



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

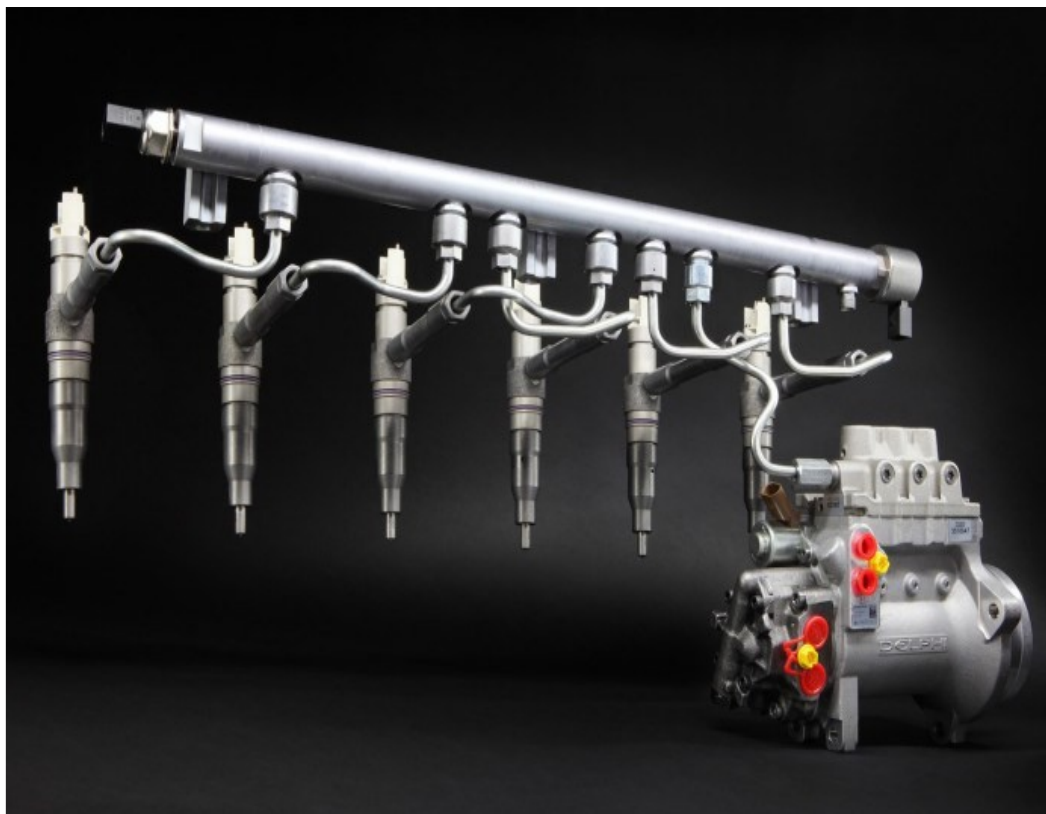
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΚΟΙΝΟΥ ΑΥΛΟΥ

COMMON-RAIL INJECTION SYSTEMS



Των φοιτητών

Καλπακίδη Σάββα,

Αρ. Μητρώου:2001/0028

Καλαϊτζίδη Πολύκαρπου,

Αρ. Μητρώου:2001/0065

Επιβλέπων καθηγητής

Χαραλαμπάκης Νικόλαος

Θεσσαλονίκη 2017

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	σελ. 4
1.1 Σκοπός εργασίας.....	σελ.4
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	σελ. 5
2. Σύστημα Common Rail – Κοινού αυλού.....	σελ. 9
2.1 Δομή συστήματος.....	σελ.9
2.2 Περιοχές χρήσης του Common Rail.....	σελ.11
2.3 Πλεονεκτήματα.....	σελ.11
2.4 Τρόπος λειτουργίας.....	σελ.12
2.4.1. Δημιουργία πίεσης.....	σελ.13
2.5 Έλεγχος πίεσης.....	σελ.14
2.6 Ψεκάσμος καυσίμου.....	σελ.16
2.7 Έλεγχος και Ρύθμιση.....	σελ.18
2.7.1. Τρόπος λειτουργίας.....	σελ.18
2.7.2. Βασικές λειτουργίες.....	σελ.18
2.7.3. Διάταξη μονάδας ελέγχου.....	σελ.19
2.8.1. Συστήματα common rail για επιβατικά οχήματα.....	σελ.19
2.8.2. Συστήματα common rail για επαγγελματικά οχήματα.....	σελ.24
3. Επισκόπηση συστημάτων έγχυσης διακριτών κυλίνδρων – UPS & UIS.....	σελ.28
3.1. Συστήματα διακριτών κυλίνδρων.....	σελ.28
3.2. Διακριτές αντλίες έγχυσης τύπου PF.....	σελ.29
3.2.1. Εφαρμογές.....	σελ.29
3.2.2. Σχεδιασμός και μέθοδος λειτουργίας.....	σελ.29
3.2.3. Έλεγχος κλειστού βρόγχου.....	σελ.30
3.2.4. Τροφοδοσία καυσίμου.....	σελ.30
3.2.5. Χρήση σε συστήματα κοινού αυλού (common – rail).....	σελ.31
3.3. Συστήματα μονάδας εγχυτήρα(UIS) και σύστημα μονάδας αντλίας(UPS).....	σελ.31
3.3.1. Περιοχές εφαρμογής.....	σελ.32
3.3.2. Σχεδιασμός.....	σελ.33
3.3.3.Διάγραμμα του συστήματος UIS για επιβατικά οχήματα.....	σελ.35

3.3.4. Διάγραμμα UIS/UPS για επαγγελματικά οχήματα.....	σελ.37
3.4. Σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UNIT INJECTOR SYSTME – UIS)	σελ.39
3.4.1. Εισαγωγή.....	σελ.39
3.4.2. Εγκατάσταση και κίνηση.....	σελ.40
3.4.3. Σχεδιασμός.....	σελ.41
3.4.4. Μέθοδος λειτουργίας μονάδας εγχυτήρα για επιβατικά οχήματα.....	σελ.43
3.4.5. Μέθοδος λειτουργίας UI σε επαγγελματικά οχήματα.....	σελ.49
3.4.6. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υψηλής πίεσης.....	σελ.50
3.5. Σύστημα μονάδας αντλίας (UNIT PUMP SYSTEM – UPS).....	σελ.53
3.5.1. Εισαγωγή.....	σελ.53
3.5.2. Εγκατάσταση και κίνηση.....	σελ.53
3.5.3. Σχεδιασμός.....	σελ.54
3.6. Ελεγχόμενος με ρεύμα σχεδιασμός αναλογίας (Current Controlled Rate Shaping - CCRS).....	σελ.55
3.7. Διαστάσεις της τεχνολογίας έγχυσης πετρελαίου.....	σελ.57
3.8. Ιστορικά στοιχεία.....	σελ.59
4. Εξαρτήματα υψηλής πίεσης συστήματος common rail – κοινού αυλού.....	σελ.60
4.1. Επισκόπηση.....	σελ.60
4.2. Εγχυτήρας.....	σελ.61
4.2.1. Εγχυτήρας με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.....	σελ.63
4.2.2. Πιεζοηλεκτρικός εγχυτήρας.....	σελ.70
4.3 Αντλίες υψηλής πίεσης.....	σελ.76
4.3.1. Αντλία ακτινικού εμβόλου (CP1).....	σελ.78
4.3.2. Αντλία ακτινικού εμβόλου (CP1H).....	σελ.80
4.3.3. Αντλία ακτινικού εμβόλου (CP3).....	σελ.82
4.3.4. Εν σειρά εμβολοφόρος αντλία (CP2).....	σελ.83
4.4. Αυλός καυσίμου (συσσωρευτής υψηλής πίεσης).....	σελ.85
4.5. Αισθητήρες υψηλής πίεσης.....	σελ.87
4.5.1. Αισθητήρας πίεσης αυλού πετρελαίου.....	σελ.87
4.5.2. Αισθητήρας πίεσης υγρού φρένων.....	σελ.88
4.6. Βαλβίδα ελέγχου πίεσης.....	σελ.89
4.6.1. Απενεργοποιημένη βαλβίδα ελέγχου πίεσης.....	σελ.90
4.6.2. Ενεργοποιημένη βαλβίδα ελέγχου πίεσης.....	σελ.91
4.7. Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης.....	σελ.92
5. Ακρωνύμια	
6. Τεχνικοί οδηγοί	

7. Βιβλιογραφία

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την έναρξη της παραγωγής των πρώτων αυτοκινήτων ο μοναδικός τρόπος λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης ήταν με ανάφλεξη σπινθήρα (Κύκλο Otto). Η πρώτη χρήση πετρελαιοκινητήρα σε τετράτροχο όχημα έγινε το 1927, σε ένα φορτηγό κατασκευασμένο από την MAN και την Daimler. Τα επιβατηγά έπρεπε να περιμένουν μια δεκαετία περίπου ώστε το 1936 να τοποθετηθεί για πρώτη φορά σε ένα Mercedes 260D καθώς η πρώτη προσπάθεια τοποθέτησης σε ένα Citroen σταμάτησε, λόγω της νομοθεσίας που δεν επέτρεπε πετρελαιοκίνητο αυτοκίνητο. Ο πετρελαιοκινητήρας έκανε ισχυρή πρόοδο στο τομέα των φορτηγών λόγω της οικονομίας καυσίμου που προσφέρει και της μεγάλης διάρκειας ζωής του. Αντίθετα, στο τομέα των επιβατηγών υποβιβάστηκε και μπήκε στο περιθώριο. Έπρεπε να περάσουν αρκετά χρόνια έως ότου αναπτυχθεί ο έμμεσος ψεκασμός με υπερτροφοδότηση (το 1977 λανσαρίστηκε η Mercedes-Benz 300 SD Turbo Diesel) και να καταφέρει ο πετρελαιοκινητήρας να κερδίσει το χαμένο έδαφος και να φτάσει στις μέρες μας να ξεπερνάει το 50% των ταξινομήσεων. Η ανάγκη για μειωμένες εκπομπές καυσαερίων, μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και ακόμα χαμηλότερα ποσοστά θορύβου αναγκάζουν τους κατασκευαστές συστημάτων diesel να βελτιώνουν συνεχώς τα συστήματα διαχείρισης του ψεκασμού. Το μοναδικό σύστημα ψεκασμού που μπορεί να ανταπεξέλθει σε όλες αυτές τις δυσκολίες είναι το common rail, το οποίο χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα σε επιβατηγά και επαγγελματικά οχήματα.

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της παρούσης πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση και η παρουσίαση της εξέλιξης των συστημάτων κοινού αυλού (common rail), σε κινητήρες πετρελαίου (diesel).

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τα πλεονεκτήματα της αρχιτεκτονικής του συστήματος ψεκασμού καυσίμου σε κοινό αυλό έχουν αποδειχθεί από τις πρώτες μέρες ανάπτυξης του πετρελαιοκινητήρα. Οι πρώτοι ερευνητές, συμπεριλαμβανομένου του Rudolf Diesel, πειραματίστηκαν με συστήματα καυσίμων που περιείχαν μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά των σύγχρονων συστημάτων ψεκασμού καυσίμου common rail.

Για παράδειγμα, το 1913, χορηγήθηκε στην Vickers Ltd. της Μεγάλης Βρετανίας (McKechnie 1913) ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για ένα σύστημα ψεκασμού καυσίμου common rail με μηχανικά ενεργοποιούμενα μπεκ ψεκασμού. Περίπου την ίδια χρονική στιγμή, εκδόθηκε ένα άλλο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στις Ηνωμένες Πολιτείες στον Thomas Gaff για ένα σύστημα καυσίμου σε άμεσης έγχυσης κυλίνδρου κινητήρα με ανάφλεξη σπινθήρα χρησιμοποιώντας ηλεκτρικά ενεργοποιημένες ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες. Το καύσιμο μετρήθηκε ελέγχοντας το χρονικό διάστημα που οι βαλβίδες ήταν ανοιχτές (Gaff 1913). Η ιδέα της χρήσης μιας ηλεκτρικά ενεργοποιημένης βαλβίδας έγχυσης σε κινητήρα ντήζελ με σύστημα καυσίμου κοινού αυλού αναπτύχθηκε από τους Brooks Walker και Harry Kennedy στα τέλη της δεκαετίας του 1920 και εφαρμόστηκε σε πετρελαιοκινητήρα από την εταιρεία Atlas-Imperial Diesel Engine της Καλιφόρνιας στις αρχές της δεκαετίας του 1930 (Walker 1933) (DeLuca 2010) (Knecht 2004) (Aird 2001).

Οι εργασίες σε σύγχρονα συστήματα ψεκασμού καυσίμου κοινού αυλού πρωτοξεκίνησαν τη δεκαετία του 1960 από την Societe des Procedes Modernes D'Injection (SOPROMI) [Huber 1969]. Ωστόσο, θα απαιτούσε ακόμα 2-3 δεκαετίες προτού αυξηθούν οι απαιτήσεις για περαιτέρω ανάπτυξη και η τεχνολογία να ωριμάσει ώστε να είναι εμπορικά βιώσιμη. Η τεχνολογία SOPROMI αξιολογήθηκε από την CAV

Ltd. στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και βρέθηκε ότι παρέχει λίγα οφέλη σε σχέση με τα υπάρχοντα συστήματα P-L-N που χρησιμοποιούνταν εκείνη τη στιγμή. Χρειαζόταν ακόμα σημαντική μελέτη για τη βελτίωση της ακρίβειας και της ικανότητας των ενεργοποιητών ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων.

Το κυριότερο εξάρτημα που αντικαταστάθηκε από την τεχνολογία common rail, στα συστήματα ψεκασμού για πετρελαιοκίνητες μηχανές, είναι η αντλία όπου δημιουργούσε την πίεση στο σύστημα ψεκασμού, η οποία ήταν είτε περιστροφική, είτε εμβολοφόρος παλαιού τύπου. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιούταν στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα στα τέλη τις δεκαετίας του 70, όταν και οι μηχανικοί της FIAT, οι οποίοι έβλεπαν πως τα οχήματα που κινούνται με πετρέλαιο θα δώσουν ηχηρό παρόν στο μέλλον, θέλησαν να την εξελίξουν. Έτσι στις αρχές της δεκαετίας του 80, σε συνεργασία με την Magneti Marelli ξεκίνησε μια έρευνα με αρχική ονομασία Unijet.

Περαιτέρω ανάπτυξη των συστημάτων κοινού αυλού πετρελαίου ξεκίνησε εντατικά τη δεκαετία του 1980. Μέχρι το 1985, η Industrieverband Fahrzeugbau (IFA) της πρώην Ανατολικής Γερμανίας ανέπτυξε ένα σύστημα ψεκασμού common rail για το φορτηγό W50, αλλά το πρωτότυπο δεν εισήλθε ποτέ σε σειρά παραγωγής και το έργο εγκαταλείφθηκε λίγα χρόνια αργότερα (Sachsisches Industriemuseum 2010). Περίπου την ίδια χρονική στιγμή, η General Motors ανέπτυξε επίσης ένα σύστημα κοινού αυλού για εφαρμογή στις ελαφρές μηχανές IDI (Williams 1982). Ωστόσο, με την ακύρωση του προγράμματος στα μέσα της δεκαετίας του '80, η περαιτέρω ανάπτυξη σταμάτησε.

Λίγα χρόνια αργότερα, στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990, μια σειρά αναπτυξιακών έργων εγκαινιάστηκαν από τους κατασκευαστές εξοπλισμού κινητήρων και αργότερα υιοθετήθηκαν από κατασκευαστές εξοπλισμού έγχυσης καυσίμου:

- Η Nirrondenso ανέπτυξε περαιτέρω ένα σύστημα κοινού αυλού για εμπορικά οχήματα (Miyaki 1988) (Miyaki 1991) που απέκτησε από τη Renault και το οποίο εισήχθη στην παραγωγή το 1995 σε φορτηγά Hino Rising Ranger.



- Το 1987 υλοποιείται η πρώτη γενιά του Unijet σε πειραματικό επίπεδο, ενώ η δεύτερη γενιά, η οποία δοκιμάζεται με επιτυχία σε εργαστήριο και σε δρόμο, εν έτη 1989. Το 1994 η Fiat υπογράφει μία συμφωνία με τη Bosch, με την οποία η τελευταία αναλαμβάνει την εξέλιξη, την τελειοποίηση της έρευνας, την κατασκευή εξαρτημάτων και την παραγωγή του συστήματος αυτού. Χρησιμοποιείται για πρώτη φορά το 1997, σε αυτοκίνητο παραγωγής από την Alfa Romeo και την Mercedes-Benz και λαμβάνει την τελική ονομασία Common Rail (Εικ. 1 και 2).



Εικ.1 Alfa Romeo 156



Εικ.2 Mercedes-Benz C-Class

- Λίγο αργότερα, ο Lucas ανακοίνωσε συμβόλαια common rail με τη Ford, τη Renault και την Kia, με παραγωγή που ξεκίνησε το 2000.
- Το 2003, η Fiat εισήγαγε ένα σύστημα κοινού αυλού επόμενης γενιάς ικανό για 3-5 κύκλους εγχύσεων / κινητήρα για τον κινητήρα Multijet Euro 4.



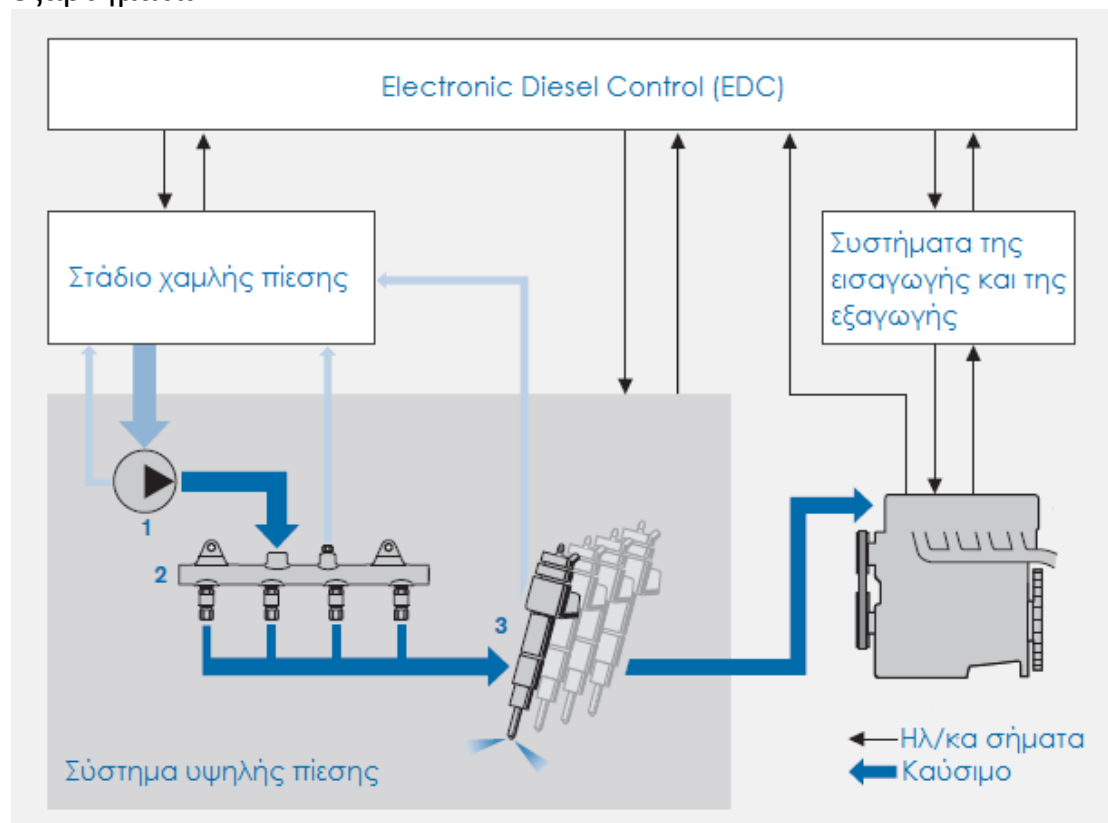
Στόχος αυτών των αναπτυξιακών προγραμμάτων που άρχισαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 / αρχές της δεκαετίας του 1990 ήταν η ανάπτυξη ενός συστήματος καυσίμων για το μελλοντικό επιβατικό αυτοκίνητο με κινητήρα ντίζελ. Αρχικά σε αυτές τις προσπάθειες, ήταν προφανές ότι τα μελλοντικά αυτοκίνητα ντίζελ θα χρησιμοποιούν ένα σύστημα καύσης με άμεση έγχυση λόγω του σαφούς πλεονεκτήματος στην οικονομία καυσίμου και την πυκνότητα ισχύος σε σχέση με το τότε επικρατούμενο σύστημα καύσης έμμεσης έγχυσης. Οι στόχοι των εξελίξεων περιλάμβαναν άνεση οδήγησης συγκρίσιμο με αυτό των

αυτοκινήτων βενζίνης, συμμόρφωση με τα μελλοντικά όρια εκπομπών και βελτιωμένη οικονομία καυσίμου. Εξετάστηκαν τρεις ομάδες αρχιτεκτονικών συστημάτων καυσίμου: (1) μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη αντλία διανομής, (2) ένας ηλεκτρονικώς ελεγχόμενος εγχυτήρας μονάδας (EUI ή μονάδα αντλίας-ακροφυσίου) και (3) ένα σύστημα έγχυσης Common Rail (CR). Ενώ οι προσπάθειες γύρω από καθεμιά από αυτές τις προσεγγίσεις οδήγησαν σε εμπορικά συστήματα καυσίμων για οχήματα παραγωγής, το σύστημα κοινού αυλού παρείχε ορισμένα πλεονεκτήματα και τελικά κατέληξε να κυριαρχεί ως το κύριο σύστημα καυσίμων.

2. ΣΥΣΤΗΜΑ COMMON RAIL - ΚΟΙΝΟΥ ΑΥΛΟΥ

2.1 ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

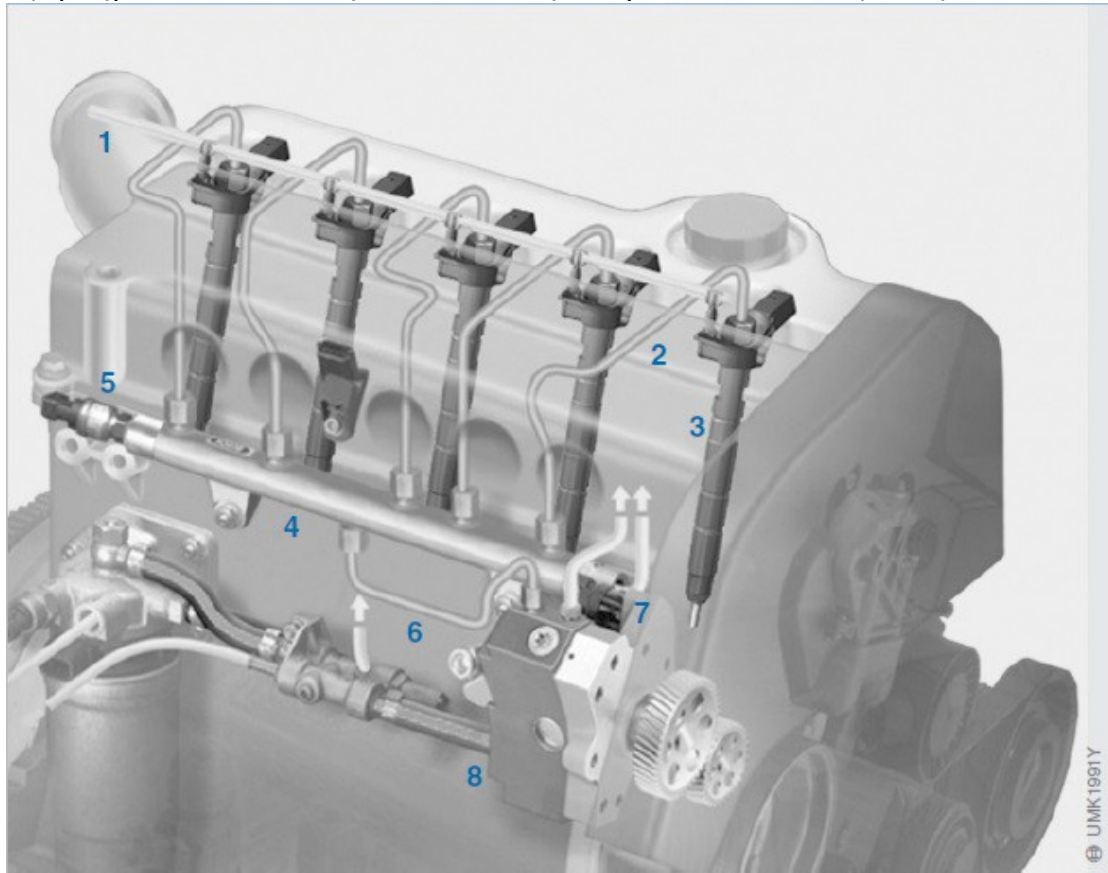
Απλούστερα, η δομή του Common Rail χωρίζεται στις εξής ομάδες εξαρτημάτων.



1. Σύστημα χαμηλής πίεσης, το οποίο αποτελείται από το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (αντλία καυσίμου, φίλτρο καυσίμου, δεξαμενή καυσίμου, σωληνώσεις χαμηλής πίεσης σύστημα επιστροφής καυσίμου).

2. Electronic Diesel Control (EDC), το οποίο περιλαμβάνει την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του οχήματος καθώς και τους αντίστοιχους αισθητήρες και ενεργοποιητές που λειτουργούν με το σύστημα αυτό.

3. Σύστημα υψηλής πίεσης, το οποίο αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα τα οποία φαίνονται στην παρακάτω εικόνα(Εικ.4)

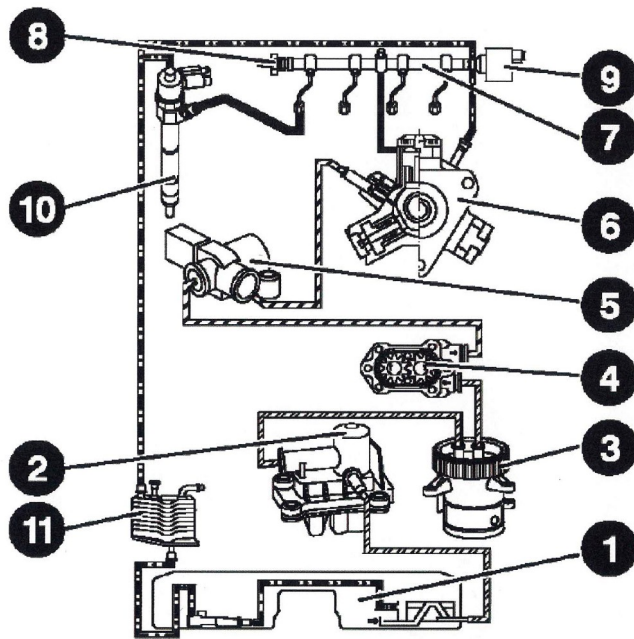


Εικ.4 Σύστημα υψηλής πίεσης

1. Γραμμή επιστροφής καυσίμου (Από εγχυτήρες)
2. Γραμμή υψηλής πίεσης προς εγχυτήρες
3. Εγχυτήρες
4. Σωληνωτός διανομέας (Fuel rail-Φλογέρα)
5. Αισθητήρας πίεσης σωληνωτού διανομέα
6. Γραμμή υψηλής πίεσης προς σωληνωτό διανομέα
7. Γραμμή επιστροφής καυσίμου (Από αντλία)
8. Αντλία υψηλής πίεσης

Το βασικό εξάρτημα στο σύστημα αυτό είναι οι εγχυτήρες, οι οποίοι εφοδιάζονται με μια βαλβίδα ταχείας δράσης (ηλεκτρομαγνητική ή πιεζοηλεκτρική) η οποία ανοίγει και κλείνει το ακροφύσιο. Αυτό επιτρέπει τον έλεγχο της έγχυσης για κάθε κύλινδρο. Όλοι οι εγχυτήρες τροφοδοτούνται από ένα κοινό σωληνωτό διανομέα.

Ένα από τα χαρακτηριστικά του common rail είναι ότι η πίεση του συστήματος μεταβάλλεται με βάση το σημείο λειτουργίας του κινητήρα. Η πίεση προσαρμόζεται από τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης. Ο αρθρωτός σχεδιασμός του συστήματος, απλοποιεί τις διάφορες τροποποιήσεις για διαφορετικές μηχανές.



1. Ρεζερβουάρ καυσίμου
2. προθέρμανση καυσίμου
3. Φίλτρο καυσίμου
4. Βοηθητική αντλία καυσίμου (μηχανική)
5. Βαλβίδα Stop (ELAB)
6. Αντλία υψηλής πίεσης
7. Rail
8. Αισθητήρας πίεσης
9. Βαλβίδα ελέγχου πίεσης
10. Μπεκ
11. Ψύκτης καυσίμου

2.2 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ COMMON RAIL

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, το σύστημα χρησιμοποιείται μόνο σε πετρελαιοκινητήρες άμεσου ψεκασμού και συγκεκριμένα στους παρακάτω τύπους οχημάτων:

- Σε επιβατικά αυτοκίνητα από 3-κύλινδρα υψηλής οικονομίας καυσίμου, χωρητικότητας 800 κ.εκ., απόδοσης 41 hp, ροπής 100 Nm και κατανάλωσης καυσίμου 3,5 lt/100 km έως 8κύλινδρους κινητήρες
- αυτοκινήτων πολυτελείας με χωρητικότητα 4.000 κ.εκ απόδοσης 245 hp και 560Nm ροπής.
- Μικρού μεγέθους φορτηγά απόδοσης 30KW ανά κύλινδρο.
- Βαρέως τύπου φορτηγά και πλοία απόδοσης 200KW ανά κύλινδρο.

2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος Common Rail είναι:

- Αποτελείται από μεμονωμένα εξαρτήματα τα οποία διευκολύνουν τη σχεδίαση, τη μελέτη και την κατασκευή τους ενώ ταυτόχρονα συμβάλει και στη μείωση του κόστους κατασκευής, επισκευής και συντήρησης.
- Η ευρεία χρήση σε διάφορους τύπους οχημάτων, όπως αναφέραμε παραπάνω.

- Οι υψηλές πιέσεις ψεκασμού και η μεγάλη και σταθερά διαθέσιμη πίεση σε χαμηλές στροφές, όπως και η δυνατότητα επιλογής της πίεσης και του χρόνου ψεκασμού από το ίδιο το σύστημα.
- Μέσω της σχεδόν ελεύθερης επιλογής πίεσης ψεκασμού στο πεδίο χαρτογράφησης, επιτρέπεται η ταυτοποίηση της πίεσης ψεκασμού ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.
- Με την υψηλή πίεση ψεκασμού μπορεί να επιτευχθεί σχεδόν πλήρης καύση.
- Ο ελεγχόμενος και γρήγορος ψεκασμός που πραγματοποιείται με ηλεκτρικούς εγχυτήρες συμβάλει στην καθαρή καύση του καυσίμου στον κύλινδρο.
- Η μεταβλητή έναρξη ψεκασμού με δυνατότητα πιλοτικού ψεκασμού (προέγχυσης), κύριου ψεκασμού και μεταψεκασμού.
- Η δυνατότητα προέγχυσης καυσίμου λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν από τον κανονικό ψεκασμό προθερμαίνοντας έτσι το χώρο καύσης.
- Η βασική προέγχυση και ανάφλεξη γίνεται προοδευτικά και όχι ακαριαία έχοντας σαν αποτέλεσμα τη μείωση του θορύβου λειτουργίας και των οξειδίων του αζώτου (NOx).
- Η δυνατότητα ψεκασμού καυσίμου στον κύλινδρο πριν το τέλος της καύσης με σκοπό τη μείωση των ρύπων των οξειδίων του αζώτου.

2.4 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο σύστημα Common Rail, οι λειτουργίες της δημιουργίας πίεσης και της έγχυσης καυσίμου είναι ξεχωριστές. Η πίεση έγχυσης δημιουργείται ανεξάρτητα από την ταχύτητα του κινητήρα και την ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται. Οι δύο αυτές διεργασίες και τα εξαρτήματα τα οποία τις εκτελούν, ελέγχονται από το EDC. Επίσης, το σύστημα αυτό είναι άκρως ευέλικτο ως προς την προσαρμογή έγχυσης καυσίμου στον κινητήρα.

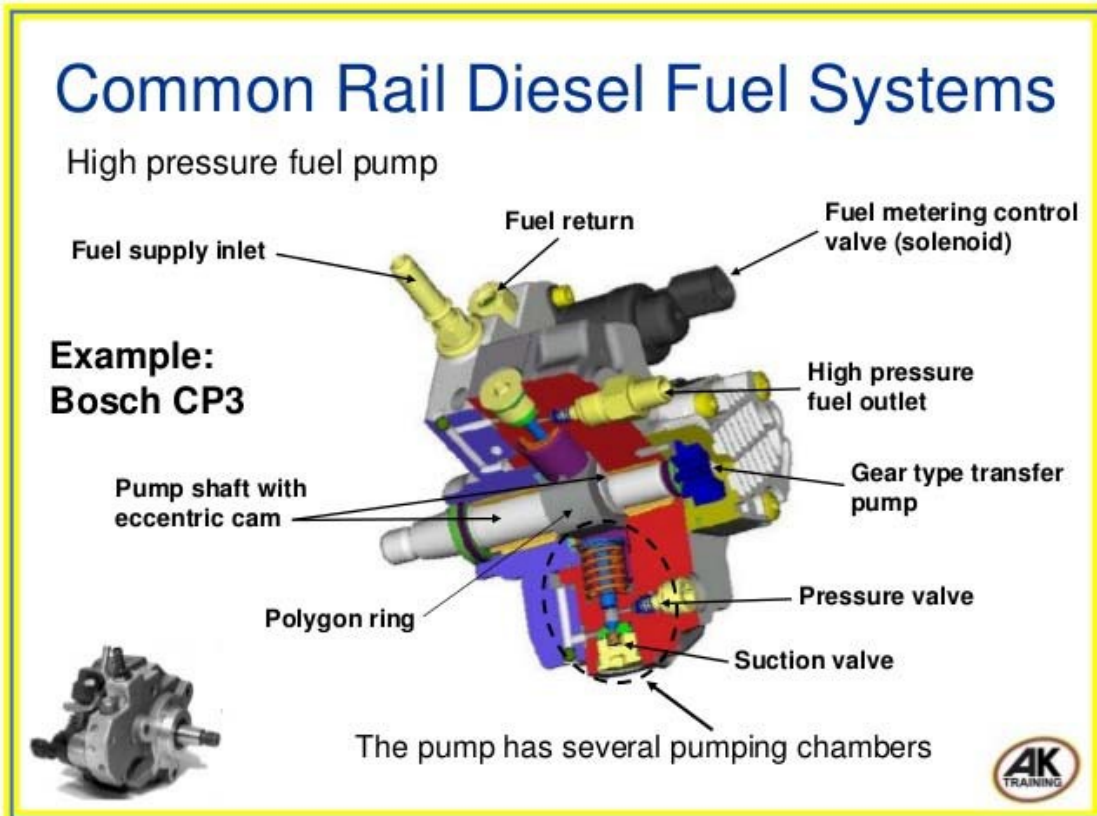
Αυτό επιτυγχάνεται από:

- Την υψηλή πίεση έγχυσης που φτάνει τα 1600 bar έως και τα 1800 bar στο μέλλον.
- Την πίεση έγχυσης που προσαρμόζεται στην κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα (200...1800 bar).
- Μεταβλητή εκκίνηση ψεκασμού.

- Δυνατότητα διάφορων φάσεων προψεκασμού και δευτερευόντων ψεκασμών.

2.4.1. Δημιουργία πίεσης

Η δημιουργία πίεσης στο σύστημα, δημιουργείται από μια αντλία υψηλής πίεσης, η οποία παίρνει συνεχόμενη κίνηση από τον κινητήρα. Η πίεση διατηρείται σταθερή στη φλογέρα ανεξάρτητα από την ταχύτητα του κινητήρα και την ποσότητα καυσίμου που εγχέεται στον κάθε κύλινδρο. Λόγω του ομοιόμορφου μοτίβου ψεκασμού που προσφέρει το σύστημα, η αντλία υψηλής πίεσης μπορεί να είναι μικρότερη, όπως επίσης και η ροπή που απαιτείται για τη λειτουργία της, σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα. Η αντλία αυτή είναι ακτινικών εμβόλων (radial-piston) (Εικ.5 & 6)



Εικ.5 Τομή αντλίας Common Rail

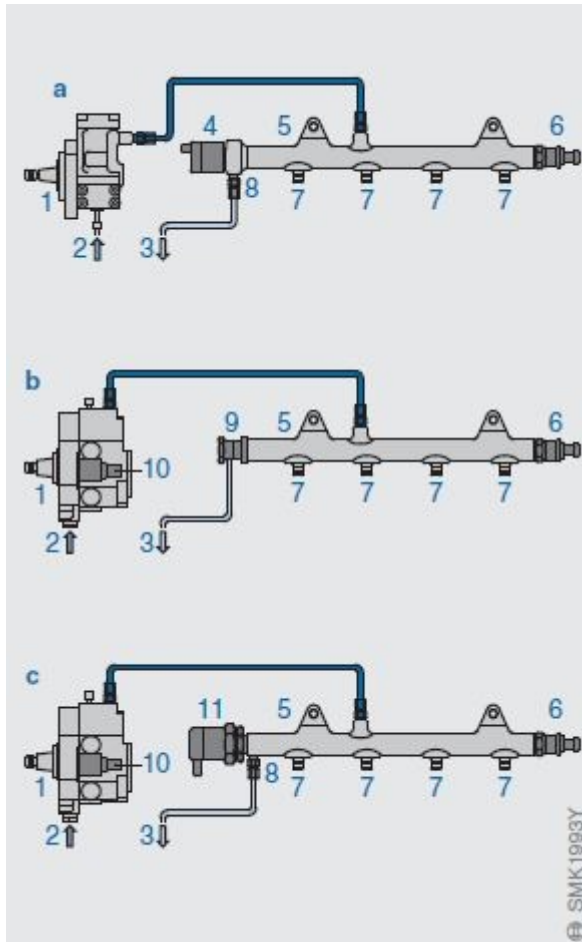


Εικ.6 Αντλία Common Rail

2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ο έλεγχος της πίεσης εξαρτάται από το σύστημα και χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες (οι οποίες φαίνονται και στην Εικ.7):

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Είσοδος καυσίμου
3. Επιστροφές καυσίμου
4. Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης.
5. Συσσωρευτής πίεσης (Φλογέρα)
6. Αισθητήρας πίεσης (Φλογέρας)
7. Σύνδεση με ψεκαστήρες
8. Σύνδεση επιστρεφό-μενου καυσίμου
9. Βαλβίδα ανακούφισης
10. Μετρητική μονάδα
11. Βαλβίδα ελέγχου Πίεσης



Εικ.7 Συστήματα ελέγχου πίεσης

α. Έλεγχος στο τμήμα της υψηλής πίεσης. Για την ρύθμιση της πίεσης χρησιμοποιείται μια βαλβίδα ρύθμισης πίεσης. Το καύσιμο που δεν χρειάζεται για τον ψεκασμό επιστρέφει πίσω στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης μέσω της βαλβίδας (Εικ.7Α, 4) και έτσι επιτυγχάνεται η ρύθμιση της πίεσης. Αυτού του είδους η ρύθμιση επιτρέπει στο σύστημα να αντιδρά πολύ γρήγορα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις, όπως στην περίπτωση αύξησης φορτίου κινητήρα. Η βαλβίδα ρύθμισης πίεσης βρίσκεται τις περισσότερες φορές τοποθετημένη στο συσσωρευτή πίεσης (φλογέρα) αλλά μπορεί και να τοποθετηθεί επάνω και στην αντλία.

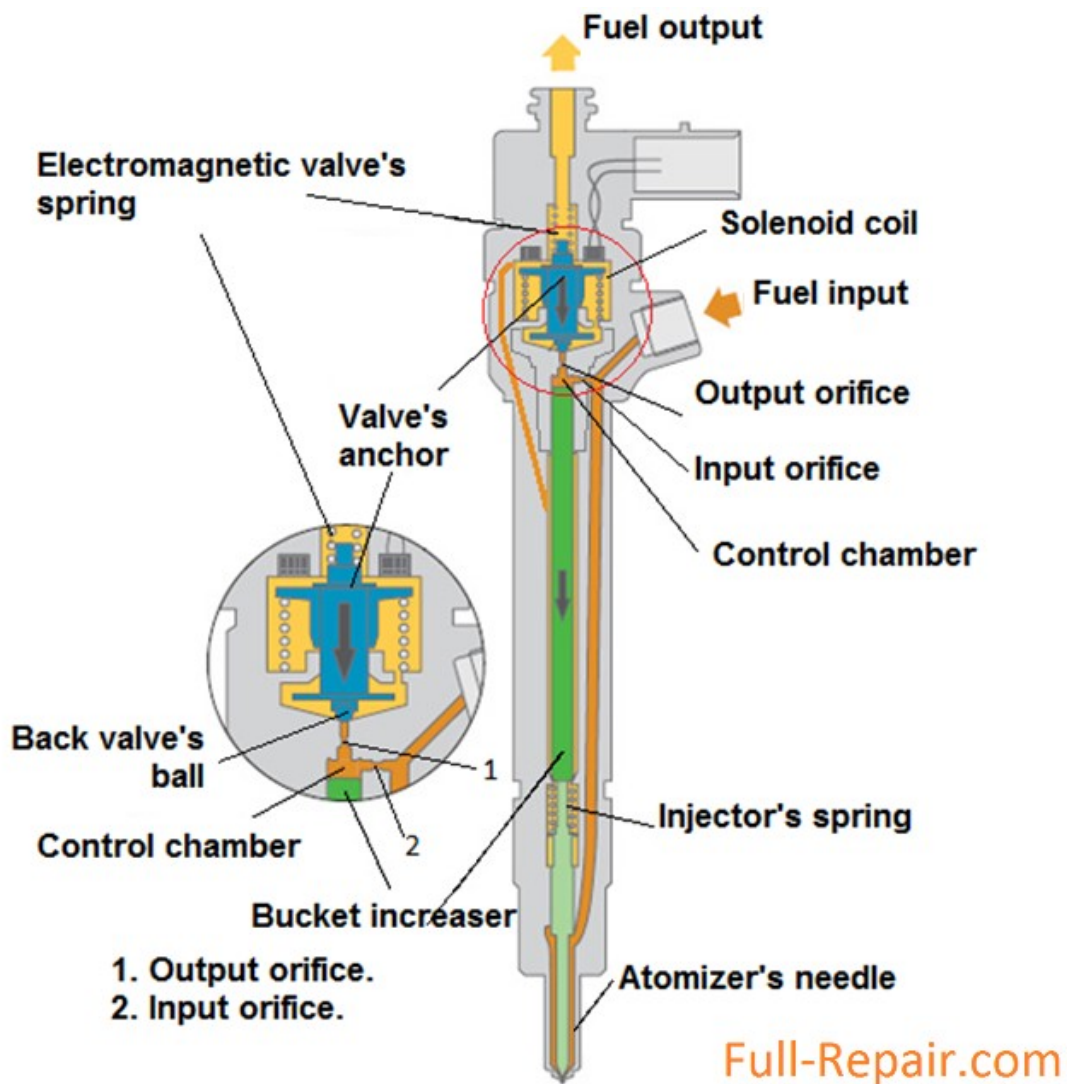
β. Έλεγχος στο τμήμα της αναρρόφησης. Ένας άλλος τρόπος ελέγχου της πίεσης είναι ο έλεγχος της ποσότητας στην παροχή της αντλίας υψηλής πίεσης. Η μετρητική μονάδα (10) που είναι τοποθετημένη πάνω στην αντλία περιορίζει την ποσότητα εισόδου καυσίμου στην απόλυτα απαραίτητη ποσότητα που χρειάζεται η αντλία για να τροφοδοτήσει τον

συσσωρευτή πίεσης με την πίεση που απαιτεί το σύστημα. Σε περίπτωση βλάβης, υπάρχει τοποθετημένη μια ανακουφιστική βαλβίδα (9) ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση που μπορεί να αναπτυχθεί στο σύστημα. Αυτός ο τρόπος ελέγχου πίεσης μειώνει την ποσότητα καυσίμου κάτω από υψηλή πίεση, όπως επίσης και την ισχύ εισόδου της αντλίας. Το σύστημα αυτό ευνοεί την εξοικονόμηση καυσίμου, όπως επίσης και τις χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά την επιστροφή του στη δεξαμενή σε σχέση με τον παραπάνω τρόπο ελέγχου της πίεσης.

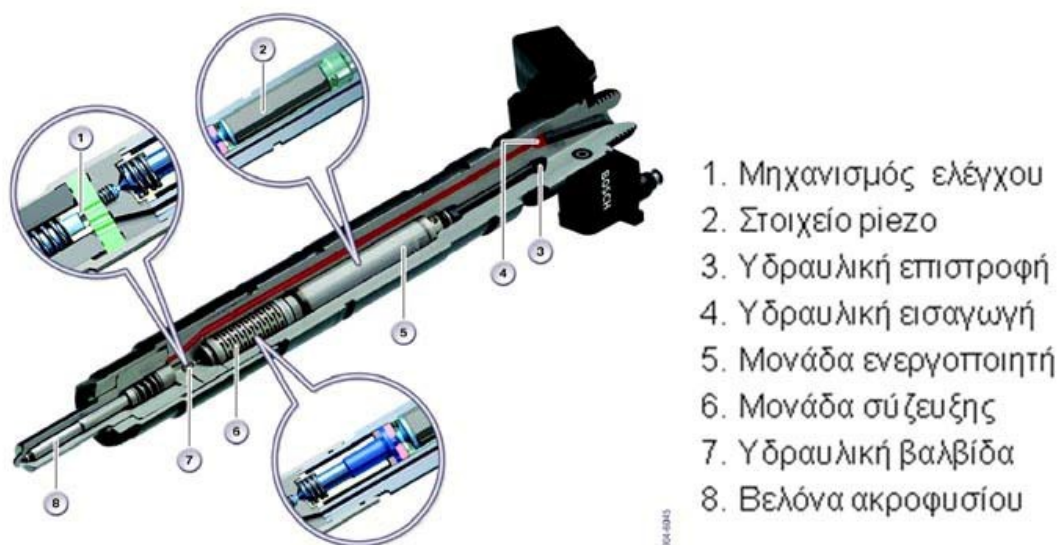
γ. Σύστημα με διπλό έλεγχο. Το σύστημα με διπλό έλεγχο (3c) συνδυάζει τον έλεγχο στη παροχή και τον έλεγχο στην πλευρά της υψηλής πίεσης. Με τον τρόπο αυτό έχουμε συνδυασμό των πλεονεκτημάτων και των δύο τρόπων ελέγχου πίεσης.

2.6 ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Ο ψεκαστήρας ψεκάζει καύσιμο απευθείας στο θάλαμο καύσης. Οι ψεκαστήρες συνδέονται με κοντές σωληνώσεις υψηλής πίεσης με τον συσσωρευτή πίεσης. Η μονάδα ελέγχου του κινητήρα ελέγχει τη διάρκεια του ψεκασμού ανάλογα τις συνθήκες λειτουργίας με την τροφοδοσία ρεύματος σε μια βαλβίδα που βρίσκεται στο ψεκαστήρα. Ο χρόνος ανοίγματος και η πίεση καυσίμου καθορίζουν την ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται. Με σταθερή πίεση, η ποσότητα που ψεκάζεται είναι ανάλογη του χρόνου ελέγχου της βαλβίδας του ψεκαστήρα και είναι ανεξάρτητη από τις στροφές της αντλίας ή του κινητήρα και ανεξάρτητη από την ταχύτητα του κινητήρα και της αντλίας. Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα για επιπλέον μείωση στις εκπομπές καυσαερίων εισάγοντας τους προ-ψεκασμούς και τους μετά-ψεκασμούς. Με τη χρήση πολλαπλών ψεκασμών μειώνεται επίσης και ο θόρυβος της ανάφλεξης. Οι πολλαπλοί ψεκασμοί μπορούν να φτάσουν και τους 5 σε κάθε κύκλο ψεκασμού του καυσίμου. Αυτοί ενεργοποιούνται από την βαλβίδα ταχείας δράσης, η οποία ανοιγοκλείνει πολλές φορές. Τέλος το κλείσιμο της βελόνας των ακροφυσίων των ψεκαστήρων, είναι υδραυλικά υποβοηθούμενο, ώστε να επιτύχουμε άμεσο και ακριβές τερματισμό της έγχυσης.



Εικ.8 Εγχυτήρας με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (μπεκ) Common Rail



Εικ.9 Πιεζοηλεκτρικός εγχυτήρας (μπεκ) Common Rail

2.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ

2.7.1. Τρόπος λειτουργίας

Η μονάδα ελέγχου του κινητήρα αναγνωρίζει τη θέση του πεντάλ γκαζιού και τις τρέχουσες καταστάσεις λειτουργίας του κινητήρα και του οχήματος από τους αισθητήρες που διαθέτει και λαμβάνει τα εξής δεδομένα:

1. Ταχύτητα στροφάλου και γωνία
2. Πίεση συσσωρευτή πίεσης
3. Πίεση αέρα πλήρωσης
4. Θερμοκρασία αέρα εισαγωγής
5. Θερμοκρασία ψυκτικού
6. Θερμοκρασία καυσίμου
7. Μάζα εισερχόμενου αέρα
8. Ταχύτητα οχήματος κ.λ.π

Η μονάδα ελέγχου διαχειρίζεται τα σήματα από τους αισθητήρες και υπολογίζει τις εντολές που πρέπει να δώσει στις διατάξεις ενεργοποίησης όπως είναι η μονάδα ρύθμισης πίεσης, οι ψεκαστήρες, η βαλβίδα EGR κ.α. Οι χρόνοι ενεργοποίησης των ψεκαστών που πρέπει να είναι μικροί, επιτυγχάνονται με τη χρήση των ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων και με ένα ειδικό ηλεκτρικό κύκλωμα. Το EDC επιτρέπει ακριβής δοσομέτρηση του καυσίμου που πρόκειται να εγχυθεί στον κύλινδρο. Επιπλέον, το EDC προσφέρει τη δυνατότητα για περαιτέρω λειτουργίες οι οποίες βελτιώνουν την απόκριση του κινητήρα και την άνεση.

2.7.2. Βασικές λειτουργίες

Οι βασικές λειτουργίες περιλαμβάνουν τον ακριβή έλεγχο του χρόνου ψεκασμού και της ποσότητας καυσίμου που θα ψεκαστεί στην πίεση αναφοράς (πίεση στον συσσωρευτή πίεσης). Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε χαμηλή κατανάλωση και ομαλή λειτουργία του πετρελαιοκινητήρα. Το σύστημα παρέχει κάποιες διορθωτικές λειτουργίες για να αντισταθμίσει τις ανοχές μεταξύ του συστήματος ψεκασμού και τον κινητήρα. Κάποιες από αυτές τις λειτουργίες είναι:

- ❖ Injector delivery compensation
- ❖ Zero delivery calibration
- ❖ Fuel-balancing control
- ❖ Average delivery adaption

Περαιτέρω λειτουργίες, οι οποίες λειτουργούν με επαναληψιμότητα, είναι υπεύθυνες για να μειώσουν τις εκπομπές καυσαερίων και την κατανάλωση, όπως επίσης να προσφέρουν και καλύτερη ασφάλεια και άνεση. Παραδείγματα τέτοιων λειτουργιών είναι:

- ❖ Έλεγχος των ανακυκλούμενων καυσαερίων
- ❖ Έλεγχος πίεσης υπερπλήρωσης
- ❖ Cruise control
- ❖ Ηλεκτρονικό immobilizer κ.τ.λ.

Η ενσωμάτωση του EDC στο σύστημα ελέγχου του οχήματος, δίνει πολλές δυνατότητες σχεδίασης και επικοινωνίας των συστημάτων του οχήματος, όπως π.χ. ανταλλαγή δεδομένων με το κιβώτιο ταχυτήτων.

2.7.3. Διάταξη μονάδας ελέγχου

Κανονικά, μία μονάδα ελέγχου του κινητήρα έχει μέγιστο 8 εξόδους για τους εγχυτήρες, οι κινητήρες με περισσότερους από 8 κυλίνδρους εφοδιάζονται με 2 μονάδες ελέγχου του κινητήρα. Αυτές συνδέονται με την κεντρική μονάδα ελέγχου μέσω υψηλής ταχύτητας CAN (Car Area Network) σύνδεση. Ως αποτέλεσμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μικροελεγκτή με μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ.

2.8.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMMON RAIL ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Στα συστήματα Common Rail για επιβατικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές αντλίες καυσίμου ή αντλίες με γρανάζια για την προώθηση του καυσίμου στην αντλία υψηλής πίεσης.

Συστήματα με ηλεκτρικές αντλίες

Η ηλεκτρική αντλία είτε βρίσκεται μέσα στη δεξαμενή καυσίμου είτε βρίσκεται στην πορεία του καυσίμου προς την αντλία υψηλής πίεσης. Απορροφά καύσιμο μέσα από ένα προφίλτρο (σήτα) και το προωθεί στην αντλία υψηλής πίεσης με πίεση 6bar. Η μέγιστη παροχή είναι 190 l/h. Για να επιτευχθεί η γρήγορη εκκίνηση του κινητήρα η αντλία ξεκινά μόλις ο οδηγός γυρίσει το κλειδί. Αυτό αναπτύσσει την απαραίτητη πίεση στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης όταν ο κινητήρας ξεκινήσει. Το φίλτρο του καυσίμου βρίσκεται πριν την αντλία υψηλής πίεσης.

Συστήματα αντλιών με γρανάζια

Η αντλία με τα γρανάζια βρίσκεται στην αντλία υψηλής πίεσης και περιστρέφεται από τον ίδιο άξονα. Με αυτό τον τρόπο η αντλία προωθεί το καύσιμο αφού εκκινήσει ο κινητήρας. Η παροχή εξαρτάται από την ταχύτητα του κινητήρα και μπορεί να φτάσει τα 400 l/h και πίεση 7 bar. Ένα προ-φίλτρο είναι τοποθετημένο στη δεξαμενή καυσίμου. Πριν την αντλία υπάρχει το κυρίως φίλτρο.

Συνδυασμένα συστήματα

Υπάρχουν και εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται και οι δύο τύποι αντλιών. Η ηλεκτρική αντλία βελτιώνει την απόκριση στην εκκίνηση του κινητήρα, και συγκεκριμένα στις θερμές εκκινήσεις, όπου η παροχή της γραναζωτής αντλίας είναι χαμηλή όταν το καύσιμο είναι ζεστό, και συνεπώς έχει μικρότερη πυκνότητα, και σε χαμηλές ταχύτητες της αντλίας.

Φίλτρο καυσίμου

Οι απαιτήσεις του συστήματος common rail για καλής ποιότητας πετρέλαιο είναι περισσότερο αναγκαίες σε σχέση με τα παλαιότερα συστήματα πετρελαιοκινητήρων. Νερό και ακαθαρσίες στο πετρέλαιο ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες έχουν ως αποτέλεσμα τη φραγή του φίλτρου καυσίμου, τη διάβρωση του κυκλώματος και την χαμηλή πίεση στο κύκλωμα τροφοδοσίας καυσίμου που επιφέρει κακή λίπανση της αντλίας υψηλής πίεσης. Επιπλέον μπορεί να υπάρξει πρόβλημα στον ψεκασμό του καυσίμου λόγω φραγής των ακροφυσίων των εγχυτήρων. Για την αποφυγή αυτών των προβλημάτων τοποθετείται θερμαντικό στοιχείο καυσίμου και υδατοπαγίδα.

Έλεγχος υψηλής πίεσης

Στην πρώτη γενιά συστημάτων common rail, η πίεση του δοχείου υψηλής πίεσης ελέγχονταν από την βαλβίδα ελέγχου πίεσης. Η αντλία υψηλής πίεσης (CP1) παρήγαγε τη μέγιστη παροχή ανεξάρτητα από τις ανάγκες για καύσιμο. Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης επέστρεφε το περίσσιο καύσιμο στη δεξαμενή καυσίμου.

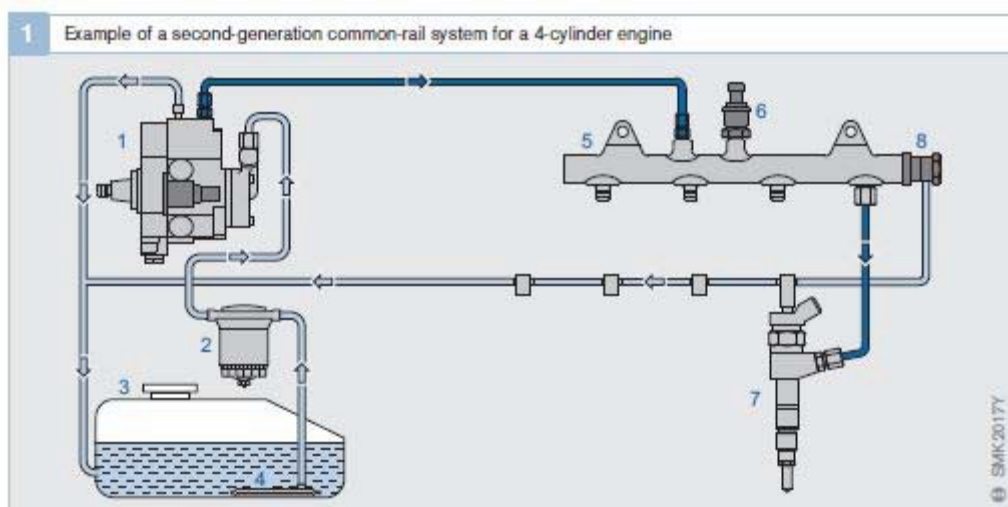
Η δεύτερη γενιά ελέγχει την πίεση στο δοχείο υψηλής πίεσης στο τμήμα της χαμηλής πίεσης ανάλογα με τα μετρούμενα μεγέθη. Η αντλία

υψηλής πίεσης (CP3 ή CP1H) παρέχει μόνο την απαραίτητη ποσότητα καυσίμου που είναι απαραίτητη για τον κινητήρα. Αυτό χαμήλωσε την απαιτούμενη ενέργεια και μείωσε την κατανάλωση καυσίμου (Εικ.10 & 11).

Η τρίτη γενιά είναι εφοδιασμένη με πιεζοηλεκτρικούς εγχυτήρες σε σειρά (Εικ.12).

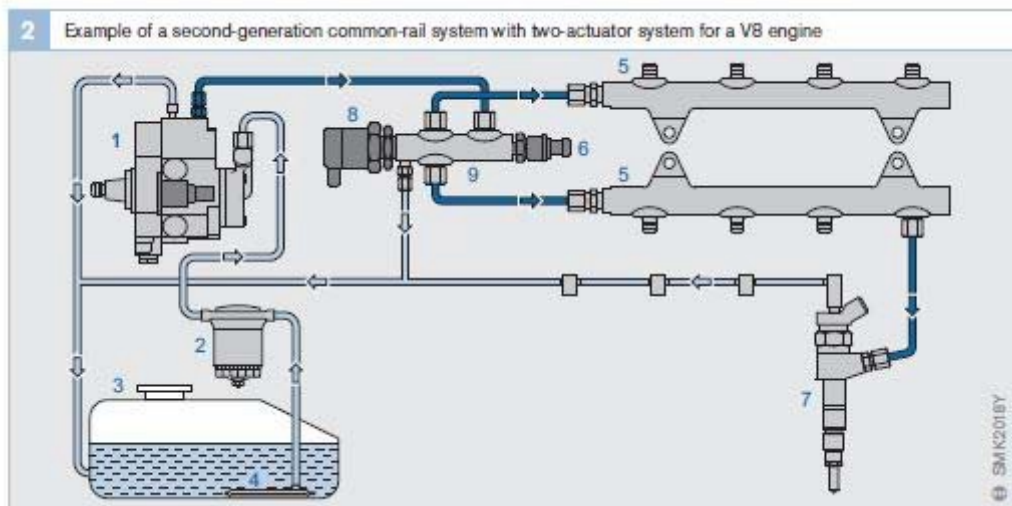
Αν η πίεση είναι ρυθμιζόμενη μόνο στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης, χρειάζεται πάρα πολύ χρόνο για να μειωθεί η πίεση στο συλλέκτη καυσίμου όταν αναπτύσσεται αρνητικό φορτίο. Η προσαρμογή της πίεσης σε δυναμικές αλλαγές στις συνθήκες φορτίου είναι πολύ αργή. Αυτό συμβαίνει κυρίως στην περίπτωση των πιεζοηλεκτρικών εγχυτήρων σε σειρά λόγω της πολύ μικρής εσωτερικής τους διαρροής. Για το λόγο αυτό, ορισμένα συστήματα Common Rail είναι εξοπλισμένα με μια πρόσθετη βαλβίδα ελέγχου πίεσης εκτός από την αντλία υψηλής πίεσης και την μετρητική μονάδα. Αυτό σύστημα των δύο ενεργοποιητών συνδυάζει τα πλεονεκτήματα ελέγχου του κυκλώματος χαμηλής πίεσης με τη δυναμική απόκριση ελέγχου για το κύκλωμα υψηλής πίεσης.

Ένα άλλο πλεονέκτημα σε σύγκριση με τον έλεγχο μόνο στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης είναι ότι το κύκλωμα υψηλής πίεσης είναι επίσης ελεγχόμενο όταν ο κινητήρας είναι κρύος. Τότε η αντλία υψηλής πίεσης προσφέρει περισσότερο καύσιμο από ό, τι έχει εγχυθεί και η πίεση ελέγχεται από την βαλβίδα ελέγχου πίεσης. Η συμπίεση θερμαίνει το καύσιμο, εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη για επιπλέον θερμαντήρα καυσίμου.

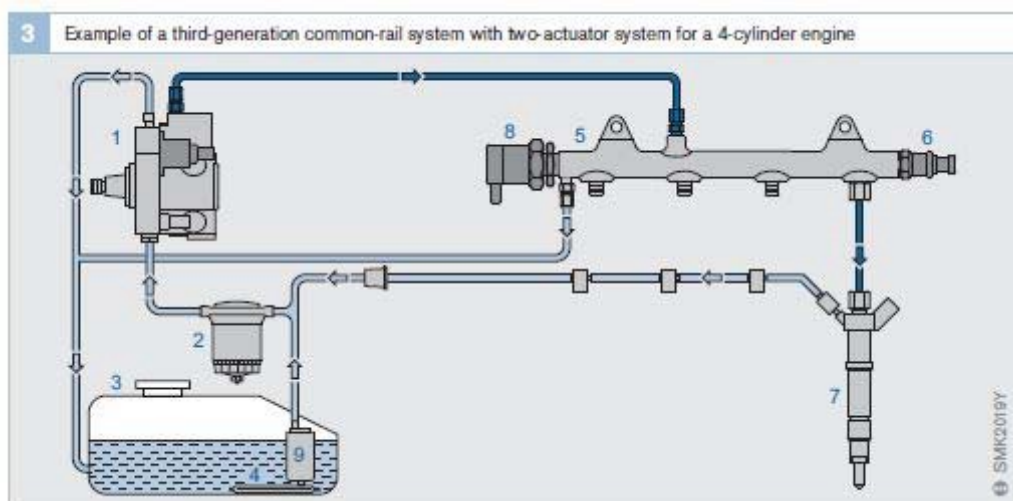


Εικ.10 Δεύτερης γενιάς CR για 4-κύλινδρο MEK

- 1.Αντλία υψηλής πίεσης (CP3) εφοδιασμένη με γρاناζοειδή αντλία προ-παροχής και μετρητική μονάδα
- 2.Θερμαινόμενο φίλτρο με διαχωριστή νερού
- 3.Δεξαμενή καυσίμου
- 4.Προ-φίλτρο
- 5.Συσσωρευτής πίεσης
- 6.Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
- 7.Ηλεκτρομαγνητικός εγχυτήρας
- 8.Ανακουφιστική βαλβίδα



Εικ.11 Δεύτερης γενιάς CR για 8-κύλινδρο MEK 1-7 Ίδια με της Εικ.10
8.Βαλβίδα ελέγχου πίεσης 9.Διανομέας

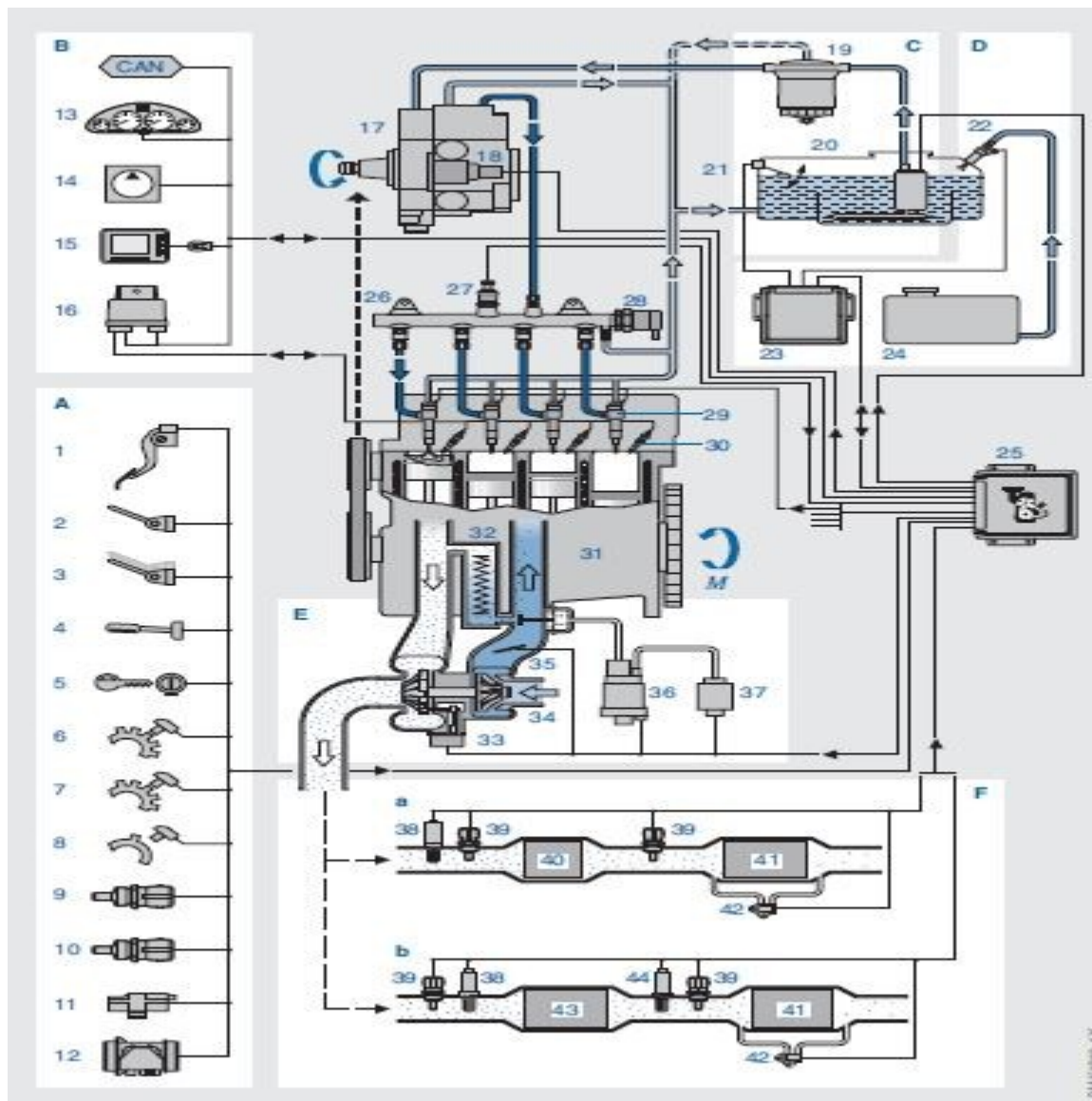


Εικ.12 Τρίτης γενιάς CR για 4-κύλινδρο MEK
1.Αντλία υψηλής πίεσης (CP1H) και μετρητική μονάδα
2.Θερμαινόμενο φίλτρο με διαχωριστή νερού
3.Δεξαμενή καυσίμου
4.Προ-φίλτρο

- 5.Συσσωρευτής πίεσης
- 6.Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
- 7.Πιεζοηλεκτρικός εγχυτήρας
- 8.Βαλβίδα ελέγχου πίεσης
- 9.Ηλεκτρική αντλία καυσίμου

Διάγραμμα συστήματος επιβατικών Αυτοκινήτων

Η Εικ.13 δείχνει όλα τα εξαρτήματα σε ένα σύστημα Common Rail για ένα πλήρως εξοπλισμένο, 4-κύλινδρο, κινητήρα ντίζελ επιβατηγών αυτοκινήτων. Ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και την εφαρμογή του, μερικά από τα εξαρτήματα πιθανών να μην χρησιμοποιούνται.



Εικ.13 Σύστημα Common Rail για 4-κύλινδρο μηχανή

Κινητήρας, κεντρική μονάδα ελέγχου και συστήματα υεκασμού υψηλής πίεσης	C Σύστημα παροχής καυσίμου (πλευρά χαμηλής πίεσης)
17 High-pressure pump	19 Fuel filter with overflow valve
18 Metering unit	20 Fuel tank with pre-filter and Electric Fuel Pump, EFP (presupply pump)
25 Engine ECU	21 Fuel-level sensor
26 Fuel rail	
27 Rail-pressure sensor	D Σύστημα πρόσθετων
28 Pressure-control valve (DRV 2)	22 Additive metering unit
29 Injector	23 Additive control unit
30 Glow plug	24 Additive tank
31 Diesel engine (DI)	
M Torque	E Παροχή αέρα
	32 Exhaust-gas recirculation cooler
A Αισθητήρες και ενεργοποιητές	33 Boost-pressure actuator
1 Pedal-travel sensor	34 Turbocharger (in this case with Variable Turbine Geometry (VTG))
2 Clutch switch	35 Control flap
3 Brake contacts (2)	36 Exhaust-gas recirculation actuator
4 Operator unit for vehicle-speed controller (cruise control)	37 Vacuum pump
5 Glow-plug and starter switch ("ignition switch")	
6 Road-speed sensor	F Κατεργασία καυσαερίων
7 Crankshaft-speed sensor (inductive)	38 Broadband lambda oxygen sensor, type LSU
8 Camshaft-speed sensor (inductive or Hall sensor)	39 Exhaust-gas temperature sensor
9 Engine-temperature sensor (in coolant circuit)	40 Oxidation-type catalytic converter
10 Intake-air temperature sensor	41 Particulate filter
11 Boost-pressure sensor	42 Differential-pressure sensor
12 Hot-film air-mass meter (intake air)	43 NO _x accumulator-type catalytic converter
	44 Broadband lambda oxygen sensor, optional NO _x sensor
B Όργανα διεπαφής	
13 Instrument cluster with displays for fuel consumption, engine speed, etc.	
14 Air-conditioner compressor with operator unit	
15 Diagnosis interface	
16 Glow control unit	
CAN Controller Area Network (on-board serial data bus)	

Υπόμνημα Εικ.13

2.8.2. ΣΥΣΤΗΜΑ COMMON RAIL ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

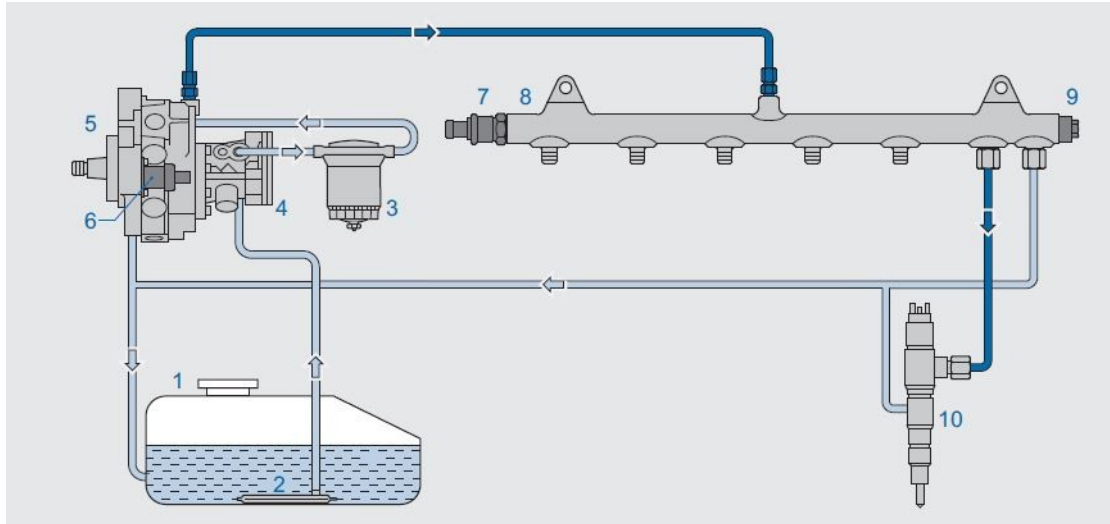
Τροφοδοσία καυσίμου

Προ-παροχή (παροχή καυσίμου από τη δεξαμενή στο σύστημα υψηλής πίεσης)

Το σύστημα CR για επαγγελματικά οχήματα ελαφρού τύπου διαφέρει ελάχιστα από τα συστήματα για επιβατηγά οχήματα. Για την προ-παροχή καυσίμου χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές αντλίες ή αντλίες με γρανάζια. Στα CR για βαρέου τύπου οχήματα χρησιμοποιούνται μόνο αντλίες με γρανάζια για την προ-παροχή του καυσίμου. Η αντλία προ-παροχής του καυσίμου βρίσκεται συνήθως επάνω στην αντλία υψηλής πίεσης, όμως σε αρκετές περιπτώσεις βρίσκεται επάνω στην μηχανή.

Φιλτράρισμα καυσίμου

Σε αντίθεση με τα συστήματα στα επιβατηγά οχήματα, το φίλτρο τοποθετείται στην πλευρά της πίεσης. Γι' αυτόν τον λόγο, απαιτείται μία εξωτερική παροχή καυσίμου, συγκεκριμένα όταν η αντλία προ-έγχυσης βρίσκεται επάνω στην αντλία υψηλής πίεσης.

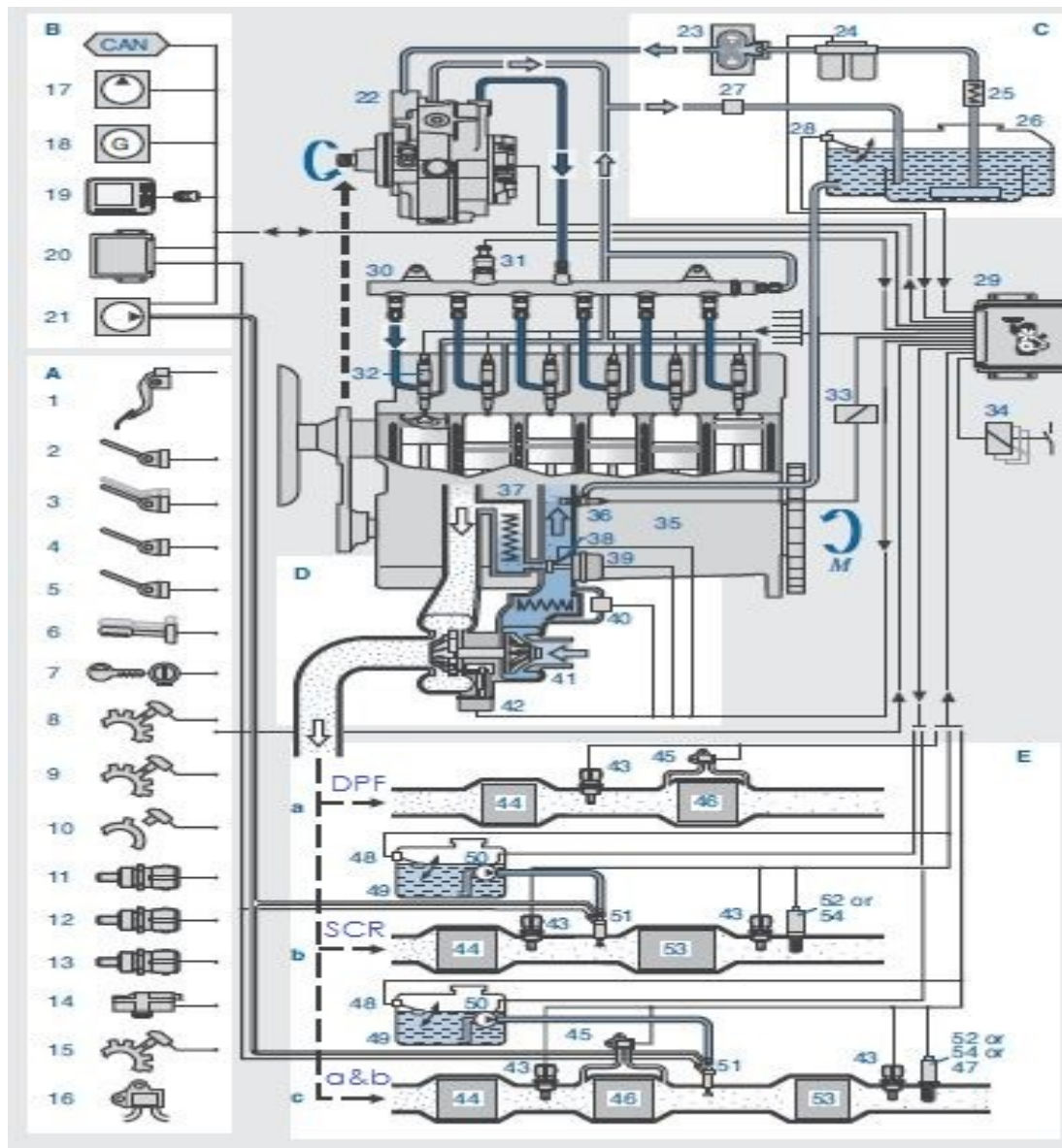


Εικ.14 Σύστημα Common Rail για επαγγελματικά οχήματα

1. Δεξαμενή καυσίμου
2. Πρό-φίλτρο
3. Φίλτρο καυσίμου
4. Γραναζοειδής αντλία προ-παροχής
5. Αντλία υψηλής πίεσης (CP3.4)
6. Μετρητική μονάδα
7. Αισθητήρας πίεσης συσσωρευτή
8. Συσσωρευτής πίεσης
9. Ανακουφιστική βαλβίδα πίεσης
10. Εγχυτήρας

Διάγραμμα συστήματος για τα επαγγελματικά οχήματα

Η Εικ.14 δείχνει όλα τα εξαρτήματα ενός συστήματος common rail για ένα 6-κύλινδρο πετρελαιοκινητήρα εμπορικού οχήματος. Ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και την εφαρμογή του, ορισμένες από τα εξαρτήματα μπορεί να μη χρησιμοποιούνται. Μόνο οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές απεκονίζονται στην πραγματική τους θέση για απλοποίηση της εικόνας και κατανόησης του συστήματος



Εικ.15 Σύστημα Common Rail για 6-κύλινδρο πετρελαιοκινητήρα

Κινητήρας, κεντρική μονάδα ελέγχου και συστήματα ψεκασμού υψηλής πίεσης

- 22 High-pressure pump
- 29 Engine ECU
- 30 Fuel rail
- 31 Rail-pressure sensor
- 32 Injector
- 33 Relay
- 34 Auxiliary equipment (e.g. retarder, exhaust flap for engine brake, starter motor, fan)
- 35 Diesel engine (DI)
- 36 Flame glow plug (alternatively grid heater)
- M Torque

A Αισθητήρες και ενεργοποιητές

- 1 Pedal-travel sensor
- 2 Clutch switch
- 3 Brake contacts (2)
- 4 Engine brake contact
- 5 Parking brake contact
- 6 Operating switch (e.g. vehicle-speed controller, intermediate-speed regulation, rpm- and torque reduction)
- 7 Starter switch ("ignition lock")
- 8 Turbocharger-speed sensor
- 9 Crankshaft-speed sensor (inductive)
- 10 Camshaft-speed sensor
- 11 Fuel-temperature sensor
- 12 Engine-temperature sensor (in coolant circuit)
- 13 Boost-air temperature sensor
- 14 Boost-pressure sensor
- 15 Fan-speed sensor
- 16 Air-filter differential-pressure sensor

B Όργανα διεπαφής

- 17 Air-conditioner compressor with operator unit
- 18 Alternator
- 19 Diagnosis interface

20 SCR control unit

21 Air compressor

CAN Controller Area Network (on-board serial data bus)
(up to three data buses)

C Σύστημα παροχής καυσίμου (πλευρά χαμηλής πίεσης)

- 23 Fuel presupply pump
- 24 Fuel filter with water-level and pressure sensors
- 25 Control unit cooler
- 26 Fuel tank with pre-filter
- 27 Pressure-relief valve
- 28 Fuel-level sensor

D Εισαγωγή αέρα

- 37 Exhaust-gas recirculation cooler
- 38 Control flap
- 39 Exhaust-gas recirculation positioner with exhaust-gas recirculation valve and position sensor
- 40 Intercooler with bypass for cold starting
- 41 Exhaust-gas turbocharger (in this case with variable turbine geometry) with position sensor
- 42 Boost-pressure actuator

E Κατεργασία καυσαερίων

- 43 Exhaust-gas temperature sensor
- 44 Oxidation-type catalytic converter
- 45 Differential-pressure sensor
- 46 Catalyst-coated particulate filter (CSF)
- 47 Soot sensor
- 48 Level sensor
- 49 Reducing-agent tank
- 50 Reducing-agent pump
- 51 Reducing-agent injector
- 52 NO_x sensor
- 53 SCR catalytic converter
- 54 NH₃ sensor

Υπόμνημα Εικ.15

3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΧΥΣΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ – UPS & UIS

Στην κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά και τρόπος λειτουργίας των συστημάτων έγχυσης κινητήρων πετρελαίου διακριτών κυλίνδρων. Των συστημάτων έγχυσης δηλαδή στα οποία κάθε κύλινδρος τροφοδοτείται με καύσιμο από μία μονάδα αντλίας ξεχωριστά. Επιπλέον, παρουσιάζονται εκτενώς τα χαρακτηριστικά, η δομή και ο τρόπος λειτουργίας των συστημάτων έγχυσης UIS και UPS.

3.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ

Κινητήρες πετρελαίου με συστήματα διακριτών κυλίνδρων έχουν μια ξεχωριστή αντλία έγχυσης καυσίμου για κάθε κύλινδρο του κινητήρα. Τέτοιες «ατομικές» αντλίες έγχυσης καυσίμου είναι εύκολα προσαρμόσιμες σε συγκεκριμένους κινητήρες. Οι μικρές γραμμές τροφοδοσίας καυσίμου υψηλής πίεσης επιτρέπουν την επίτευξη ιδιαίτερα καλών χαρακτηριστικών ψεκασμού και υψηλών πιέσεων έγχυσης.

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας ποικιλίας συστημάτων ψεκασμού πετρελαίου, κάθε ένα από τα οποία είναι κατάλληλο για διαφορετικές απαιτήσεις.

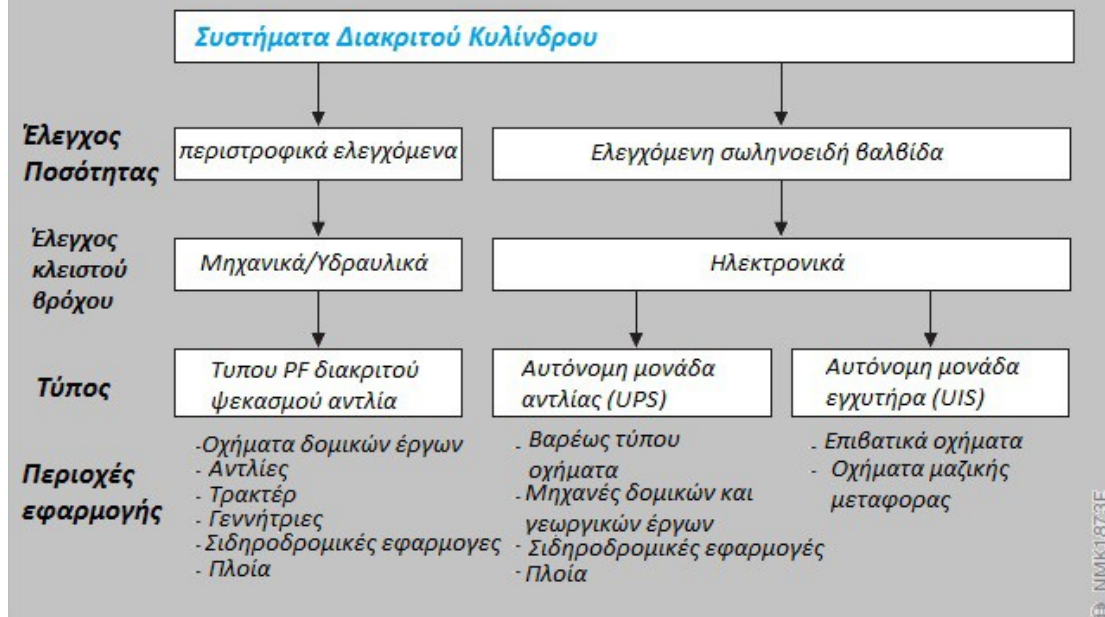
Οι σύγχρονοι πετρελαιοκινητήρες πρέπει να έχουν χαμηλές εκπομπές ρύπων, καλή οικονομία καυσίμου, υψηλή ροπή και ισχύ καθώς και να είναι αθόρυβοι κατά τη λειτουργία τους.

Υπάρχουν βασικά τρεις τύποι διακριτών συστημάτων κυλίνδρου:

- i: τύπου PF (ελεγχόμενες με έλικα διακριτές αντλίες έγχυσης)
- ii: ελεγχόμενη με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα μονάδα εγχυτήρα (UIS)
- iii: ελεγχόμενη με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα μονάδα αντλίας (UPS).

Τα συστήματα αυτά διαφέρουν όχι μόνο σε σχεδίαση αλλά και στα δεδομένα των επιδόσεών τους και τους τομείς εφαρμογής. (Εικόνα 3-1)

1 Τύποι και εφαρμογές συστημάτων διακριτού κυλίνδρου



Εικόνα 3-1: Τύποι και εφαρμογές συστημάτων διακριτού κυλίνδρου

3.2. ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΕΓΧΥΣΗΣ ΤΥΠΟΥ PF

3.2.1. εφαρμογές

Οι διακριτές αντλίες έγχυσης τύπου PF είναι ιδιαίτερα εύκολες στη συντήρηση. Χρησιμοποιούνται σε οχήματα «εκτός δρόμου», ως:

- αντλίες έγχυσης καυσίμου για πετρελαιοκινητήρες με ισχύ 4 έως 75 kW/κύλινδρο, σε μικρά μηχανήματα κατασκευών, αντλίες, γεωργικούς ελκυστήρες και γεννήτριες
- αντλίες έγχυσης καυσίμου για μεγάλου εύρους κινητήρες, με ισχύ από 75 έως 1000 kW/κύλινδρο. Αυτές οι εκδόσεις είναι ικανές να λειτουργήσουν με πετρέλαιο υψηλού ιξώδους και βαρύ πετρέλαιο.

3.2.2. σχεδιασμός και μέθοδος λειτουργίας

Οι διακριτές αντλίες τύπου PF λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως και οι αντλίες έγχυσης καυσίμου σε σειρά, PE. Έχουν μια μονάδα αντλίας στην οποία η ποσότητα καυσίμου που εγχέεται, μπορεί να μεταβάλλεται με τη βοήθεια μιας έλικας.

Κάθε διακριτή αντλία είναι ξεχωριστά τοποθετημένη στον κινητήρα και κινείται από τον εκκεντροφόρο που ελέγχει τον χρονισμό των βαλβίδων του κινητήρα. Ως εκ τούτου, μπορούν να περιγραφούν ως εξωτερικά κινούμενες αντλίες. PF είναι η γερμανική ονομασία για αυτές τις αντλίες.

Μερικές από τις μικρότερες αντλίες τύπου PF έρχονται σε εκδόσεις 2, 3 και 4 κυλίνδρων . Ωστόσο, η πλειονότητα των αντλιών αυτών που χρησιμοποιούνται τροφοδοτούν μόνο έναν κύλινδρο και ως εκ τούτου είναι γνωστές ως διακριτές ή μονού κυλίνδρου αντλίες έγχυσης.

3.2.3. έλεγχος κλειστού βρόγχου

Όπως και στις αντλίες έγχυσης καυσίμου σε σειρά μία άτρακτος ελέγχου ενσωματώνεται στον κινητήρα και συμπλέκεται με την συνδεσμολογία εμβόλου αντλίας - κυλίνδρου, από όπου και κινείται, και συμπλέκεται με το έμβολο και τον κύλινδρο της αντλίας. Περιστρέφοντας, λοιπόν, το σύστημα η άτρακτος περιστρέφεται, μεταβάλλοντας έτσι την παροχή και την ποσότητα του καυσίμου.

Σε μεγάλους κινητήρες η άτρακτος με τα έκκεντρα τοποθετείται απευθείας στο μπλοκ του κινητήρα και ελέγχεται υδρό-μηχανικά ή ηλεκτρονικά και πολύ σπάνια μηχανικά.

Μεταξύ της ατράκτου και της διακριτής αντλίας έγχυσης (τύπου PF) βρίσκεται τοποθετημένο ένα ελατήριο επαναφοράς έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης ενός εμβόλου μιας αντλίας να το επαναφέρει στην αρχική του θέση.

3.2.4. τροφοδοσία καυσίμου

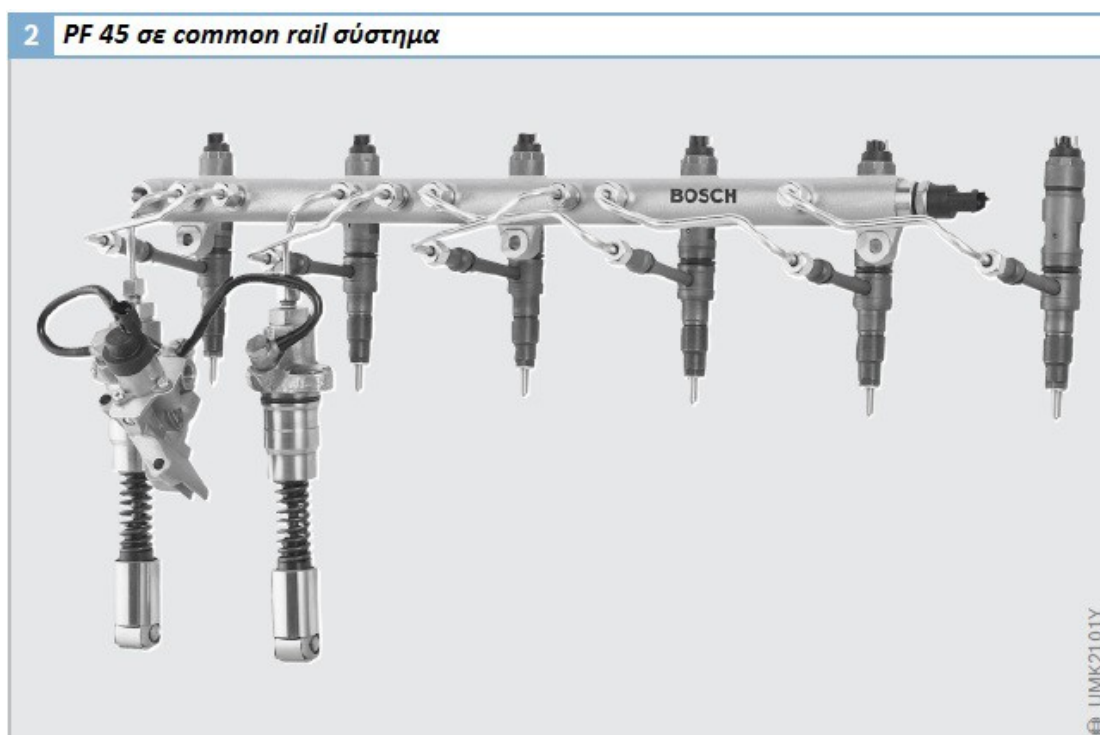
Το καύσιμο τροφοδοτείται στις αντλίες διακριτής έγχυσης από μία γραναζωτή αντλία προ-τροφοδοσίας, η οποία διανέμει ποσότητα καυσίμου ίση με 3 έως 5 φορές με αυτή που παρέχουν όλες οι αντλίες έγχυσης στο πλήρες φορτίο λειτουργίας του κινητήρα. Η πίεση του καυσίμου σε αυτό το στάδιο στο σύστημα είναι της τάξης των 3 έως 10 [bar].

Το καύσιμο φιλτράρεται από λεπτά φίλτρα με πόρους μεγέθους 5 έως 30 [μm], προκειμένου να κρατήσει τα μικροσωματίδια έξω από το σύστημα έγχυσης καυσίμου. Τέτοια σωματίδια θα μπορούσαν να

προκαλέσουν φθορά στα εξαρτήματα του συστήματος υψηλής πίεσης της αντλίας.

3.2.5. χρήση σε συστήματα κοινού αυλού (common – rail)

Οι αντλίες έγχυσης διακριτού κυλίνδρου εξελίχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ως αντλίες υψηλής πίεσης στα συστήματα κοινού αυλού 2ης και 3ης γενιάς, που εφαρμόζονται σε φορτηγά και οχήματα εκτός δρόμου. Στην εικόνα 3.2.5-1 φαίνεται η χρήση των αντλιών τύπου PF45 σε ένα σύστημα κοινού αυλού για έναν εξακύλινδρο κινητήρα.



Εικόνα 3.2.5-1: Αντλία PF45 σε σύστημα κοινού αυλού (common – rail)

3.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΓΧΥΤΗΡΑ (UIS) ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ (UPS)

Τα συστήματα μονάδας εγχυτήρα (UIS) και μονάδας αντλίας (UPS) επιτυγχάνουν την υψηλότερη πίεση ψεκασμού από όλα τα συστήματα ψεκασμού πετρελαίου που υπάρχουν σήμερα. Είναι σε θέση να ψεκάσουν καύσιμο με υψηλή ακρίβεια που είναι απεριόριστα μεταβαλλόμενη σε σχέση με τη λειτουργία του κινητήρα. Οι πετρελαιοκινητήρες που είναι εξοπλισμένοι με αυτά τα συστήματα παράγουν χαμηλά επίπεδα εκπομπών ρύπων, είναι οικονομικοί και αθόρυβοι κατά τη λειτουργία τους, προσφέρουν υψηλές επιδόσεις και ροπή.

3.3.1. περιοχές εφαρμογής

- Σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UIS): Το σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UIS) μπήκε σε μαζική παραγωγή για τα επαγγελματικά οχήματα το 1994 και για τα επιβατικά αυτοκίνητα το 1998. Πρόκειται για ένα σύστημα έγχυσης καυσίμου με διακριτές αντλίες έγχυσης για κινητήρες πετρελαίου απευθείας εγχύσεως (DI). Το σύστημα αυτό προσφέρει ένα σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό προσαρμοστικότητας στους διάφορους κινητήρες συγκρινόμενο με τα συμβατικά συστήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα των σύγχρονων πετρελαιοκινητήρων για τα αυτοκίνητα και τα επαγγελματικά οχήματα που εκτείνεται σε:
 - Αυτοκίνητα και ελαφρά επαγγελματικά οχήματα με μονάδες παραγωγής ισχύος που κυμαίνονται από τρικύλινδρους κινητήρες με όγκο εμβολισμού 1,2[lit] αποδίδοντας 45 [kW] (61 hp) ισχύος και 195 Nm ροπής, έως δεκακύλινδρους κινητήρες με όγκο εμβολισμού 5[lit] και 230 [kW] (312 hp) ισχύ και 750[Nm] ροπής.
 - Βαρέα επαγγελματικά οχήματα που διαθέτουν ισχύ έως και 80[kW] ανά κύλινδρο.

Καθώς δεν απαιτεί σωληνώσεις καυσίμου υψηλής πίεσης ,το σύστημα μονάδας εγχυτήρα έχει εξαιρετικά υδραυλικά χαρακτηριστικά. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτό το σύστημα είναι ικανό να παράγει την υψηλότερη πίεση έγχυσης (μέχρι 2200[bar]). Στο σύστημα μονάδας εγχυτήρα για επιβατικά αυτοκίνητα η προέγχυση πραγματοποιείται υδρομηχανικά. Το σύστημα μονάδας εγχυτήρα για επαγγελματικά οχήματα προσφέρει τη δυνατότητα προέγχυσης στο κατώτερο όριο στροφών λειτουργίας και φορτίου του κινητήρα.

- Σύστημα μονάδας αντλίας (UPS): Το σύστημα μονάδας αντλίας (UPS) αναφέρεται επίσης και με το χαρακτηριστικό τύπο του PF..MV για μεγάλης κλίμακας κινητήρες.

Όπως και το σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UIS) έτσι και το σύστημα μονάδας αντλίας (UPS) είναι ένα σύστημα έγχυσης καυσίμου με διακριτές αντλίες έγχυσης για κινητήρες πετρελαίου άμεσου ψεκασμού (DI). Οι ακόλουθες εκδόσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν:

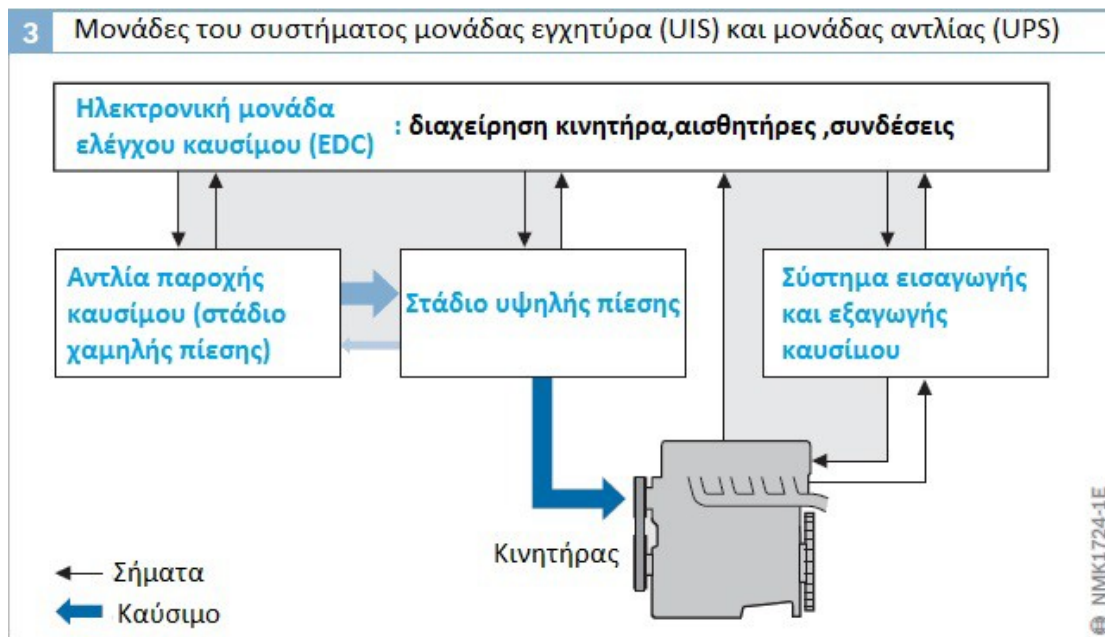
- UPS 12 για κινητήρες επαγγελματικών οχημάτων με έως και 6 κυλίνδρους και 37 [kW/κύλινδρο]
- UPS 20 για βαρέα επαγγελματικά οχήματα με κινητήρες έως και 8 κυλίνδρους με 65 [kW/κύλινδρο]
- SP (αντλία με βύσμα – rlu-in rump) για βαρέα επαγγελματικά οχήματα με κινητήρες έως 18 κυλίνδρους με 92 [kW/κύλινδρο].
- SPS (αντλία με βύσμα) για κινητήρες επαγγελματικών οχημάτων με έως και 6 κυλίνδρους και 40 [kW/κύλινδρο].
- UPS για κινητήρες τεχνικών και γεωργικών μηχανημάτων , σιδηροδρομικές μηχανές και πλοία με ιπποδύναμη έως και 500 [kW/κύλινδρο] και έως 20 κυλίνδρους.

3.3.2. σχεδιασμός

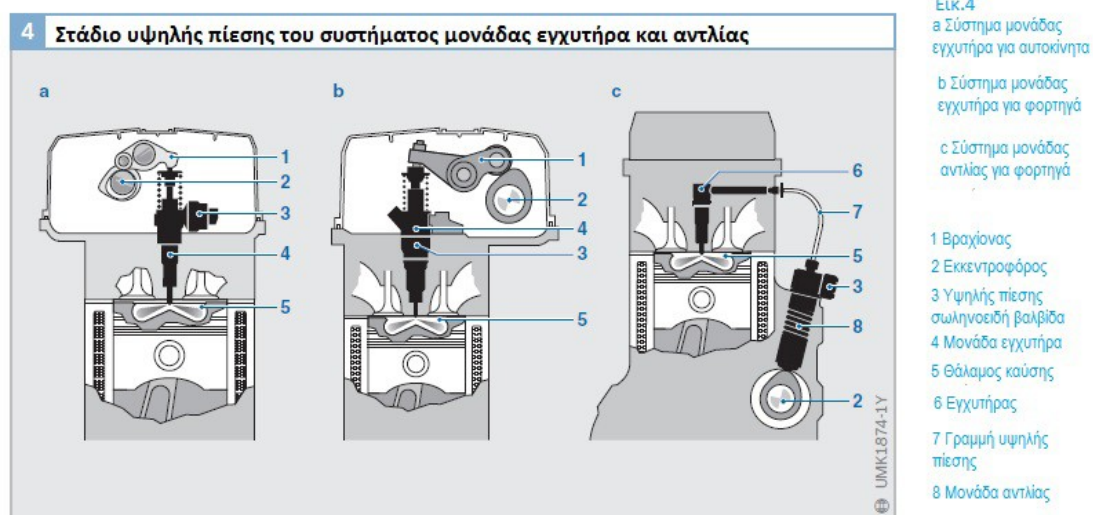
- Περιοχές συστήματος: Το σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UIS) και το σύστημα μονάδας αντλίας (UPS) αποτελούνται από τέσσερις επιμέρους «περιοχές», όπως φαίνεται στην εικόνα 3.3.2-1:
 - ο Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου καυσίμου (EDC), που αποτελείται από αισθητήρες, την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και ενεργοποιητές. Εκτελεί όλες τις λειτουργίες διαχείρισης και ελέγχου του κινητήρα καθώς και την παροχή όλων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών διεπαφών.
 - ο Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (χαμηλής πίεσης) παρέχει κατάλληλα φιλτραρισμένο καύσιμο στη σωστή πίεση.
 - ο Το στάδιο υψηλής πίεσης δημιουργεί την αναγκαία υψηλή πίεση ψεκασμού και εγχύει το καύσιμο εντός του θαλάμου καύσεως .
 - ο Το σύστημα εισαγωγής αέρα και καυσαερίων, χειρίζεται την παροχή αέρα για την καύση ,την ανακυκλοφορία καυσαερίων και την επεξεργασία των καυσαερίων.

⌚ Διαφορές: Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ του συστήματος μονάδας εγχυτήρα (UIS) και του συστήματος μονάδας αντλίας (UPS) έγκειται στη διάταξη του κινητήρα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.3.2-2. Στο σύστημα μονάδας εγχυτήρα , η υψηλής πίεσης αντλία και το ακροφύσιο αποτελούν μία ενιαία μονάδα, την μονάδα εγχυτήρα. Υπάρχει μια μονάδα εγχυτήρα τοποθετημένη σε κάθε κύλινδρο της μηχανής. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν γραμμές καυσίμου υψηλής πίεσης, μπορεί να αναπτύξει εξαιρετικά υψηλές πιέσεις έγχυσης και ακριβή ψεκασμό.

Με το σύστημα μονάδας αντλίας (UPS) το σύστημα της αντλίας υψηλής πίεσης, η μονάδα αντλίας, και το συγκρότημα του ακροφυσίου βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις που συνδέονται με μια γραμμή υψηλής πίεσης μικρού μήκους. Η εγκατάσταση αυτή έχει πλεονεκτήματα όσον αφορά τη χρήση του χώρου και τη συντήρηση του συστήματος.



Εικόνα 3.3.2-1: Τομείς των συστημάτων UIS και UPS



Εικόνα 3.3.2-2: Τοποθέτηση UIS και UPS στον κινητήρα

3.3.3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ UIS ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Η εικόνα 3.3.3-1 δείχνει όλα τα στοιχεία ενός πλήρως εξοπλισμένου συστήματος εγχυτήρα (UIS) για δεκακύλινδρη μηχανή πετρελαίου αυτοκινήτου. Ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και την εφαρμογή, μερικά από τα εξαρτήματα μπορούν να μην χρησιμοποιούνται.

Για λόγους σαφήνειας του διαγράμματος, οι αισθητήρες και οι γεννήτριες ονομαστικής τιμής (A) δεν είναι τοποθετημένες στο σχήμα στις κανονικές τους θέσεις. Εξαιρέσεις για αυτό είναι τα εξαρτήματα του συστήματος επεξεργασίας των καυσαερίων (F), καθώς η ορθή τους τοποθέτηση είναι αναγκαία για την κατανόηση του συστήματος.

Η ανταλλαγή των δεδομένων μεταξύ των διαφόρων στοιχείων πραγματοποιείται μέσω του διαύλου CAN στο τμήμα «Συνδέσεις» (B), όπου αποτελείται από :

- Εκκινητή (Μίζα)
- Εναλλάκτη (Δυναμό)
- Ηλεκτρονικό ακινητοποιητή (immobiliser)
- Σύστημα ελέγχου του κιβωτίου ταχυτήτων
- Σύστημα Ελέγχου Πρόσφυσης (TCS)
- Ηλεκτρονικό Πρόγραμμα Ευστάθειας (ESP) .

Ο πίνακας οργάνων (12) και το κλιματιστικό (13) μπορούν επίσης να συνδεθούν μέσω του διαύλου CAN .

Για την επεξεργασία των καυσαερίων, υπάρχουν τρία εναλλακτικά συστήματα (a, b ή c).

3.3.4. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ UIS/UPS ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Η εικόνα 3.3.4-1 παρουσιάζει όλα τα στοιχεία ενός συστήματος μονάδας εγχυτήρα για έναν εξακύλινδρο κινητήρα πετρελαίου επαγγελματικού οχήματος. Ανάλογα με τον τύπο του οχήματος και την εφαρμογή, μερικά από τα εξαρτήματα ίσως να μη χρησιμοποιούνται.

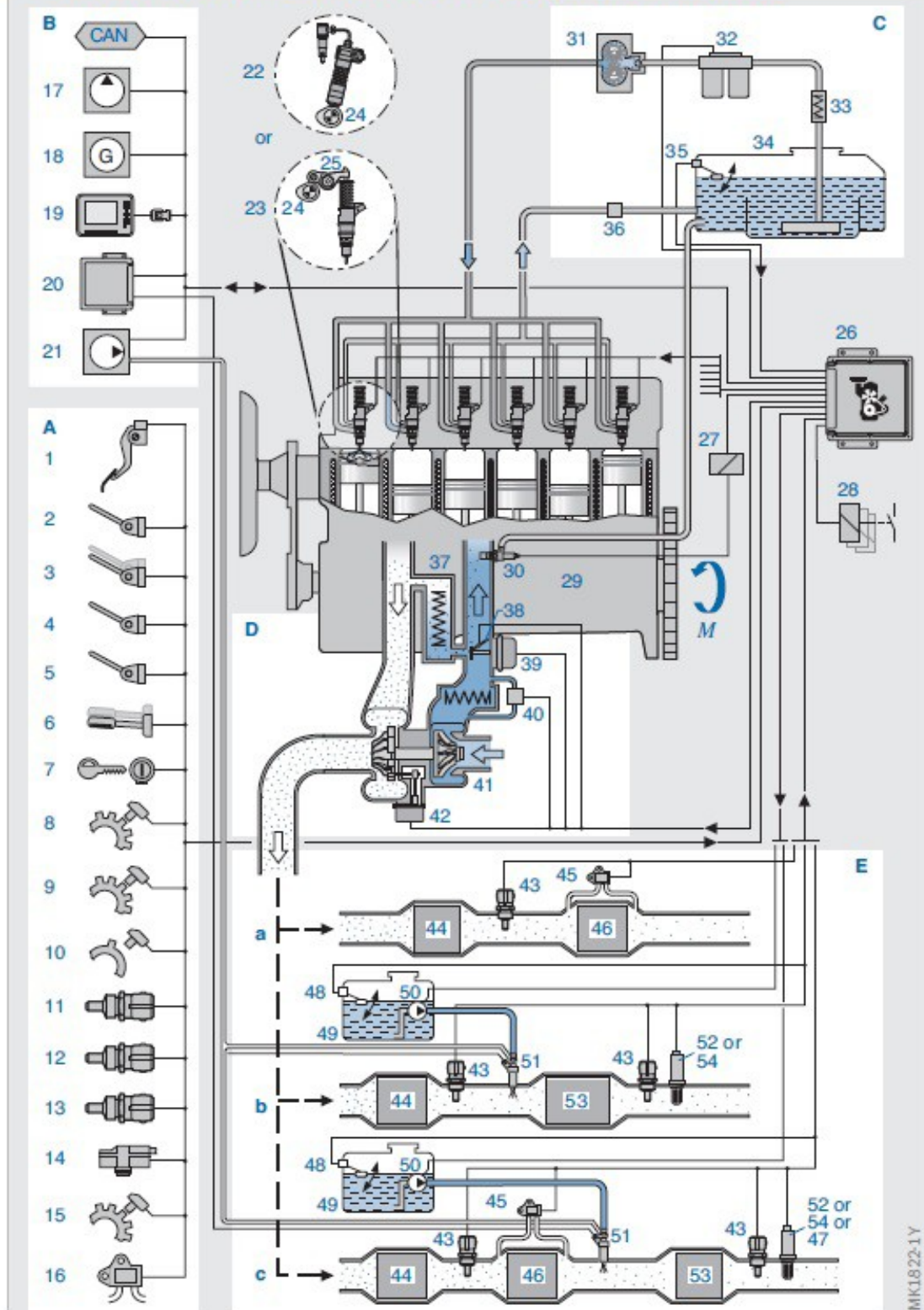
Τα εξαρτήματα της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου (EDC), αισθητήρες, συνδέσεις και διαχείριση του κινητήρα, το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, το σύστημα εισαγωγής αέρα και επεξεργασίας των καυσαερίων είναι παρόμοια στο σύστημα μονάδας έγχυτήρα και στο σύστημα μονάδας αντλίας. Διαφέρουν μόνο στο στάδιο υψηλής πίεσης του συνολικού συστήματος.

Για λόγους σαφήνειας του διαγράμματος, μόνο οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές των οποίων η θέση είναι απαραίτητη για την κατανόηση φαίνονται στις αντίστοιχες θέσεις τους.

Η ανταλλαγή δεδομένων με ένα ευρύ φάσμα από άλλα συστήματα (π.χ. έλεγχος κιβωτίου ταχυτήτων, Σύστημα Ελέγχου Πρόσφυσης (TCS), Ηλεκτρονικό Πρόγραμμα Σταθερότητας (ESP), αισθητήρα ποιότητας λαδιού, ταχογράφο, διαχείριση οχήματος, συντονιστή των φρένων) είναι δυνατή μέσω του διαύλου CAN στο τμήμα «συνδέσεις». Ακόμη και ο εναλλάκτης (18) και το κλιματιστικό (17) μπορεί να συνδεθούν μέσω του CAN bus.

Για την επεξεργασία των καυσαερίων, υπάρχουν τρία εναλλακτικά συστήματα που εμφανίζονται (a, b ή c).

6 Σύστημα ψεκασμού πετρελαίου UPS και UIS για φορτηγά και βαρέα οχήματα



Εικόνα 3.3.4-1: Εξαρτήματα συστημάτων UIS/UPS για επαγγελματικά οχήματα

Εικ 6

Κινητήρας, διαχείριση κινητήρα, κύκλωμα υψηλής πίεσης καυσίμου

- 22 Μονάδα αντλίας και συγκρότημα ακροφυσίων
- 23 Μονάδα εγχυτήρα
- 24 Εκκεντροφόρος
- 25 Βραχίονας
- 26 Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου κινητήρα (ECU)
- 27 Ρελέ
- 28 Βοηθητικά συστήματα (ρετάρτερ, μηχανόφρενο, μίζα, ανεμιστήρας)
- 29 Κινητήρας πετρελαίου (DI)
- 30 Αισθητήρας φωτιάς
- M Ροπή

A Αισθητήρες και ενεργοποιητές

- 1 Πετάλ γκαζιού
- 2 Πετάλ συμπλέκτη
- 3 Ηλεκτρικές επαφές φρένου (2)
- 4 Ηλεκτρική επαφή μηχανόφρενου
- 5 Ηλεκτρική επαφή χειρόφρενου
- 6 Διακόπτης ελέγχου (πχ. ταχύτητας, στροφών, ρετάρτερ, ιντάρτερ)
- 7 Διακόπτης εκίνησης
- 8 Αισθητήρας τροφών υπερπληρωτή
- 9 Αισθητήρας στροφών στροφαλοφόρου (επαγωγικός)
- 10 Αισθητήρας στροφών εκκεντροφόρου
- 11 Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου
- 12 Αισθητήρας θερμοκρασίας κινητήρα (ψυκτικού υγρού)
- 13 Αισθητήρας θερμοκρασίας υπερπληρωμένου αέρα
- 14 Αισθητήρας πίεσης αέρα
- 15 Αισθητήρας ταχύτητας υπερπληρωτή
- 16 Αισθητήρας πτώσης πίεσης φίλτρου αέρα

B Συνδέσεις

- 17 Συμπιεστής και μονάδα ελέγχου A/C
- 18 Εναλλάκτης (Δυναμό)
- 19 Σύνδεση διάγνωσης (φύσα)

- 20 SCR ECU
- 21 Συμπιεστής Αέρα
- Δίαυλος CAN

C Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (χαμηλής πίεσης)

- 31 Αντλία καυσίμου
- 32 Φίλτρο καυσίμου με δείκτη νερού και αισθητήρες πίεσης
- 33 Μονάδα ψύξης
- 34 Δεξαμενή καυσίμου με φίλτρο
- 35 Αισθητήρας στάθμης
- 36 Βαλβίδα απόλυτης πίεσης

D Παροχή αέρα

- 37 Ψυγείο ανακυκλοφορίας καυσαερίων
- 38 Πεταλούδα ελέγχου
- 39 Ρυθμιστής θέσης ανακυκλοφορίας καυσαερίων με βαλβίδα και αισθητήρα θέσης
- 40 Intercooler με παράκαμψη για κρύα εκίνηση
- 41 Υπερπληρωτής με αισθητήρα θέσης
- 42 Ενεργοποιητής πίεσης υπερπλήρωσης

E Σύστημα εξαγωγής καυσαερίων

- 43 Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσαερίων
- 44 Καταλυτικός μετατροπέας οξειδίων
- 45 Αισθητήρας διαφοράς πίεσης
- 46 Καταλυτικό φίλτρο σωματιδίων
- 47 Αισθητήρας Αιθάλης
- 48 Αισθητήρας στάθμης
- 49 Δεξαμενή AdBlue
- 50 Αντλία AdBlue
- 51 Ακροφύσιο AdBlue
- 52 Αισθητήρας οξειδίων του αζώτου
- 53 Καταλυτικός μετατροπέας SCR
- 54 Αισθητήρας υδρογονανθράκων

3.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΓΧΥΤΗΡΑ (UNIT INJECTOR SYSTEM – UIS)

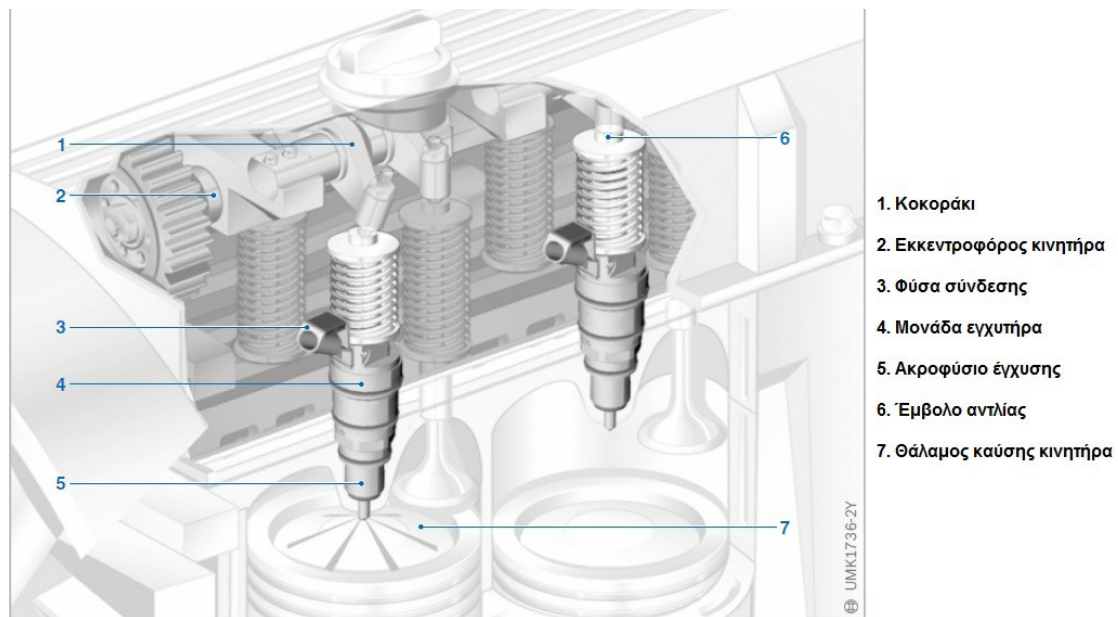
3.4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UIS), η αντλία έγχυσης καυσίμου, η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υψηλής πίεσης και το ακροφύσιο έγχυσης αποτελούν μια ενιαία μονάδα. Η συμπαγής κατασκευή, με πολύ μικρές γραμμές υψηλής πίεσης, μεταξύ της αντλίας και του ακροφυσίου, καθιστούν πιο εύκολη τη διανομή μεγαλύτερων πιέσεων έγχυσης σε σχέση με άλλα συστήματα έγχυσης, λόγω του όγκου συμπίεσης και έτσι οι απώλειες συμπίεσης είναι μικρότερες. Ο όγκος συμπίεσης είναι ο όγκος του καυσίμου που συμπιέζεται. Η μέγιστη τιμή της πίεσης στο σύστημα UIS προς το παρόν παίρνει διαφορετικές τιμές, ανάλογα με τον τύπο της αντλίας και κυμαίνεται μεταξύ 1800 και 2200 [bar].

3.4.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

Κάθε κύλινδρος έχει τη δική του μονάδα εγχυτήρα (UI), η οποία είναι εγκατεστημένη απευθείας στην κεφαλή του κυλίνδρου, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.4.2-1. Για τα επιβατικά οχήματα υπάρχουν δύο τύποι μονάδων εγχυτήρα (UI-1, UI-2), οι οποίοι αν και κάνουν ακριβώς την ίδια δουλειά, διαφέρουν στο μέγεθος. Σε έναν κινητήρα με 2 βαλβίδες ανά κύλινδρο, το σύστημα UI-1 είναι ασφαλές χρησιμοποιώντας ένα πλοκ σύσφιξης υπό μια γωνία περίπου 20ο στην κεφαλή του κυλίνδρου του κινητήρα. Σε έναν κινητήρα με 4 βαλβίδες ανά κύλινδρο, ο μικρότερος εγχυτήρας (UI-2) χρησιμοποιείται λόγω του μικρότερου διαθέσιμου χώρου. Αυτός ο εγχυτήρας είναι ασφαλισμένος κάθετα στην κεφαλή του κυλίνδρου του κινητήρα με βίδες που αντέχουν σε κόπωση.

Ο εκκεντροφόρος του κινητήρα (τεμάχιο 2, εικόνα 3.4.2-1) έχει ένα έκκεντρο ενεργοποίησης για κάθε μονάδα εγχυτήρα. Η ανύψωση από το έκκεντρο μεταφέρεται στο έμβολο της αντλίας (τεμάχιο 6, εικόνα 3.4.2-1) μέσα από ένα κοκοράκι (τεμάχιο 1, εικόνα 3.4.2-1). Η καμπύλη της έγχυσης επηρεάζεται από το σχήμα των εκκέντρων ενεργοποίησης. Αυτά είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε το έμβολο της αντλίας να κινείται πιο αργά όταν το καύσιμο εισέρχεται (κίνηση προς τα πάνω) από ότι όταν το καύσιμο εγχύεται (κίνηση προς τα κάτω), έτσι ώστε, από τη μία να αποφεύγεται η κατά λάθος αναρρόφηση του αέρα και από την άλλη για να επιτευχθεί υψηλό ποσοστό διανομής. Περιστροφικές δονήσεις υπάρχουν στον εκκεντροφόρο κατά τη λειτουργία, από τις δυνάμεις που του εφαρμόζονται και επηρεάζουν αρνητικά τα χαρακτηριστικά της έγχυσης και τη μέτρηση της ποσότητας του καυσίμου που εγχύεται. Είναι επομένως αναγκαίο προκειμένου να μειωθούν αυτές οι δονήσεις, οι οδηγίες των αντλιών να σχεδιάζονται όσο το δυνατόν πιο άκαμπτοι. Αυτό αναφέρεται στον στον εκκεντροφόρο, τα κοκοράκια και τα έδρανα (ρουλεμάν) από τα κοκοράκια. Η μονάδα εγχυτήρα εγκαθίσταται στην κεφαλή του κυλίνδρου του κινητήρα και για αυτό το λόγο εκτίθεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Ψύχεται από σχετικά κρύο καύσιμο το οποίο ρέει πίσω προς το στάδιο της χαμηλής πίεσης.



Εικόνα 3.4.2-1: Εγκατάσταση συστήματος UIS στον κινητήρα

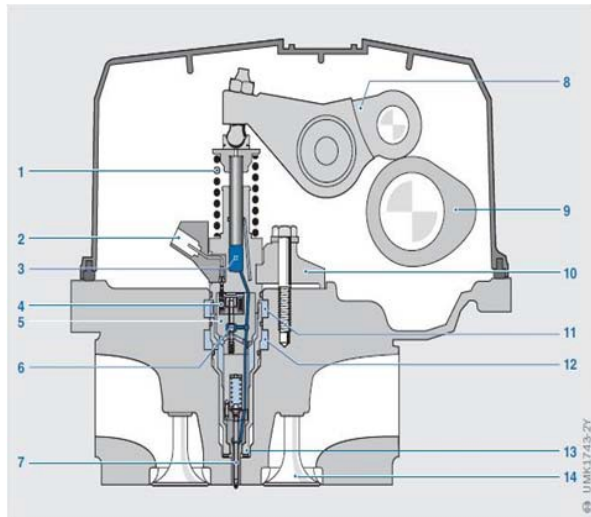
3.4.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Το καύσιμο τροφοδοτείται προς τη μονάδα εγχυτήρα στα επιβατικά οχήματα μέσω περίπου 500 διόδων διάτρητων με λέιζερ που διαθέτει ο εγχυτήρας. Το καύσιμο φιλτράρεται από τις διόδους, οι οποίες έχουν διάμετρο μικρότερη από 0,1[mm].

Η συνδεσμολογία του σώματος της μονάδας εγχυτήρα εξυπηρετεί ως ο κύλινδρος της αντλίας. Το ακροφύσιο (τεμάχιο 7, εικόνα 3.4.3-1) είναι ενσωματωμένο στον κορμό της μονάδας εγχυτήρα. Η συνδεσμολογία κορμού και σώματος είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ενός παξιμαδιού συγκράτησης (τεμάχιο 13, εικόνα 3.4.3-1).

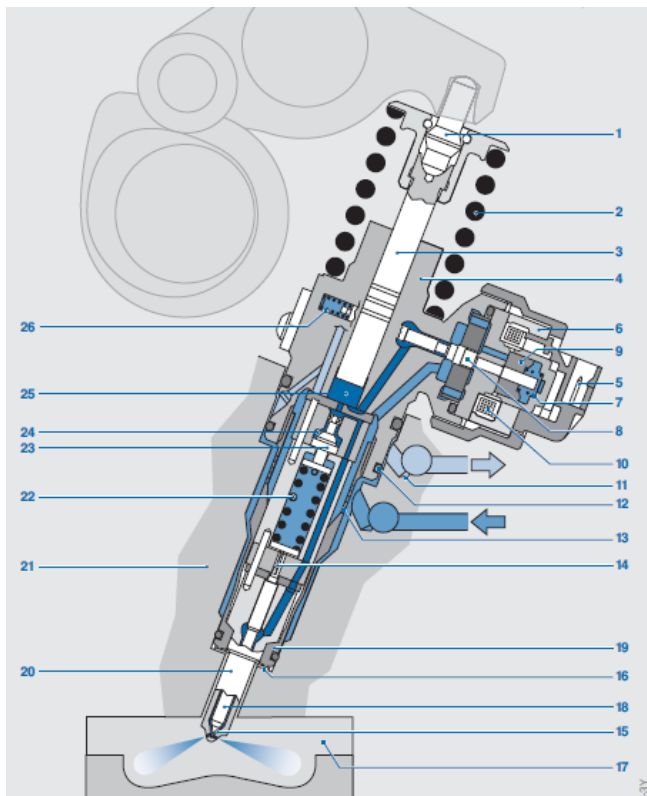
Το ελατήριο επαναφοράς (τεμάχιο 1, εικόνα 3.4.3-1) σπρώχνει το έμβολο της αντλίας προς το κοκοράκι (τεμάχιο 8, εικόνα 3.4.3-1) και το κοκοράκι προς το έκκεντρο ενεργοποίησης (τεμάχιο 9, εικόνα 3.4.3-1). Αυτό εξασφαλίζει ότι το έμβολο της αντλίας, το κοκοράκι και το έκκεντρο θα είναι πάντα συνδεδεμένα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

Στη μονάδα εγχυτήρα για τα επαγγελματικά οχήματα, η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι ενσωματωμένη μέσα στον εγχυτήρα. Ωστόσο, για τα επιβατικά αυτοκίνητα, είναι τοποθετημένη εξωτερικά στο σώμα της αντλίας, λόγω των μικρότερων διαστάσεων του εγχυτήρα.



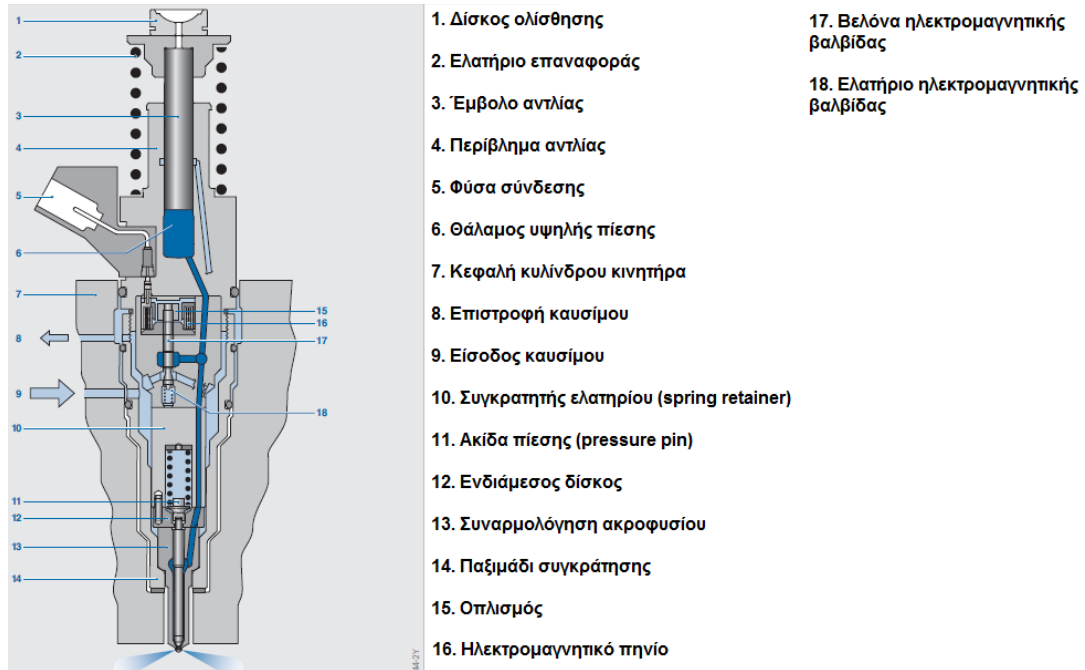
- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1. Ελατήριο επαναφοράς | 11. Επιστροφή καυσίμου |
| 2. Φύσα σύνδεσης | 12. Είσοδος καυσίμου |
| 3. Θάλαμος υψηλής πίεσης | 13. Παξιμάδι συγκράτησης |
| 4. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο | 14. Βαλβίδα εξαγωγής |
| 5. Σώμα ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας | |
| 6. Βελόνα ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας | |
| 7. Ακροφύσιο έγχυσης | |
| 8. Κοκοράκι | |
| 9. Έκκεντρο ενεργοποίησης | |
| 10. Στοιχείο σύσφιξης | |

Εικόνα 3.4.3-1: Εγκατάσταση συστήματος UIS στην κεφαλή του κυλίνδρου



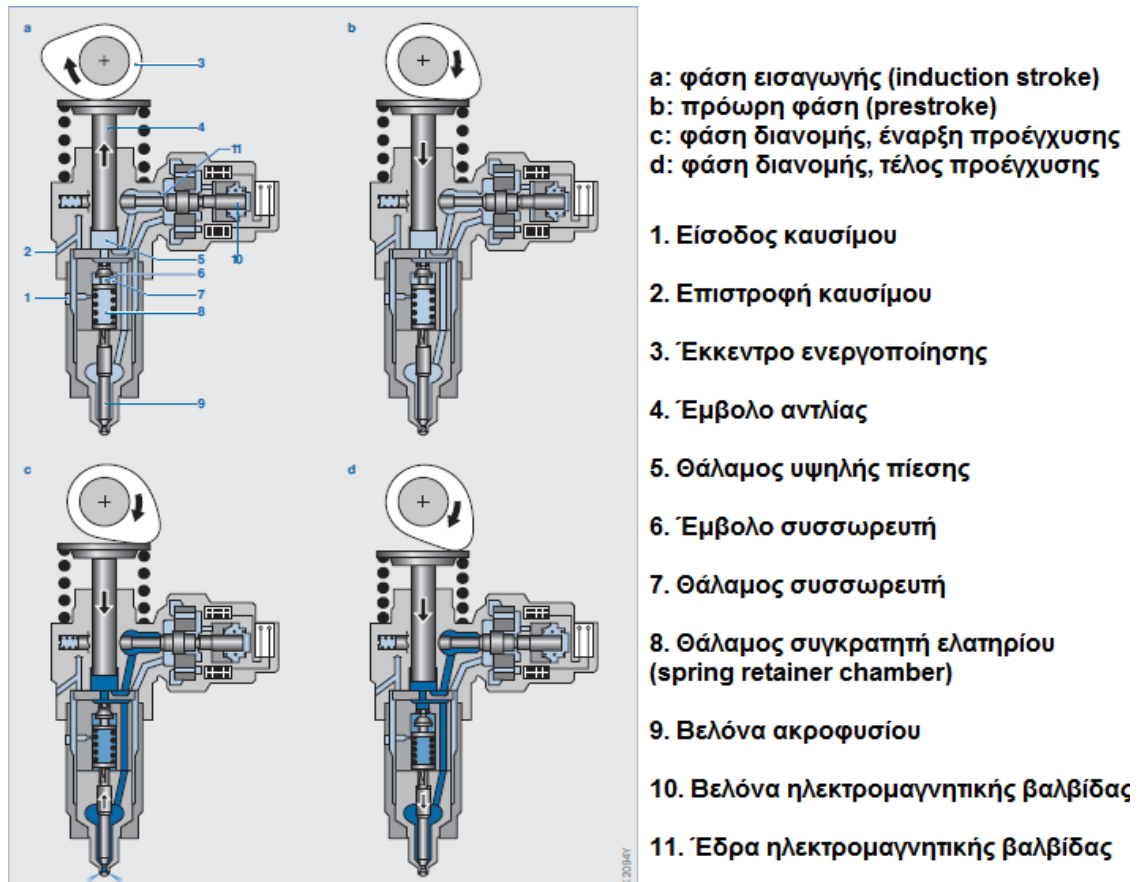
- | |
|--|
| 1. Μπαλάκι (ball pin) |
| 2. Ελατήριο επαναφοράς |
| 3. Έμβολο αντλίας |
| 4. Περίβλημα αντλίας |
| 5. Φύσα σύνδεσης |
| 6. Πυρήνας μαγνήτη |
| 7. Ανισταθμιστικό ελατήριο |
| 8. Βελόνα ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας |
| 9. Οπλισμός |
| 10. Πηνίο ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας |
| 11. Επιστροφή καυσίμου |
| 12. Τιμούχα (seal) |
| 13. Δίοδοι εισόδου |
| 14. Μονάδα απόσβεσης |
| 15. Έδρα βελόνας |
| 16. Δίσκος στεγανοποίησης |
| 17. Θάλαμος καύσης κινητήρα |
| 18. Βελόνα ακροφυσίου |
| 19. Παξιμάδι συγκράτησης |
| 20. Συναρμολόγηση ακροφυσίου (nozzle assembly) |
| 21. Κεφαλή κυλίνδρου κινητήρα |
| 22. Ελατήριο βελόνας βαλβίδας |
| 23. Έμβολο συσσωρευτή |
| 24. Θάλαμος συσσωρευτή |
| 25. Θάλαμος υψηλής πίεσης |
| 26. Ελατήριο ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας |

Εικόνα 3.4.3-2: Σχεδιασμός UIS για επιβατικά οχήματα



Εικόνα 3.4.3-3: Σχεδιασμός UIS για επαγγελματικά οχήματα

3.4.4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΓΧΥΤΗΡΑ ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ



Εικόνα 3.4.4-1: Αρχή λειτουργίας UIS για προέγχυση σε επιβατικά οχήματα

προέγχυση

Η υδρομηχανικά ελεγχόμενη προέγχυση στο σύστημα μονάδας εγχυτήρα για επιβατικά οχήματα επηρεάζεται από ένα έμβολο συσσωρευτή και μια μονάδα απόσβεσης.

φάση εισαγωγής (εικόνα 3.4.4-1a)

Το έμβολο της αντλίας (4) αναγκάζεται να κινηθεί προς τα πάνω από το ελατήριο επαναφοράς όταν περιστρέφεται το έκκεντρο ενεργοποίησης (3). Το καύσιμο το οποίο είναι μόνιμα υπό πίεση, ρέει από το στάδιο χαμηλής πίεσης του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου, μέσω της διόδου εισαγωγής (1), μέσα στον εγχυτήρα. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι ανοιχτή. Το καύσιμο περνάει μέσα από την ανοιχτή έδρα της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας (11) στο θάλαμο υψηλής πίεσης (5).

πρώρη φάση (prestroke) (εικόνα 3.4.4-1b)

Το έκκεντρο ενεργοποίησης συνεχίζει να περιστρέφεται και αναγκάζει ο έμβολο της αντλίας να κινηθεί προς τα κάτω. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι ανοιχτή και το καύσιμο ωθείται από το έμβολο της αντλίας να κινηθεί πίσω προς το στάδιο χαμηλής πίεσης του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου (2). Καθώς το καύσιμο ρέει προς τα πίσω χάνεται θερμότητα από τον εγχυτήρα, συνεπώς ο εγχυτήρας ψύχεται.

φάση διανομής και έγχυση

Σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) επενεργεί στο ηλεκτρομαγνητικό πηνίο και η βελόνα της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας πιέζεται στην έδρα της (11) και η σύνδεση μεταξύ του θαλάμου υψηλής πίεσης και του σταδίου χαμηλής πίεσης είναι κλειστή. Αυτή η χρονική στιγμή ονομάζεται έναρξη της περιόδου έγχυσης (Beginning of Injection Period – BIP), ωστόσο δεν αναφέρεται στην πραγματική στιγμή της έγχυσης, αλλά στη στιγμή έναρξης της διανομής.

έναρξη της προέγχυσης (εικόνα 3.4.4-1c)

Περαιτέρω μετατόπιση του εμβόλου της αντλίας προκαλεί αύξηση της πίεσης του καυσίμου μέσα στο θάλαμο υψηλής πίεσης. Η πίεση ανοίγματος του ακροφυσίου είναι περίπου 180[bar] για την προέγχυση. Όταν επιτευχθεί αυτή η πίεση, η βελόνα του ακροφυσίου (9) σηκώνεται από την έδρα της και η προέγχυση ξεκινάει. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το σήκωμα της βελόνας του ακροφυσίου περιορίζεται υδραυλικά από μια μονάδα απόσβεσης. Το έμβολο του συσσωρευτή (6) αρχικά παραμένει στην έδρα του επειδή η βελόνα του ακροφυσίου ανοίγει κυρίως λόγω της μεγαλύτερης του, υδραυλικής επιφάνειας πάνω στην οποία επενεργεί η πίεση.

προέγχυσης (εικόνα 3.4.4-1d)

Μεγαλύτερη αύξηση πίεσης εξαναγκάζει το έμβολο του συσσωρευτή να κινηθεί προς τα κάτω και στη συνέχεια να σηκωθεί από την έδρα του έτσι ώστε να επιτευχθεί μια σύνδεση μεταξύ του θαλάμου υψηλής πίεσης (5) και του θαλάμου του συσσωρευτή (7). Η πτώση πίεσης που προκαλείται στον θάλαμο υψηλής πίεσης, η αύξηση της πίεσης στο θάλαμο του συσσωρευτή και η ταυτόχρονη αύξηση της αρχικής τάσης του ελατηρίου συμπίεσης (8) προκαλούν το κλείσιμο της βελόνας του ακροφυσίου. Αυτό σηματοδοτεί το τέλος της προέγχυσης. Σε αντίθεση με τη βελόνα του ακροφυσίου, το έμβολο του συσσωρευτή δεν επιστρέφει στην αρχική του θέση, επειδή όταν είναι ανοιχτό προσφέρει στην πίεση του καυσίμου μια μεγαλύτερη επιφάνεια εργασίας από τη βελόνα του ακροφυσίου. Για το μεγαλύτερο μέρος, η ποσότητα προέγχυσης περίπου 1,5[mm³] καθορίζεται από την πίεση ανοίγματος και το σήκωμα του εμβόλου του συσσωρευτή.

κυρίως έγχυση

Η κυρίως έγχυση απαιτεί μεγαλύτερη πίεση ανοίγματος του ακροφυσίου σε σχέση με την προέγχυση. Αυτό έχει δύο αιτίες: Από τη μια πλευρά, η διαδρομή του εμβόλου του συσσωρευτή αυξάνει την αρχική τάση του ελατηρίου του ακροφυσίου κατά την προέγχυση. Από την άλλη, η διαδρομή του συσσωρευτή πρέπει να εξαναγκάζει το καύσιμο να βγει από τον θάλαμο του ελατηρίου συγκράτησης (8) διαμέσου ενός στομίου στραγγαλισμού, προς το στάδιο χαμηλής πίεσης του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου, έτσι ώστε το καύσιμο στο

θάλαμο του ελατηρίου συγκράτησης να υπόκειται σε μεγαλύτερη συμπίεση. Το επίπεδο της πίεσης αντίθληψης προέρχεται από το μέγεθος του στομίου στραγγαλισμού στο ελατήριο συγκράτησης και έτσι μπορεί να μεταβάλλεται (μικρό στόμιο στραγγαλισμού, μεγάλη αύξηση πίεσης, μεγάλη διαφορά στην πίεση ανοίγματος ακροφυσίου για την προέγχυση και την κυρίως έγχυση). Με αυτόν τον τρόπο είναι πιθανό να επιτευχθεί ένας λογικός συμβιβασμός μεταξύ μια χαμηλής πίεσης ανοίγματος για προέγχυση (για λόγους θορύβου) και μιας όσο το δυνατόν μεγαλύτερης πίεσης ανοίγματος για την κυρίως έγχυση, ειδικά στο μερικό φορτίο (μείωση εκπομπών).

Το χρονικό διάστημα μεταξύ προέγχυσης και κυρίως έγχυσης καθορίζεται, κυρίως, από την ανύψωση του εμβόλου του συσσωρευτή (το οποίο από την πλευρά του καθορίζεται από την αρχική τάση του ελατηρίου συμπίεσης) και την ταχύτητα του κινητήρα. Είναι περίπου 0,2 με 0,6[msec].

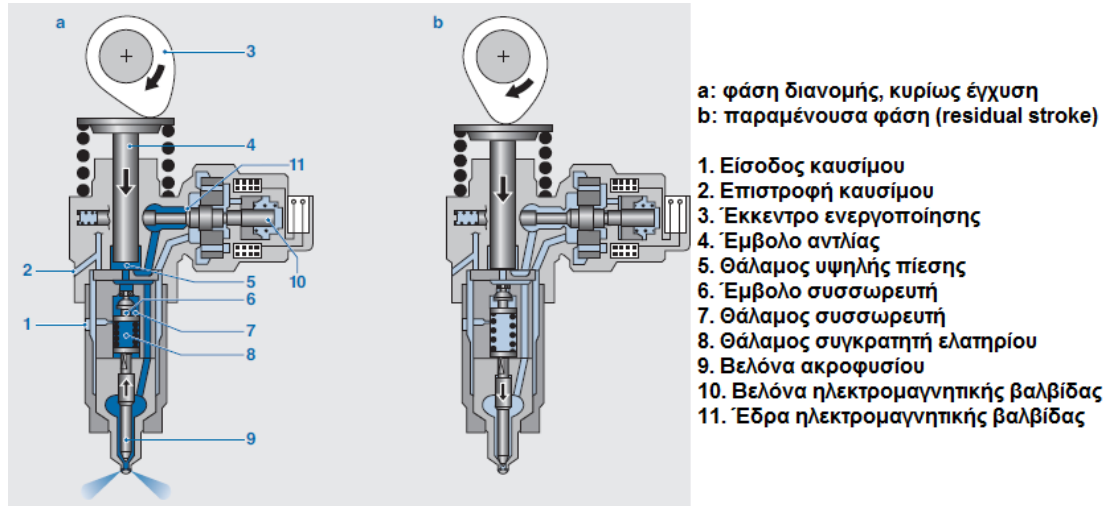
συνέχιση της φάσης διανομής (εικόνα 3.4.4-2a)

Όσο αφορά στην έναρξη της κυρίως εγχύσεως, η συνεχόμενη κίνηση του εμβόλου της αντλίας οδηγεί στη συνεχόμενη αύξηση της πίεσης μέσα στο θάλαμο υψηλής πίεσης. Φτάνοντας την πίεση ανοίγματος του ακροφυσίου, περίπου 300[bar], η βελόνα του ακροφυσίου σηκώνεται από την έδρα της και το καύσιμο ψεκάζεται μέσα στο θάλαμο καύσης του κινητήρα (πραγματική έναρξη της έγχυσης). Λόγω του υψηλού ρυθμού διανομής του εμβόλου της αντλίας, η πίεση συνεχίζει να αυξάνεται σε όλη τη διάρκεια της έγχυσης. Η μέγιστη πίεση επιτυγχάνεται κατά τη μεταβατική φάση ανάμεσα στη φάση διανομής και την φάση επιστροφής του εναπομείναντος καυσίμου.

Όσο αφορά στο τέλος της κυρίως εγχύσεως, για να τερματιστεί το ηλεκτομαγνητικό πηνίο απενεργοποιεί τη ροή του ρεύματος, η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ανοίγει με μια μικρή καθυστέρηση και ανοίγει τη σύνδεση μεταξύ του θαλάμου υψηλής πίεσης και του σταδίου χαμηλής πίεσης. Η πίεση πέφτει και μόλις πέσει κάτω από την τιμή ανοίγματος του ακροφυσίου, κλείνει το ακροφύσιο και τερματίζει τη διαδικασία έγχυσης. Τότε το έμβολο του συσσωρευτή επιστρέφει στην αρχική του θέση.

φάση εναπομείναντος καυσίμου (residual stroke) (εικόνα 3.4.4-2b)

Το εναπομείνον καύσιμο επιστρέφει στο στάδιο χαμηλής πίεσης κατά τη διάρκεια της κίνησης του εμβόλου της αντλίας προς τα κάτω. Η θερμότητα πάλι διαχέεται από τον εγχυτήρα σε αυτή τη φάση.



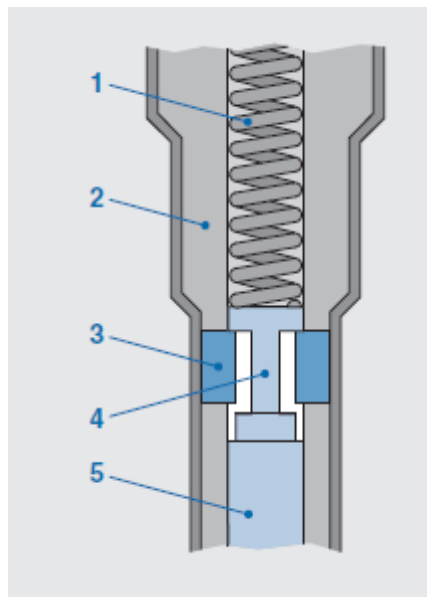
Εικόνα 3.4.4-2: Αρχή λειτουργίας UIS για κυρίως έγχυση σε επιβατικά οχήματα

απόσβεση βελόνας ακροφυσίου

Κατά τη διάρκεια της προέγχυσης, η ανύψωση της βελόνας του ακροφυσίου περιορίζεται υδραυλικά από μία μονάδα απόσβεσης και έτσι η μικρή ποσότητα καυσίμου που απαιτείται μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια. Για το σκοπό αυτό, η ανύψωση της βελόνας περιορίζεται περίπου στο ένα τρίτο της φάσης για την κυρίως έγχυση.

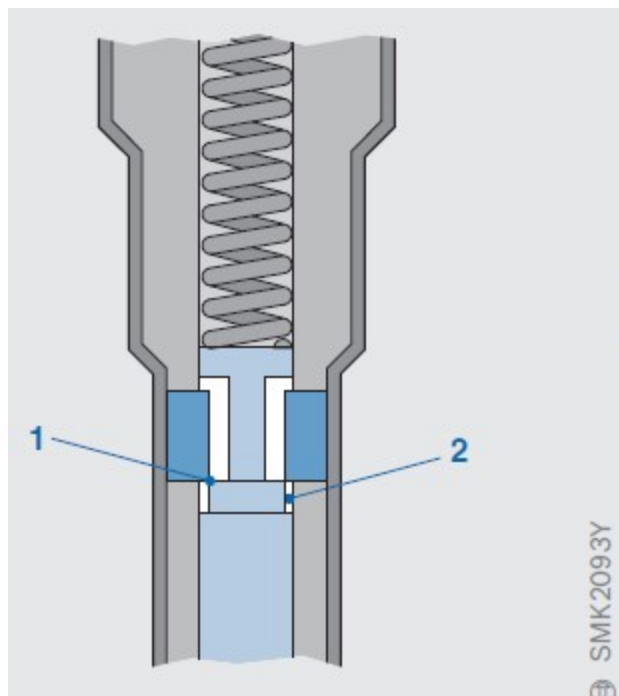
Η μονάδα απόσβεσης αποτελείται, όπως φαίνεται στις εικόνες 3.4.4.-3 και 3.4.4.-4, από ένα έμβολο απόσβεσης το οποίο είναι τοποθετημένο πάνω από τη βελόνα του ακροφυσίου (τεμάχιο 4, εικόνα 3.4.4.-3). Η βελόνα του ακροφυσίου ανοίγει αρχικά χωρίς απόσβεση μέχρι το έμβολο απόσβεσης να φτάσει στην οπή της πλάκας απόσβεσης (3). Το καύσιμο πάνω από τη βελόνα του ακροφυσίου σχηματίζει ένα υδραυλικό στρώμα (εικόνα 3.4.4.-4, σημείο 2) επειδή μπορεί μόνο να εναγκαστεί να κινηθεί προς το θάλαμο του ελατηρίου του ακροφυσίου μέσω ενός στενού κενού διαρροής. Έτσι παραπάνω ανοδική κίνηση της βελόνας του ακροφυσίου περιορίζεται.

Η επίδραση της απόσβεσης της βελόνας του ακροφυσίου είναι αμελητέα κατά τη διάρκεια της κυρίως εγχύσεως γιατί πολύ μεγαλύτερες δυνάμεις ανοίγματος επενεργούν στη βελόνα του ακροφυσίου λόγω του μεγαλύτερου επίπεδου πίεσης.



1. Θάλαμος ελατηρίου ακροφυσίου
2. Συγκρατητής ελατηρίου
3. Πλάκα απόσβεσης
4. Έμβολο απόσβεσης
5. Βελόνα ακροφυσίου

Εικόνα 3.4.4.-3: Προέγχυση, ανύψωση χωρίς απόσβεση



1. Καπάκι διαρροής
2. Υδραυλικό στρώμα

Εικόνα 3.4.4.-4: Προέγχυση, υδραυλική απόσβεση

εγγενής ασφάλεια (intrinsic safety)

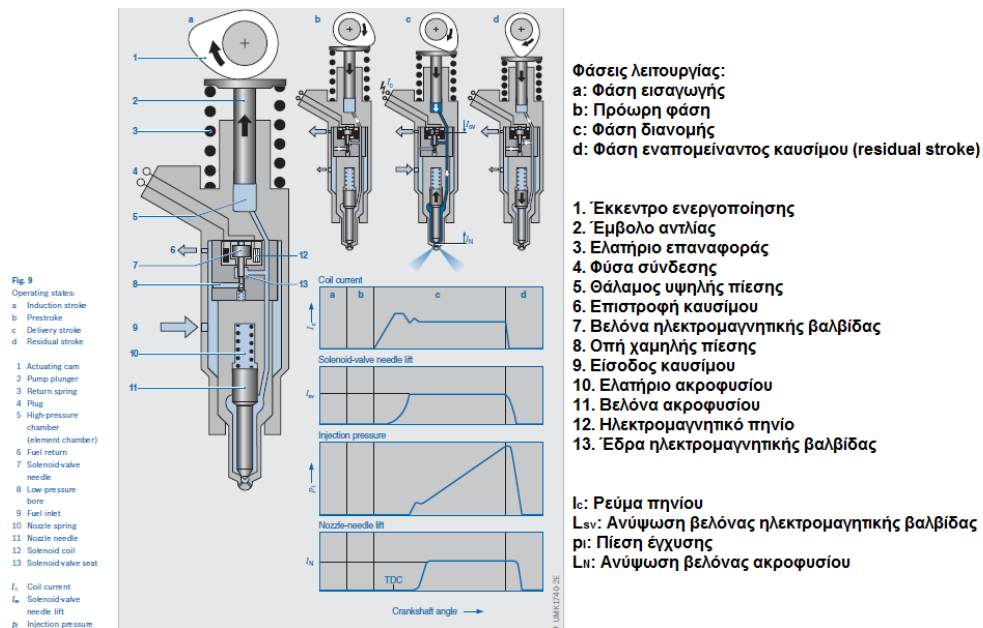
Τα «ατομικά» συστήματα αντλίας είναι εγγενώς ασφαλή, καθώς σε περίπτωση σφάλματος, το χειρότερο που μπορεί να συμβεί είναι μία μη ελεγχόμενη έγχυση:

- Αν η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παραμείνει ανοιχτή, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί έγχυση καθώς το καύσιμο ρέει προς τα πίσω στο στάδιο χαμηλής πίεσης και είναι αδύνατο να σχηματιστεί πίεση.

- Όταν η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παραμένει μονίμως κλειστή, δεν μπορεί να εισέλθει καύσιμο στο θάλαμο υψηλής πίεσης καθώς ο θάλαμος γεμίζει μόνο μέσω της ανοιχτής έδρας της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Σε αυτήν την περίπτωση το πολύ να παρουσιαστεί μία μόνο έγχυση.

3.4.5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ UI ΣΕ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

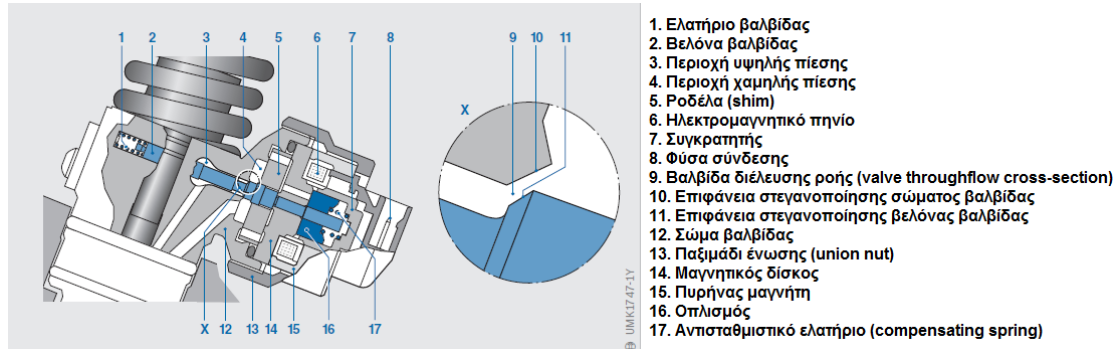
Από άποψη της κυρίως εγχύσεως, το σύστημα μονάδας εγχυτήρα για επαγγελματικά οχήματα, φαίνεται στην εικόνα 3.4.5-1, ουσιαστικά λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως και στα επιβατικά οχήματα. Υπάρχουν διαφορές σχετικά με την προέγχυση: το σύστημα μονάδας εγχυτήρα στα επαγγελματικά οχήματα προσφέρει τη δυνατότητα σε χαμηλότερες στροφές λειτουργίας του κινητήρα και χαμηλότερο φορτίο, ηλεκτρονικά ελεγχόμενης προέγχυσης, η οποία πραγματοποιείται ενεργοποιώντας την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα δύο φορές.



Εικόνα 3.4.5-1: Αρχή λειτουργίας UIS για επαγγελματικά οχήματα

3.4.6. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υψηλής πίεσης ελέγχει τον σχηματισμό πίεσης, την έναρξη της έγχυσης και τη διάρκεια της έγχυσης.



Εικόνα 3.4.6-1: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα συστήματος UIS για επιβατικά οχήματα

σχεδιασμός

- **Βαλβίδας:** Η βαλβίδα περιλαμβάνει τη βελόνα της βαλβίδας (2), το σώμα της βαλβίδας (12) και το ελατήριο της βαλβίδας (1), όπως φαίνονται στην εικόνα 3.6-1. Η επιφάνεια στεγανοποίησης του σώματος της βαλβίδας είναι κωνική (10) και η βελόνα της βαλβίδας διαθέτει επίεσης μία κωνική επιφάνεια στεγανοποίησης (11). Η γωνία της επιφάνειας της βελόνας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτήν του σώματος της βαλβίδας. Με τη βαλβίδα κλειστή, όταν η βελόνα πιέζεται προς τα πάνω αντίθετα στο σώμα της βαλβίδας, το σώμα της βαλβίδας και η βελόνα είναι σε επαφή κατά μήκος μιας γραμμής (και όχι σε όλη την επιφάνεια) η οποία αντιστοιχεί στην έδρα της βαλβίδας. Ως αποτέλεσμα αυτής της διπλής κωνικής διάταξης στεγανοποίησης, η στεγανοποίηση είναι πολύ αποτελεσματική. Υψηλής ακρίβειας μηχανική κατεργασία πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να ταιριάξει τη βελόνα της βαλβίδας με το σώμα της βαλβίδας μεταξύ τους χωρίς ατέλειες.
- **Μαγνήτη:** Ο μαγνήτης αποτελείται από το μαγνητικό ζυγό και τον κινητό οπλισμό (16). Ο μαγνητικός ζυγός αποτελείται από τον πυρήνα του μαγνήτη (15), ένα πηνίο (6) και την ηλεκτρική επαφή βίσηματος (8). Ο οπλισμός είναι ασφαλισμένος ή μη θετικά συνδεδεμένος με τη βελόνα της βαλβίδας. Στη μη ενεργοποιημένη θέση υπάρχει ένα κενό αέρα μεταξύ του μαγνητικού ζυγού και του οπλισμού.

μέθοδος λειτουργίας

- **Ανοιχτή βαλβίδα:** Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι ανοιχτή για όσο χρόνο δεν είναι ενεργοποιημένη, δηλαδή όσο δεν εφαρμόζεται ρεύμα στο πηνίο της. Η δύναμη που προέρχεται από το ελατήριο της βαλβίδας πιέζει τη βελόνα της βαλβίδας έναντι του «στοπ» έτσι η διέλευση της ροής (9) μεταξύ της βελόνας και του σώματος της βαλβίδας είναι ανοιχτή στη γύρω περιοχή από την έδρα της βαλβίδας. Οι περιοχές υψηλής πίεσης (3) και χαμηλής πίεσης (4) της αντλίας ενώνονται τώρα μεταξύ τους. Σε αυτήν την αρχική θέση, είναι πιθανό για το καύσιμο να ρέει προς και από τον θάλαμο υψηλής πίεσης.
- **Κλειστή βαλβίδα:** Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) ενεργοποιεί το πηνίο όταν πρέπει να γίνει έγχυση. Η αύξηση του ρεύματος προκαλεί μια μαγνητική ροή στα εξαρτήματα του μαγνητικού κυκλώματος (πυρήνας μαγνήτη, δίσκος μαγνήτη και οπλισμός). Αυτή η μαγνητική ροή δημιουργεί μια μαγνητική δύναμη η οποία τραβάει τον οπλισμό προς το δίσκο του μαγνήτη (14) και κινεί τη βελόνα του ακροφυσίου προς το σώμα του ακροφυσίου. Ο οπλισμός τραβιέται μέχρι η βελόνα της βαλβίδας και το σώμα της βαλβίδας να ενωθούν στην έδρα στεγανοποίησης και η βαλβίδα κλείνει. Ένα κενό αέρα παραμένει μεταξύ του οπλισμού και του δίσκου του μαγνήτη. Η μαγνητική δύναμη δε χρησιμοποιείται μόνο για να τραβήξει τον οπλισμό, αλλά πρέπει παράλληλα να υπερνικήσει τη δύναμη που προκαλείται από το ελατήριο της βαλβίδας και να συγκρατήσει τον οπλισμό αντίθετα από τη δύναμη του ελατηρίου. Επιπλέον, η μαγνητική δύναμη πρέπει να κρατήσει τις επιφάνειες στεγανοποίησης ενωμένες. Όταν η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι κλειστή, αναπτύσσεται πίεση στο θάλαμο υψηλής πίεσης κατά την προς τα κάτω κίνηση του εμβόλου της αντλίας για να διευκολύνει την έγχυση του καυσίμου. Για να σταματήσει η έγχυση του καυσίμου, σταματάει το ρεύμα στο ηλεκτρομαγνητικό πηνίο. Ως αποτέλεσμα, η μαγνητική ροή και η μαγνητική δύναμη μειώνονται και η δύναμη του ελατηρίου πιέζει τη βελόνα της βαλβίδας στην κανονική της θέση προς το «στοπ». Η έδρα της βαλβίδας είναι ανοιχτή και η πίεση μέσα στο θάλαμο υψηλής πίεσης μειώνεται.

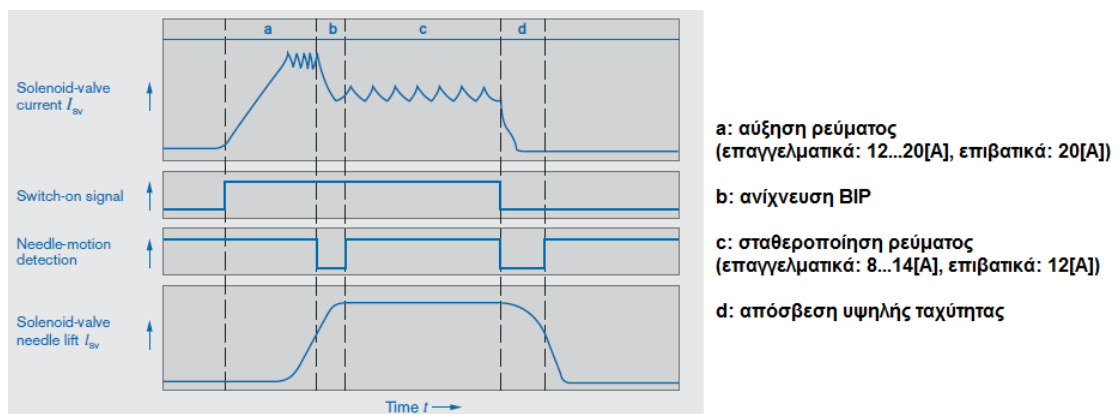
ενεργοποίηση

Για να κλείσει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υψηλής πίεσης, ενεργοποιείται με μια υψηλή αύξηση ρεύματος (εικόνα 3.4.6.-2a). Αυτό διασφαλίζει σύντομους χρόνους μεταβολής για την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και ακριβή μέτρηση της ποσότητας του εγχυόμενου καυσίμου.

Όταν η βαλβίδα είναι κλειστή, η αύξηση του ρεύματος μειώνεται σε ένα σταθερό ρεύμα (c) για να κρατηθεί κλειστή η βαλβίδα. Έτσι μειώνεται η απώλεια θερμότητας λόγω της ροής του ρεύματος. Το σταθερό ρεύμα που απαιτείται είναι μικρότερο, όσο πιο κοντά βρίσκεται ο οπλισμός στον μαγνητικό δίσκο, επειδή ένα μικρό κενό προκαλεί μεγαλύτερη μαγνητική δύναμη.

Για μια σύντομη περίοδο μεταξύ της φάσης αύξησης του ρεύματος και της φάσης σταθεροποίησης του ρεύματος συνεχής πρόκληση ρεύματος εφαρμόζεται για να επιτραπεί η ανίχνευση του κλεισίματος της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. (ανίχνευση BIP, φάση b).

Προκειμένου να διασφαλιστεί η υψηλή ταχύτητα που ορίζει το άνοιγμα της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας στο τέλος της έγχυσης, εφαρμόζεται υψηλή τάση στους ακροδέκτες για την ταχεία μείωση της ενέργειας που αποθηκεύεται στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.



Εικόνα 3.4.6.-2: Σειρά ενεργοποίησης ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας

3.5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ (UNIT PUMP SYSTEM – UPS)

3.5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

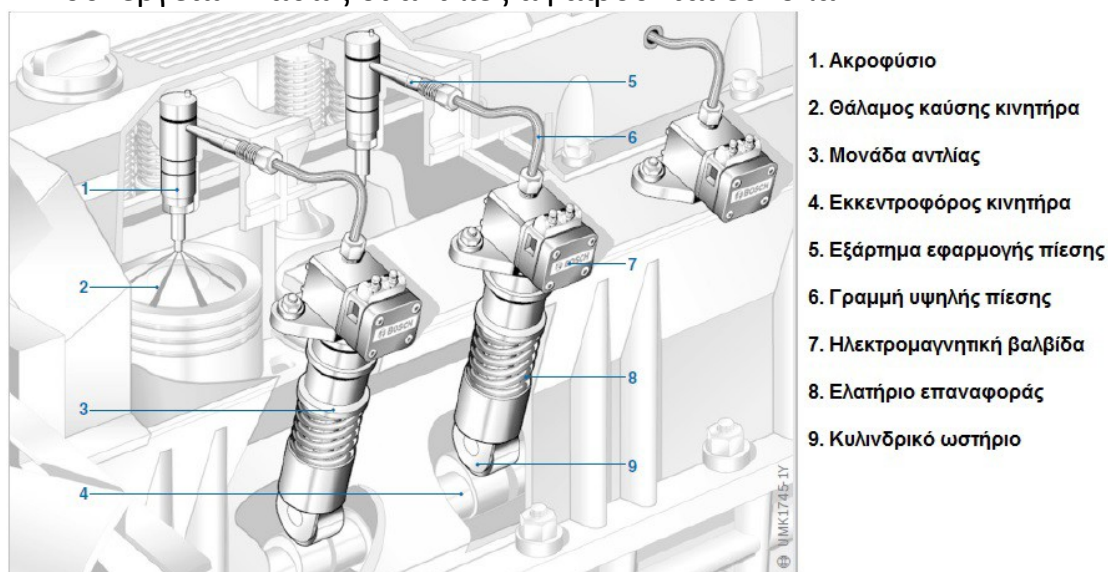
Το σύστημα μονάδας αντλίας, UPS, χρησιμοποιείται σε επαγγελματικά οχήματα και μεγάλους κινητήρες. Η μονάδα αντλίας (UP) δουλεύει με τον ίδιο τρόπο με τη μονάδα εγχυτήρα (UI) στα επαγγελματικά οχήματα. Ωστόσο, σε αντίθεση με το σύστημα UI, στο σύστημα UP το ακροφύσιο και ο εγχυτήρας βρίσκονται χωριστά και ενώνονται μεταξύ τους μέσω μιας μικρής γραμμής τροφοδοσίας.

3.5.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗ

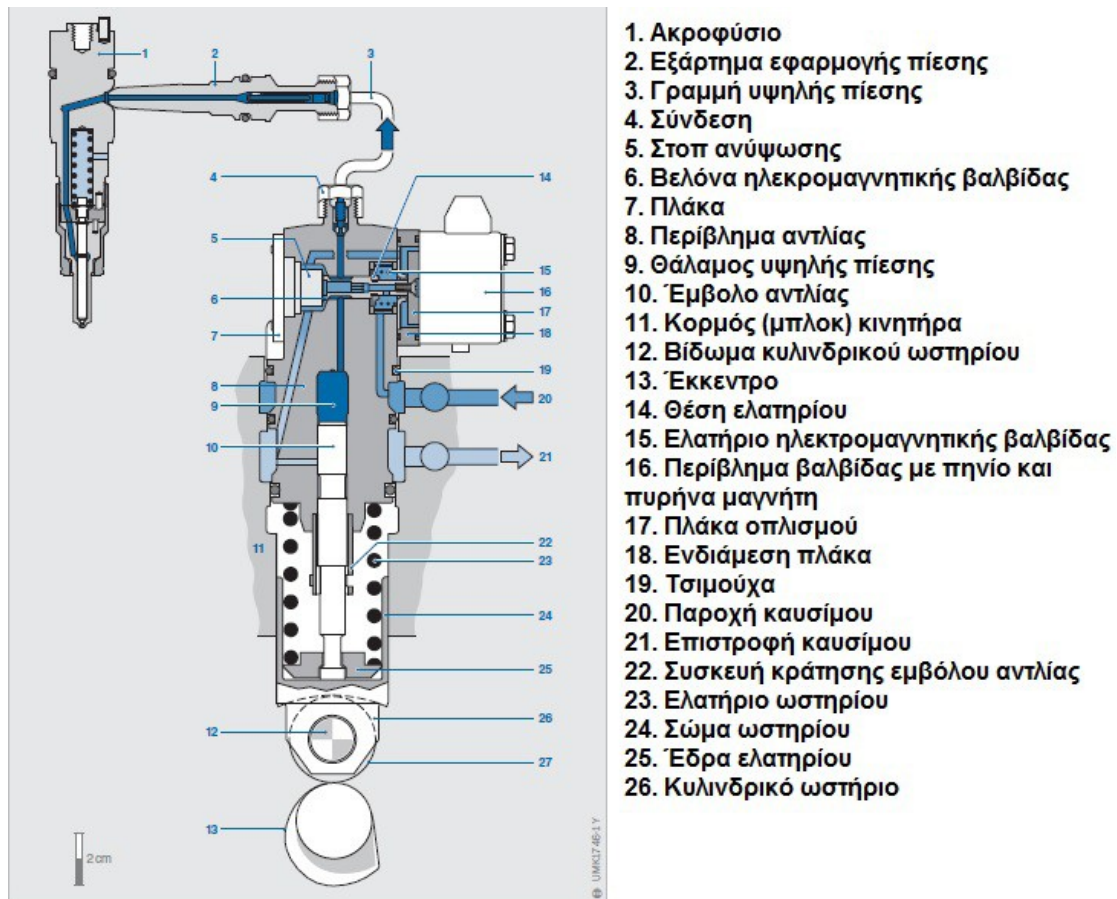
Το ακροφύσιο στο σύστημα μονάδας αντλίας (UPS) είναι εγκατεστημένο στην κεφαλή του κυλίνδρου με μια συνδεσμολογία συγκράτησης, ενώ στο σύστημα μονάδας εγχυτήρα (UIS) βρίσκεται ολόκληρο απευθείας μέσα στον εγχυτήρα.

Η αντλία είναι ασφαλισμένη στο πλάι του μπλοκ του κινητήρα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5.2-1, και παίρνει κίνηση απευθείας από ένα έκκεντρο έγχυσης (τεμάχιο 13, εικόνα 3.5.2.-2) του εκκεντροφόρου του κινητήρα μέσω ενός κυλινδρικού ωστηρίου (τεμάχιο 26, εικόνα 3.5.2-2). Αυτό προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα σε σχέση με το σύστημα UI:

- Δεν απαιτείται νέος σχεδιασμός της κεφαλής του κυλίνδρου.
- Σταθερή λειτουργία (rigid drive), καθώς δεν απαιτούνται κοκοράκια.
- Εύκολος χειρισμός για το προσωπικό των εραστηρίων και τον συνεργείων καθώς οι αντλίες αφαιρούνται εύκολα.



Εικόνα 3.5.2.-1: Διάταξη συστήματος UPS πάνω στον κινητήρα



Εικόνα 3.5.2.-2: Εξαρτήματα συστήματος UPS

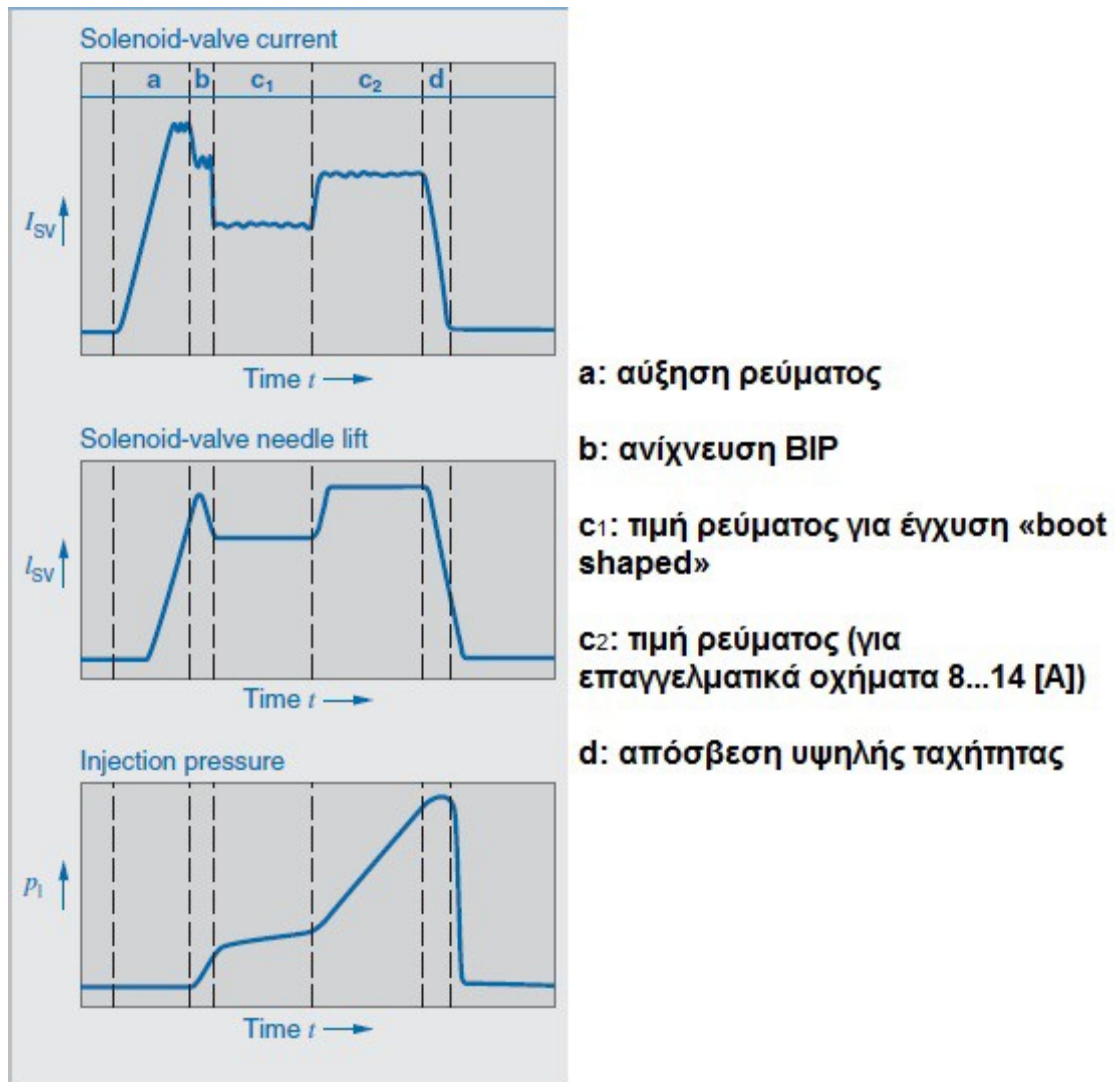
3.5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Σε αντίθεση με τη μονάδα εγχυτήρα, στη μονάδα αντλίας οι γραμμές υψηλής πίεσης τοποθετούνται ανάμεσα στην αντλία υψηλής πίεσης και το ακροφύσιο. Αυτές οι γραμμές πρέπει να είναι σε θέση να αντέχουν μόνιμα τη μέγιστη πίεση της αντλίας και σε κάποιο βαθμό υψηλής συχνότητας διακυμάνσεις πίεσης, οι οποίες εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των παύσεων έγχυσης. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται υψηλής αντοχής, χωρίς ραφή, χαλύβδινοι σωλήνες. Οι γραμμές γίνονται όσο το δυνατόν μικρότερες και πρέπει να έχουν πανομοιότυπο μήκος για τις επιμέρους αντλίες ενός κινητήρα.

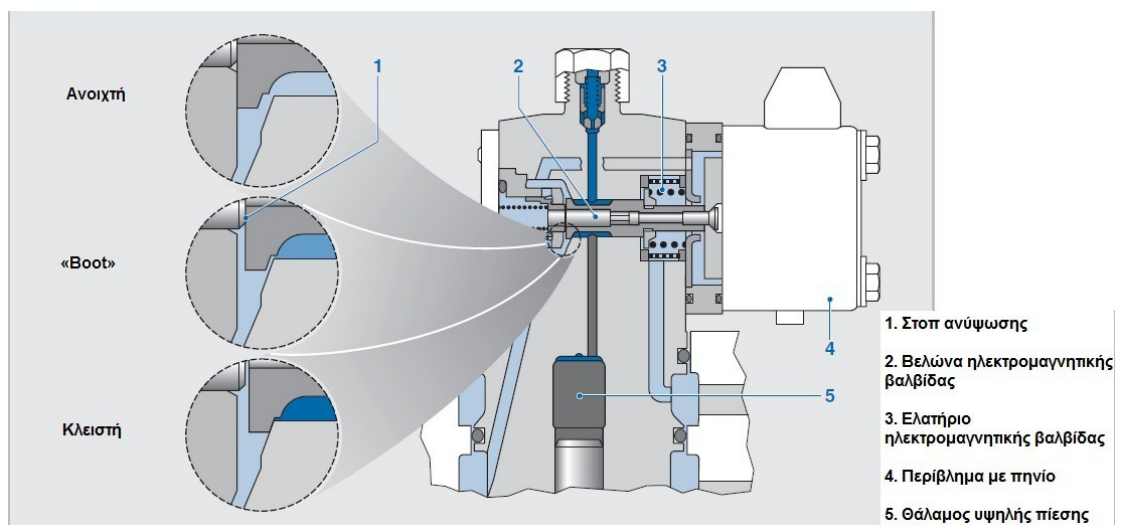
3.6. ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ ΜΕ ΡΕΥΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ (Current Controlled Rate Shaping - CCRS)

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (solenoid valve) περιγραφόμενη σε σχέση με τη μονάδα εγχυτήρα έχει ως αποτέλεσμα μια τριγωνική καμπύλη έγχυσης. Σε μερικά συστήματα μονάδας αντλίας, μια τροποποίηση του σχεδιασμού της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας χρησιμοποιείται για την παραγωγή μιας καμπύλης έγχυσης σχήματος μπότας (boot - shaped). Για αυτό το λόγο, η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διαθέτει με ένα μετακινούμενο στοπ ανύψωσης (τεμάχιο 1, εικόνα 3.6-2), το οποίο χρησιμοποιείται για να περιορίσει το ενδιάμεσο ανέβασμα και έτσι να διευκολύνει μια κατάσταση μετάβασης στραγγαλισμού («boot»).

Μόλις κλείσει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα το ρεύμα της επιστρέφει σε μια ενδιάμεση τιμή, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.6-1 στη φάση c1, η οποία είναι μικρότερη από την τιμή του ρεύματος στη φάση c2 και έτσι η βελόνα της βαλβίδας στηρίζεται στο στοπ της ανύψωσης. Αυτό επιτρέπει ένα κενό στραγγαλισμού το οποίο περιορίζει την περαιτέρω συσσώρευση πίεσης. Με την αύξηση του ρεύματος, η βαλβίδα κλείνει εντελώς ξανά και η φάση «μπότας» τερματίζεται. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως ελεγχόμενος με ρεύμα σχεδιασμός αναλογίας (Current - Controlled rate shaping - CCRS).



Εικόνα 3.6-1: Ενεργοποίηση ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας για «boot shaped» έγχυση



Εικόνα 3.6-2: Αρχή λειτουργίας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας με το σύστημα CCRS

3.7. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΓΧΥΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ο κόσμος της έγχυσης του πετρελαίου είναι ένας κόσμος που χαρακτηρίζεται από τον υπερθετικό βαθμό.

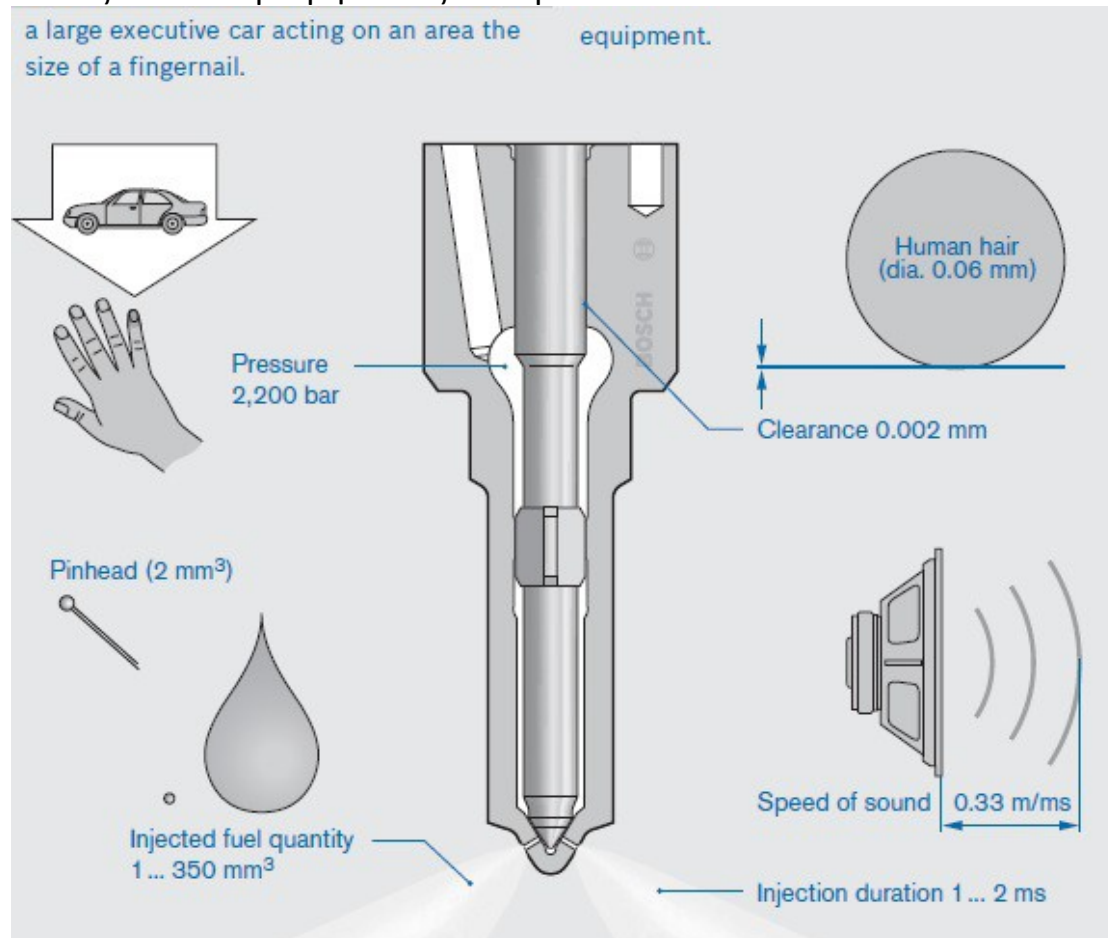
Η βελόνα της βαλβίδας του ακροφυσίου ενός επαγγελματικού οχήματος ανοιγοκλείνει το ακροφύσιο περισσότερες φορές από ένα δισεκατομμύριο κατά τη διάρκεια ζωής της. Παρέχει αξιόπιστη στεγανοποίηση σε πιέσεις μέχρι 2200 [bar] και πρέπει να αντέχει σε πολλές άλλες πιέσεις, όπως:

- αυτές που προκαλούνται από τα απότομα ανοίγματα και κλεισίματα. Σε επιβατικά οχήματα μπορεί να παρουσιαστούν υπό τη συχνότητα των 10000 φορών ανά λεπτό, αν υπάρχει προέγχυση και δευτερεύουσα έγχυση.
- αυτές που προέρχονται από τον υψηλό ρυθμό ροής κατά την έγχυση του καυσίμου.
- αυτές που προέρχονται από την πίεση και τη θερμοκρασία του θαλάμου καύσης.

Τα δεδομένα και οι εικόνες στη συνέχεια παρουσιάζουν τι μπορούν να κάνουν τα σύγχρονα ακροφύσια.

- Η πίεση μέσα στο θάλαμο έγχυσης μπορεί να είναι τόσο υψηλή που να φτάνει τα 2200 [bar]. Αυτό είναι ισοδύναμο με την πίεση που παράγεται από ένα μεγάλο μεγέθους επιβατικό αυτοκίνητο όταν επενεργεί σε μια περιοχή μεγέθους ενός νυχιού.
- Η διάρκεια της έγχυσης διαρκεί 1 έως 2 [msec]. Σε ένα msec το κύμα ήχου ενός μεγαφώνου θα ταξίδευε μόνο κατά 33 εκατοστά.
- Οι ποσότητες του εγχυόμενου καυσίμου στον κινητήρα ενός επιβατικού οχήματος κυμαίνονται μεταξύ 1[mm³], για προέγχυση, και 50[mm³], για πλήρες φορτίο. Για ένα επαγγελματικό όχημα κυμαίνονται μεταξύ 3[mm³] για προέγχυση και 350[mm³], για πλήρες φορτίο. 1 mm³ ισοδυναμεί με το μισό του μεγέθους του κεφαλιού μιας καρφίτσας. 350[mm³] ισοδυναμούν περίπου με 12 μεγάλες σταγόνες βροχής. Αυτή η ποσότητα του καυσίμου ψεκάζεται με μια ταχύτητα περίπου 2000[km/h] μέσω μιας οπής μικρότερης από 0,25[mm²] για χρονική διάρκεια μόλις 2[msec].
- Η ανοχή του οδηγού της βελόνας του ακροφυσίου είναι της τάξης μεγέθους των 0,002[mm], δηλαδή 2[μm]. Μια τρίχα από τα μαλλιά του ανθρώπου έχει διάμετρο 30 φορές μεγαλύτερη από αυτήν την τιμή, δηλαδή 0,06[mm].

Τέτοια τεχνολογία, τόσο υψηλής ακρίβειας απαιτεί τεράστια εξειδίκευση και εμπειρία στην έρευνα, στα υλικά, στην παραγωγή, καθώς και στον μετρητικό εξοπλισμό.



Εικόνα 3.7-1: Συγκρίσεις μεγεθών συστήματος έγχυσης πετρελαίου

3.8. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1927 Πρώτη σειρά παραγωγής αντλίας σε σειρά	
1962 Εμφανίζεται η πρώτη αντλία διανομέας αξονικού εμβόλου	
1986 Παράγεται η πρώτη ηλεκτρονικά ελεγχόμενη αντλία διανομέας αξονικού εμβόλου	
1994 Εφαρμόζεται το πρώτο σύστημα UIS σε επαγγελματικά οχήματα	
1995 Εμφανίζεται το πρώτο σύστημα UPS	
1996 Βγαίνει η πρώτη αντλία διανομέας ακινητικού εμβόλου	
1997 Εμφανίζεται το πρώτο σύστημα common rail	
1998 Πρώτη εφαρμογή συστήματος UIS σε επιβατικά οχήματα	

Εικόνα 3.8-1: Ιστορικά στοιχεία συστημάτων έγχυσης

4. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ COMMON RAIL – ΚΟΙΝΟΥ ΑΥΛΟΥ

Το υψηλής πίεσης στάδιο του συστήματος κοινού αυλού χωρίζεται σε τρία τμήματα. Την παραγωγή πίεσης, την αποθήκευση της πίεσης και την μέτρηση του καυσίμου. Η αντλία υψηλής πίεσης εξασφαλίζει την παραγωγή πίεσης. Η αποθήκευση της πίεσης πραγματοποιείται στον αυλό καυσίμου, όπου είναι τοποθετημένος ένας αισθητήρας πίεσης και οι βαλβίδες ελέγχου και εκτόνωσης πίεσης. Η λειτουργία των εγχυτήρων καθορίζει τη σωστή χρονική ρύθμιση και την κατάλληλη ποσότητα καυσίμου που εγχύεται. Τα τρία τμήματα συνδέονται μεταξύ τους με υψηλής πίεσης γραμμή καυσίμου.

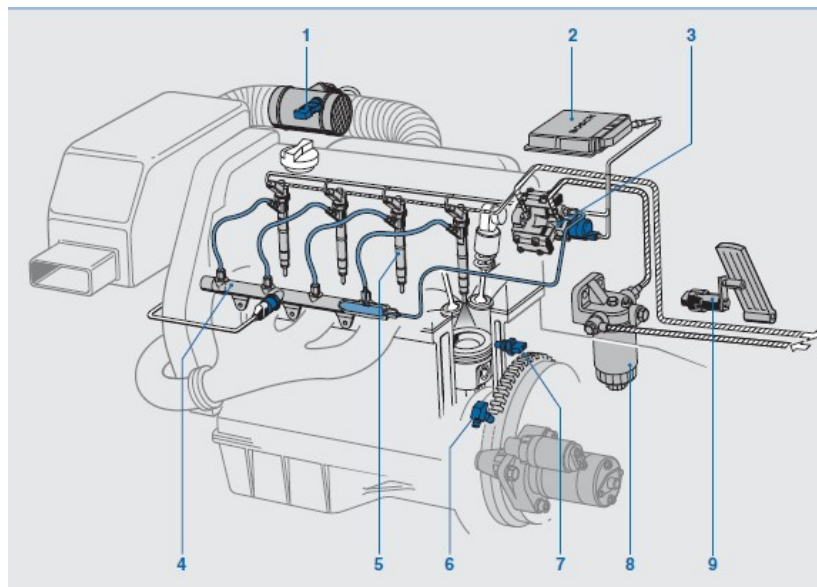
4.1. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Η κύρια διαφορά μεταξύ των διαφόρων γενιών του συστήματος κοινού αυλού έχει να κάνει με το σχεδιασμό της αντλίας υψηλής πίεσης, το σχεδιασμό των εγχυτήρων και στις λειτουργίες του συστήματος που απαιτούνται, όπως φαίνεται στον πίνακα 4-1.

Πίνακας 4-1 Χαρακτηριστικά των διαφόρων γενιών συστημάτων κοινού αυλού

Γενιά	Μέγιστη πίεση [bar]	Εγχυτήρας	Αντλία υψηλής πίεσης
1 ^η γενιά επιβατικών	1350 - 1450	Με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα	CP1 - Έλεγχος της πίεσης στην πλευρά υψηλής πίεσης με βαλβίδα ελέγχου πίεσης
1 ^η γενιά επαγγελματικών	1400	Με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα	CP2 - Έλεγχος διανομής καυσίμου στην πλευρά αναρρόφησης από δύο ηλεκτρομαγνητικ

			ές βαλβίδες
2 ^η γενιά επιβγατικών και επαγγελματικών	1600	Με ηλεκτρομαγνητι κή βαλβίδα	CP3, CP1H - Έλεγχος διανομής καυσίμου από μονάδα μέτρησης στην πλευρά αναρρόφησης
3 ^η γενιά επιβατικών	1600	Πιεζοηλεκτρικός	CP3, CP1H - Έλεγχος διανομής καυσίμου από μονάδα μέτρησης στην πλευρά αναρρόφησης
3 ^η γενιά επαγγελματικών	1800	Με ηλεκτρομαγνητι κή βαλβίδα	CP3.3NH - Μετρητική μονάδα



1. Αισθητήρας μάζας αέρα
2. Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου κινητήρα (ECU)
3. Αντλία υψηλής πίεσης
4. Συσσωρευτής υψηλής πίεσης (αυλός καυσίμου)
5. Εγχυτήρας
6. Αισθητήρας ταχύτητας στροφαλοφόρου
7. Αισθητήρας θερμοκρασίας κινητήρα
8. Φίλτρο καυσίμου
9. Αισθητήρας ποδόπληκτρο γκαζιού

Εικόνα 4.1-1: Σύστημα κοινού αυλού σε τετρακύλινδρο πετρελαιοκινητήρα

4.2. ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ

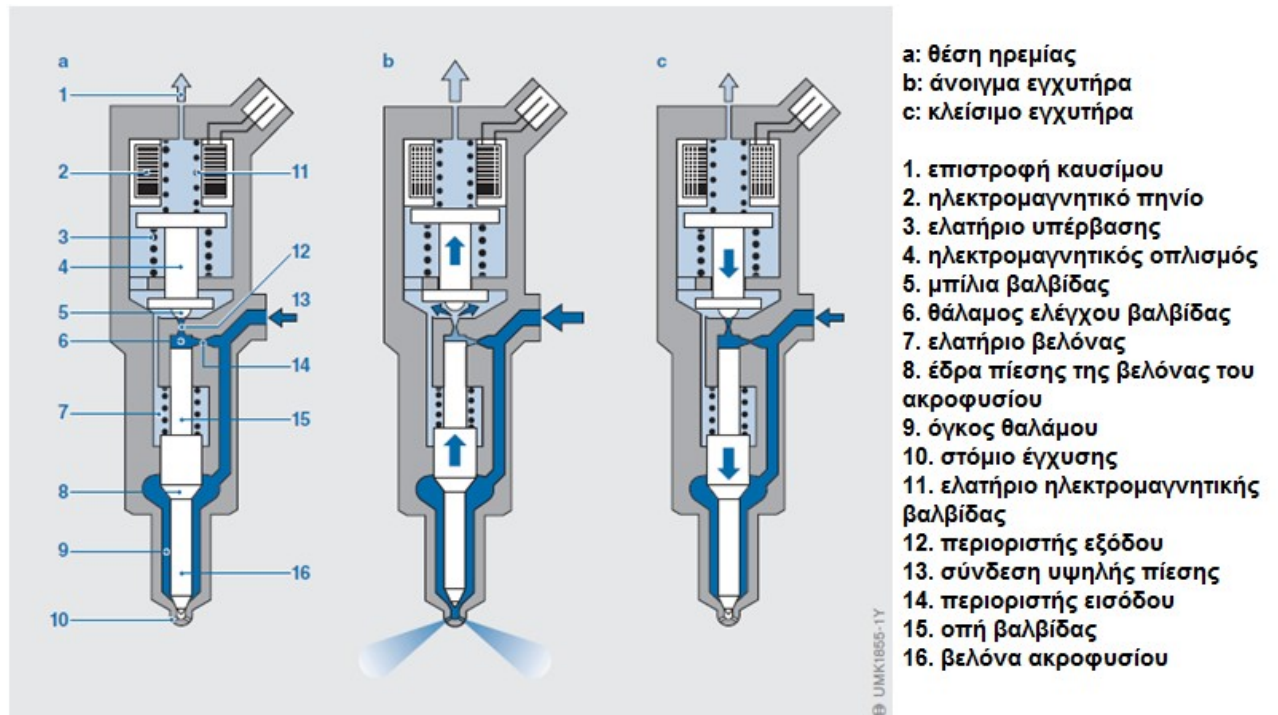
Σε ένα σύστημα κοινού αυλού πετρελαιοκινητήρα, οι εγχυτήρες συνδέονται με τον αυλό καυσίμου με μικρές γραμμές υψηλής πίεσης

καυσίμου. Οι εγχυτήρες στεγανοποιούνται στο θάλαμο καύσης με μία φλάντζα χαλκού. Τοποθετούνται στην κεφαλή του κυλίνδρου μέσω κωνικών κλειδαριών. Ανάλογα με το σχεδιασμό της βελόνας του εγχυτήρα, οι εγχυτήρες των συστημάτων κοινού αυλού προορίζονται για ευθύγραμμη ή κεκλιμένη τοποθέτηση στους πετρελαιοκινητήρες απευθείας εγχύσεως.

Ένα από τα χαρακτηριστικά του συστήματος είναι ότι δημιουργεί μια πίεση ψεκασμού ανεξάρτητη από τις στροφές λειτουργίας του κινητήρα ή την ποσότητα καυσίμου που εγχύεται. Η έναρξη του ψεκασμού και η ποσότητα του καυσίμου που θα ψεκαστεί καθορίζονται από τον ηλεκτρικά ενεργοποιούμενο εγχυτήρα. Ο χρόνος έγχυσης ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (EDC). Αυτό απαιτεί τη λειτουργία αισθητήρων για την ανίχνευση της θέσης του στροφαλοφόρου και του εκκεντροφόρου (ανίχνευση φάσης).

Ένας βέλτιστος σχηματισμός μίγματος απαιτείται για τη μείωση των εκπομπών ρύπων με τα καυσαέρια και την συμμόρφωση με τις συνεχείς απαιτήσεις για την μείωση του θορύβου κατά τη λειτουργία των κινητήρων πετρελαίου.

Σήμερα υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι εγχυτήρων σε παραγωγή. Ο εγχυτήρας με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα με ένα κομμάτι σπλισμού, ο εγχυτήρας με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα με δύο κομμάτια σπλισμού και ο εγχυτήρας με πιεζοηλεκτρικό ενεργοποιητή.



Εικόνα 4.2.-1: Εγχυτήρας με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα

4.2.1. εγχυτήρας με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα

- Σχεδιασμός: Ο εγχυτήρας υποδιαιρείται σε επιμέρους λειτουργικές μονάδες:

- το ακροφύσιο τύπου σπής (hole type nozzle)
- το υδραυλικό σύστημα σερβο
- την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα

Το καύσιμο μεταφέρεται από τη σύνδεση υψηλής πίεσης (13), όπως φαίνεται στην εικόνα 4.2.-1, μέσω μιας διόδου τροφοδοσίας, στον εγχυτήρα και μέσω ενός περιοριστή εισόδου (14) στο θάλαμο ελέγχου βαλβίδας (6). Ο θάλαμος ελέγχου βαλβίδας συνδέεται με την επιστροφή καυσίμου (1) μέσω του περιοριστή εξόδου (12), ο οποίος μπορεί να ανοιχθεί με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.

- Πρότυπο λειτουργίας: Η λειτουργία του εγχυτήρα μπορεί να χωριστεί σε τέσσερα στάδια όταν λειτουργεί ο κινητήρας και συνεπώς και η αντλία υψηλής πίεσης.

- εγχυτήρας κλειστός (με αναπτυγμένη υψηλή πίεση)
- άνοιγμα εγχυτήρα (έναρξη έγχυσης)
- εγχυτήρας εντελώς ανοιχτός

ο κλείσιμο εγχυτήρα (τέλος έγχυσης)

Τα στάδια λειτουργίας προκαλούνται από την ισορροπία δυνάμεων που ενεργούν στα εξαρτήματα του εγχυτήρα. Όταν δε λειτουργεί ο κινητήρας και το καύσιμο στον αυλό δεν είναι υπό πίεση, το ελατήριο της βελόνας κλείνει τον εγχυτήρα.

Όσο ο εγχυτήρας είναι κλειστός, κατά τη διάρκεια ηρεμίας, δεν ενεργοποιείται (εικόνα 4.2.1.-1, α). Το ελατήριο της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας (11) πιέζει την μπίλια της βαλβίδας (5) προς την έδρα του περιοριστή εξόδου (12). Μέσα στο θάλαμο ελέγχου βαλβίδας, η πίεση αυξάνεται μέχρι την τιμή της πίεσης του αυλού καυσίμου. Η ίδια πίεση ασκείται και στον όγκο θαλάμου του εγχυτήρα (9). Οι δυνάμεις που ασκούνται από την πίεση του αυλού στις επιφάνειες της οπής της βαλβίδας (15) και η δύναμη του ελατηρίου της βελόνας (7) συγκρατούν τη βελόνα του εγχυτήρα κλειστή αντίθετα από τη δύναμη που τείνει να την ανοίξει και εφαρμόζεται στην έδρα πίεσης της βελόνας (8).

Όταν ανοίγει ο εγχυτήρας για να ξεκινήσει η έγχυση, βρίσκεται αρχικά στη θέση ηρεμίας του. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ενεργοποιείται από την «αύξηση» του ρεύματος. Αυτό κάνει την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα να ανοίγει πολύ απότομα (εικόνα 4.2.1-1, b). Οι απαιτούμενες απότομες μεταβολές επιτυγχάνονται με έλεγχο της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU). Η μαγνητική δύναμη του ενεργοποιημένου ηλεκτρομαγνήτη υπερβαίνει την δύναμη του ελατηρίου της μαγνητικής βαλβίδας. Ο σπλισμός ανυψώνει την μπίλια της βαλβίδας από την έδρα της βαλβίδας και ανοίγει έτσι τον περιοριστή εξόδου. Μετά από μικρό χρονικό διάστημα, η αύξηση του ρεύματος μειώνεται σε μια χαμηλότερη τιμή ρεύματος στον ηλεκτρομαγνήτη. Όταν ο περιοριστής εξόδου ανοίγει, το καύσιμο από τον θάλαμο ελέγχου της βαλβίδας ρέει μέσω του περιοριστή και της διόδου επιστροφής του καυσίμου προς τη δεξαμενή του καυσίμου. Ο περιοριστής εισόδου (14) εμποδίζει την πλήρη εξισορρόπηση πιέσεων. Ως αποτέλεσμα, η πίεση μέσα στο θάλαμο ελέγχου της βαλβίδας μειώνεται σε τιμή χαμηλότερη από αυτήν στο θάλαμο του εγχυτήρα, η οποία είναι ακόμα η ίδια με την πίεση στον αυλό του καυσίμου. Η μείωση της πίεσης του θαλάμου ελέγχου της βαλβίδας

μειώνει τη δύναμη που επενεργεί στον στραγγαλιστή ελέγχου και ανοίγει τη βελόνα του εγχυτήρα και πραγματοποιείται η έγχυση του καυσίμου.

Στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο κατά το οποίο ο εγχυτήρας παραμένει πλήρως ανοιχτός. Ο ρυθμός κίνησης της βελόνας του εγχυτήρα καθορίζεται από τη διαφορά μεταξύ των ροών των περιοριστών εισόδου και εξόδου. Το έμβολο ελέγχου φτάνει το ανώτερο σημείο του και παραμένει εκεί πατώντας πάνω σε ένα «μαξιλάρι» καυσίμου (υδραυλικό σταμάτημα). Το «μαξιλάρι» δημιουργείται από ροή καυσίμου μεταξύ των περιοριστών εισόδου και εξόδου. Τότε η βελόνα του εγχυτήρα είναι πλήρως ανοιχτή. Το καύσιμο εγχύεται στο θάλαμο καύσης σε μια πίεση που προσεγγίζει την πίεση του αυλού καυσίμου. Η ισορροπία των δυνάμεων του εγχυτήρα είναι παρόμοια με αυτήν κατά τη φάση ανοίγματος. Για μια δεδομένη πίεση συστήματος, η ποσότητα του καυσίμου που εγχύεται είναι ανάλογη του χρόνου κατά τον οποίο παραμένει ανοιχτή η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και εντελώς ανεξάρτητη από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και της αντλίας καυσίμου.

Κατά το τέλος της έγχυσης, για να κλείσει ο εγχυτήρας, η μαγνητική βαλβίδα δεν ενεργοποιείται πλέον, το ελατήριο της βαλβίδας πιέζει τον οπλισμό προς τα κάτω και η μπίλια της βελόνας κλείνει τον περιοριστή εξόδου (εικόνα 4.2.1.-1, c). Μόλις κλείνει ο περιοριστής εξόδου, η πίεση του καυσίμου στο θάλαμο ελέγχου αυξάνεται στην τιμή πίεσης του αυλού του καυσίμου, μέσω του περιοριστή εισόδου. Η υψηλότερη πίεση εξασκεί μεγαλύτερη δύναμη στον στραγγαλιστή ελέγχου. Η δύναμη στο θάλαμο ελέγχου της βαλβίδας και του ελατηρίου της βελόνας, τώρα ξεπερνούν τη δύναμη που επενεργείται στη βελόνα του εγχυτήρα και η βελόνα κλείνει. Η ροή στον περιοριστή εισόδου καθορίζει την ταχύτητα με την οποία θα κλείσει η βελόνα. Ο κύκλος έγχυσης καυσίμου φτάνει στο τέλος του, με τη βελόνα του ακροφυσίου να κάθεται στην έδρα της κλείνοντας τις οπές έγχυσης.

Αυτή η έμμεση μέθοδος χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει τη βελόνα του ακροφυσίου μέσω ενός υδραυλικού σερβομηχανισμού επειδή οι δυνάμεις που απαιτούνται για το απότομο άνοιγμα της

βελόνας του ακροφυσίου δεν μπορούν να παραχθούν από την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Ο «όγκος ελέγχου» που απαιτείται μαζί με το καύσιμο που εγχύεται φτάνει στη γραμμή επιστροφής καυσίμου, μέσω των περιοριστών στο θάλαμο ελέγχου.

Εκτός από τον όγκο ελέγχου, υπάρχουν όγκοι διαρροής από τη βελόνα του ακροφυσίου και οδηγοί στραγγαλισμού βαλβίδας. Οι όγκοι ελέγχου και διαρροής επιστρέφουν στη δεξαμενή καυσίμου από τη γραμμή των επιστρεφόμενων και μια γραμμή συλλογής, η οποία περιλαμβάνει μία βαλβίδα υπερχύλησης, μία αντλία υψηλής πίεσης και μία βαλβίδα ελέγχου πίεσης.

- Παραλλαγές προγράμματος - χάρτη (program - map variants): Όσον αφορά τα προγράμματα - χάρτες λειτουργίας, με την καμπύλη ποσότητας καυσίμου να είναι επίπεδη, με τους εγχυτήρες, γίνεται μια διάκριση στους χάρτες μεταξύ των βαλλιστικών και μη βαλλιστική μεθόδων. Η μονάδα της βελόνας εμβόλου / ακροφυσίου της βαλβίδας φτάνει στο υδραυλικό στοπ αν η περίοδος ενεργοποίησης της λειτουργίας του οχήματος έχει επαρκή διάρκεια(εικόνα 4.2.1.1.-1, a). Το τμήμα μέχρι η βελόνα του ακροφυσίου να φτάσει την μέγιστη διαδρομή ονομάζεται βαλλιστική λειτουργία. Τα βαλλιστικά και μη βαλλιστικά τμήματα στο χάρτη της ποσότητας καυσίμου, όπου επιτυγχάνεται ο ψεκασμός της ποσότητας καυσίμου κατά την περίοδο ενεργοποίησης (εικόνα 4.2.1.1.-1, b), χωρίζονται από έναν κόμβο στη χαρτογράφηση του προγράμματος. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του χάρτη της ποσότητας καυσίμου είναι η επίπεδη καμπύλη που εμφανίζεται για μικρές περιόδους ενεργοποίησης. Η επίπεδη καμπύλη προκύπτει από την αναπήδηση του ηλεκτρομαγνητικού οπλισμού κατά το άνοιγμα. Σε αυτό τμήμα, η ποσότητα καυσίμου που εγχύεται είναι ανεξάρτητη από την περίοδο ενεργοποίησης. Αυτό επιτρέπει μικρές ποσότητες έγχυσης καυσίμου να παρουσιάζονται σταθερές. Μόνο μετά το σταμάτημα της αναπήδησης του οπλισμού, η καμπύλη της εγχυόμενης ποσότητας καυσίμου συνεχίζει να αυξάνεται γραμμικά όσο η περίοδος ενεργοποίησης μεγαλώνει.

Περίοδοι έγχυσης με μικρές ποσότητες καυσίμου (μικρές περιόδους ενεργοποίησης) χρησιμοποιούνται ως προέγχυση προκειμένου να

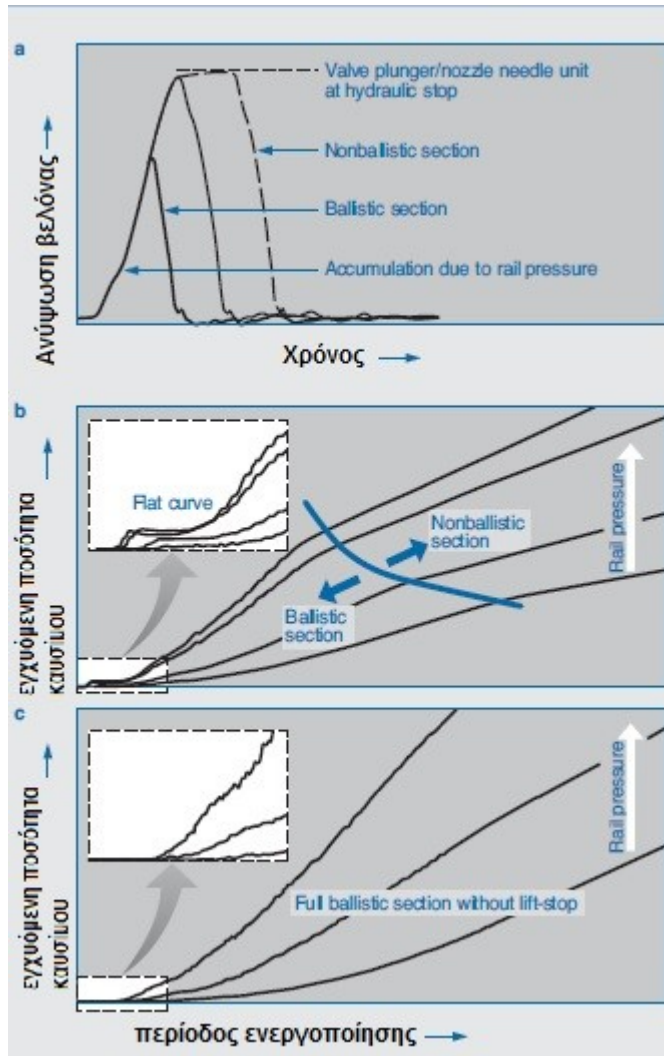
μειωθεί ο θόρυβος λειτουργίας του κινητήρα. Δευτερεύουσες διαδικασίες έγχυσης συμβάλουν στην ενίσχυση της οξείδωσης της αιθάλης σε επιλεγμένα σημεία της καμπύλης λειτουργίας.

Στα προγράμματα χαρτογράφησης χωρίς επίπεδη καμπύλη ποσότητας καυσίμου: Ο ολοένα και πιο αυστηρός έλεγχος εκπομπών ρύπων έχει οδηγήσει στη χρησιμοποίηση δύο λειτουργιών του συστήματος, την Αποζημίωση Διανομής Εγχυτήρα (IMA - Injector Delivery Compensation) και τη Μηδενική Προσαρμογή Διανομής (NMK - Zero Delivery Calibration), καθώς και στην ύπαρξη σύντομων διαστημάτων μεταξύ της προέγχυσης, της κυρίως έγχυσης και της δευτερεύουσας έγχυσης. Με εγχυτήρες που δε διαθέτουν επίπεδο τομέα στην καμπύλη τους, η IMA επιτρέπει την ακριβή ρύθμιση της ποσότητας καυσίμου της προέγχυσης. Η NMK διορθώνει την ολίσθηση της ποσότητας καυσίμου με την πάροδο του χρόνου στον τομέα χαμηλής πίεσης. Ο καθοριστικός παράγοντας για να αναπτυχθούν αυτές οι δύο λειτουργίες του συστήματος είναι μια σταθερή, γραμμική αύξηση της ποσότητας, δηλαδή δεν υπάρχει επίπεδη καμπύλη στη χαρτογράφηση της ποσότητας καυσίμου.

- Παραλλαγές εγχυτήρων: Υπάρχει μια διάκριση μεταξύ δύο διαφορετικών προτύπων ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας για τους εγχυτήρες με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα:
 - εγχυτήρες με ένα κομμάτι οπλισμού (σύστημα ενός ελατηρίου)
 - εγχυτήρες με δύο κομμάτια οπλισμού (σύστημα με δύο ελατήρια)

Τα μικρά κενά μεταξύ των εγχύσεων εξασφαλίζονται όταν ο οπλισμός μπορεί να επανέρχεται στη θέση ηρεμίας του πολύ απότομα κατά το κλείσιμο. Αυτό επιτυγχάνεται καλύτερα με έναν οπλισμό δύο κομματιών (two-part armature). Κατά τη διάρκεια κλεισίματος, η πλάκα του οπλισμού περιορίζεται από ένα στοπ. Ως αποτέλεσμα αυτού, ο οπλισμός φτάνει τη θέση ηρεμίας του νωρίτερα. Η επιστροφή του οπλισμού κατά το κλείσιμο μπορεί να τερματιστεί γρηγορότερα αποσυνδέοντας τις μάζες του οπλισμού και προσαρμόζοντας τις ρυθμίσεις των παραμέτρων. Αυτό βοηθάει στην επίτευξη μικρότερων

κενών ανάμεσα σε δύο εγχύσεις με τη χρήση του σπλισμού με δύο κομμάτια.



4.2.1.-1: Χάρτης ανύψωσης βελόνας και ποσότητας καυσίμου για εγχυτήρα με στοπ ανύψωσης

- Ενεργοποιώντας τον ηλεκτρομαγνητικό εγχυτήρα: Στη θέση ηρεμίας του, η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υψηλής πίεσης του εγχυτήρα δεν ενεργοποιείται και είναι ως εκ τούτου κλειστή. Ο εγχυτήρας ψεκάζει όταν ανοίγει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Η ενεργοποίηση της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διαιρείται σε πέντε φάσεις (εικόνα 4.2.1.-2).

a) Φάση ανοίγματος:

Αρχικά, προκειμένου να διασφαλιστούν τα αυστηρά όρια ανοχής και τα υψηλά επίπεδα επαναληψιμότητας για την ποσότητα του καυσίμου που εγχύεται, το ρεύμα για το άνοιγμα της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας είναι απότομο και με μεγάλη ακρίβεια και αυξάνεται ραγδαία έως και περισσότερο από 20[A]. Αυτό επιτυγχάνεται με μια τάση περίπου 50[V]. Παράγεται στη μονάδα ελέγχου και αποθηκεύεται σε έναν πυκνωτή. Όταν η τάση αυτή εφαρμόζεται στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, το ρεύμα αυξάνεται αρκετές φορές γρηγορότερα από ό,τι αν χρησιμοποιούταν μόνο η τάση της μπαταρίας.

b) Φάση αύξησης ρεύματος:

Κατά την διάρκεια της φάσης αύξησης ρεύματος, η τάση της μπαταρίας εφαρμόζεται στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και βοηθά στο γρήγορο άνοιγμά της. Ο έλεγχος του ρεύματος περιορίζει την αύξηση του ρεύματος περίπου στα 20A.

c) Φάση διατήρησης ρεύματος:

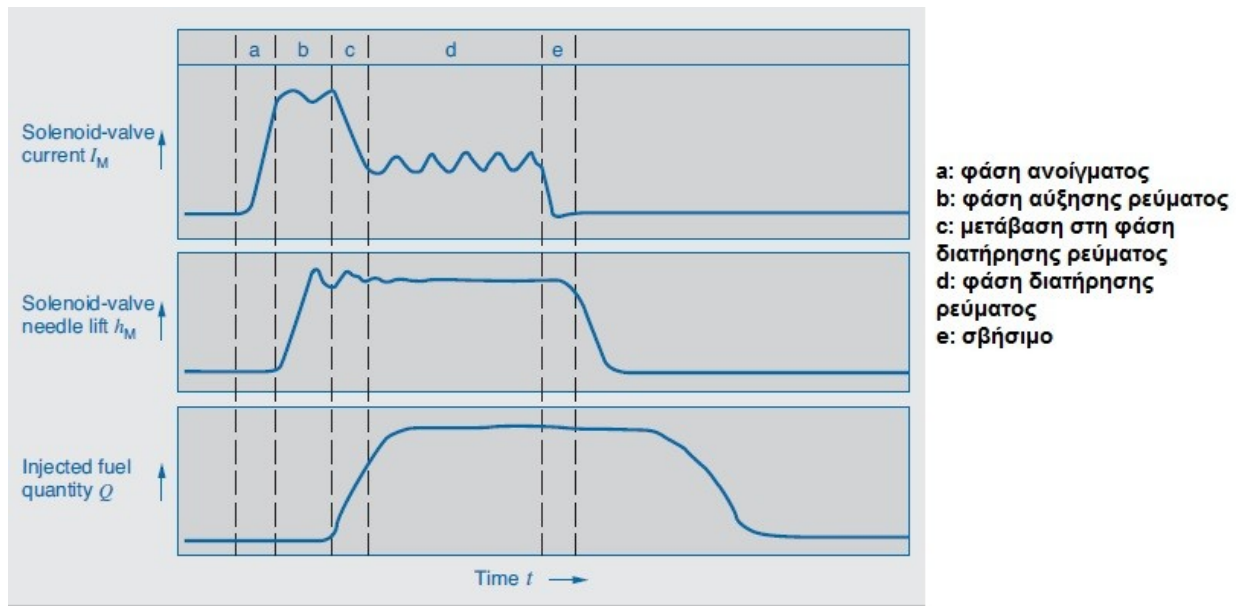
Προκειμένου να μειωθεί η απώλεια ισχύος στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα και στον εγχυτήρα, το ρεύμα μειώνεται σε 13[A] στην φάση αυτή. Η ενέργεια που προκαλείται από τη μείωση της φάσης αύξησης και διατήρησης ρεύματος οδηγείται στον πυκνωτή.

d) Σβήσιμο:

Όταν το ρεύμα σταματάει, προκειμένου να κλείσει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, το πλεόνασμα ενέργειας κατευθύνεται επίσης προς τον πυκνωτή.

e) Επαναφόρτιση:

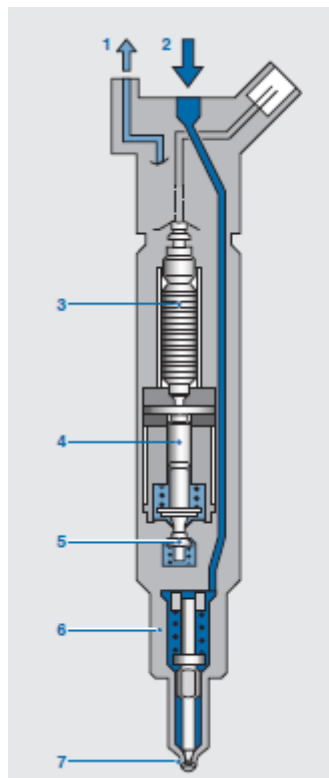
Η επαναφόρτιση πραγματοποιείται στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Η ενέργεια που δαπανάται κατά τη φάση ανοίγματος επαναφορτίζεται κατά τη φάση αύξησης του ρεύματος μέχρι να φτάσει την τιμή της τάσης του ρεύματος που απαιτείται για το άνοιγμα της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.



4.2.1.-2: Σειρά ενεργοποίησης ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας για μια έγχυση

4.2.2. πιεζοηλεκτρικός εγχυτήρας

- Σχεδιασμός και απαιτήσεις: Ο σχεδιασμός του πιεζοηλεκτρικού εγχυτήρα χωρίζεται στις κύριες ενότητες που παρουσιάζονται στην εικόνα 4.2.2.-1.
 - μονάδα ενεργοποιητή (3)
 - υδραυλικός σύνδεσμος (4)
 - βαλβίδα ελέγχου (5)
 - μονάδα ακροφυσίου (6)



1. επιστροφή καυσίμου
2. σύνδεση υψηλής πίεσης
3. μονάδα πιεζοηλεκτρικού ενεργοποιητή
4. υδραυλικός συνδεσμος
5. βαλβίδα ελέγχου
6. μονάδα ακροφυσίου με βελόνα
7. οπή έγχυσης

Εικόνα 4.2.2.-1: Κατασκευή πιεζοηλεκτρικού εγχυτήρα

Ο σχεδιασμός του εγχυτήρα έγινε βάση της συνολικής ακαμψίας που απαιτείται για την κατασκευή του (του ενεργοποιητή, των υδραυλικών συνδέσεων και της βαλβίδας ελέγχου). Ένα άλλο χαρακτηριστικό του σχεδιασμού είναι η αποφυγή μηχανικών δυνάμεων που δρουν στην βελόνα του ακροφυσίου. Αυτές οι δυνάμεις παρουσιάζονταν ως αποτέλεσμα της ράβδου ώθησης (push rod) που χρησιμοποιούταν σε προγενέστερους εγχυτήρες με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Σε συνολικό επίπεδο, αυτός ο σχεδιασμός μειώνει αποτελεσματικά τις κινούμενες μάζες και την τριβή, ενισχύοντας έτσι την σταθερότητα και την ολίσθηση του εγχυτήρα σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα.

Επιπλέον, το σύστημα έγχυσης καυσίμου επιτρέπει την εφαρμογή πολύ σύντομων χρονικών κενών μεταξύ των εγχύσεων. Ο αριθμός και η διαμόρφωση των λειτουργιών μέτρησης καυσίμου μπορεί να αντιπροσωπεύει μέχρι πέντε εγχύσεις ανά κύκλο λειτουργίας, προκειμένου να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις των σημείων λειτουργίας του κινητήρα.

Μια άμεση ανταπόκριση της βελόνας στον ενεργοποίηση επιτυγχάνεται με τη σύζευξη της βαλβίδας (5) με τη βελόνα του ακροφυσίου. Η καθυστέρηση μεταξύ της ηλεκτρικής έναρξης της ενεργοποίησης και της υδραυλικής απόκρισης της βελόνας του ακροφυσίου είναι περίπου 150[μsec]. Αυτό ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις για υψηλές ταχύτητες της βελόνας και πολύ μικρές ποσότητες καυσίμου.

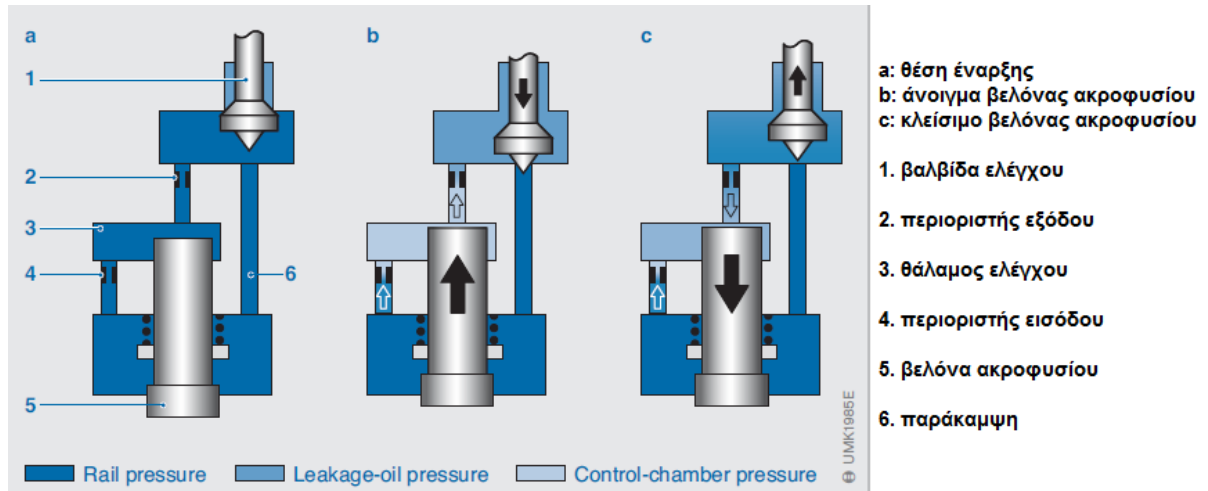
Ως αποτέλεσμα αυτής της αρχής, ο εγχυτήρας επίσης περιλαμβάνει μικρά σημεία διαρροής από το κύκλωμα υψηλής πίεσης στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση της υδραυλικής αποτελεσματικότητας ολόκληρου του συστήματος.

- Αρχή λειτουργίας: Η βελόνα του ακροφυσίου ενός πιεζοηλεκτρικού εγχυτήρα ελέγχεται έμμεσα από μια βαλβίδα σέρβο. Η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου που θα ψεκαστεί ελέγχεται από την περίοδο ενεργοποίησης της βαλβίδας. Σε κατάσταση μη ενεργοποίησης, ο ενεργοποιητής είναι στην αρχική του θέση και η βαλβίδα είναι κλειστή (εικόνα 4.2.2.-2α), δηλαδή ο τομέας υψηλής πίεσης διαχωρίζεται από τον τομέα χαμηλής. Το ακροφύσιο διατηρείται κλειστό από την πίεση του αυλού του καυσίμου που εξέρχεται προς το θάλαμο ελέγχου (3). Όταν ο πιεζοηλεκτρικός ενεργοποιητής ενεργοποιείται, η βαλβίδα ανοίγει και κλείνει τη δίοδο παράκαμψης (εικόνα 4.2.2.-2b). Η σχέση του ρυθμού ροής ανάμεσα στον περιοριστή εξόδου (2) και τον περιοριστή εισόδου (4) μειώνει την πίεση στο θάλαμο ελέγχου και το ακροφύσιο (5) ανοίγει.

Για να ξεκινήσει η διαδικασία κλεισίματος, ο ενεργοποιητής έχει αποφορτιστεί και η βαλβίδα ελευθερώνει την δίοδο παράκαμψης. Ο θάλαμος ελέγχου τότε ξαναγεμίζει με αντιστροφή των περιοριστών εισόδου και εξόδου και η πίεση στο θάλαμο ελέγχου αυξάνεται. Μόλις η απαιτούμενη πίεση επιτυγχάνεται, η βελόνα του ακροφυσίου αρχίζει να κινείται και η διαδικασία έγχυσης τελειώνει.

Ο σχεδιασμός της βαλβίδας που περιγράφηκε παραπάνω και ο καλύτερος δυναμικός σχεδιασμός του συστήματος του ενεργοποιητή συμβάλλουν σε πολύ μικρότερα διαστήματα έγχυσης σε σχέση με

εγχυτήρες συμβατικού σχεδιασμού. Αυτό έχει θετικό αντίκτυπο στις εκπομπές των καυσαερίων και την απόδοση του κινητήρα.



Εικόνα 4.2.2.-2: Λειτουργία βαλβίδας ελέγχου

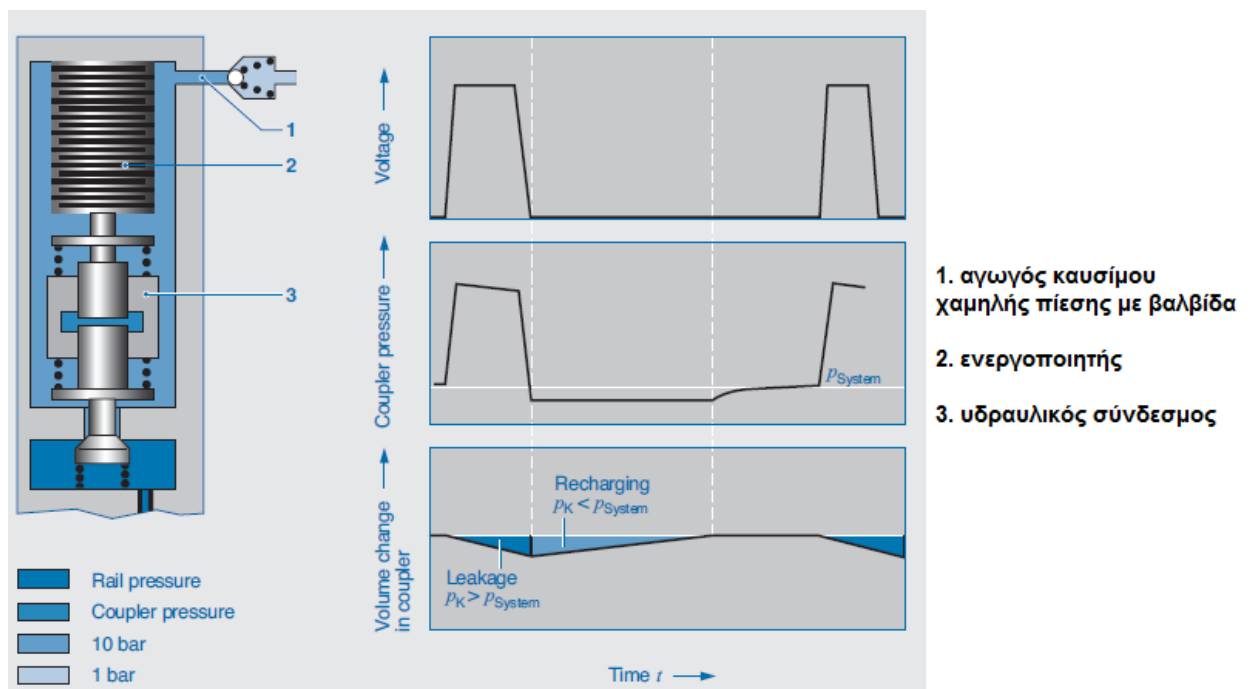
- Λειτουργία του υδραυλικού συνδέσμου: Άλλο ένα καθοριστικό εξάρτημα του πιεζοηλεκτρικού εγχυτήρα είναι ο υδραυλικός σύνδεσμος (εικόνα 4.2.2.-3), ο οποίος εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:
 - ενισχύει τη φάση του ενεργοποιητή
 - αντισταθμίζει οποιαδήποτε ενέργεια μεταξύ του ενεργοποιητή και της βαλβίδας ελέγχου
 - κόβει την έγχυση καυσίμου σε περίπτωση ηλεκτρικής αστοχίας

Η μονάδα του ενεργοποιητή και ο υδραυλικός σύνδεσμος βρίσκονται εμβαπτισμένα στη ροή του πετρελαίου υπό πίεση 10[bar]. Όταν ο ενεργοποιητής δεν είναι ενεργοποιημένος, η πίεση στον υδραυλικό σύνδεσμο είναι σε ισορροπία με το περιβάλλον του.

Προκειμένου να επιτευχθεί μία έγχυση, μία τάση 110 - 115 [V] εφαρμόζεται στον ενεργοποιητή μέχρι να ξεπεραστεί η ισορροπία των δυνάμεων μεταξύ της βαλβίδας εναλλαγής και του ενεργοποιητή. Αυτό αυξάνει την πίεση στον σύνδεσμο και ένας μικρός όγκος διαρροής ρέει από τον σύνδεσμο μέσα από τις ανοχές των οδηγών εμβόλων προς το στάδιο χαμηλής πίεσης του εγχυτήρα. Η πτώση της πίεσης που προκλήθηκε στο σύνδεσμο δεν έχει επίδραση στη λειτουργία του

εγχυτήρα για μια περίοδο ενεργοποίησης διάρκειας μερικών χιλιοστών του δευτερολέπτου.

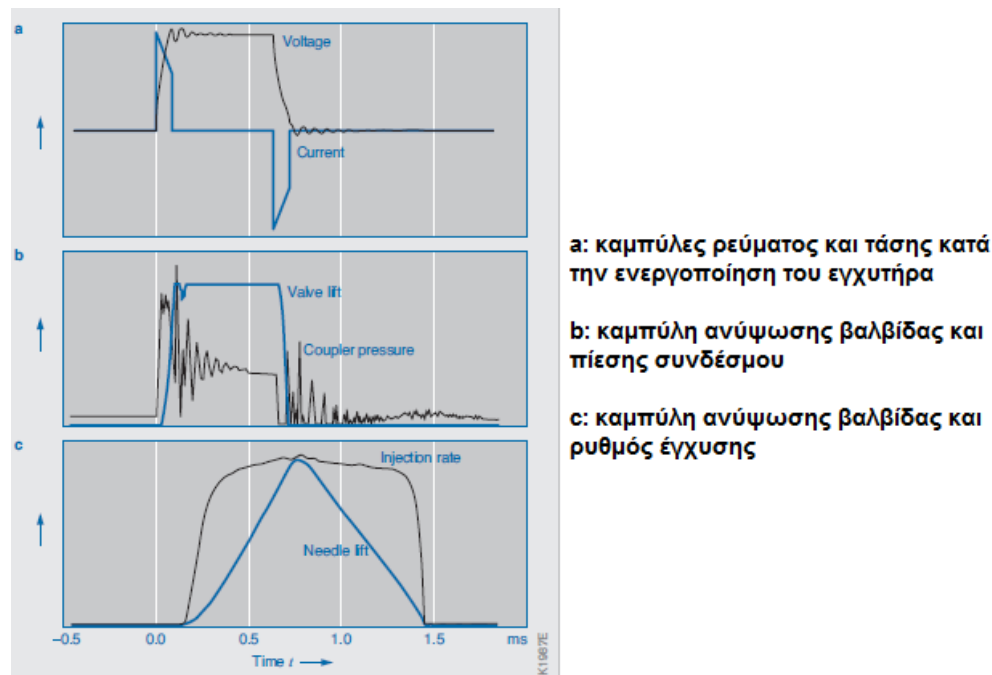
Στο τέλος της διαδικασίας της έγχυσης, η ποσότητα που λείπει από τον υδραυλικό σύνδεσμο πρέπει να αναπληρωθεί. Αυτό πραγματοποιείται με την αντίστροφη κατεύθυνση από τις ανοχές των οδηγών εμβόλων, ως αποτέλεσμα της διαφοράς πίεσης ανάμεσα στον υδραυλικό σύνδεσμο και στο στάδιο χαμηλής πίεσης του εγχυτήρα. Οι ανοχές των οδηγών και το επίπεδο χαμηλής πίεσης είναι σχεδιασμένα ώστε να γεμίσουν πλήρως τον υδραυλικό σύνδεσμο πριν την έναρξη του επόμενου κύκλου έγχυσης.



Εικόνα 4.2.2-3: Λειτουργία υδραυλικού συνδέσμου

- Ενεργοποιώντας τον πιεζοηλεκτρικό εγχυτήρα κατά την έγχυση: Ο εγχυτήρας ενεργοποιείται από μια μονάδα ελέγχου της μηχανής της οποία το στάδιο εξόδου είναι σχεδιασμένο ειδικά για αυτούς τους εγχυτήρες. Μια τάση αναφοράς ενεργοποίησης είναι προκαθορισμένη ως συνάρτηση της πίεσης του αυλού καυσίμου, του σημείου λειτουργίας. Το σήμα της τάσης πάλλεται (εικόνα 4.2.2.-4) έως ότου εμφανιστεί μια ελάχιστη απόκλιση μεταξύ της τάσης αναφοράς και της τάσης ελέγχου. Η άνοδος της τάσης μετατρέπεται αναλογικά σε έναν

κτύπο πιεζοηλεκτρικού ενεργοποιητή. Ο κτύπος του ενεργοποιητή παράγει μια αύξηση της πίεσης του συνδέσμου μέσω υδραυλικού μετασχηματισμού μέχρι η ισορροπία των δυνάμεων ξεπεραστεί στη βαλβίδα εναλλαγής και ανοίξει η βαλβίδα. Καθώς η βαλβίδα εναλλαγής φτάνει στην τελική της θέση, η πίεση στο θάλαμο ελέγχου ξεκινάει να πέφτει μέσω της βελόνας και η έγχυση σταματάει.



Εικόνα 4.2.2.-4: Σειρά ενεργοποίησης πιεζοηλεκτρικού εγχυτήρα για μία έγχυση

- Οφέλη πιεζοηλεκτρικών εγχυτήρων:
 1. Μικρό μέγεθος και χαμηλό βάρος (270[g] σε σύγκριση με 490[g])
 2. Μείωση θορύβου κατά 3[db]
 3. Χαμηλότερη έως και 3% κατανάλωση καυσίμου
 4. Χαμηλότερες έως και 20% εκπομπές ρύπων
 5. Αύξηση κατά 7% της ιπποδύναμης
 6. Επίτευξη πολύ μικρών ποσοτήτων έγχυσης για την προέγχυση

4.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

- Σχεδιασμός και απαιτήσεις: Η αντλία υψηλής πίεσης είναι η σύνδεση μεταξύ του στάδιου χαμηλής πίεσης και του στάδιου υψηλής πίεσης. Η λειτουργία της είναι να εξασφαλίζει ότι υπάρχει πάντα επαρκής ποσότητα καυσίμου υπό πίεση σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Ταυτόχρονα, πρέπει να λειτουργεί για όλη τη διάρκεια ζωής του οχήματος. Αυτό περιλαμβάνει την παροχή καυσίμου που απαιτείται για την γρήγορη εκκίνηση του κινητήρα και την απότομη αύξηση της πίεσης στον αυλό καυσίμου.

Η αντλία υψηλής πίεσης παράγει μια σταθερή πίεση για τον υψηλής πίεσης συσσωρευτή, δηλαδή τον αυλό καυσίμου, ανεξάρτητα από την έγχυση του καυσίμου. Για τον λόγο αυτό, το καύσιμο, σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα ψεκασμού καυσίμου, δε συμπιέζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας έγχυσης.

Μια αντλία τριών ακτινικών εμβόλων χρησιμοποιείται ως αντλία υψηλής πίεσης για επιβατικά αυτοκίνητα, αντλίες δύο εμβόλων σε σειρά χρησιμοποιούνται, επίσης, σε εμπορικά οχήματα. Κατά προτίμηση, η αντλία υψηλής πίεσης τοποθετείται στον κινητήρα στο ίδιο σημείο με μία συμβατική αντλία διανομέα. Η αντλία κινείται από τον κινητήρα μέσω σύζευξης, γραναζιού, αλυσίδας ή οδοντωτού ιμάντα, συνεπώς, η ταχύτητα της αντλίας έχει μια σταθερή σχέση μετάδοσης με την ταχύτητα της μηχανής.

Το έμβολο της αντλίας, στο εσωτερικό της, συμπιέζει το καύσιμο. Με τρία πρεσαρίσματα ανά περιστροφή, η αντλία ακτινικών εμβόλων παράγει επαναλαμβανόμενα πρεσαρίσματα, χωρίς διακοπές, ακόμη και για χαμηλές ροπές οδήγησης.

Σε ένα σύστημα επιβατικών αυτοκινήτων, η ροπή μπορεί να φτάσει τα 16 [Nm], δηλαδή μόνο το 1/9 της ροπής απαιτείται για μία αντλία έγχυσης. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα κοινού αυλού έχει λιγότερες απαιτήσεις από το σύστημα της αντλίας σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα. Η απαιτούμενη από την αντλία ισχύς αυξάνεται αναλογικά με την πίεση στον αυλό καυσίμου και την περιστροφική ταχύτητα της αντλίας.

Σε έναν δίλιτρο κινητήρα, η αντλία υψηλής πίεσης χρειάζεται ισχύ από αυτόν περίπου 3,8[kW], σε ονομαστική ταχύτητα και πίεση 1350[bar] στον αυλό καυσίμου. Οι υψηλότερες απαιτήσεις ισχύος στα συστήματα κοινού αυλού σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα έγχυσης καυσίμου προκαλούνται λόγω των όγκων διαρροής και ελέγχου των εγχυτήρων και για την αντλία υψηλής πίεσης CP1, η πτώση πίεσης στην απαιτούμενη πίεση του συστήματος στη βαλβίδα ελέγχου πίεσης.

Οι αντλίες ακτινικών εμβόλων που χρησιμοποιούνται σε επιβατικά αυτοκίνητα λιπαίνονται με καύσιμο. Τα επαγγελματικά αυτοκίνητα μπορεί να χρησιμοποιούν αντλίες λιπαινόμενες με λάδι ή καύσιμο. Οι αντλίες με λίπανση λαδιού είναι πιο ισχυρές από αυτές με καύσιμο, λόγω της κακής ποιότητας των καυσίμων.

Οι αντλίες υψηλής πίεσης χρησιμοποιούνται σε έναν αριθμό διαφορετικών σχεδίων επιβατικών αυτοκινήτων και επαγγελματικών οχημάτων. Υπάρχουν εκδόσεις αντλιών που έχουν διαφορετικούς ρυθμούς διανομής και πιέσεις (εικόνα 4.3.-1).

Αντλία	Πίεση [bar]	Λίπανση
CP1	1,350	Fuel
CP1+	1,350	Fuel
CP1H	1,600	Fuel
CP1H-OHW	1,100	Fuel
CP3.2	1,600	Fuel
CP3.2+	1,600	Fuel
CP3.3	1,600	Fuel
CP3.4	1,600	Oil
CP3.4+	1,600	Fuel
CP2	1,400	Oil
CPN2.2	1,600	Oil
CPN2.2+	1,600	Oil
CPN2.4	1,600	Oil

Εικόνα 4.3.-1: Αντλίες BOSCH για συστήματα common rail

4.3.1. αντλία ακτινικού εμβόλου (CP1)

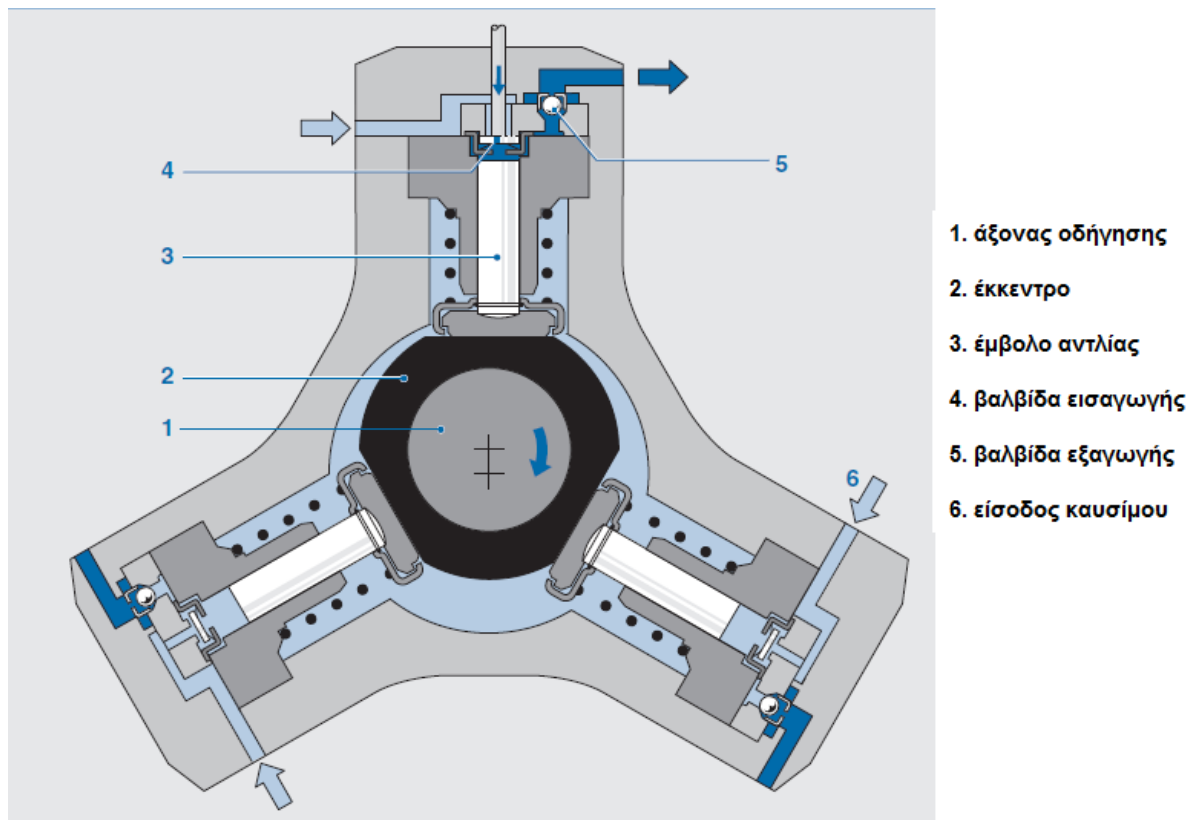
- Σχεδίαση: Ο άξονας μετάδοσης κίνησης της αντλίας CP1 είναι στερεομένος σε ένα κεντρικό έδρανο (εικόνα 4.3.1.-1). Τα έμβολα της αντλίας (3) διατάσσονται ακτινικά σε σχέση με το κεντρικό έδρανο ανά 120°. Το έκκεντρο (2), που βρίσκεται στον άξονα οδήγησης αναγκάζει το έμβολο της αντλίας να κινείται προς τα επάνω και προς τα κάτω. Η δύναμη μεταδίδεται από τον εκκεντροφόρο άξονα στο έμβολο μέσω ενός κυλίνδρου οδηγού, ένα δαχτυλίδι ολίσθησης τοποθετημένο στον εκκεντροφόρο και μια πλάκα βάσης του εμβόλου.

- Αρχή λειτουργίας: Μια βοηθητική αντλία καυσίμου (μηχανική ή ηλεκτρική) τροφοδοτεί το καύσιμο μέσω ενός φίλτρου και ενός διαχωριστή νερού στην είσοδο της αντλίας υψηλής πίεσης (6). Μια βαλβίδα ασφαλείας τοποθετείται πίσω από την είσοδο. Σε περίπτωση που η πίεση διανομής της πρώτης αντλίας ξεπεράσει την πίεση ανοίγματος (0,5 με 1,5 bar) της βαλβίδας ασφαλείας, το καύσιμο περνάει από τη βαλβίδα στο κύκλωμα λίπανσης και ψύξης της αντλίας υψηλής πίεσης. Καύσιμο περνάει από τη βαλβίδα εισόδου υψηλής πίεσης της αντλίας στο θάλαμο συμπίεσης και το έμβολο κινείται προς τα κάτω (φάση εισόδου).

Όταν ξεπερνιέται το κάτω νεκρό σημείο του εμβόλου της αντλίας, η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και το καύσιμο δεν μπορεί πια να διαφύγει από το θάλαμο συμπίεσης. Έτσι συμπιέζεται πέρα από την πίεση διανομής της πρώτης αντλίας. Η αυξανόμενη πίεση ανοίγει τη βαλβίδα εξαγωγής (5) καθώς η πίεση φτάνει στο επίπεδο πίεσης του αυλού καυσίμου. Έτσι το συμπιεσμένο καύσιμο περνάει στο κύκλωμα υψηλής πίεσης.

Το έμβολο της αντλίας συνεχίζει να διανέμει το καύσιμο μέχρι να φτάσει το άνω νεκρό σημείο του (φάση διανομής). Στη συνέχεια η πίεση πέφτει και κλείνει η βαλβίδα εξαγωγής. Το καύσιμο που παραμένει αποσυμπιέζεται και το έμβολο της αντλίας κινείται προς τα κάτω.

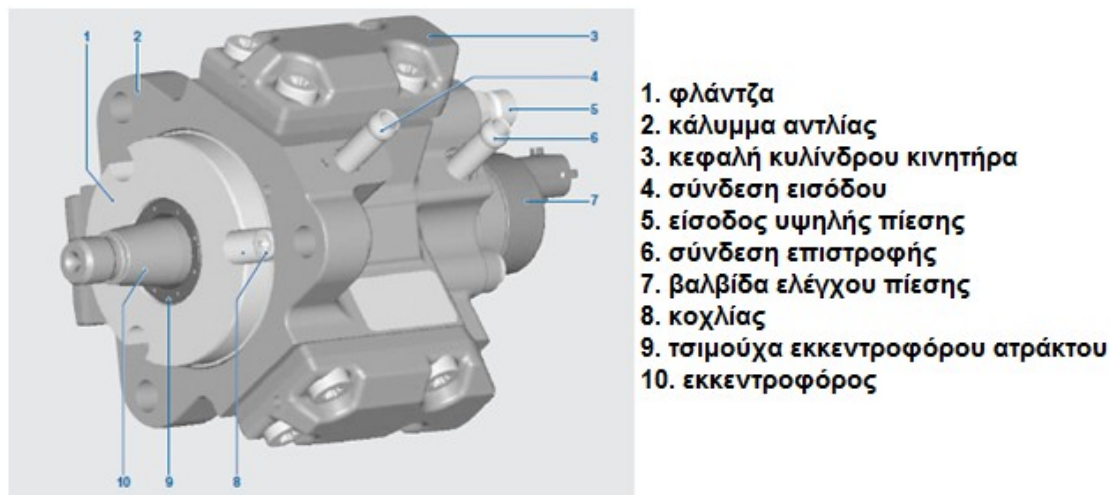
Όταν η πίεση στο θάλαμο συμπίεσης ξεπερνάει την πίεση διανομής της πρώτης αντλίας, ξανανοίγει η βαλβίδα εισαγωγής και η διαδικασία ξεκινάει από την αρχή.



Εικόνα 4.3.1.-1: Αντλία υψηλής πίεσης

- Σχέση μετάδοσης: Η ποσότητα διανομής μιας αντλίας υψηλής πίεσης είναι ανάλογη με την ταχύτητα περιστροφής της. Με τη σειρά της η ταχύτητα περιστροφής της αντλίας εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Η σχέση μετάδοσης μεταξύ του κινητήρα και της αντλίας καθορίζεται στη διαδικασία της προσαρμογής του συστήματος ψεκασμού του κινητήρα έτσι ώστε να περιορίζεται η περίσσεια του όγκου καυσίμου που διανέμεται. Πιθανές σχέσεις μετάδοσης είναι 1:2 ή 2:3 σε σχέση με τον άξονα οδήγησης.
- Ρυθμός διανομής: Δεδομένου ότι η αντλία υψηλής πίεσης έχει σχεδιαστεί για διανομή μεγάλων ποσοτήτων υπάρχει πλεόνασμα συμπιεσμένου καυσίμου όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο ρελαντί ή λειτουργία υπό μερικό φορτίο. Στο πρώτα συστήματα παραγωγής με την αντλία CP1, το περισσευούμενο καύσιμο που διανέμεται επιστρέφει στη δεξαμενή καυσίμου από την βαλβίδα ελέγχου πίεσης του αυλού καυσίμου. Καθώς το συμπιεσμένο καύσιμο διαστέλλεται, η ενέργεια

από τη συμπίεση του χάνεται και η συνολική απόδοση μειώνεται. Η συμπίεση και η διαστολή του καυσίμου αυξάνει την θερμοκρασία του.



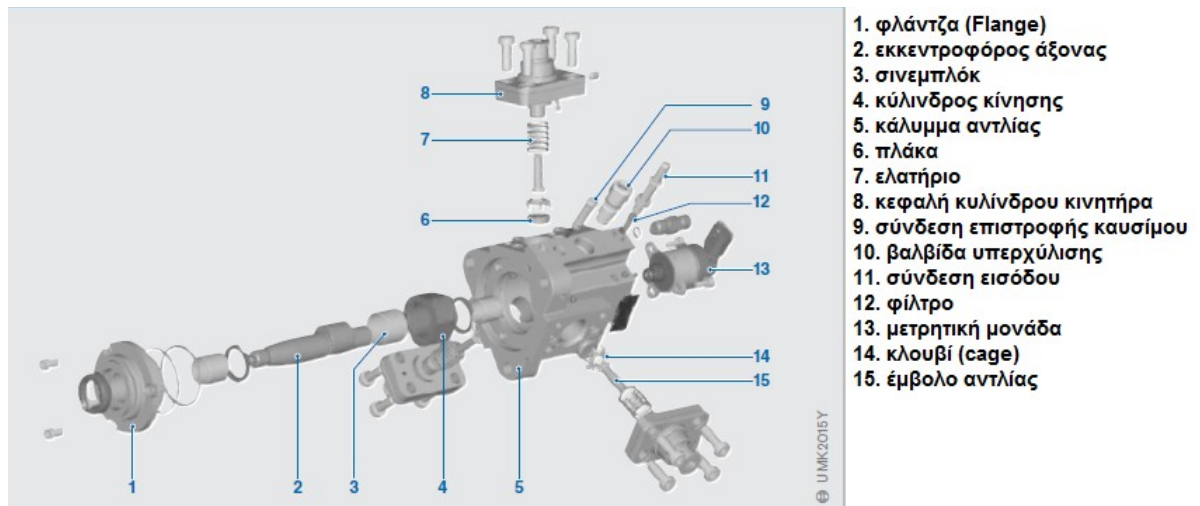
Εικόνα 4.3.1,-2: Αντλία υψηλής πίεσης CP1, παραλλαγή με ενσωματωμένη βαλβίδα ελέγχου πίεσης

4.3.2. αντλία ακτινικού εμβόλου (CP1H)

- **Μετατροπές:** Μία βελτίωση στην ενεργητική απόδοση είναι δυνατή με έλεγχο της διανομής καυσίμου από την αντλία υψηλής πίεσης στην πλευρά διανομής του καυσίμου (πλευρά αναρρόφησης). Η ροή του καυσίμου στο έμβολο της αντλίας μετριέται από μία απείρωσ μεταβλητή ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (μονάδα μέτρησης, ZME). Αυτή η βαλβίδα προσαρμόζει την ποσότητα του καυσίμου που διανέμεται στον αυλό με τις απαιτήσεις του συστήματος. Αυτός ο έλεγχος διανομής καυσίμου, όχι μόνο μειώνει την απαίτηση απόδοσης της αντλία υψηλής πίεσης, αλλά μειώνει και τη μέγιστη θερμοκρασία του καυσίμου. Αυτό το σύστημα που σχεδιάστηκε για την CP1H προέκυψε από την CP3.

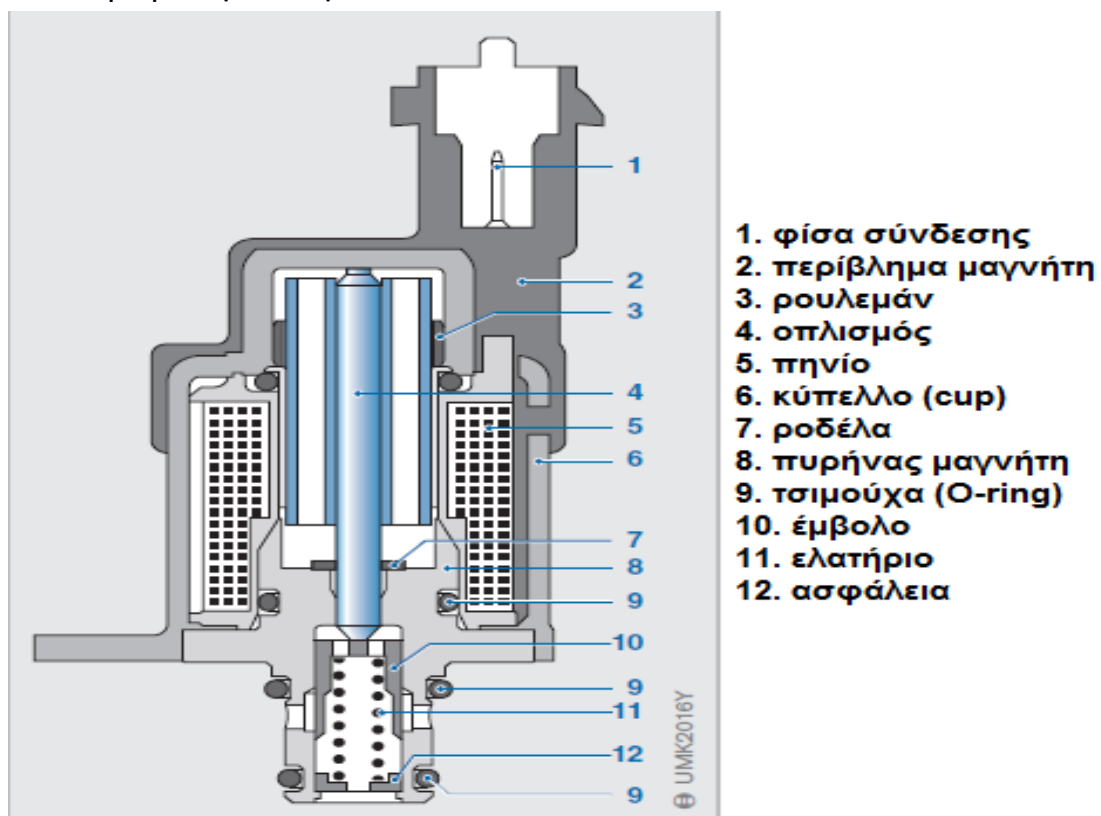
Σε σχέση με την CP1 η CP1H έχει σχεδιαστεί για υψηλότερες πιέσεις, μέχρι 1600[bar]. Αυτό επιτεύχθηκε με την ενίσχυση του μηχανισμού οδήγησης, τροποποιώντας τις μονάδες βαλβίδων και με τη θέσπιση μέτρων για την αύξηση της αντοχής του περιβλήματος της αντλίας.

Η μονάδα μέτρησης είναι τοποθετημένη στην αντλία υψηλής πίεσης (εικόνα 4.3.2.-1).



Εικόνα 4.3.2.-1: Αντλία CP1H με μετρητική μονάδα

- Σχεδιασμός της μονάδας μέτρησης (ZME): Στην εικόνα 4.3.2,-2 παρουσιάζεται το σχέδιο της μονάδας μέτρησης. Το έμβολο κινούμενο από ηλεκτρομαγνητική δύναμη ελευθερώνει μια οπή μέτρησης ανάλογα με την θέση του.



Εικόνα 4.3.2.-2: Σχεδιασμός μετρητικής μονάδας

4.3.3. αντλία ακτινικού εμβόλου (CP3)

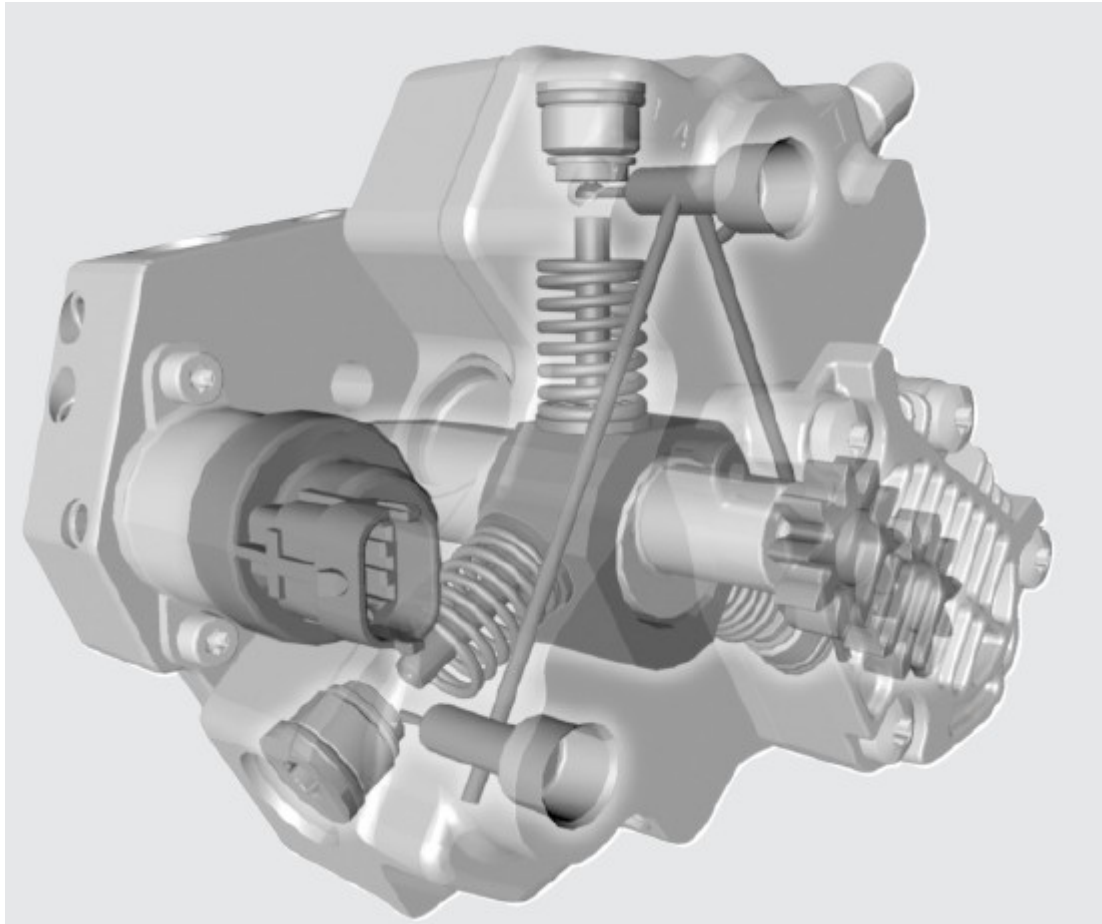
- Μετατροπές: Η CP3 είναι μια αντλία υψηλής πίεσης με έλεγχο διανομής καυσίμου στην πλευρά διανομής μέσω μιας μονάδα μέτρησης (ZME). Ο έλεγχος αυτός πρώτα χρησιμοποιήθηκε στη CP3 και αργότερα στη CP1H.

Η αρχή σχεδιασμού της CP3 (εικόνα 4.3.3.-1) είναι παρόμοια με της CP1 και της CP1H. Η κύρια διαφορά στα χαρακτηριστικά τους είναι η εξής:

- μονομπλόκ περίβλημα: Αυτή η κατασκευή μειώνει τον αριθμό των σημείων διαρροής στο τμήμα της υψηλής πίεσης, και επιτρέπει υψηλότερο ποσοστό διανομής.
- ωστήρια: Οι εγκάρσιες δυνάμεις που προκύπτουν από την εγκάρσια κίνηση του κινητήριου κυλινδρικού εκκέντρου δεν αφαιρούνται άμεσα από τα έμβολα της αντλίας, αλλά από τους «κάδους» στα τοιχώματα του περιβλήματος. Η αντλία έχει τότε μεγαλύτερη σταθερότητα σε λειτουργία υπό φορτίο και είναι ικανή να αντέχει υψηλότερες πιέσεις, μέχρι και 1800[bar].

παραλλαγές: Οι αντλίες της οικογένειας CP3 χρησιμοποιούνται τόσο στα επιβατικά όσο και σε επαγγελματικά οχήματα. Ένας αριθμός διαφορετικών παραλλαγών χρησιμοποιείται ανάλογα με το ρυθμό διανομής που απαιτείται. Το μέγεθος και επομένως, ο ρυθμός διανομής αυξάνεται από την CP3.2 στη CP3.4. Η λιπαινόμενη με λάδι CP3.4 χρησιμοποιείται μόνο για τα βαρέα φορτηγά. Σε ελαφρά φορτηγά και ημιφορτηγά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αντλίες που έχουν σχεδιαστεί κυρίως για τα επιβατικά αυτοκίνητα.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των συστημάτων των μεσαίου φόρτου και βαρέων φορτηγών είναι ότι το φίλτρο καυσίμου βρίσκεται στην πλευρά υψηλής πίεσης. Τοποθετείται ανάμεσα στην γριναζωτή αντλία και την υψηλής πίεσης αντλία, και επιτρέπει μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης στο φίλτρο πριν απαιτηθεί κάποια αλλαγή. Η υψηλής πίεσης αντλία απαιτεί μια εξωτερική σύνδεση για την είσοδο του καυσίμου ακόμη και αν η γριναζωτή αντλία είναι στερεωμένη πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης.



Εικόνα 4.3.3.-1: Αντλία CP3 με μετρητική μονάδα και αντλία προδιανομής

4.3.4 σε σειρά εμβολοφόρα αντλία CP2

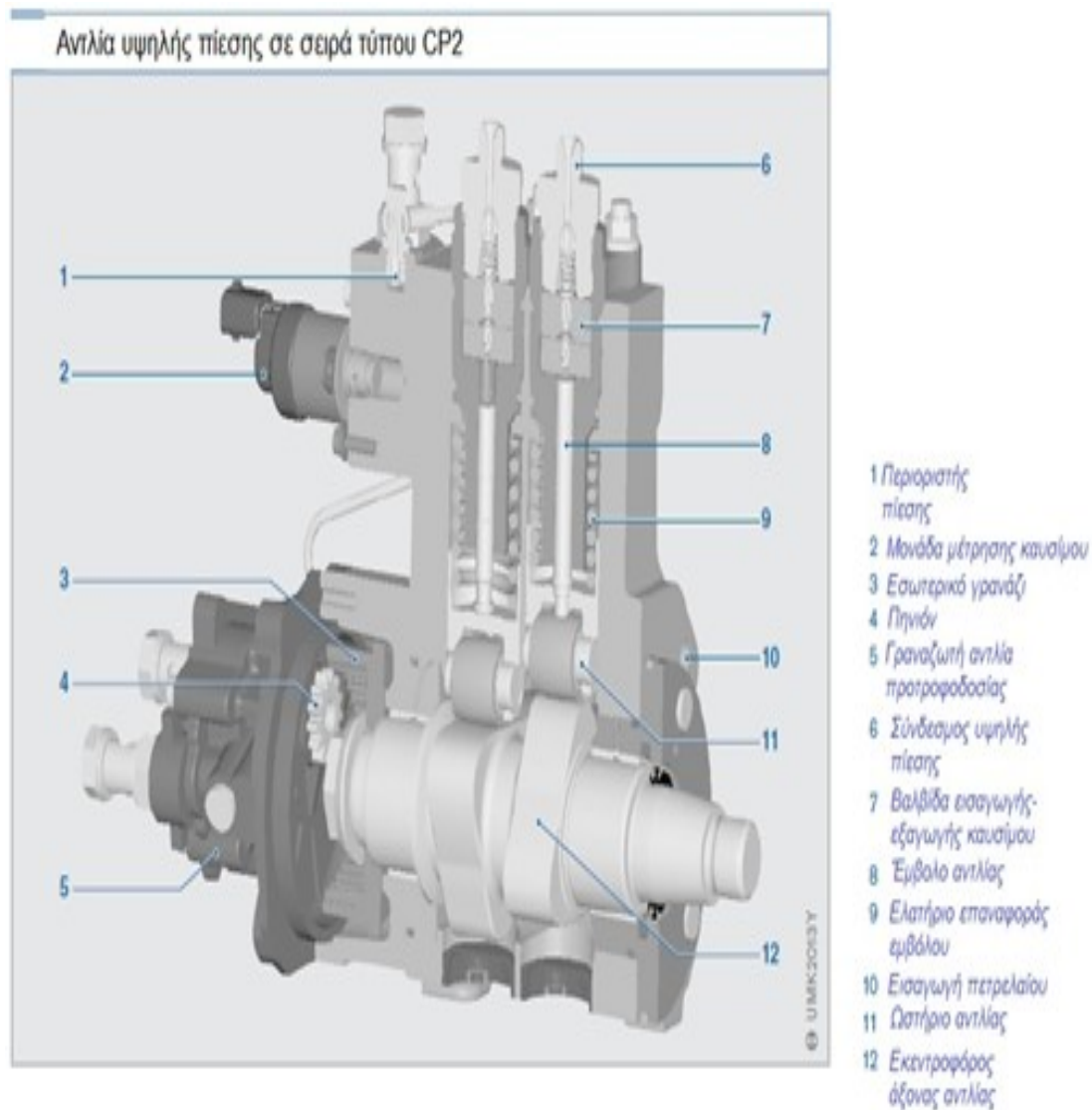
- Σχεδιασμός: Η λιπαινόμενη με λάδι, ελεγχόμενης ποσότητας αντλία υψηλής πίεσης CP2 χρησιμοποιείται μόνο σε επαγγελματικά οχήματα. Αυτή είναι μία αντλία δύο εμβόλων σε σειρά (εικόνα 4.3.4.-1).

Μια γραναζωτή αντλία με υψηλό λόγο μετάδοσης τοποθετείται στην προέκταση του εκκεντροφόρου. Η λειτουργία της είναι να αναρροφήσει το καύσιμο από το ρεζερβουάρ καυσίμου και να το στείλει στο φίλτρο. Από εκεί, το καύσιμο περνά μέσω μιας άλλης γραμμής στη μονάδα μέτρησης που βρίσκεται στο άνω τμήμα της υψηλής πίεσης αντλίας. Η μονάδα μέτρησης ελέγχει την ποσότητα καυσίμου που διανέμεται για συμπίεση εξαρτώμενη από τις πραγματικές απαιτήσεις, όπως σε άλλες αντλίες υψηλής πίεσης συστημάτων κοινού αυλού πρόσφατης γενιάς.

Το λιπαντικό παρέχεται είτε άμεσα μέσω της φλάτζας της CP2 ή από μια πλαϊνή είσοδο.

Η σχέση μετάδοσης κίνησης είναι 1:2. Η CP2, επομένως, συναρμολογείται με μια συμβατική σε σειρά αντλία έγχυσης καυσίμου.

- Περιγραφή λειτουργίας: Το καύσιμο εισέρχεται στο έμβολο της αντλίας και αφού συμπιέζεται, μεταφέρεται στον αυλό καυσίμου μέσω μιάς βαλβίδα εισαγωγής / εξαγωγής της CP2.



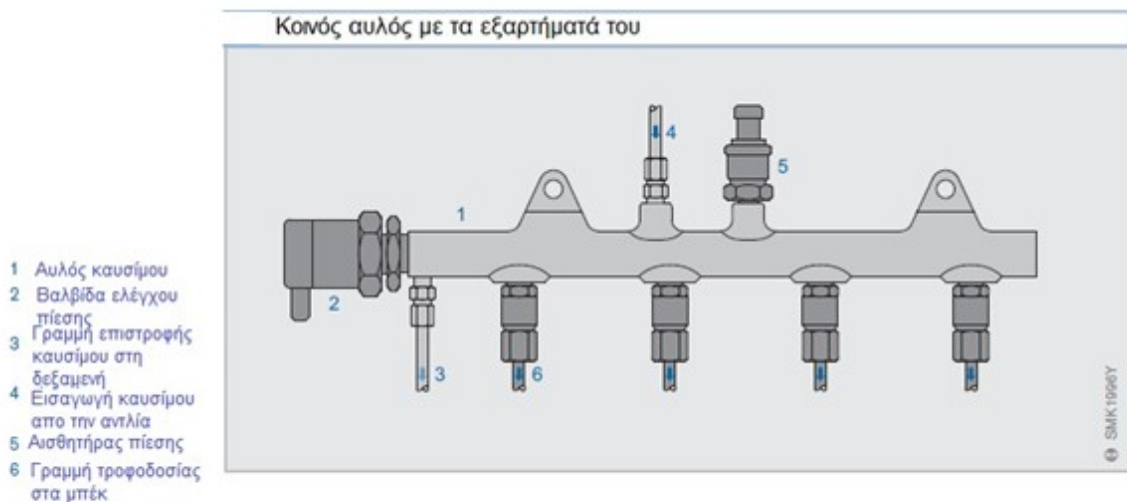
Εικόνα 4.3.4.-1: Αντλία υψηλής πίεσης σε σειρά CP2

4.4. ΑΥΛΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ)

- **Λειτουργία:** Η λειτουργία του συσσωρευτή υψηλής πίεσης (αυλός καυσίμου) είναι να διατηρήσει το καύσιμο σε υψηλές πιέσεις. Ο όγκος του συσσωρευτή πρέπει να αμβλύνει τις διακυμάνσεις της πίεσης που προκαλούνται από τους παλμούς καυσίμου που προκαλούνται από τη διανομή του καυσίμου από την αντλία και τους κύκλους ψεκασμού του καυσίμου. Αυτό εξασφαλίζει ότι, όταν η ο εγχυτήρας ανοίγει, η πίεση έγχυσης παραμένει σταθερή. Από την μία, ο όγκος του συσσωρευτή πρέπει να είναι μεγάλος για να πληροί αυτή την απαίτηση. Αφετέρου, πρέπει να είναι αρκετά μικρός για να εξασφαλίσει μια αρκετά γρήγορη αύξηση της πίεσης κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Οι υπολογισμοί προσομοίωσης διεξάγονται κατά τη φάση του σχεδιασμού για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

Εκτός του ότι ενεργεί ως συσσωρευτής καυσίμου, ο αυλός καυσίμου διανέμει επίσης το καύσιμο στους εγχυτήρες.

- **Σχεδιασμός:** Ο σωλήνας διανομής καυσίμου του σχήματος της εικόνας 4.4.-1 μπορεί να έχει πολλά σχέδια, καθώς υπάρχουν παραλλαγές στην τοποθέτηση του κάθε κινητήρα. Έχει βάσεις για τον αισθητήρα υψηλής πίεσης (5) και μια βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης ή βαλβίδα ελέγχου πίεσης (2).



Εικόνα 4.4.-1: Αυλός καυσίμου και εξαρτήματά του

- **Τρόπος λειτουργίας:** Το συμπιεσμένο καύσιμο που παρέχεται από την υψηλής πίεσης αντλία περνά μέσω μιας γραμμής υψηλής πίεσης

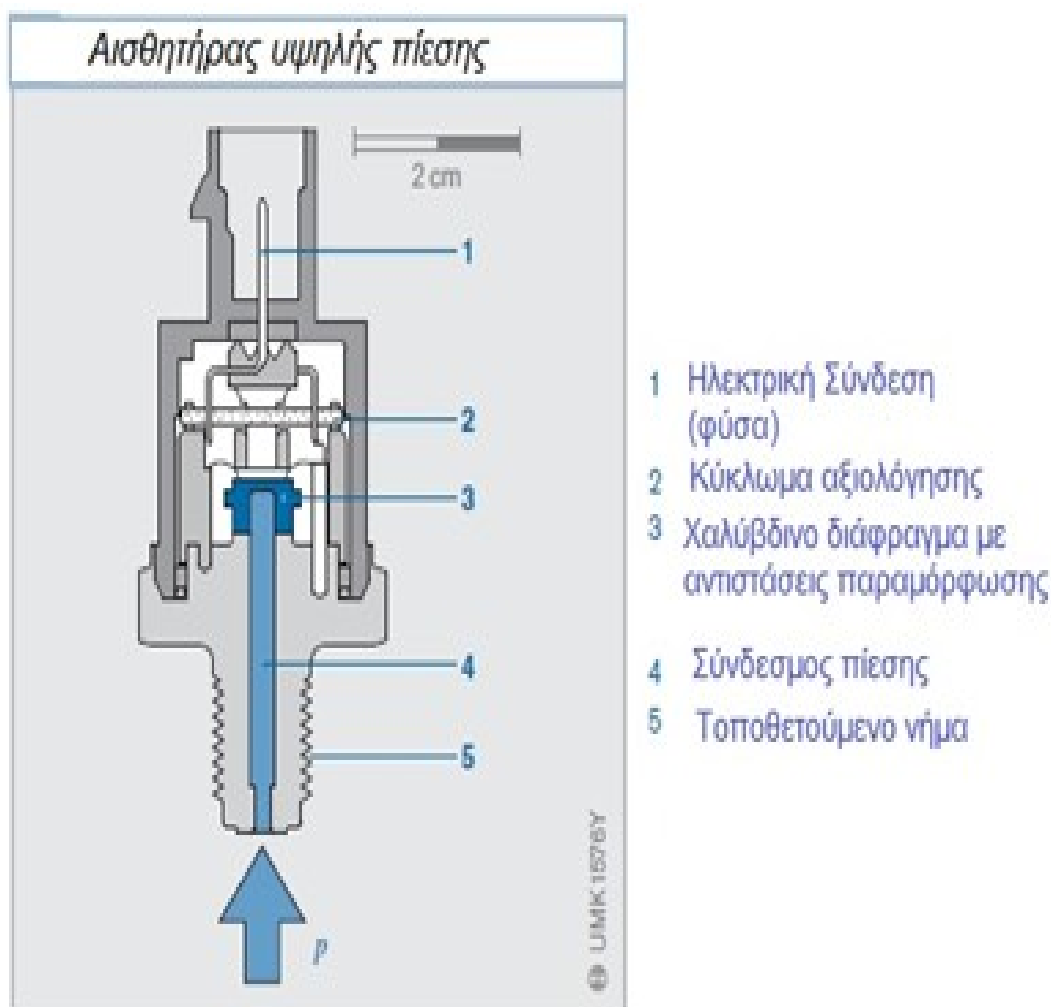
στην είσοδο του κοινού αυλού (4). Από εκεί, διανέμεται στους επιμέρους εγχυτήρες (ως εκ τούτου ο όρος κοινός αυλός, common rail).

Η πίεση του καυσίμου μετριέται από τον αισθητήρα πίεσης του αυλού και ελέγχεται η απαιτούμενη τιμή από τη βαλβίδα ελέγχου της πίεσης. Η ανακουφιστική βαλβίδα πίεσης χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση στην βαλβίδα ελέγχου πίεσης, ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος και η λειτουργία της είναι να εξασφαλίσει τη μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση του καυσίμου στον αυλό. Το εξαιρετικά συμπιεσμένο καύσιμο δρομολογείται από το συλλέκτη καυσίμου στους εγχυτήρες μέσω γραμμών υψηλής πίεσης.

Η κοιλότητα στο εσωτερικό του συλλέκτη καυσίμου είναι μόνιμα γεμάτη με πεπιεσμένο καύσιμο. Η συμπιεστότητα του καυσίμου υπό υψηλή πίεση χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ένα αποτέλεσμα συσσώρευσης. Όταν το καύσιμο απελευθερώνεται από τον αυλό καυσίμου για έγχυση, η πίεσή του παραμένει ουσιαστικά σταθερή, ακόμη και όταν απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες καυσίμου.

4.5. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

- Εφαρμογή: Σε εφαρμογές της αυτοκινητοβιομηχανίας, οι αισθητήρες υψηλής πίεσης χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των πιέσεων των καυσίμων και των υγρών φρένων.



Εικόνα 4.5.-1: Αισθητήρας υψηλής πίεσης

4.5.1. αισθητήρας πίεσης αυλού πετρελαίου

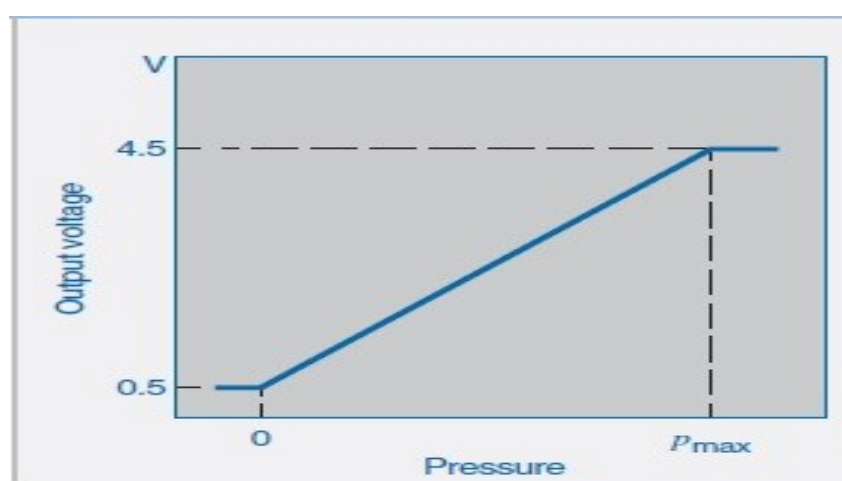
Στο πετρελαιοκινητήρα, ο αισθητήρας πίεσης του κοινού αυλού μετρά την πίεση του αυλού – συσσωρευτή του καυσίμου. Η μέγιστη (ονομαστική) πίεση λειτουργίας είναι 160 [Mpa], δηλαδή 1600 [bar]. Η πίεση του καυσίμου ελέγχεται από ένα κλειστού βρόγχου κύκλωμα ελέγχου και πρακτικά είναι σταθερά ανεξάρτητα από το φορτίο και τις στροφές του κινητήρα. Τυχόν αποκλίσεις από τη πίεση ρύθμισης αντισταθμίζονται με μία βαλβίδα ελέγχου πίεσης.

4.5.2. αισθητήρας πίεσης υγρού φρένων

Εγκατεστημένος στον υδραυλικό διαμορφωτή συστημάτων ασφαλείας, όπως το ESP, αυτός ο αισθητήρας υψηλής πίεσης χρησιμοποιείται για να μετρήσει την πίεση υγρών φρένων, που συνήθως είναι 25 [MPa], δηλαδή 250 [bar]. Η μέγιστη πίεση μπορεί να ανέβει μέχρι 35 MPa (350 bar). Η μέτρηση της πίεσης παρακολουθείται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα, η οποία αξιολογεί επίσης τα σήματα που επιστρέφουν σε αυτήν.

- Σχεδιασμός και λειτουργία: Η καρδιά του αισθητήρα είναι ένα διάφραγμα από χάλυβα πάνω στο οποίο οι αντιστάσεις παραμόρφωσης έχουν τη μορφή μιας γέφυρας (εικόνα 4.5.-1, τεμάχιο 3). Το εύρος μέτρησης πίεσης του αισθητήρα εξαρτάται από το πάχος του διαφράγματος (παχύτερο διάφραγμα για υψηλότερες πιέσεις και λεπτότερο για χαμηλότερες πιέσεις). Όταν η πίεση εφαρμόζεται μέσω της σύνδεσης πίεσης (4) σε μία από τις πλευρές του διαφράγματος, οι αντιστάσεις των αντιστάσεων της γέφυρας αλλάζουν λόγω παραμόρφωσης του διαφράγματος, περίπου 20[μm] στα 1500[bar].

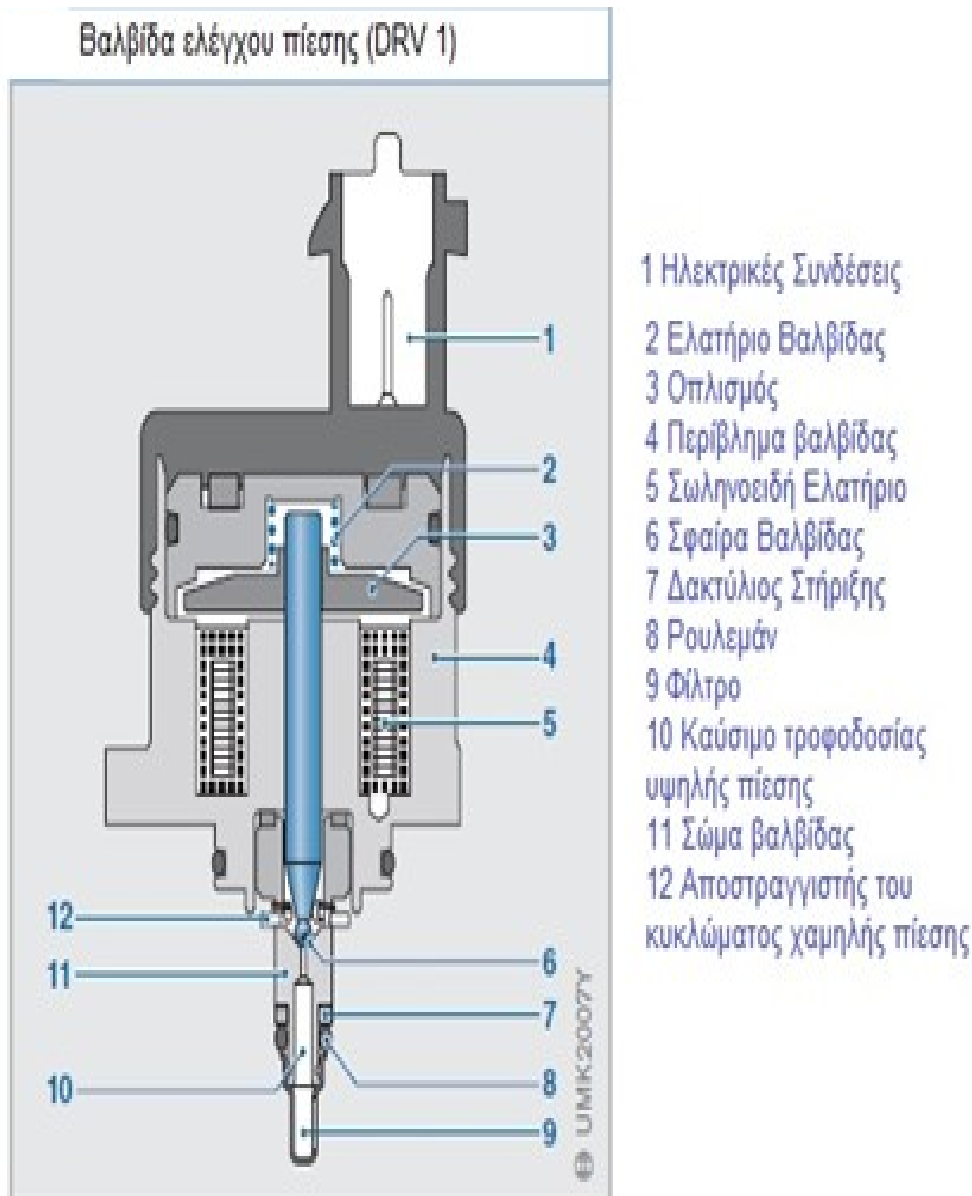
Η τάση εξόδου από 0 έως 80 [mV] που παράγεται διοχετεύεται σε κύκλωμα αξιολόγησης όπου μετατρέπεται σε 0 έως 5 [V]. Αυτό χρησιμοποιείται ως είσοδος στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, η οποία αναφέρεται σε μια χαρακτηριστική καμπύλη για τον υπολογισμό της πίεσης (εικόνα 4.5.2-1).



Εικόνα 4.5.2-1: Καμπύλη αισθητήρα υψηλής πίεσης

4.6. ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΙΕΣΗΣ

- Λειτουργία: Η λειτουργία της βαλβίδας ελέγχου πίεσης είναι να προσαρμόσει και να διατηρήσει την πίεση στον αυλό του καυσίμου ως συνάρτηση του φορτίου του κινητήρα, δηλαδή:
 - I. Ανοίγει όταν η πίεση στον αυλό είναι πολύ υψηλή. Μέρος του καυσίμου, τότε επιστρέφει στη δεξαμενή καυσίμου.
 - II. Κλείνει όταν η πίεση του συλλέκτη καυσίμου είναι πολύ χαμηλή, σφραγίζοντας έτσι την πλευρά υψηλής πίεσης από την πλευρά χαμηλής πίεσης.
- Σχεδιασμός: Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης (εικόνα 4.6.-1) έχει μια φλάντζα με την οποία συνδέεται στην αντλία υψηλής πίεσης ή το συλλέκτη καυσίμου. Ο σπλισμός (5) αναγκάζει να κινηθεί την μπίλια της βαλβίδας (6), προς την έδρα της βαλβίδας για να απομονώσει το υψηλής πίεσης στάδιο από το στάδιο χαμηλής πίεσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνδιασμένη δράση ενός ελατηρίου βαλβίδας (2) και ενός ηλεκτρομαγνήτη (4), ο οποίος κινεί τον σπλισμό προς τα κάτω. Το καύσιμο ρέει γύρω από όλον τον σπλισμό για σκοπούς λίπανσης και ψύξης.
- Αρχή λειτουργίας: Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης έχει δύο κλειστούς βρόχους ελέγχου:
 - Έναν αργό, ηλεκτρικό κλειστού βρόγχου έλεγχο για καθορισμό μιας μέσης τιμής πίεσης στο αυλό καυσίμου.
 - Έναν γρηγορότερο υδρομηχανικό κλειστού βρόγχου έλεγχο για εξισορρόπηση των υψηλής συχνότητας παλμών πίεσης.



Εικόνα 4.6.-1: Βαλβίδα ελέγχου πίεσης DRV1

4.6.1. απενεργοποιημένη βαλβίδα ελέγχου πίεσης

Η υψηλή πίεση που υπάρχει στον αυλό καυσίμου ή στην έξοδο της αντλίας υψηλής πίεσης εφαρμόζεται στην βαλβίδα ελέγχου πίεσης μέσω της παροχής υψηλής πίεσης του καυσίμου. Καθώς ο ηλεκτρομαγνήτης δεν ασκεί δύναμη, η δύναμη υψηλής πίεσης είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη του ελατηρίου. Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης ανοίγει σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό ανάλογα με την ποσότητα διανομής. Το ελατήριο έχει τέτοιες διαστάσεις για να διατηρήσει μια πίεση περίπου 100 bar.

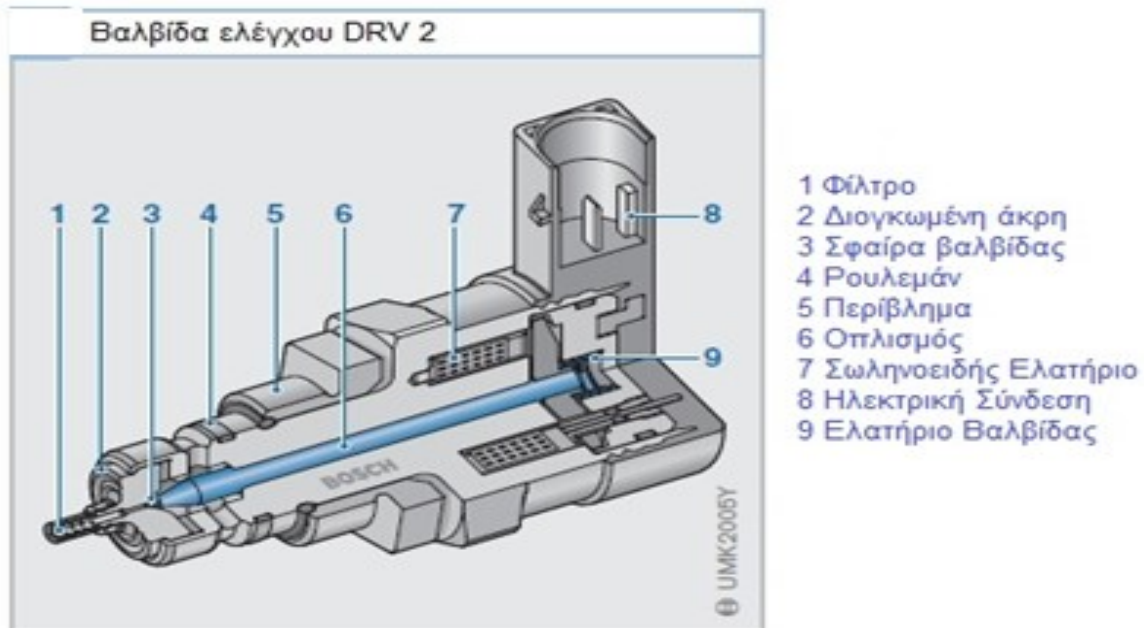
4.6.2. ενεργοποιημένη βαλβίδα ελέγχου πίεσης

Όταν η πίεση στο κύκλωμα υψηλής πίεσης πρέπει να αυξηθεί, η δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη προστίθεται με εκείνη του ελατηρίου. Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης ενεργοποιείται και κλείνει μέχρι να επιτευχθεί ένα στάδιο ισορροπίας μεταξύ της υψηλής πίεσης και της συνδυασμένης δύναμης του ηλεκτρομαγνήτη και του ελατηρίου. Σε αυτό το σημείο, παραμένει σε μερικώς ανοιχτή θέση και διατηρεί μια σταθερή πίεση. Παραλλαγές στην ποσότητα διανομής της αντλία υψηλής πίεσης και η απόσυρση καυσίμου από τον αυλό μέσω των εγχυτήρων αντισταθμίζονται μεταβάλλοντας το άνοιγμα της βαλβίδας. Η μαγνητική δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη είναι ανάλογη με το ρεύμα ελέγχου. Το ρεύμα ελέγχου μεταβάλλεται με διαμόρφωση του πλάτους παλμού. Μια συχνότητα παλμών 1 [kHz] είναι επαρκώς υψηλή για την αποφυγή της αντίστροφης κίνησης του σπλισμού ή διακυμάνσεων στην πίεση του καυσίμου στον αυλό.

- Σχεδιασμός: Η DRV1 βαλβίδα ελέγχου πίεσης χρησιμοποιείται σε συστήματα κοινού αυλού πρώτης γενιάς. Δεύτερης και τρίτης γενιάς συστήματα κοινού αυλού λειτουργούν χρησιμοποιώντας δύο ενεργοποιητές. Εδώ, η πίεση στον αυλό ρυθμίζεται από τη μετρητική μονάδα και τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης. Σε αυτή την περίπτωση, είτε η βαλβίδα ελέγχου πίεσης DRV2 χρησιμοποιείται είτε η DRV3 για υψηλότερες πιέσεις. Αυτή η στρατηγική ελέγχου επιτυγχάνει μικρότερη θέρμανση του καυσίμου και εξαλείφει την ανάγκη για έναν εναλλάκτη θερμότητας καυσίμου.

Οι βαλβίδες DRV2 και DRV3 (εικόνα 4.6.2.-1) διαφέρουν από την DRV1 στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

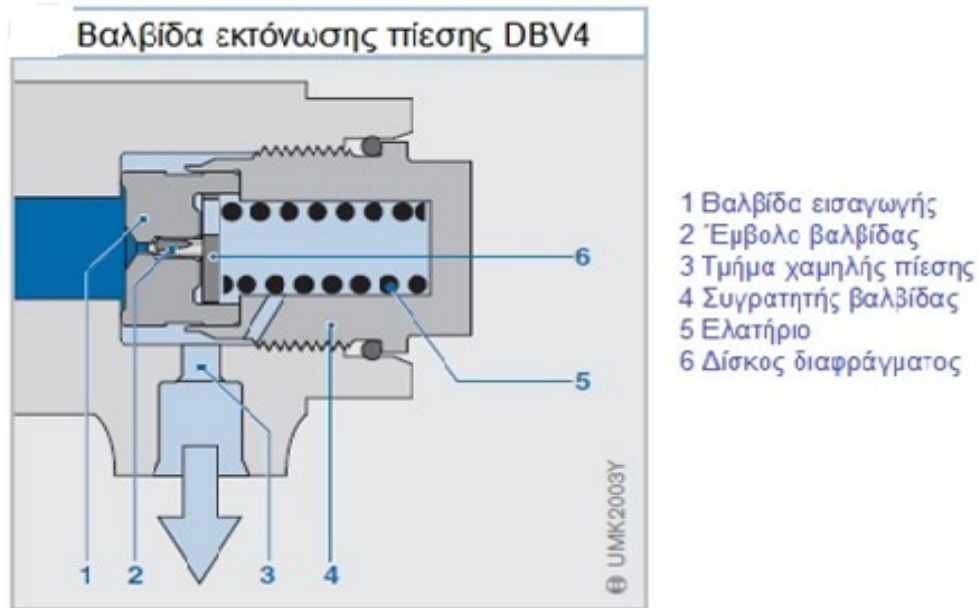
- Σκληρή τσιμούχα στη διασύνδεση υψηλής πίεσης.
- Βελτιστοποιημένο μαγνητικό κύκλωμα (μικρότερη κατανάλωση ισχύος).
- Ευέλικτη φιλοσοφία τοποθέτησης.



Εικόνα 4.6.2.-1: Βαλβίδα ελέγχου πίεσης DRV2

4.7. ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

- **Λειτουργία:** Η βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης έχει την ίδια λειτουργία με έναν περιοριστή πίεσης. Η τελευταία έκδοση της εσωτερικής βαλβίδας εκτόνωσης πίεσης έχει τώρα μια ενσωματωμένη λειτουργία χαλαρής έδρασης. Η βαλβίδα ανακούφισης πίεσης περιορίζει την πίεση στον αυλό καυσίμου απελευθερώνοντας μια σπή αποστράγγισης, όταν η πίεση ξεπερνά κάποιο όριο. Η λειτουργία χαλαρής έδρασης διασφαλίζει μια ορισμένη πίεση στον αυλό καυσίμου για να επιτρέπει στο όχημα να συνεχίσει να λειτουργεί χωρίς κανένα περιορισμό.
- **Σχεδιασμός και αρχή λειτουργίας:** Η βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης (εικόνα 4.7.-1) είναι ένας μηχανικός. Αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:
 - Ένα περίβλημα με ένα εξωτερικό σπείρωμα για βίδωμα στο συλλέκτη καυσίμου.
 - Μια σύνδεση με τη γραμμή επιστροφής καυσίμου στη δεξαμενή καυσίμου (3).
 - Ένα κινητό έμβολο (2).
 - Ένα ελατήριο επιστροφής του εμβόλου (5).



Εικόνα 4.7.-1: Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης

Στο τέλος το οποίο βιδώνεται στον αυλό καυσίμου, υπάρχει μια οπή στο περίβλημα της βαλβίδας η οποία σφραγίζεται από το κωνικό άκρο του εμβόλου που ακουμπά στην έδρα της βαλβίδας μέσα από το κάλυμμά της . Σε κανονική πίεση λειτουργίας, ένα ελατήριο πιέζει το έμβολο πάνω στην έδρα της βαλβίδας έτσι ώστε να παραμένει σφραγισμένος ο αυλός καυσίμου. Μόνο όταν η πίεση ανέβει πάνω από τη μέγιστη πίεση του συστήματος το έμβολο ωθείται προς τα πίσω αντίθετα της δράσης του ελατηρίου από την πίεση στον αυλό καυσίμου, έτσι ώστε το υψηλής πίεσης καύσιμο να μπορεί να ξεφύγει. Το καύσιμο οδηγείται μέσω περασμάτων σε μια κεντρική οπή του εμβόλου και επιστρέφει στη δεξαμενή του καυσίμου μέσω μιας συμβατικής γραμμής. Καθώς ανοίγει η βαλβίδα, το καύσιμο μπορεί να ξεφύγει από τον αυλό καυσίμου και να μειωθεί η πίεση του αυλού.

5. ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

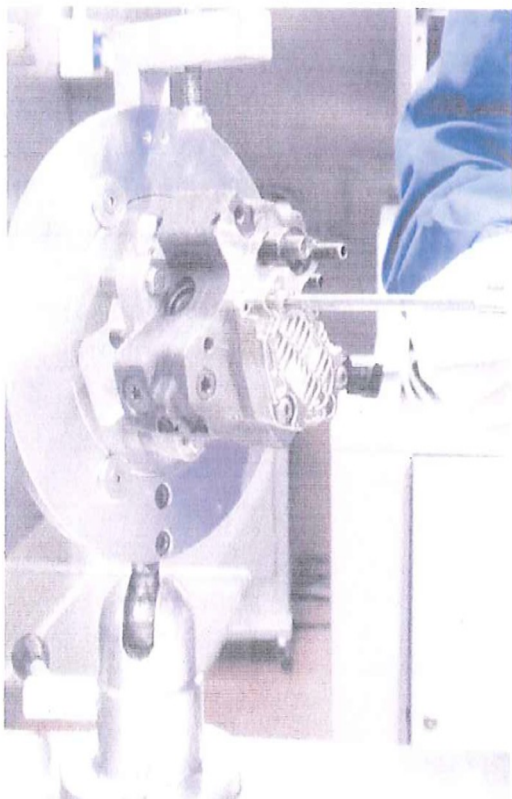
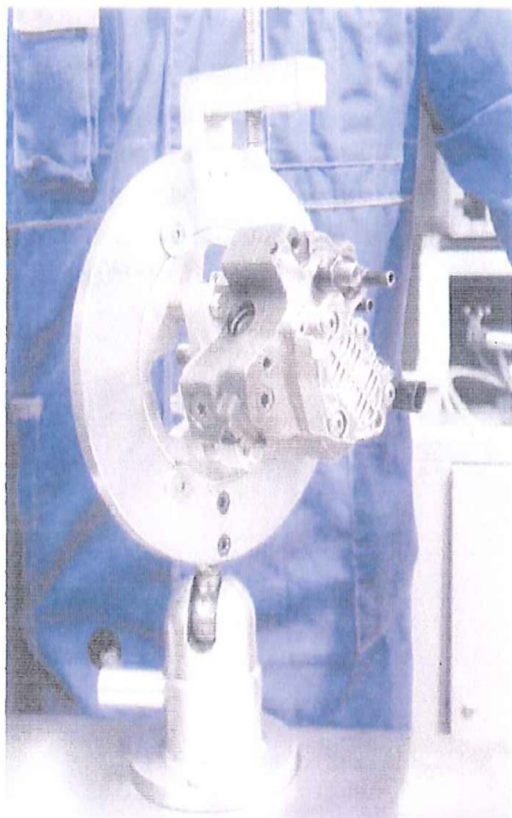
Οι αυτοκινητοβιομηχανίες αναφέρονται στα συστήματα κοινού αυλού τους με δικά τους χαρακτηριστικά ονόματα.

- [Ashok Leyland](#): **CRS** (φορτηγά και λεωφορεία)
- [BMW Group](#) ([BMW](#) και [Mini](#)): **d** (ακόμη χρησιμοποιείται και στο [Land Rover Freelander](#) ως **TD4** και στα [Rover 75](#) και [MG ZT](#) ως **CDT** και **CDTi**), **D** και **SD**
- [Chevrolet \(GM\)](#): **VCDi** (έχοντας άδεια από την [VM Motori](#))
- [Chrysler](#) **CRD**
- [Citröen](#): **HDi**, **e-HDi** και **BlueHDi**
- [Cummins](#) and [Scania](#): **XPI** (σε συνεργασία)
- [Cummins](#): **CCR** (αντλία [Cummins](#) με εγχυτήρες [Bosch](#))
- [Daimler](#): **CDI**
- [Fiat Group](#) ([Fiat](#), [Alfa Romeo](#) και [Lancia](#)): **JTD** (επίσης γνωστό ως **MultiJet**, **JTDm**, και **TDi**, **CDTi**, **TCDi**, **TiD**, **TTiD**, **DDiS** και **QuadraJet**)
- [Ford Motor Company](#): **TDCi** ([Duratorq](#) και [Powerstroke](#))
- [Honda](#): **CTDI** και **i-DTEC**
- [Hyundai](#) και [Kia](#): **CRDi**
- [IKCO](#): **EFD**
- [Isuzu](#): **iTEQ**
- [Jaguar](#) **d**
- [Jeep](#): **CRD**
- [Komatsu](#): **Tier3**, **Tier4**, **4D95** και ανώτερη σειρά **HPCR**
- [Land Rover](#): **TD4**, **eD4**, **SD4**, **TD6**, **TDV6**, **SDV6**, **TDV8**, **SDV8**
- [Mahindra](#): **CRDe**, **m2DiCR**, **mEagle**, **mHawk**, **mFalcon** and **mPower (Trucks)**

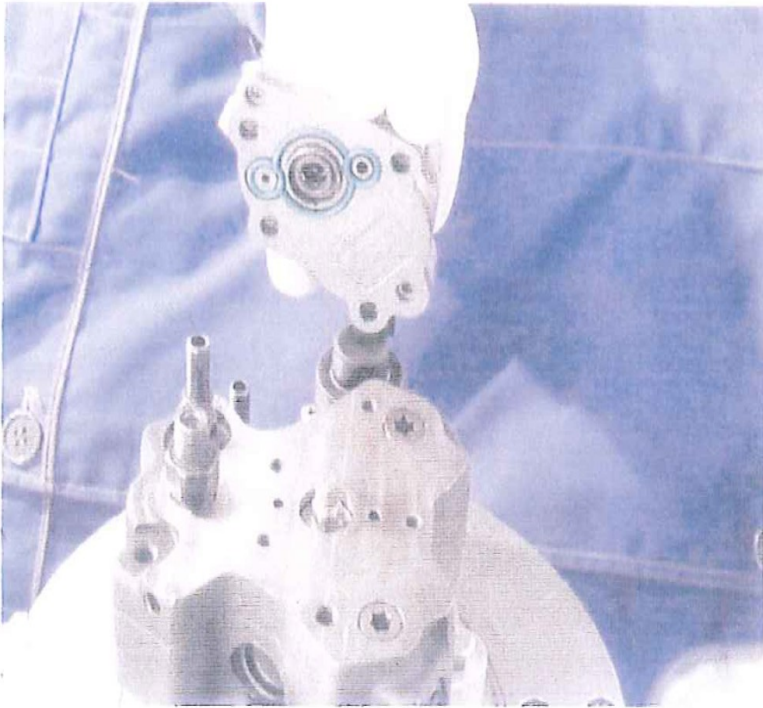
- [Maserati](#): **Diesel**
- [Mazda](#): **MZR-CD** και **Skyactiv-D** (κατασκευάζονται από τις [Ford](#) και [PSA Peugeot Citroen](#) μετά από συνεργασία) και παλαιότερα **DiTD**
- [Mercedes-Benz](#): **CDI** και **d**
- [Mitsubishi](#): **DI-D** (κυρίως στην νέα οικογένεια κινητήρων [4N1](#))
- [Opel](#): **CDTI**
- [Porsche](#): **Diesel**
- [Proton](#): **SCDi**
- [PSA \(Peugeot, Citroën and DS\)](#): **HDi**, **e-HDi** ή **BlueHDi** (σε συνεργασία με τη [Ford](#))
- [Renault](#), [Dacia](#) and [Nissan](#): **dCi** (η [Infiniti](#) χρησιμοποιεί κάποιους κινητήρες **dCi** ως μέρος της συνεργασίας των **Renault-Nissan**, με το όνομα **d**)
- [SsangYong](#): **XDi**, **eXDi**, **XVT** ή **D**
- [Subaru](#): **TD** ή **D** (από τον Ιανουάριο του 2008)
- [Tata](#): **2.2 VTT DiCOR** και **CR4**
- [Toyota](#): **D-CAT**, αργότερα **D-4D** και **D-4D-F**
- [Volkswagen Group](#) ([Volkswagen](#), [Audi](#), [SEAT](#) and [Škoda](#)): **TDI** . Η Bentley ονομάζει το μοντέλο της Bentleyga diesel απλά ως **Diesel**
- [Volvo](#): **D**, **D2**, **D3**, **D4** και **D5** (κάποιες κατασκευάζονται από τις [Ford](#) και [PSA Peugeot Citroen](#)), [Volvo Penta](#) σειρά D

6. ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΟΔΗΓΟΙ

Αποσυναρμολόγηση αντλίας με φωτογραφίες επί των διαφόρων βημάτων

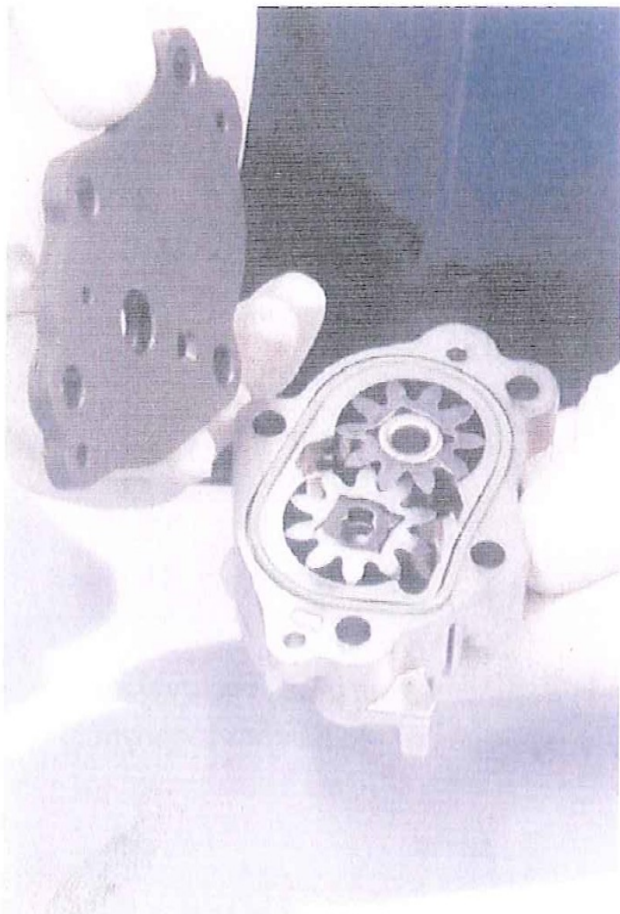


- 1) Ξεβιδώστε τις βίδες της αντλίας τροφοδότησης με οδοντοτροχούς.



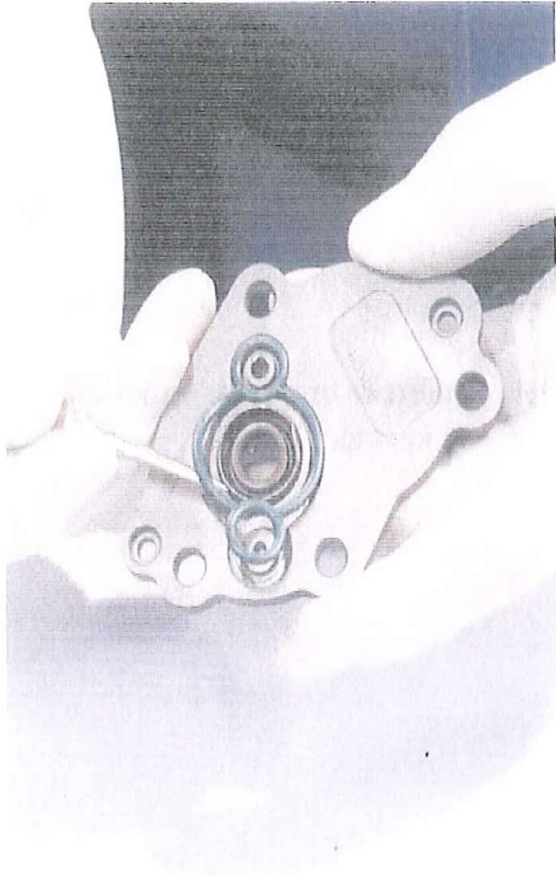
2) Αποσπάστε την αντλία τροφοδότησης.

Σημ.: Οι αντλίες τροφοδότησης μπορούν να είναι αριστερής ή δεξιάς φοράς σε συνάρτηση με την αντλία υψηλής πίεσης.



3) Ανοίξτε το καπάκι της αντλίας χρησιμοποιώντας τρυπάνι για τα πριτσίνια.

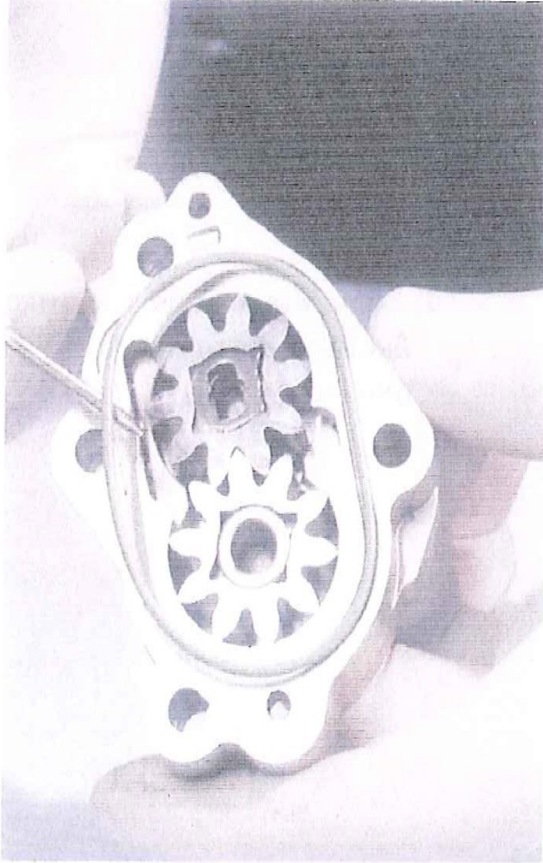
Σημ.: Κατά τη συναρμολόγηση δεν απαιτείται να ανανεώσετε τα πριτσίνια . το καπάκι είναι κλειστό από τις βίδες που το κρατούν κόντρα στο κιβώτιο.



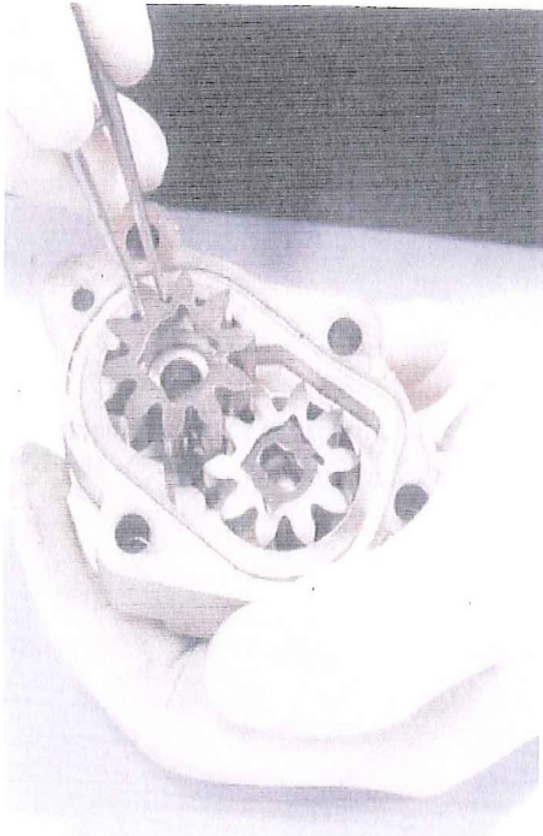
4) Αφαιρέστε το στεγανοποιητικό δακτύλιο από το καπάκι της αντλίας.



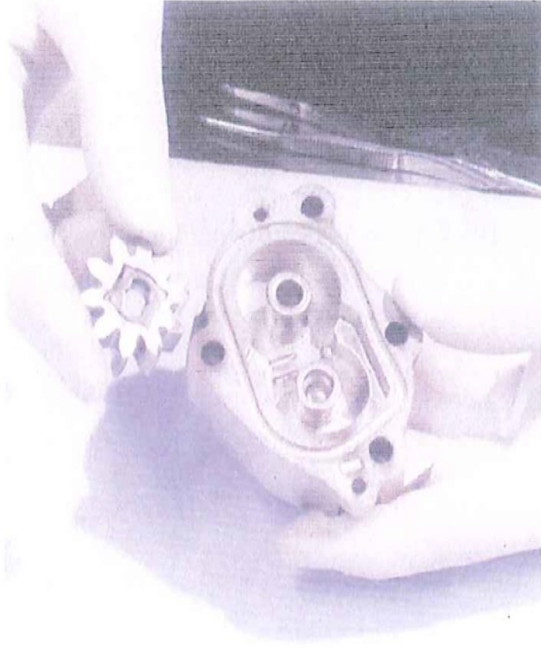
5) Αποσπάστε το συγκρατητή λαδιού.



6) Αποσπάστε το στεγανοποιητικό δακτύλιο από το καπάκι.



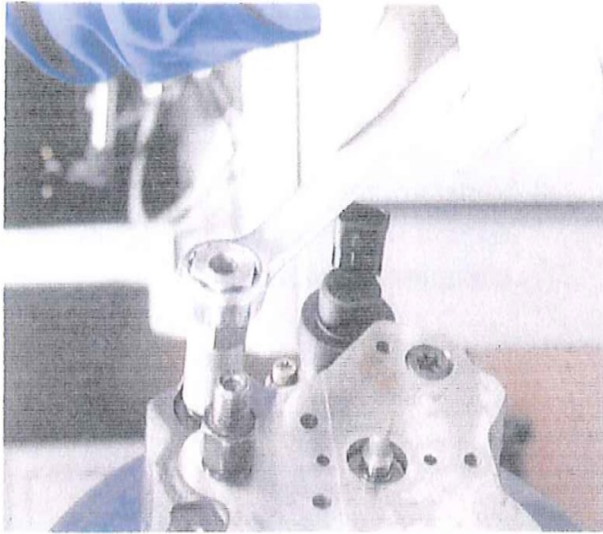
7) Αφαιρέστε τους οδοντοτροχούς.



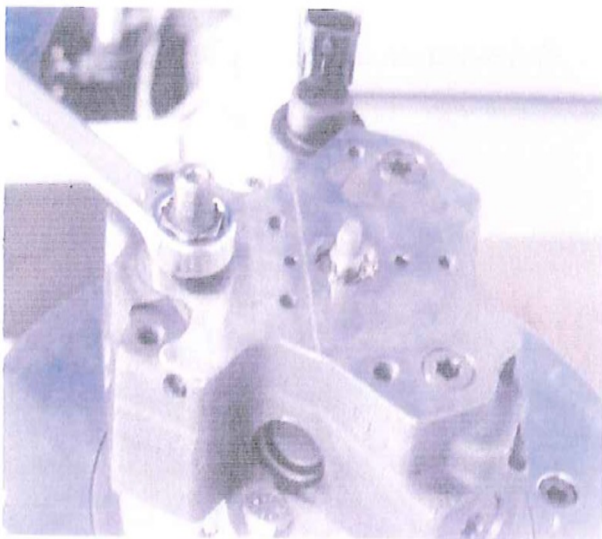
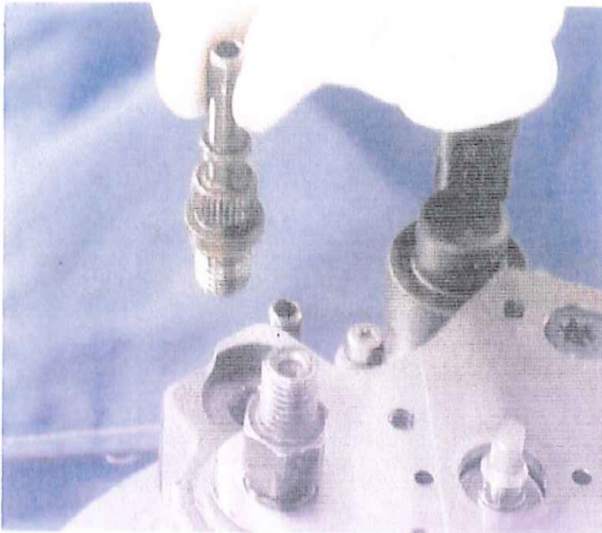
8) Αφαιρέστε τους οδοντοτροχούς εμπλοκής, ελέγξτε τις επιφάνειες επαφής και καθαρίστε προσεκτικά.



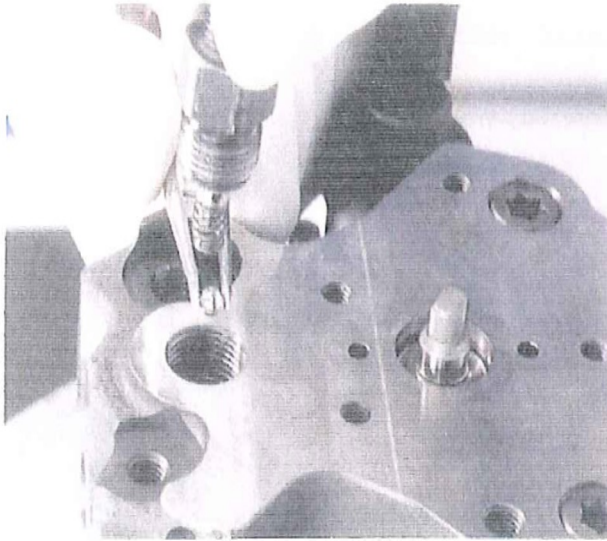
9) Αποσπάστε τους σταυρούς ασφαλείας.



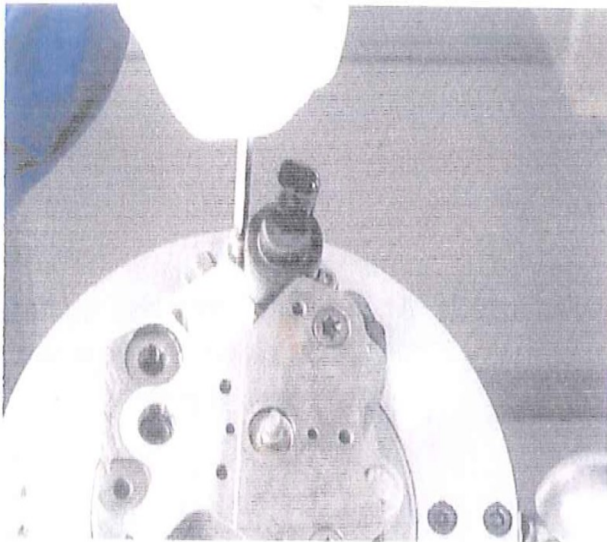
10) Ξεβιδώστε το σύνδεσμο επαναφοράς και τροφοδότησης καυσίμου με το κλειδί κωδ.:CDCP3.



11) Ξεβιδώστε το σύνδεσμο υψηλής πίεσης.



12) Αποσπάστε τη βαλβίδα κατάθλιψης, κάτω από το σύνδεσμο στομίου εξόδου υψηλής πίεσης.



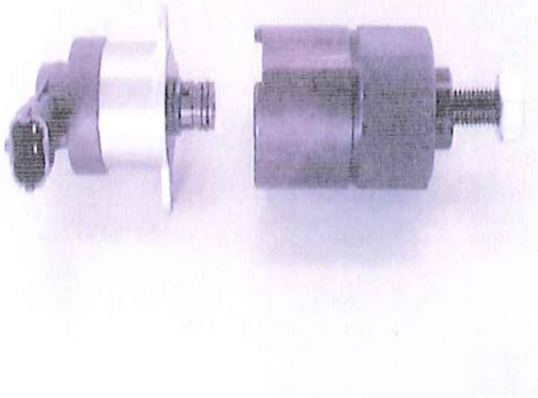
13) Ξεβιδώστε την ηλεκτρο-βαλβίδα αναρρόφησης καυσίμου.



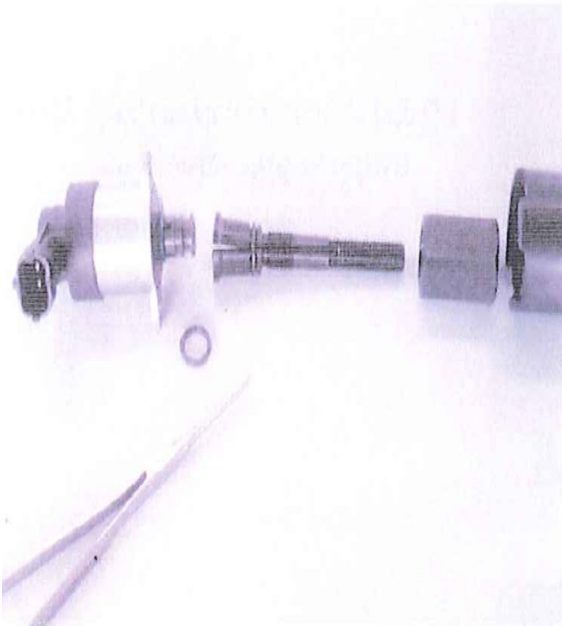
14) Αφαιρέστε, τραβώντας κατά τον άξονα.

Αποσυναρμολόγηση βαλβίδας αναρρόφησης

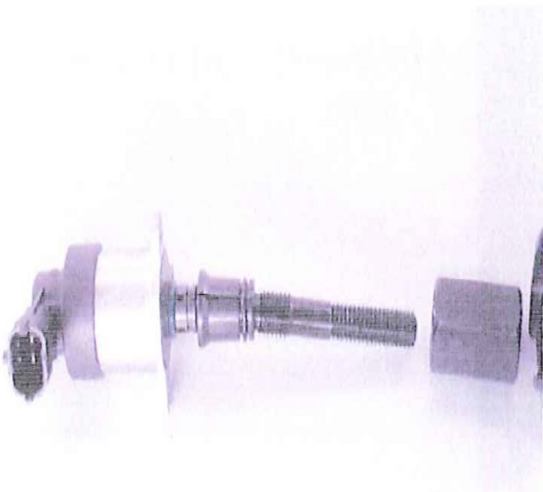
14.1) Αποσυναρμολογήστε μέσω του εξολκέα ECP3



14.2) Αποσυναρμολογήστε τα τμήματα του εξολκέα και αποσπάστε τον πρώτο δακτυλιοειδή σύνδεσμο.

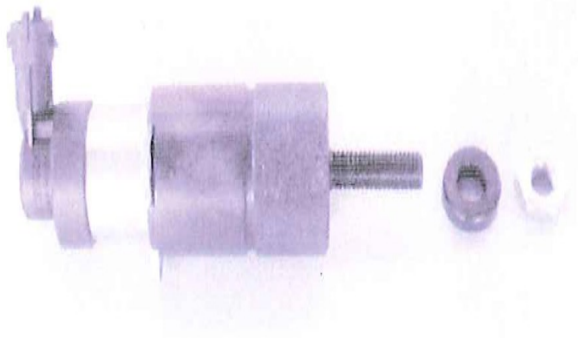


14.3) Κουμπώστε το δακτύλιο ασφαλείας στον κεντρικό ακροδέκτη.

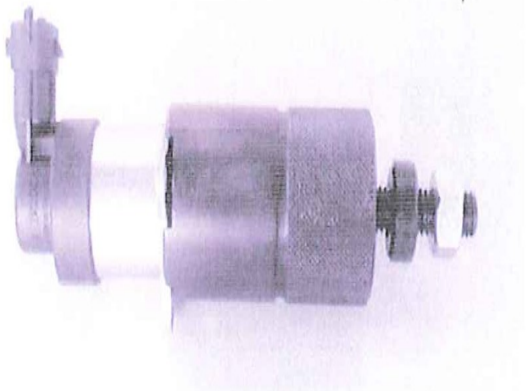




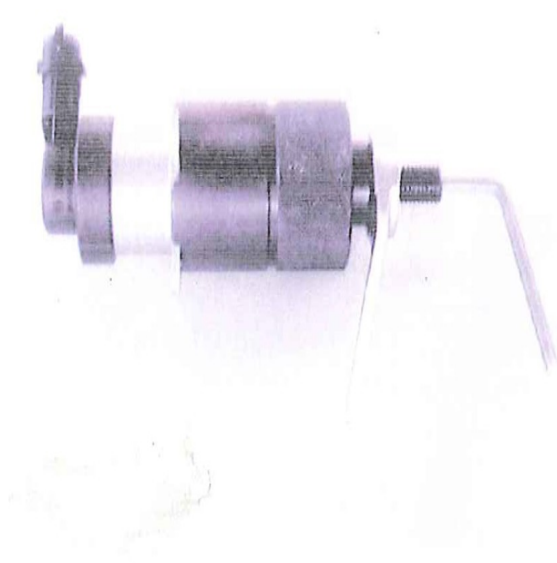
14.4) Βιδώστε τον δακτύλιο για να κλείσει ο ακροδέκτης.



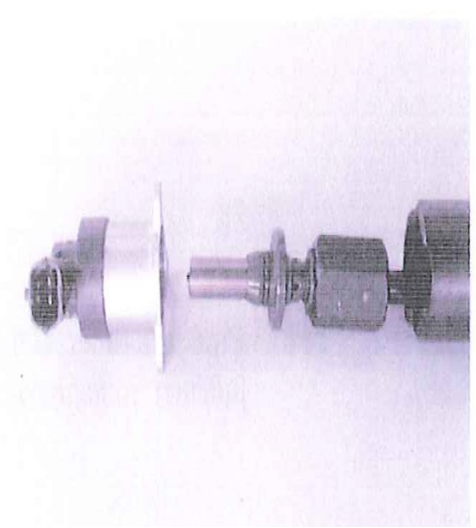
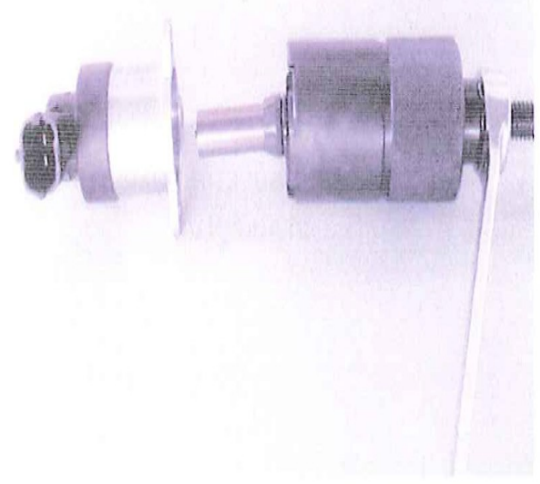
14.5) Εισάγετε το φλαντζωτό περικόχλιο.

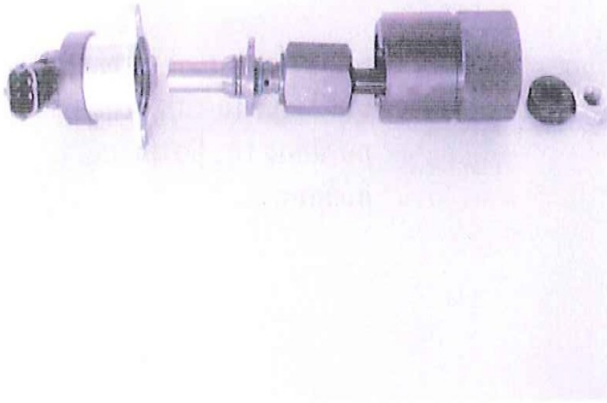


14.6) Εισάγετε το παρέμβυσμα και βιδώστε το περικόχλιο.

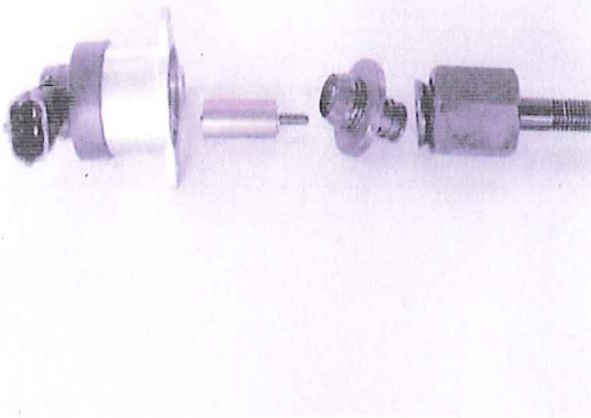


14.7) Βιδώστε τον κεντρικό
στροφέα με εξαγωνικό κλειδί
κρατώντας περικόχλιο
σταθερό, ώστε το «καπέλο»,
αφού τοποθετηθεί στη
φλάντζα του ρυθμιστή, να
αποσπάσει το κεντρικό τμήμα.

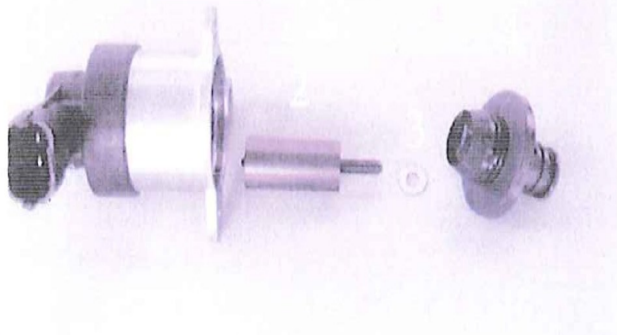




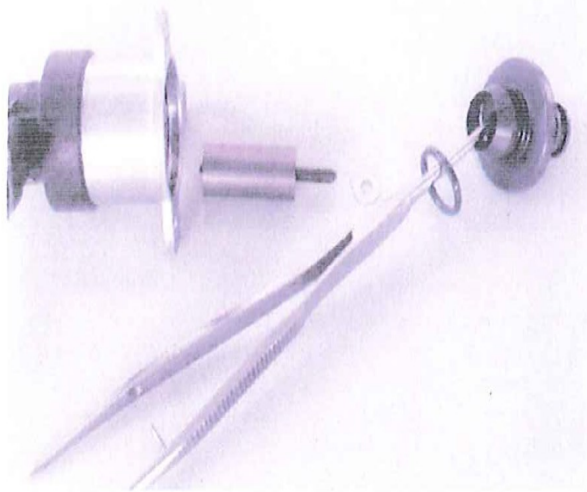
14.8) Ξεβιδώστε το περικόχλιο και το παρέμβυσμα του εξολκέα.



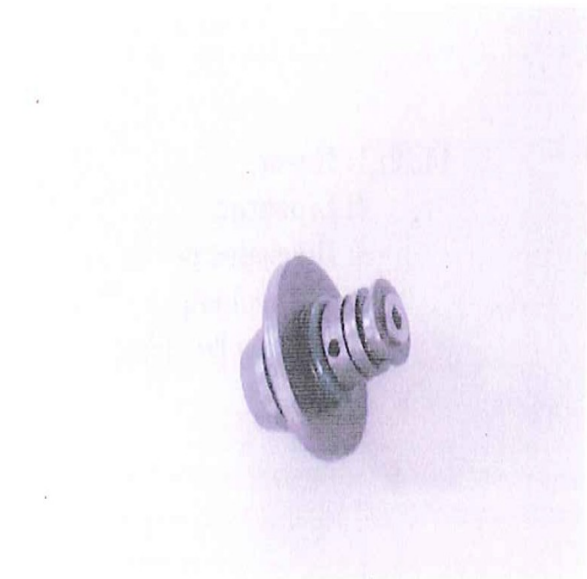
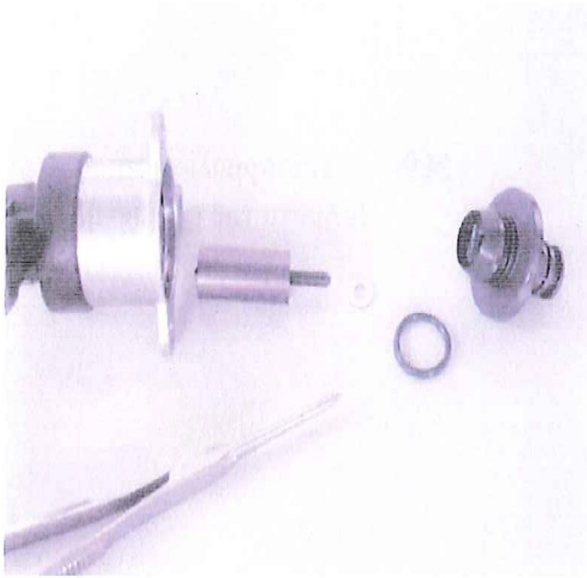
14.9) Αποσυναρμολογήστε τα τμήματα του ρυθμιστή.



14.10) 1: Πηνίο
2: Στροφέας
3: Παρέμβυσμα στεγανοποίησης
4: Μονάδα βαλβίδας ρύθμισης



14.11) Αποσπάστε το δακτυλιοειδή σύνδεσμο (o-ring) της μονάδας της βαλβίδας ρύθμισης.



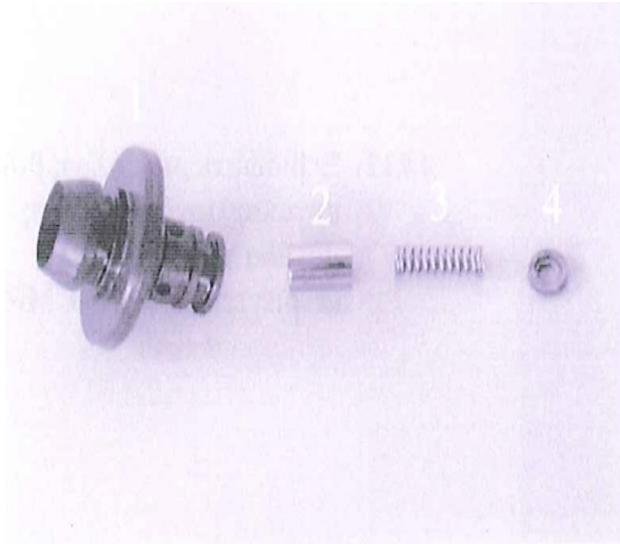


14.12) Ξεβιδώστε μια ξύλινη βίδα αυτοκοχλιοτόμησης στη μονάδα του ρυθμιστή (περιέχεται στο κιτ CMR306).



14.13) Τραβήξτε κατά τον άξονα έτσι ώστε να βγει ο δακτύλιος ασφαλείας του ελατηρίου.

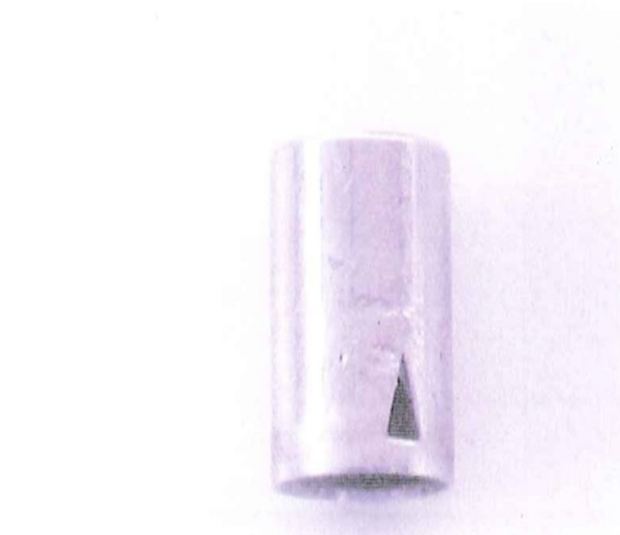




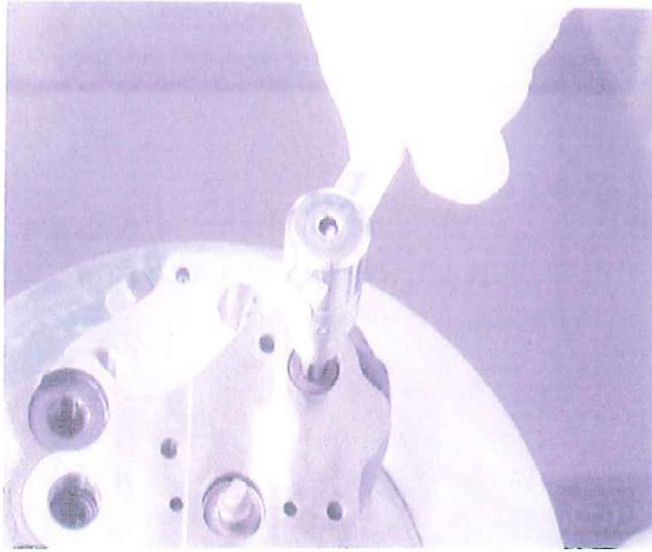
- 14.14) 1: Σώμα βαλβίδας
 2: Έμβολο δοσομέτρησης
 3: Ελατήριο
 4: Δακτύλιος ασφαλείας



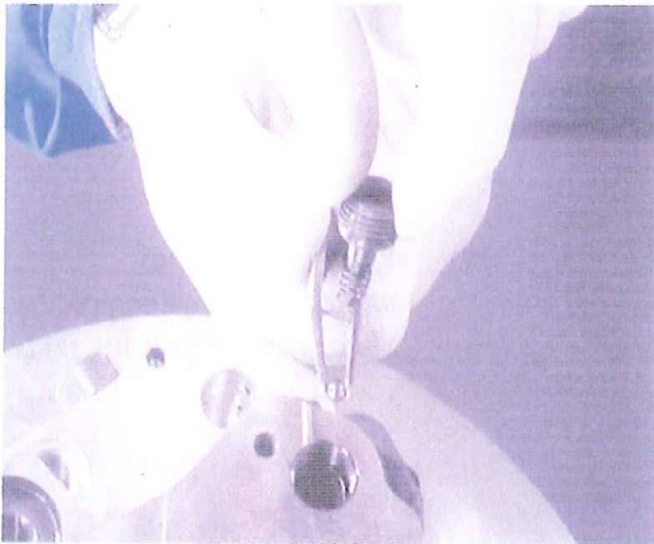
- 14.15) Γυαλίστε τις πλευρές του εμβόλου-ρυθμιστή ώστε να είναι απόλυτα λείες και ολισθηρές με τη βούρτσα για καθαρισμό και γυάλισμα (Κωδ. SICR) και προϊόν για τη βούρτσα (Κωδ. PSICR);



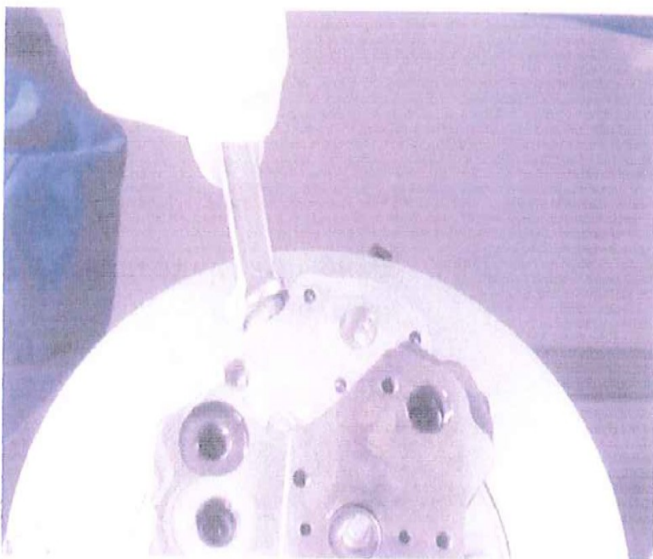
- 14.16) Εάν το έμβολο παρουσιάζει διαβρώσεις που ενδέχεται να περιορίσουν τη δυνατότητα ολίσθησης, αντικαταστήστε με ένα άλλο που να έχει την ίδια ένδειξη δόσης.



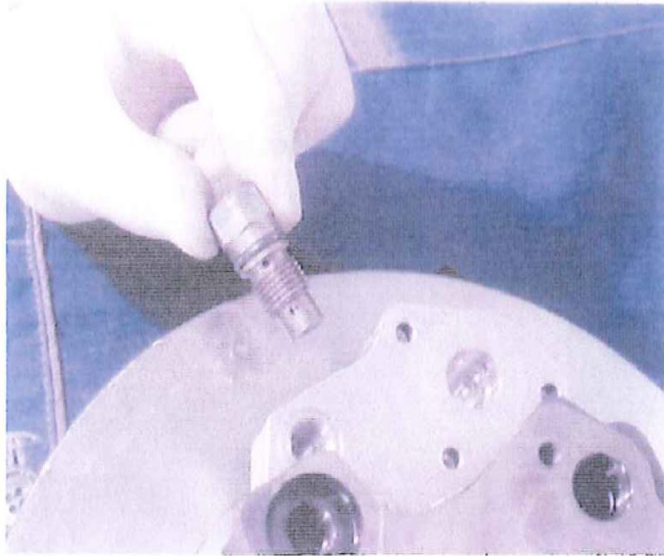
- 15) **Ξεβιδώστε τους συνδέσμους των βαλβίδων κατάθλιξης.**



- 16) **Αφαιρέστε τη σφαιρική βαλβίδα.**



- 17) **Ξεβιδώστε τη βαλβίδα πίεσης μετάδοσης.**



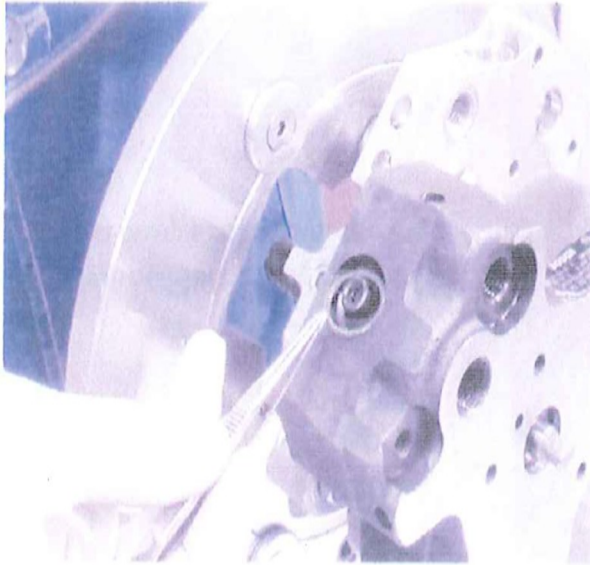
- 18) Αφαιρέστε τη βαλβίδα και ελέγξτε τη δυνατότητα ολίσθησης.



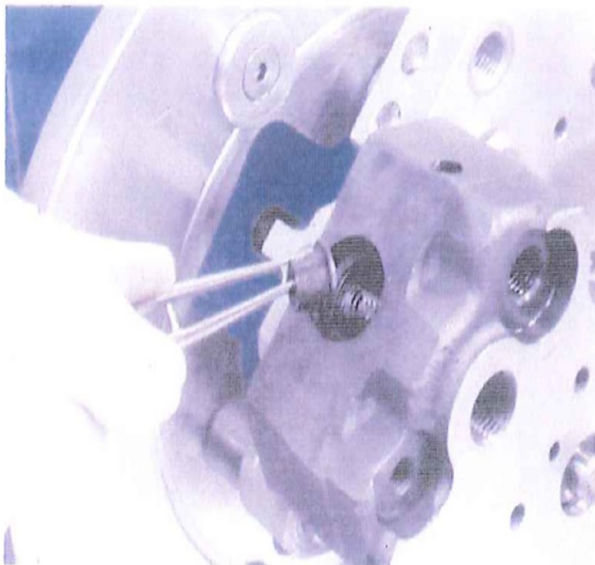
- 19) Εισάγετε το κλειδί αποσυναρμολόγησης της τάπας κεφαλής κωδ.:CD12 CMR.



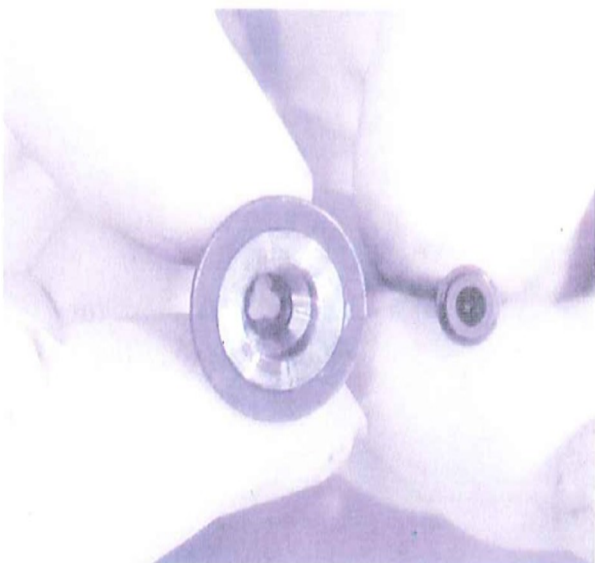
- 20) Ξεβιδώστε την τάπα της κεφαλής.



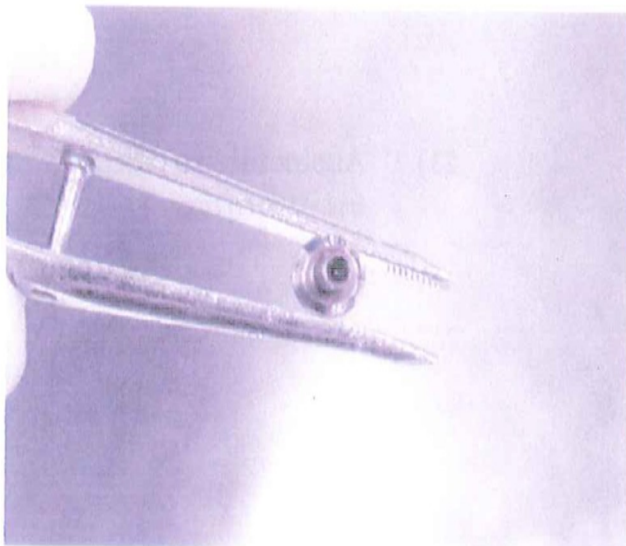
- 21) Αποσπάστε το δακτύλιο στεγανότητας.



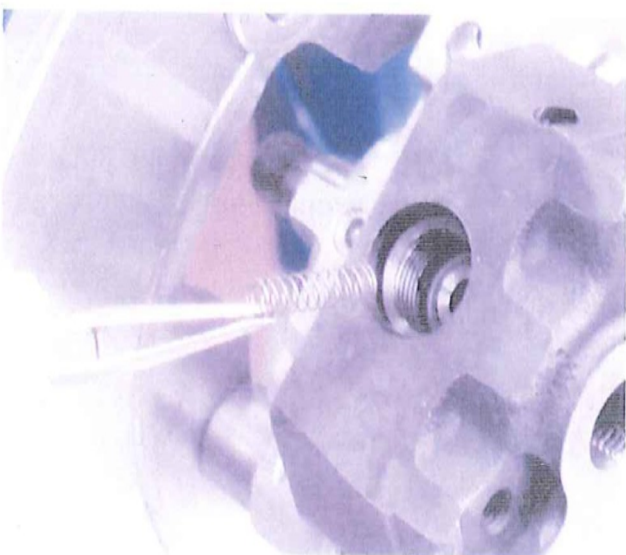
- 22) Αποσπάστε τη βαλβίδα αναρρόφησης.



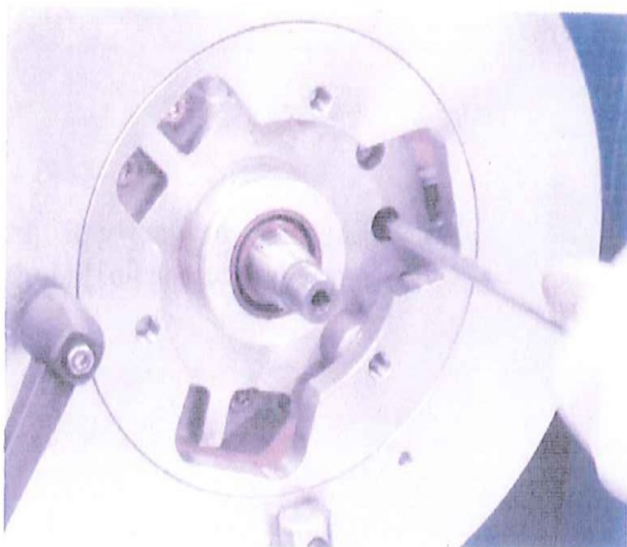
- 23) Ελέγξτε ενδεχόμενες βλάβες ή ραγίσματα της βαλβίδας.



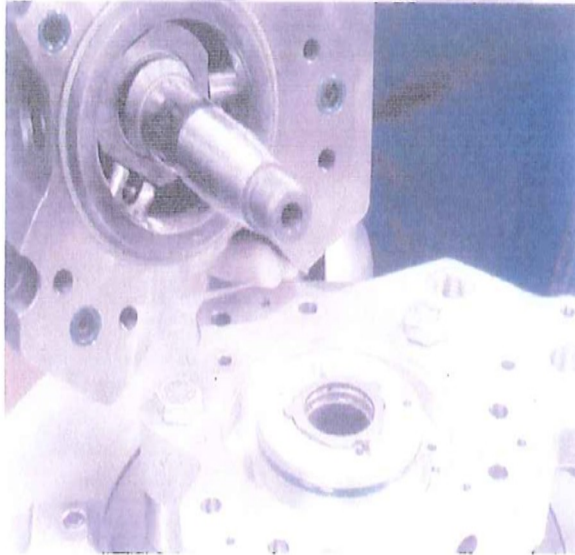
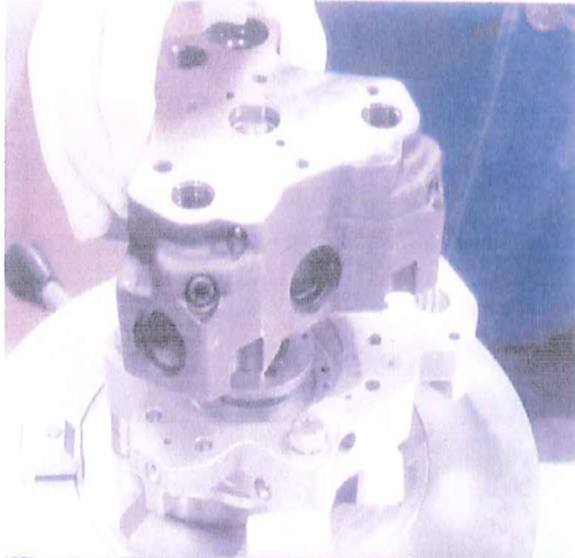
- 24) Εσωτερικός κώνος της βαλβίδας αναρρόφησης.



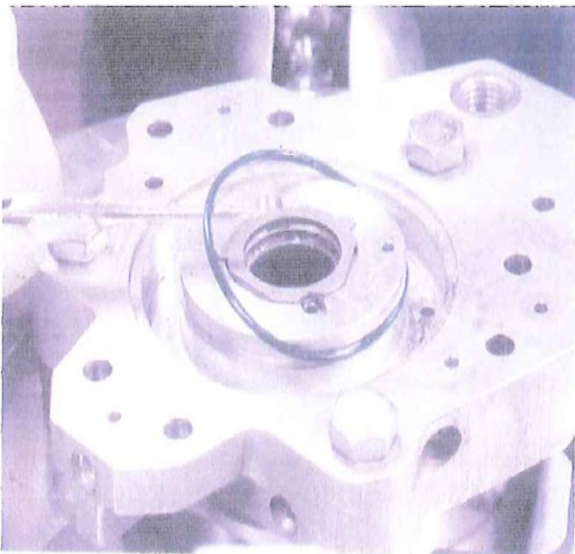
- 25) Αποσπάστε το ελατήριο φραγής της βαλβίδας αναρρόφησης.



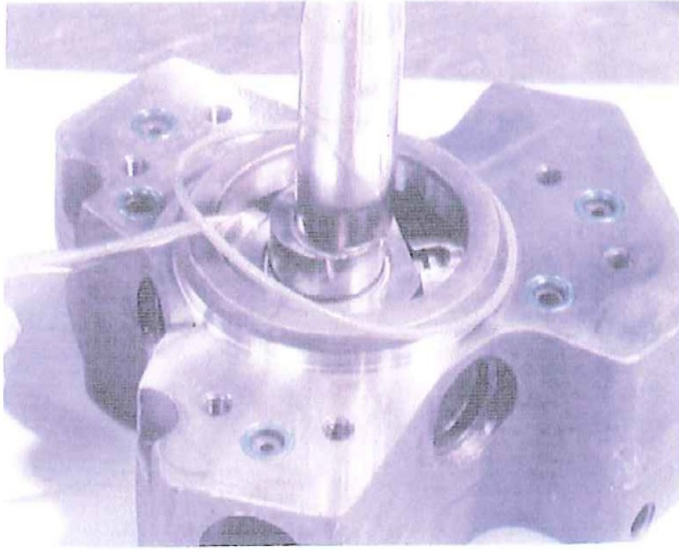
- 26) Ξεβιδώστε τις βίδες του σώματος της αντλίας.



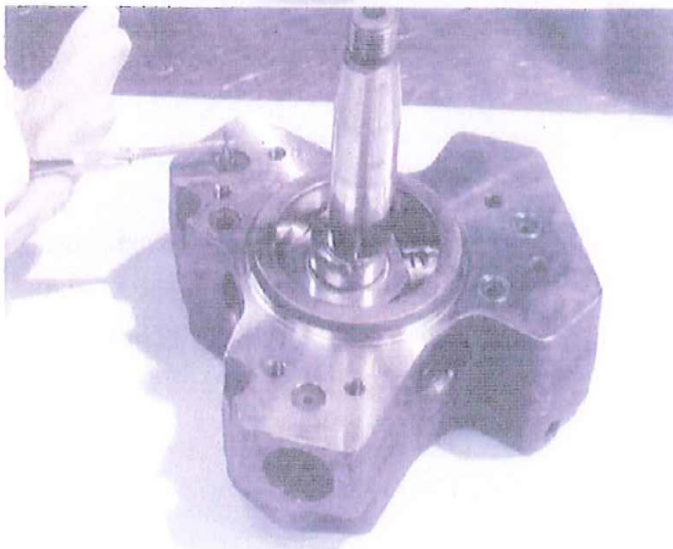
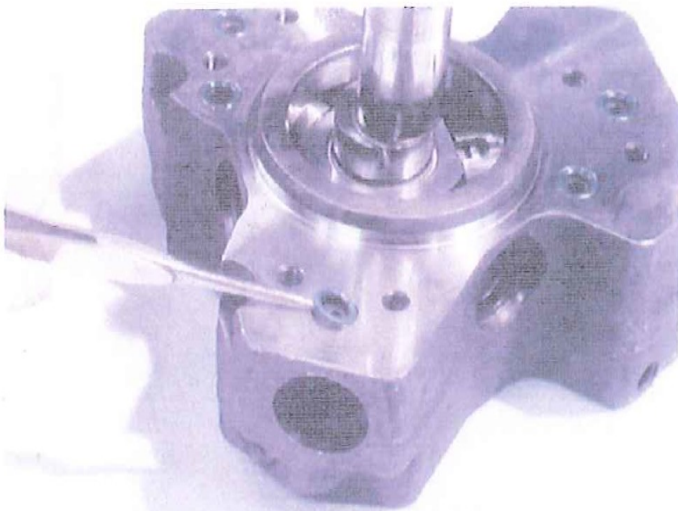
- 27) Αποσπάστε το σώμα της αντλίας (αποκλεισμός αντλητών).



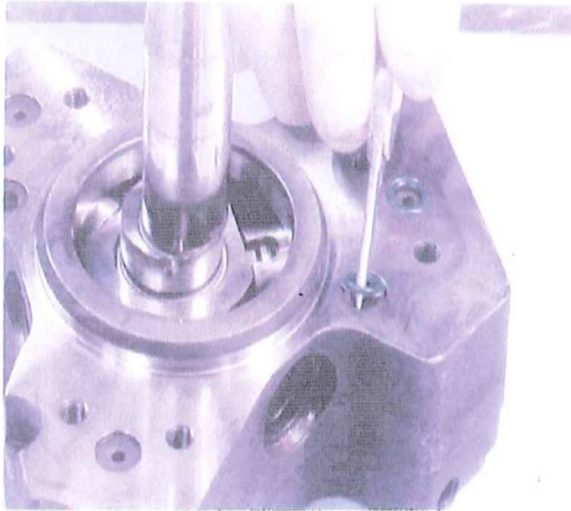
- 28) Αποσπάστε τον εσωτερικό στεγανοποιητικό δακτύλιο του περιβλήματος εδράνου.



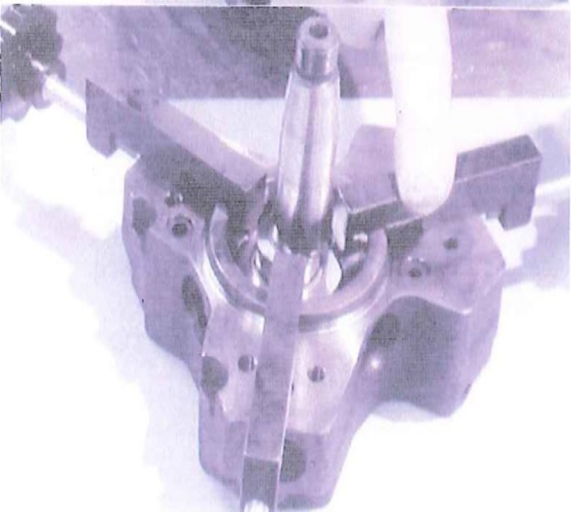
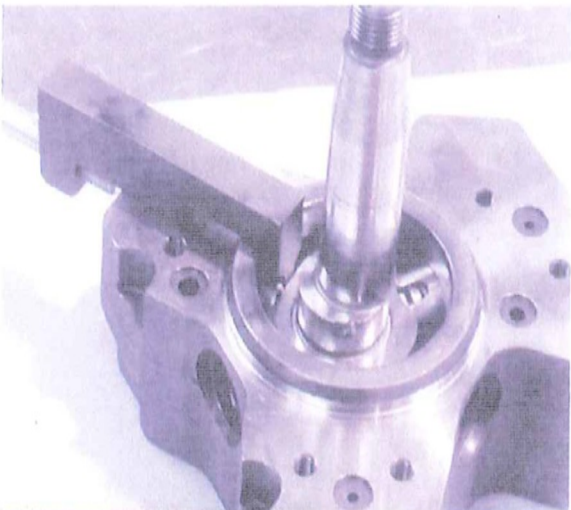
- 29) Αποσπάστε τον εξωτερικό στεγανοποιητικό δακτύλιο του περιβλήματος εδράνου.



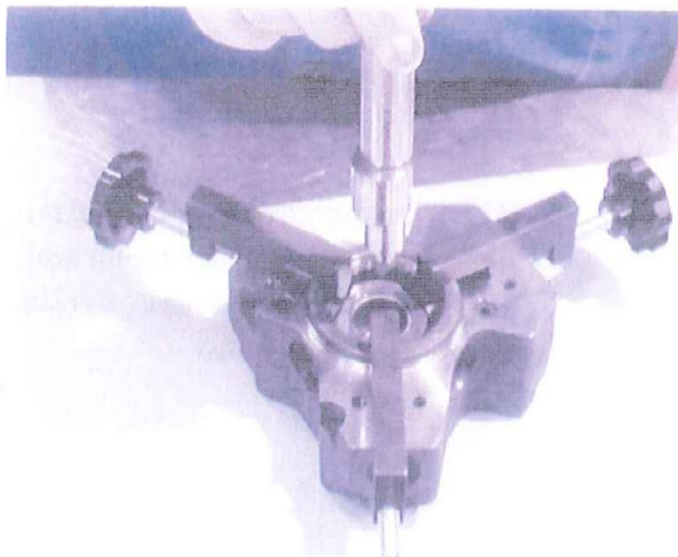
- 30) Αποσπάστε τους δακτυλίους των στομίων τροφοδότησης των αντλητών.



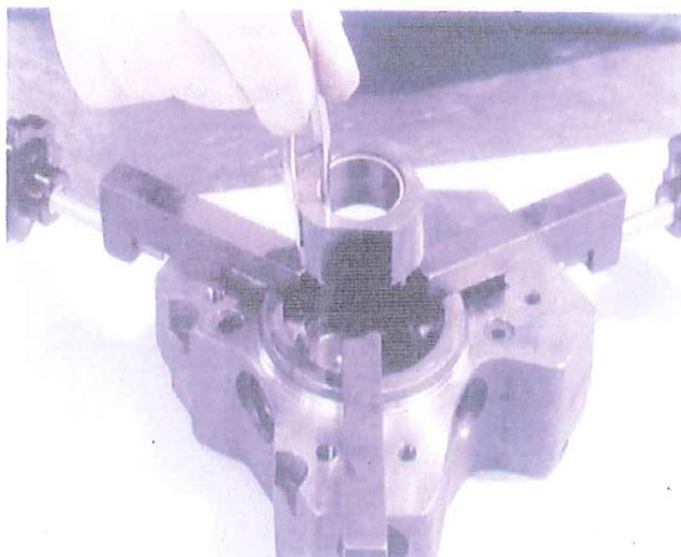
- 31) Αποσπάστε τους δακτυλίους των στομίων τροφοδότησης και επαναφοράς της αντλίας τροφοδότησης.



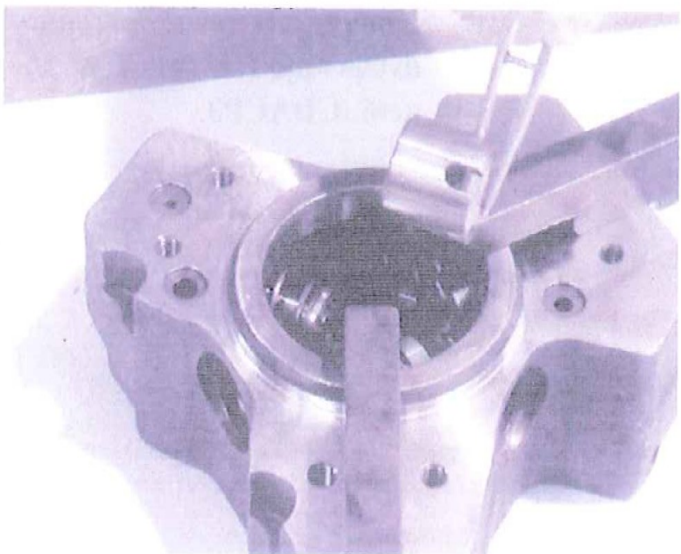
- 32) Κουμπώστε τον εξοπλισμό ανύψωσης των εμβόλων κωδ.:CDACP3.



33) Αποσπάστε τον άξονα εμπλοκής.

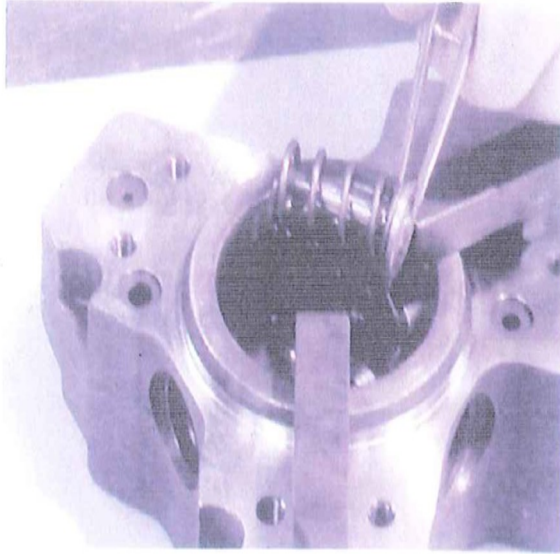


34) Αποσπάστε διανομέας κίνησης των αντλητών.

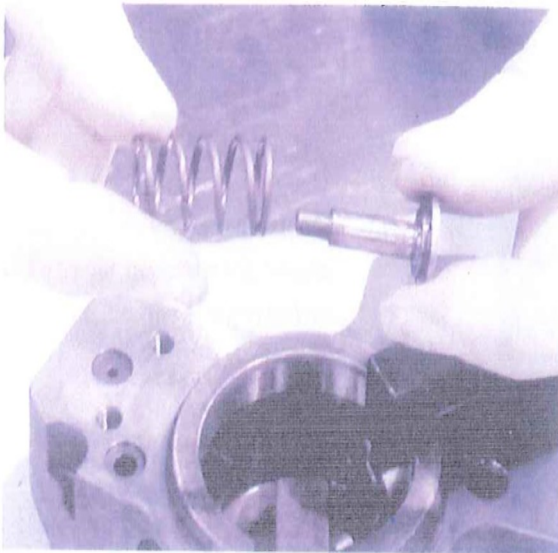


35) Αποσπάστε τα έμβολα των αντλητών, ελέγχοντας ενδεχόμενες εμπλοκές.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Γυαλίστε τις επιφάνειες.



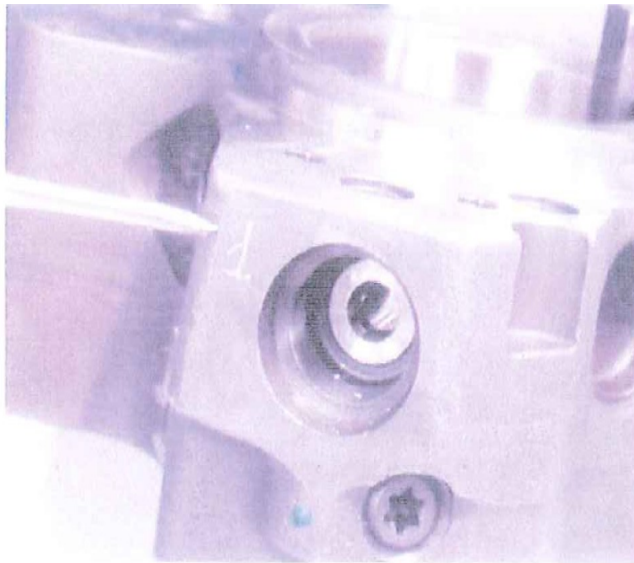
36) Αφαιρέστε τον αντλητή.



37) Αποσπάστε το ελατήριο από τον αντλητή.



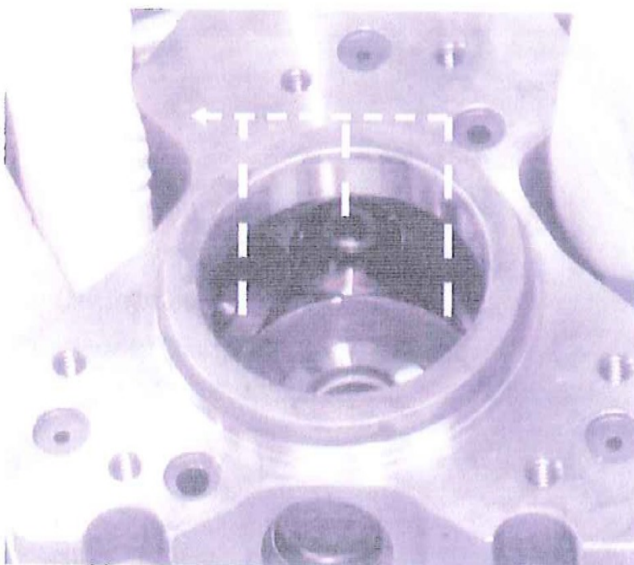
38) Μαρκάρετε χαράσσοντας με στυλό το σώμα της αντλίας στο σημείο όπου αφαιρέθηκε ο αντλητής (βλ. παράδειγμα επόμενη εικόνα).



← - - - - Παράδειγμα

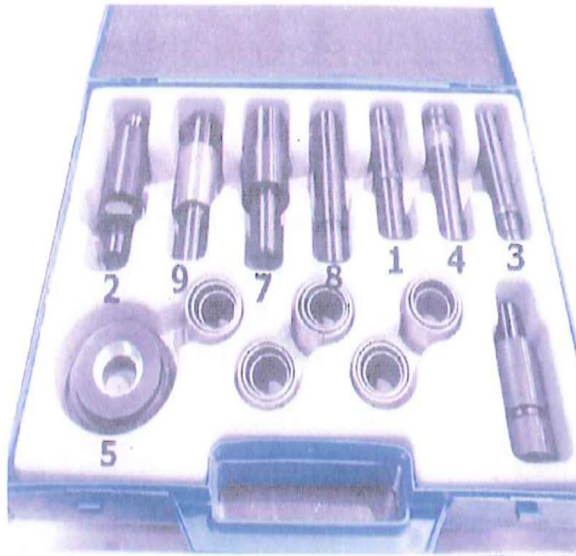


- 39) **Μαρκάρετε τον αντλητή που αποσπάστηκε, για να τον επανατοποθετήσετε στον ίδιο κύλινδρο.**



- 40) **Η φορά περιστροφής της αντλίας είναι διακριτή από τη θέση του κυλίνδρου του αντλητή.**

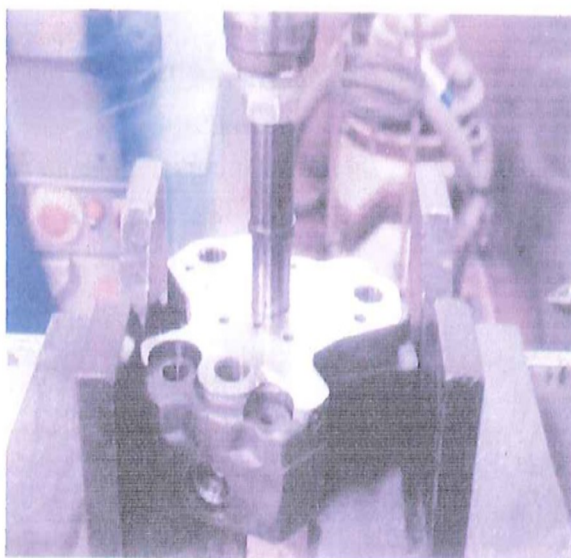
Εάν είναι κοντά στο αριστερό πόμα λειτουργίας, η αντλία περιδτρέφεται δεξιά και αντιστρόφως.



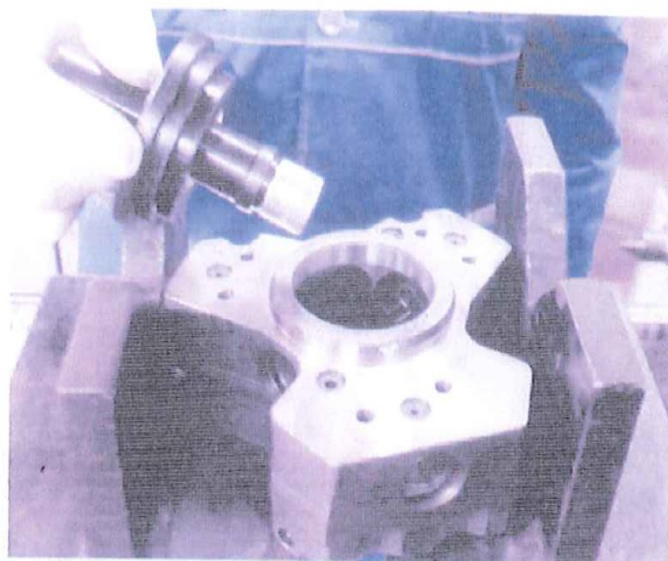
41) Κασετίνα
εξολκέων/στοιβαχτών Κωδ.:
CD05-CMR.



42) Κασετίνα
εξολκέων/στοιβαχτών Κωδ.:
CD02-CMR.

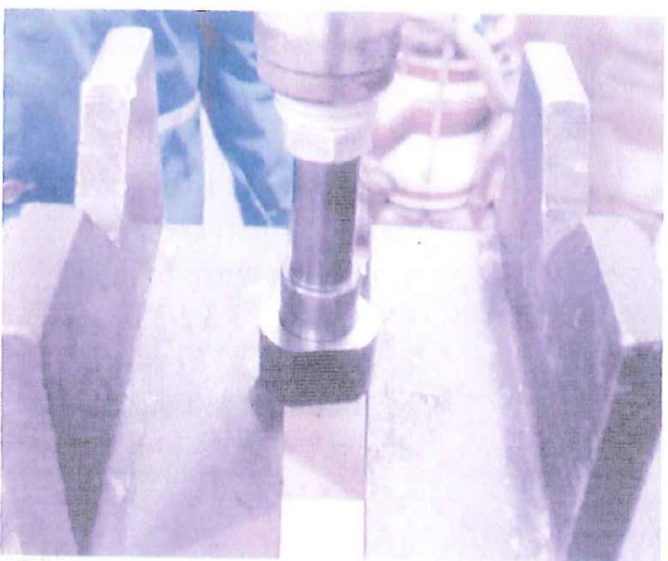


43) Τοποθετήστε το σώμα της
αντλίας μια πρέσσα και
χρησιμοποιήστε το πώμα
(N°1 για CP3 3.2/3.2+ και
N°2 για CP3 3.3) για να
αποσπάσετε το κιβώτιο του
άξονα.



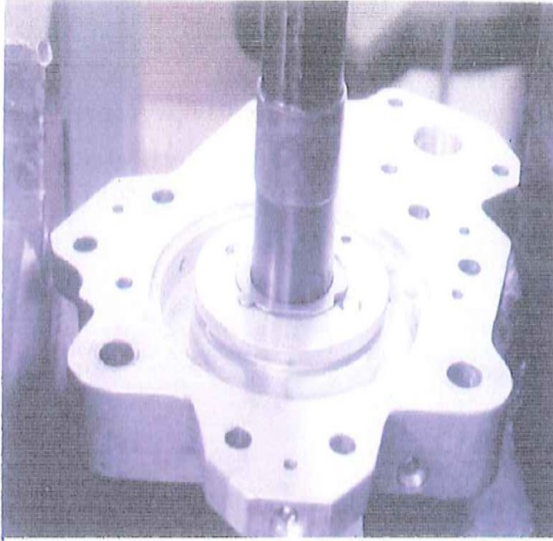
44) Εισάγετε το κιβώτιο του άξονα στο σώμα της αντλίας με τον εισαγωγέα Νο3 και 5 για CP3 3.2-3.2+ και Νο 4-5 για CP3 3.3.

Σημ.: Μην χρησιμοποιείτε προϊόντα για να σταθεροποιήσετε τα κιβώτια άξονα.

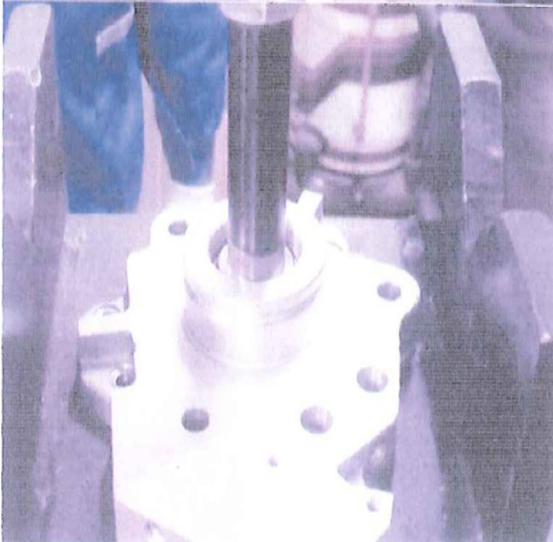
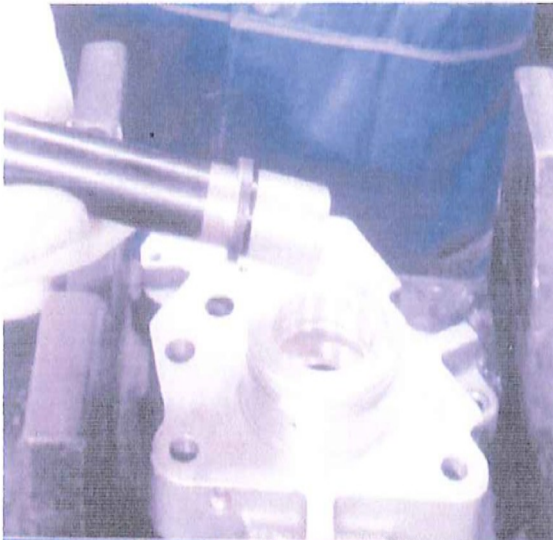


45) Αποσπάστε το κιβώτιο άξονα του διανομέα, χρησιμοποιήστε το πόμα Νο6 για CP3 3.2-3.2+ και Νο7 για CP3 3.3.

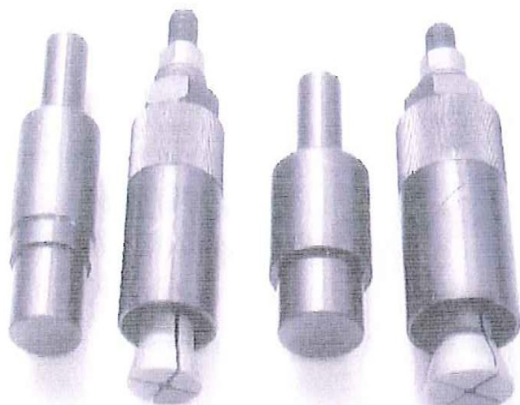
Εισάγετε με το ίδιο, χωρίς να προεξέχει.



- 46) Αποσπάστε το κιβώτιο άξονα του περιβλήματος εδράνου με το πώμα N°8 για CP3 3.2-3.2+ και N°9 CP3 3.3.



- 47) Εισάγετε το κιβώτιο άξονα του περιβλήματος εδράνου τον εισαγωγέα N°4 για CP3 3.2-3.2+ και N°9 CP3 3.3.



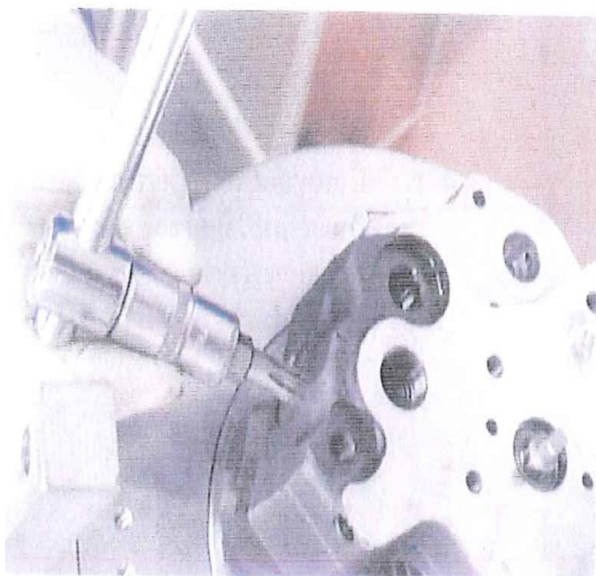
- 48) Χρησιμοποιήστε αυτούς τους εξολκείς/στοιβαχτές για όλες τις Cr3 3.3-3.4 (με ενιαίο άξονα και διανομέα).

ΠΡΟΣΟΧΗ

Καθαρίστε επιμελώς με διαλυτικό όλα τα τμήματα, γυαλίστε τις επιφάνειες στεγανότητας και προχωρήστε στην επανασυναρμολόγηση με την αντίθετη της αποσυναρμολόγησης διαδικασία.

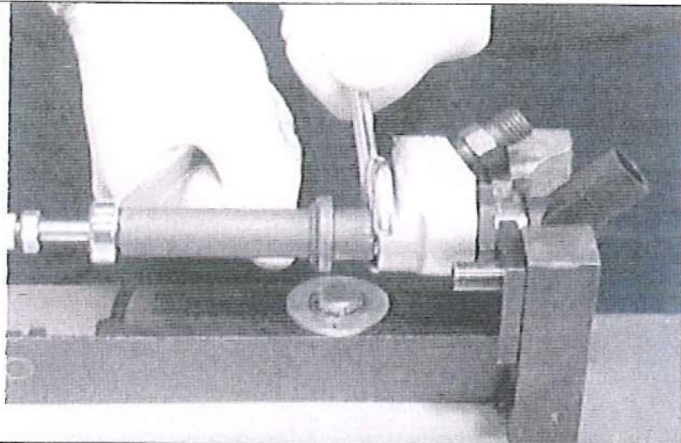
Γυάλισμα των επιφανειών

Χρησιμοποιήστε την ειδική βούρτσα κωδ.: **SICR** και το ειδικό προϊόν κωδ.: **PSICR**, ή τη λειαντική αλοιφή κι ένα βαμβακερό πανί.



- 49) Κλειδώστε στα 55 Nm.

Οδηγίες αποσυναρμολόγησης και επισκευής Εγχυτήρα Siemens Piezo 1^{ης} γενιάς



Σταθεροποιήστε στο εξάρτημα Κωδ.: **10001** πιέζοντας κατά μήκος του άξονα, ξεβιδώστε τον δακτύλιο χρησιμοποιώντας ένα αντικλείδι, απομονώνοντας το σώμα.



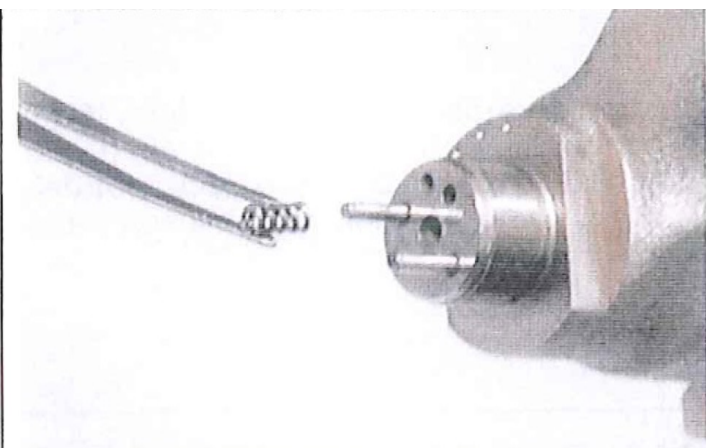
Ξεβιδώστε τον δακτύλιο.



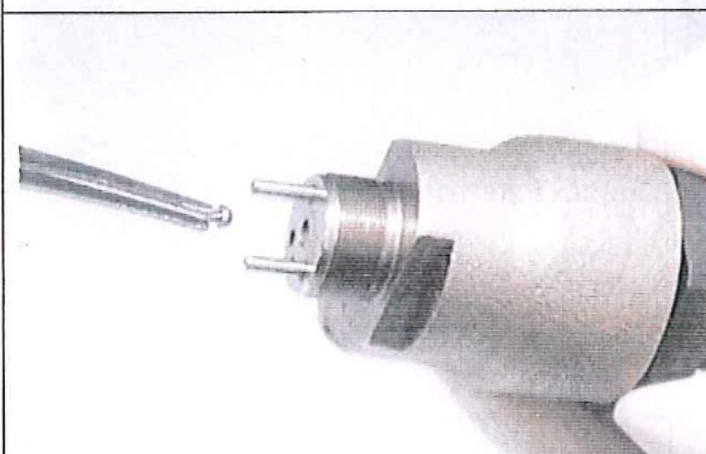
Αποσπάστε τον δακτύλιο του ψεκαστήρα.



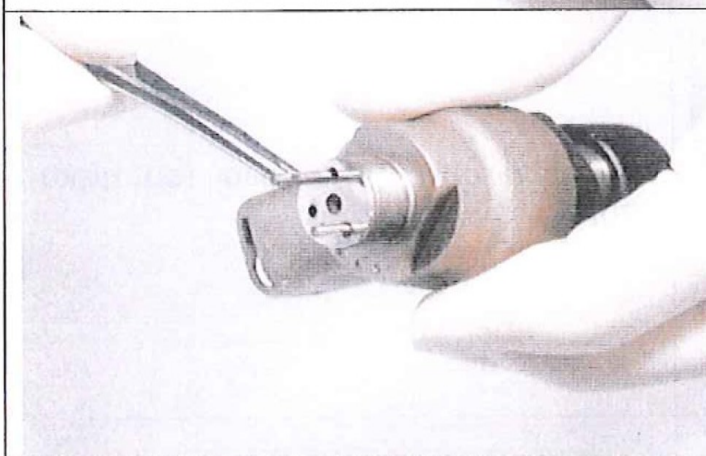
Απομακρύνετε αργά τον δακτύλιο από το σώμα της βαλβίδας, χωρίς να διασκορπίσετε τα κομμάτια.



Αποσπάστε το ελατήριο της βαλβίδας ελέγχου.



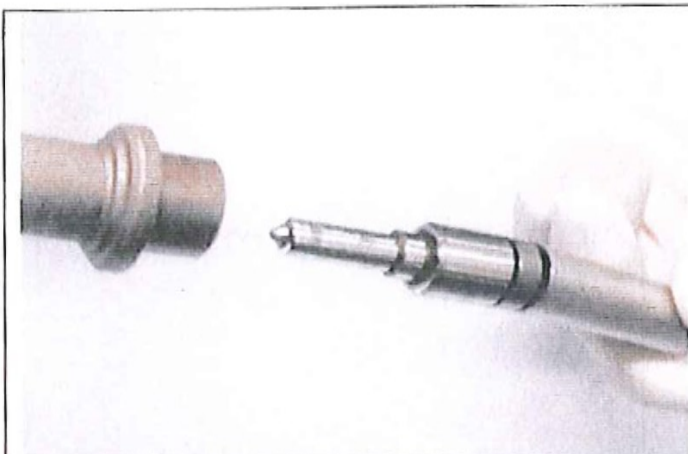
Αποσπάστε τη βαλβίδα ελέγχου. Καθαρίστε επιμελώς το σφαιρικό σημείο, όπου κλείνει.



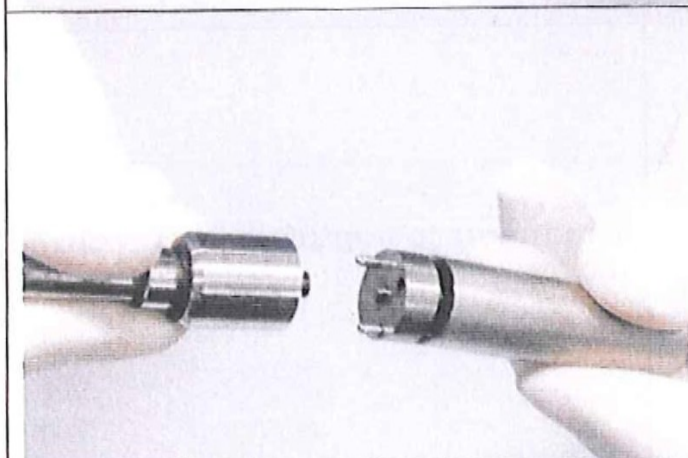
Αποσπάστε τα πλαϊνά τεμάχια ασφάλισης του σώματος της βαλβίδας ελέγχου και γυαλίστε με βούρτσα Κωδ.: **SICR** και προϊόν Κωδ.: **PSICR** την επιφάνεια στεγανοποίησης.



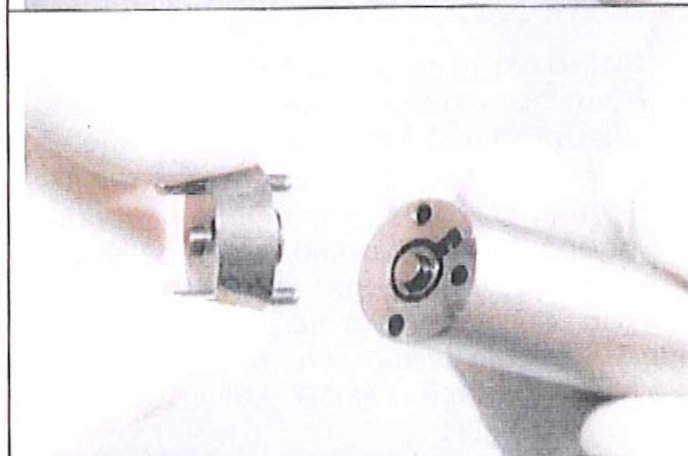
Αποσπάστε από τον δακτύλιο το σύστημα του θαλάμου ελέγχου.



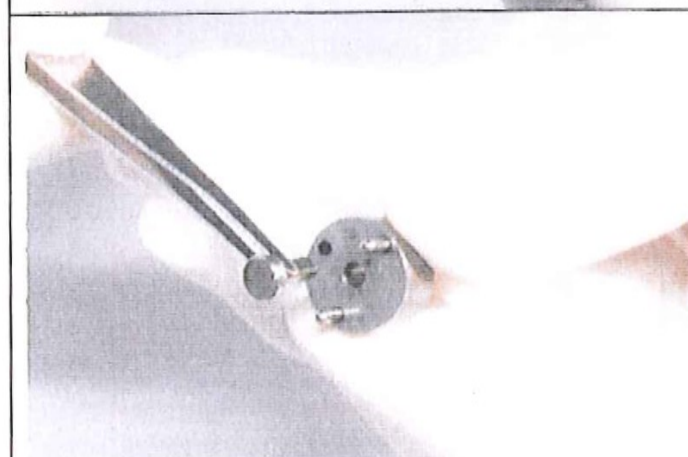
Αποσπάστε τον ψεκαστήρα από το θάλαμο ελέγχου.



Γυαλίστε την περόνη με ένα πανί εμποτισμένο με στιλβωτική αλοιφή , με τη βούρτσα κωδ.: **SICR** την άνω επιφάνεια.



Αποσπάστε το καπάκι του θαλάμου ελέγχου και γυαλίστε όλες τις επιφάνειες επαφής με βούρτσα κωδ.: **SICR**



Αποσπάστε τον ανιχνευτή του ψεκαστήρα και γυαλίστε με αλοιφή τον αύλακα όλισθησης.



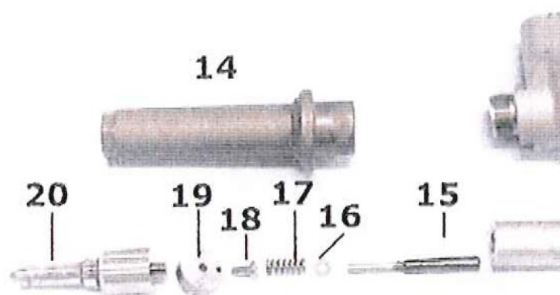
Αποσπάστε το ελατήριο στην αρχή του ανοίγματος.



Αποσπάστε το παρέμβυσμα στην αρχή του ανοίγματος.

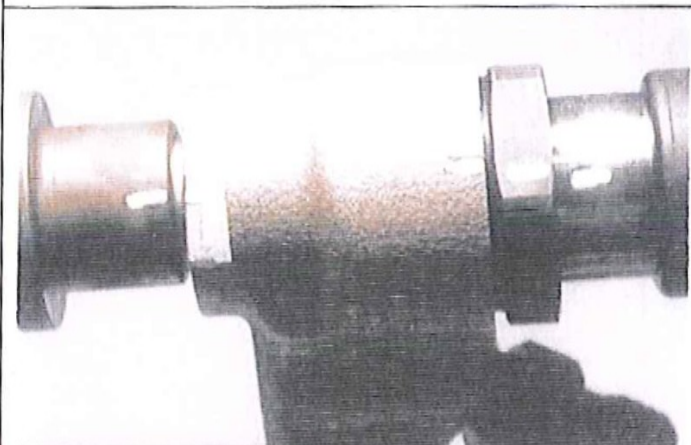
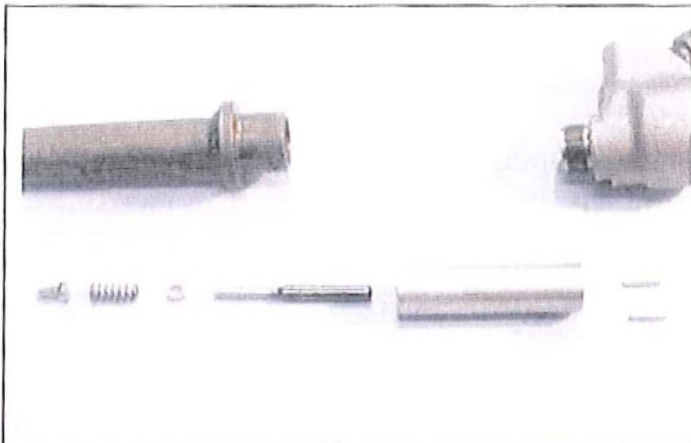


Αποσπάστε το στέλεχος ελέγχου (εάν είναι σφηνωμένο, χρησιμοποιήστε τον εκχυτήρα **CDS2**), γυαλίζοντας την επιφάνεια ολίσθησης με πανί και σιλικωνική αλοιφή χωρίς να αφαιρέσετε το μαύρο αντιδιαβρωτικό στρώμα. Καθαρίστε με υπέρηχους το θάλαμο ελέγχου, φυσήξτε καλά τις οπές και γυαλίστε τις επιφάνειες ευθυγράμμισης με τη βούρτσα κωδ.: **SICR** και το προϊόν κωδ.: **PSICR**

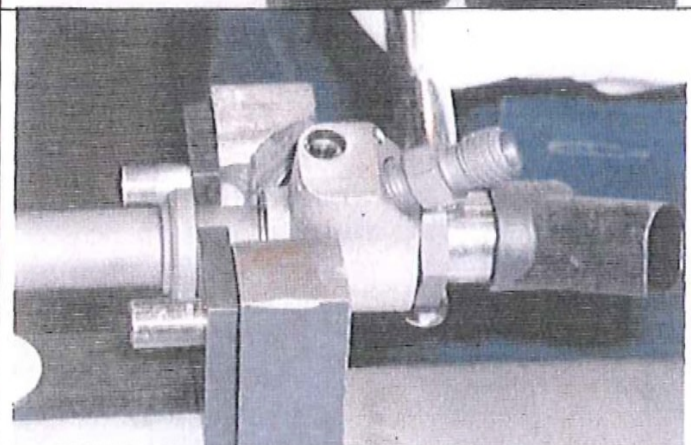


ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

- 14) Δακτύλιος Ψεκαστήρα
- 15) Άξονας Ελέγχου
- 16) Παρέμβυσμα Μέτρησης Διάκενου
- 17) Ελατήριο Ωθησης
- 18) Ανιχνευτής Ψεκαστήρα
- 19) Καπάκι
- 20) Ψεκαστήρας



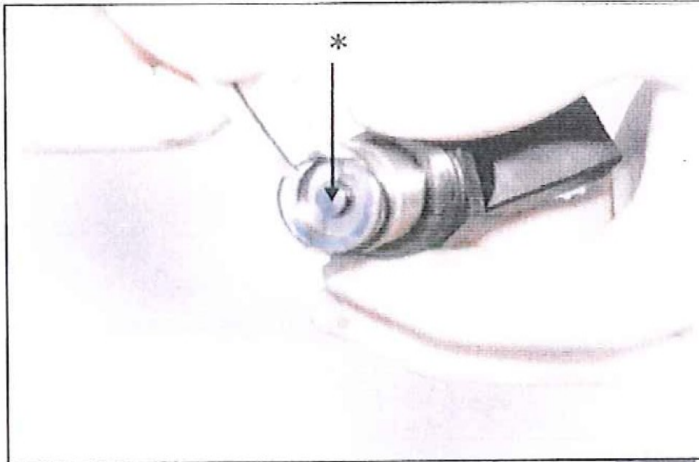
Χαράξτε τον ενεργοποιητή, τον δακτύλιο και το σώμα του πιεζοενεργοποιητή ώστε να επανέλθουν στην αρχική τους διάταξη κατά την επανασυναρμολόγηση. Αυτή η σύσφιξη είναι σε συνάρτηση με την απορρόφηση που ορίζεται από το εργοστάσιο.



Ξεβιδώστε τον πιεζοενεργοποιητή στερεώνοντας το σώμα στο εξάρτημα κωδ. **10001**.

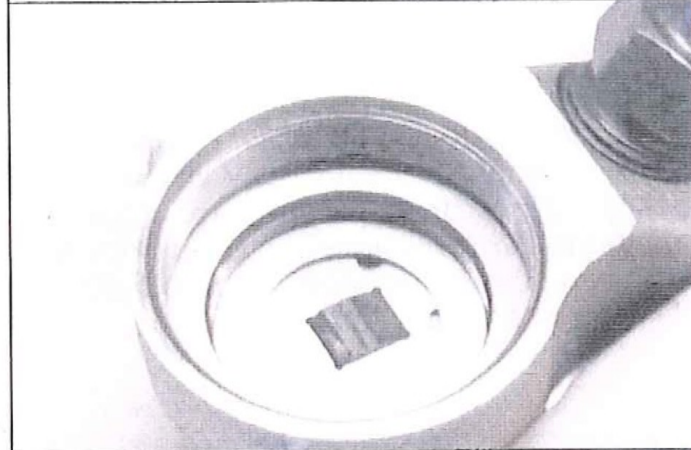


Αποσπάστε, περιστρέφοντας δεξιά και αριστερά, τον πιεζοενεργοποιητή.

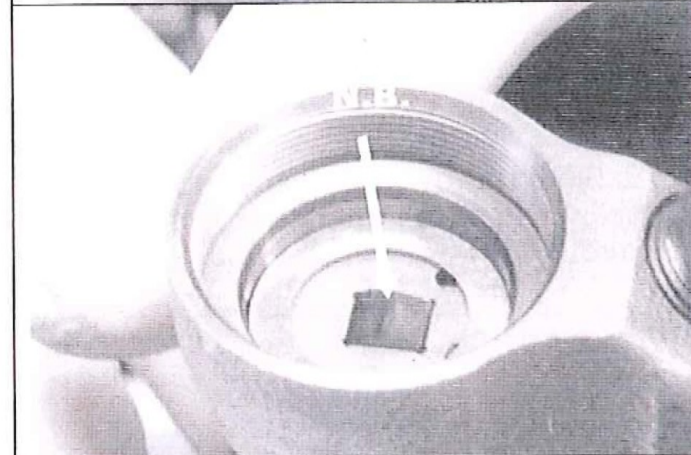


Αφαιρέστε τον δακτύλιο στεγανότητας του πιεζοενεργοποιητή.

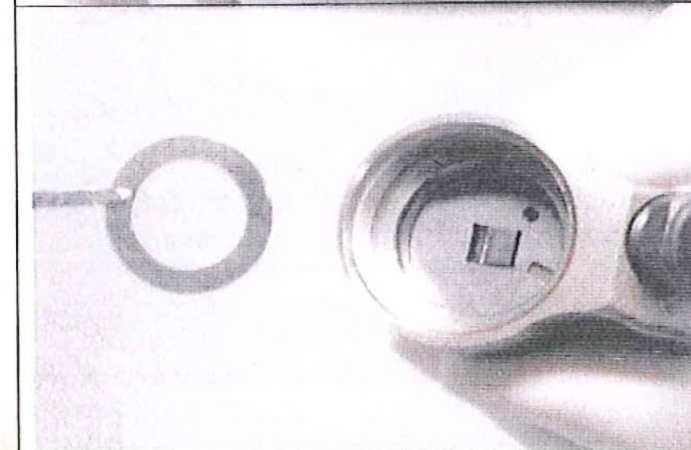
*= γυαλίστε το δίσκο προώθησης του πιεζοενεργοποιητή, εξασφαλίζοντας τη δυνατότητα ολίσθησης στο μοχλό ενίσχυσης.



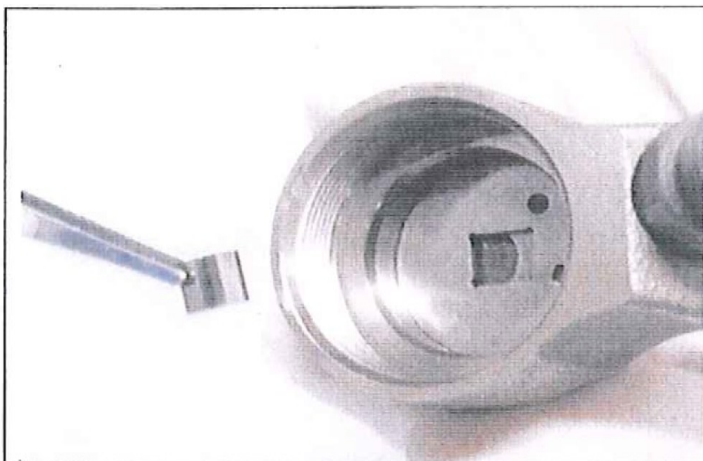
Άνω επιφάνεια της βαλβίδας ελέγχου.



Σημ.: Κατά τη διάρκεια της επανασυαρμολόγησης, τοποθετήστε το μοχλό ενίσχυσης με το υψηλότερο τμήμα στραμμένο στο κέντρο.

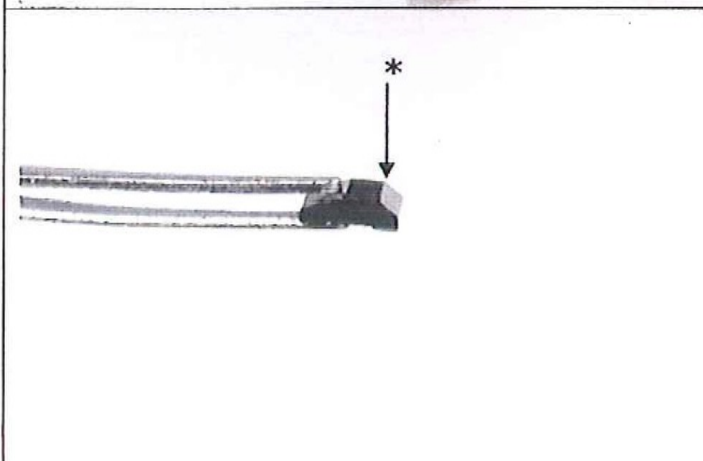


Αποσπάστε το παρέμβυσμα της βαλβίδας ελέγχου.



Αποσπάστε το μοχλό ενίσχυσης.

Καθαρίστε με διαλυτικό και γυαλίστε ελαφρά χωρίς να αφαιρέσετε το μαύρο αντιδιαβρωτικό στρώμα.

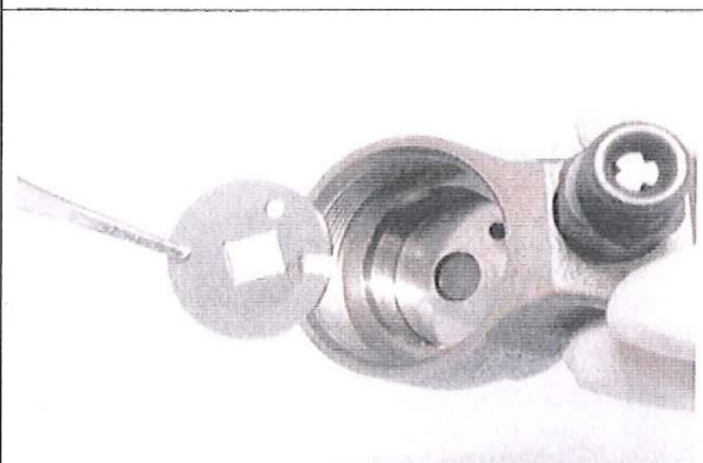


Άνω επιφάνεια της βαλβίδας ελέγχου

*= Το υψηλότερο τμήμα επανατοποθετείται στο κέντρο του σώματος της βαλβίδας ελέγχου.

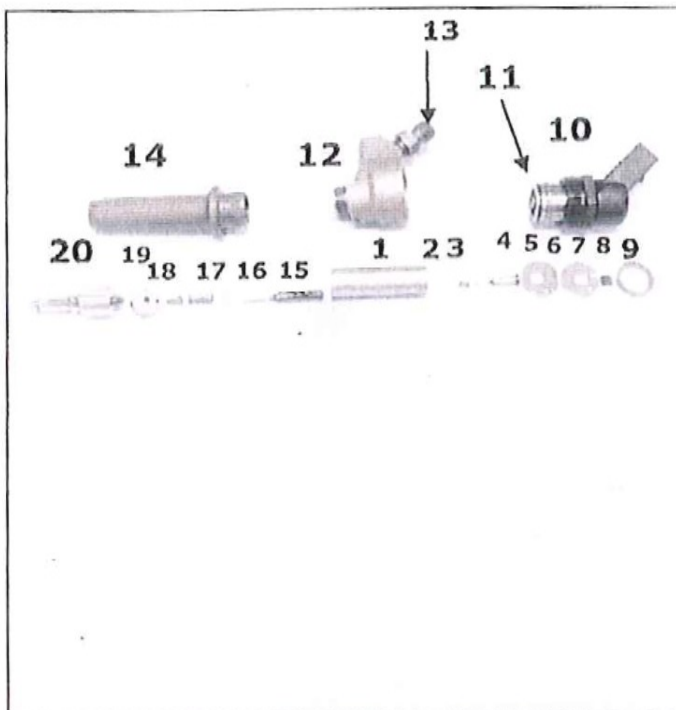


Πλευρική επιφάνεια μοχλού ενίσχυσης



Αφαιρέστε τον άνω δίσκο της βαλβίδας ελέγχου.

	<p>Αποσπάστε τον κάτω δίσκο της βαλβίδας ελέγχου.</p>
	<p>Αποσπάστε το έμβολο ελέγχου.</p>
	<p>Γυαλίστε τον οδηγό και τον άνω δίσκο του άνω δίσκου του εμβόλου ελέγχου, εξασφαλίζοντας τη δυνατότητα ολίσθησης επάνω στον οδηγό και στο μοχλό ενίσχυσης.</p>
	<p>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Θάλαμος Ελέγχου 2) Πλαϊνά τεμάχια ασφάλισης 3) Ελατήριο Βαλβίδας Ελέγχου 4) Βαλβίδα ελέγχου 5) Έμβολο Ελέγχου 6) Κάτω Δίσκος Βαλβίδας Ελέγχου 7) Άνω Δίσκος Βαλβίδας Ελέγχου 8) Μοχλός Ενίσχυσης Βαλβίδας Ελέγχου 9) Παρέμβυσμα Βαλβίδας Ελέγχου 10) Πιεζοενεργοποιητής 11) Δακτύλιος Στεγανότητας Πιεζοενεργοποιητή 12) Σώμα Βαλβίδας Ελέγχου 13) Σύνδεσμος Υψηλής Πίεσης



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

- 1) Θάλαμος Ελέγχου
- 2) Πλαϊνά τεμάχια ασφάλισης
- 3) Ελατήριο Βαλβίδας Ελέγχου
- 4) Βαλβίδα Ελέγχου
- 5) Έμβολο Ελέγχου
- 6) Κάτω Δίσκος Βαλβίδας Ελέγχου
- 7) Άνω Δίσκος Βαλβίδας Ελέγχου
- 8) Μοχλός Ενίσχυσης Βαλβίδας Ελέγχου
- 9) Παρέμβυσμα Βαλβίδας Ελέγχου
- 10) Πιεζοενεργοποιητής
- 11) Δακτύλιος Στεγανότητας Πιεζοενεργοποιητή
- 12) Σώμα Βαλβίδας Ελέγχου
- 13) Σύνδεσμος υψηλής πίεσης
- 14) Δακτύλιος Ψεκαστήρα
- 15) Άξονας Ελέγχου
- 16) Παρέμβυσμα Μέτρησης Διάκενου
- 17) Ελατήριο Ώθησης
- 18) Ανιχνευτής Ψεκαστήρα
- 19) Καπάκι
- 20) Ψεκαστήρας

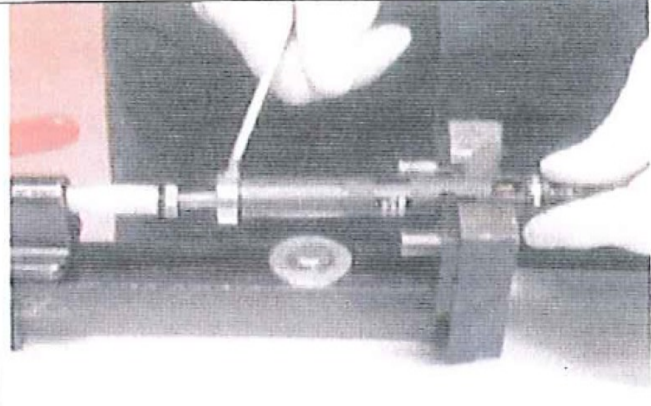





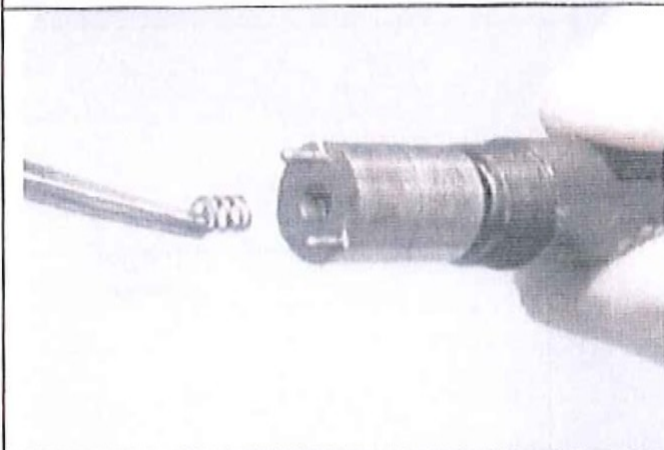
Στην επανασυναρμολόγηση συσφίξτε το δακτύλιο στα 55 Nm.

ΠΡΟΣΟΧΗ

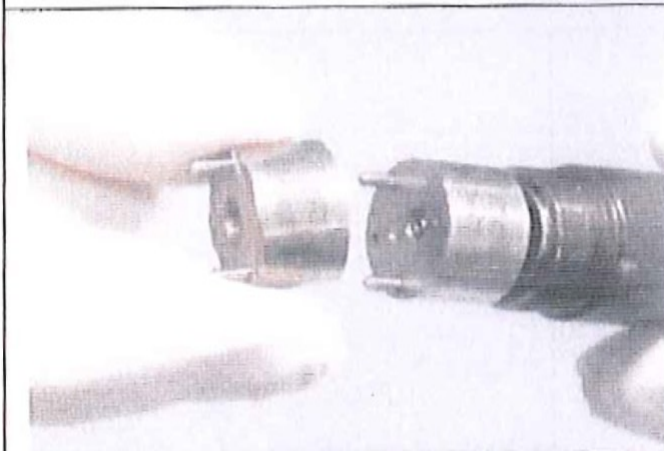
Καθαρίστε επιμελώς με διαλυτικό όλα τα τμήματα, γυαλίστε τις επιφάνειες στεγανότητας και προχωρήστε στην επανασυναρμολόγηση με την αντίθετη της αποσυναρμολόγησης διαδικασία.

Οδηγίες επισκευής ηλεκτροεγχυτήρα Delphi

	<p>Ξεβιδώστε το παξιμάδι του εγχυτήρα με το εργαλείο κωδ.: 10001</p>
	
	<p>Διαχωρίστε το παξιμάδι από τον ψεκαστήρα αργά χωρίς να σκορπίσετε τα διάφορα μέρη</p>
	



Αφαιρέστε το ελατήριο αρχής ανοίγματος.



Διαχωρίστε το καπάκι και γυαλίστε τις επιφάνειες με τη βούρτσα κωδ.: **SICR** και το προϊόν κωδ.: **PSICR**, πιέζοντας ελαφρά χωρίς να αφαιρείτε υλικά (σε αυτούς τους εγχυτήρες τα διάκενα είναι μηδαμινά)



Εξάγετε τη συσκευή χειρισμού



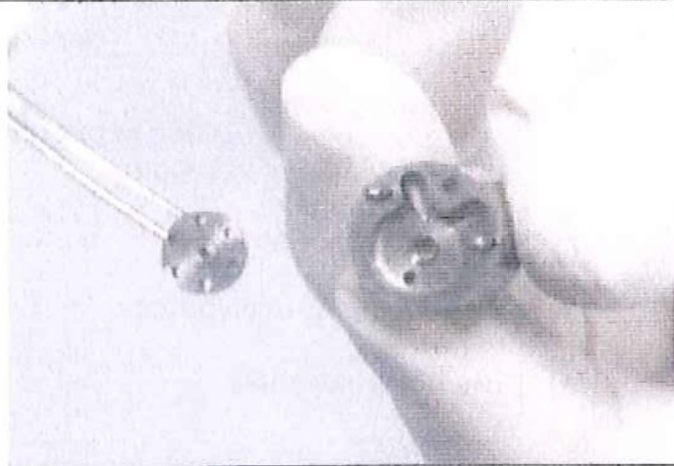
Διαχωρίστε το θάλαμο χειρισμού



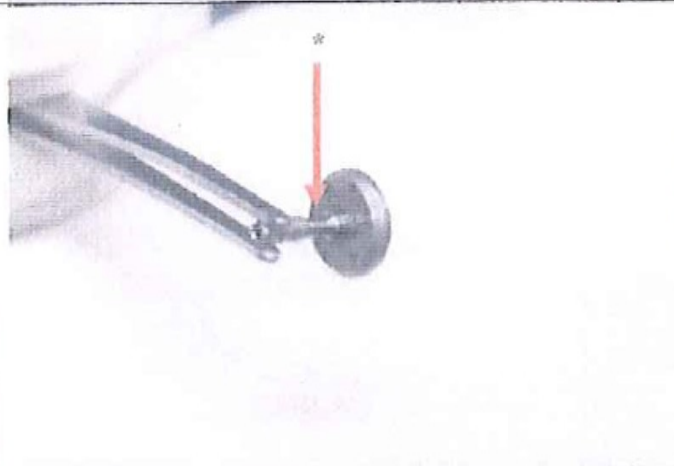
Αφαιρέστε το ελατήριο από το σώμα



Γυαλίστε την επιφάνεια του σώματος με βούρτσα κωδ.: **SICR**



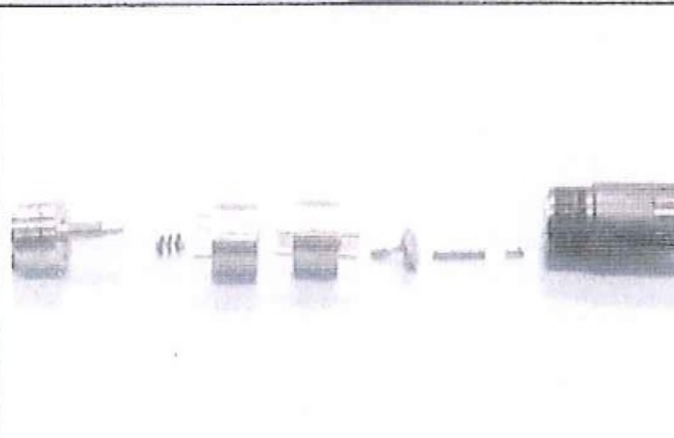
Αφαιρέστε τη βαλβίδα χειρισμού από το θάλαμο

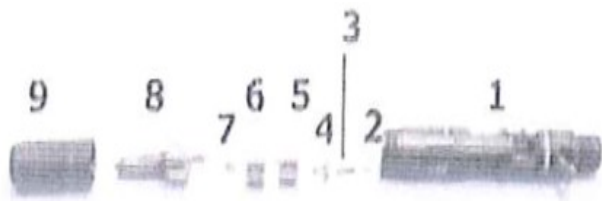


Καθαρίστε προσεκτικά τη βαλβίδα χειρισμού ειδικά στο σημείο κλεισίματος *

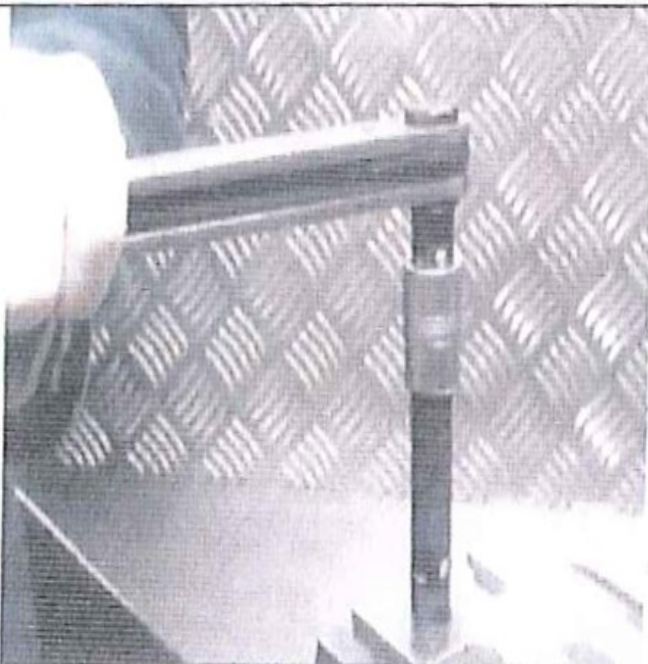


Γυαλίστε τις επιφάνειες του θαλάμου χειρισμού με βούρτσα κωδ.: **SICR**





- 1) Σωληνοειδές Σώμα
- 2) Πάχος ελατηρίου βαλβίδας χειρισμού
- 3) Ελατήριο βαλβίδας χειρισμού
- 4) Βαλβίδα χειρισμού
- 5) Θάλαμος χειρισμού
- 6) Καπάκι
- 7) Ελατήριο αρχής ανοίγματος
- 8) Ψεκαστήρας
- 9) Παξιμάδι ψεκαστήρα



Κλείστε στα 50 Nm

ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ

Πλύνετε προσεκτικά με διαλυτικό όλα τα μέρη, γυαλίστε τις επιφάνειες στεγανότητας και προχωρήστε στην επανασυναρμολόγηση με διαδικασία αντίθετη αυτής της αποσυναρμολόγησης.

Γυάλισμα των επιφανειών

Χρησιμοποιείστε την ειδική βούρτσα κωδ.: **SICR** και το ειδικό προϊόν κωδ.: **PSICR** ή αλοιφή λειάνσεως και βαμβακερό πανί.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. https://www.dieselnet.com/tech/diesel_fi_common-rail.php
2. K. Reif (Ed.), *Diesel Engine Management*, Bosch Professional Automotive Information,
DOI 10.1007/978-3-658-03981-3_8, © Springer Fachmedien Wiesbaden 2014
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Common_rail
4. Εγχειρίδιο επισκευής εξαρτημάτων συστήματος κοινού αυλού από την εταιρία Μυλωνάς diesel systems.