control = έλεγχος ταχύτητας

Immobilizer = ακινητοποιητής

Boost Pressure Control = έλεγχος της αύξησης της πίεσης

Radial = ακτινωτός

Piston = έμβολο (πιστόνι)

Hot Film = ζεστό φιλμ

Hardware = εξάρτημα υπολογιστή

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Mean injection pressure = μέση πίεση ψεκασμού

Peak pressure = κορυφή πίεσης (αιχμή)

Injection pressure = πίεση ψεκασμού

Start of delivery = έναρξη παροχής

Start of injection = έναρξη ψεκασμού

Time = χρόνος

Rail pressure = πίεση ράβδου

Needle lift = ανύψωση βελόνας

Needle lift for main injection = ανύψωση βελόνας για τον κύριο
ψεκασμό

Needle lift for pilot injection = ανύψωση βελόνας για τον πιλοτικό
ψεκασμό

Cylinder pressure = πίεση κυλίνδρου

Crankshaft angle = γωνία στροφαλοφόρου

Pollutant emissions = εκπομπές μόλυνσης

Excess air factor = βαθμός περίσσειας αέρα

Soot = αιθάλη

Fuel consumption = κατανάλωση καυσίμου

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Αισθητήρας θερμοκρασίας.....	56
Αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρα.....	58
Αισθητήρας πεντάλ επιτάχυνσης.....	60
Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή.....	41
Αισθητήρας πίεσης υπερσυμπιεστή.....	60
Αισθητήρας στροφών εκκεντροφόρου άξονα.....	56
Αισθητήρας στροφών στροφαλοφόρου άξονα.....	54
Ακροφύσιο.....	52
Αντλία υψηλής πίεσης.....	34
Αντλία χαμηλής πίεσης.....	30
Βαλβίδα ελέγχου πίεσης.....	38
Βαλβίδα περιορισμού πίεσης.....	44
Εγχυτήρες (μπεκ).....	48
Δεξαμενή καυσίμων.....	26
Περιοριστής πίεσης.....	46
Συσσωρευτής υψηλής πίεσης.....	40
Σωληνώσεις.....	29
Φίλτρο καυσίμου.....	31
Ψεκάσμος.....	22

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **BOSCH DIESEL accumulator fuel-injection system COMMON RAIL**
- **Τεχνικό σεμινάριο BOSCH για COMMON RAIL**
- **Τεχνικό σεμινάριο BOSCH για UNIT INJECTOR SYSTEM**
- **Περιοδικό DRIVE**
- <http://www.mercedes-benz.com/e/innovation/rd/default.htm>
- <http://www.bosch-presse.de/TBWebDB/en-US/SearchResult.cfm?sessionID=131924&th=&sw=&muv=All&rd=All&vtx=Common%20Rail%20>
- <http://www.siemensauto.com/>