



Συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL

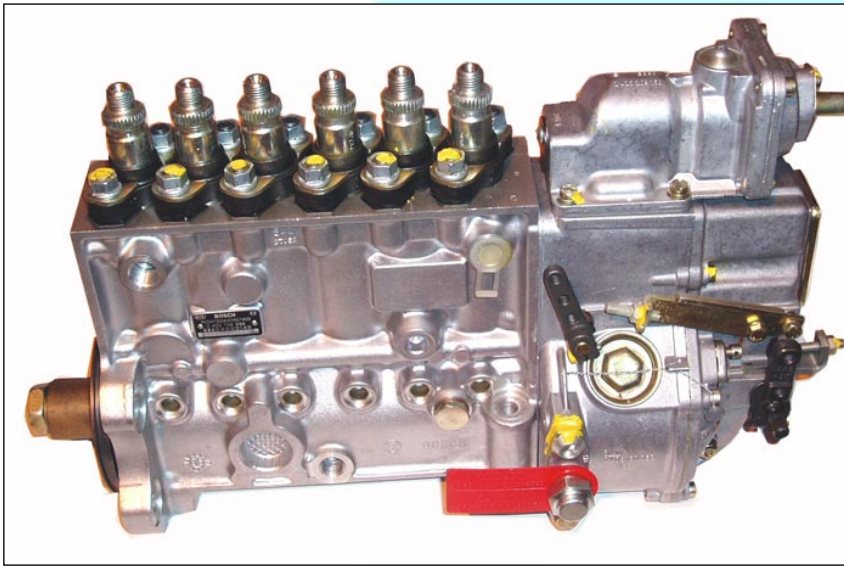


Είδη, περιγραφή συστημάτων – εξαρτημάτων, λειτουργία.

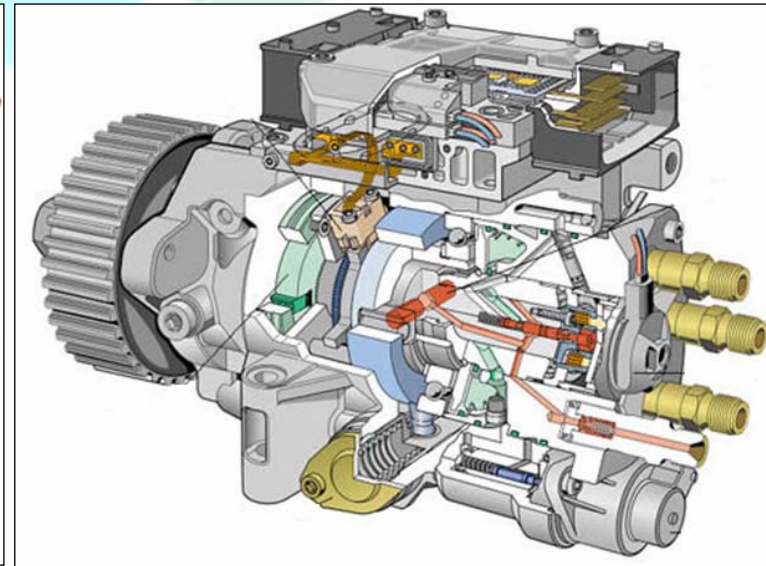


Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL. Ιστορική αναδρομή

Στα τέλη της δεκαετίας του '70, η μέχρι τότε γνωστή τεχνολογία του συστήματος τροφοδοσίας στους πετρελαιοκινητήρες ήταν η εμβολοφόρος και η περιστροφική αντλία που παράγουν την υψηλή πίεση του καυσίμου σε κάθε διαδικασία έγχυσης.



Εμβολοφόρος αντλία



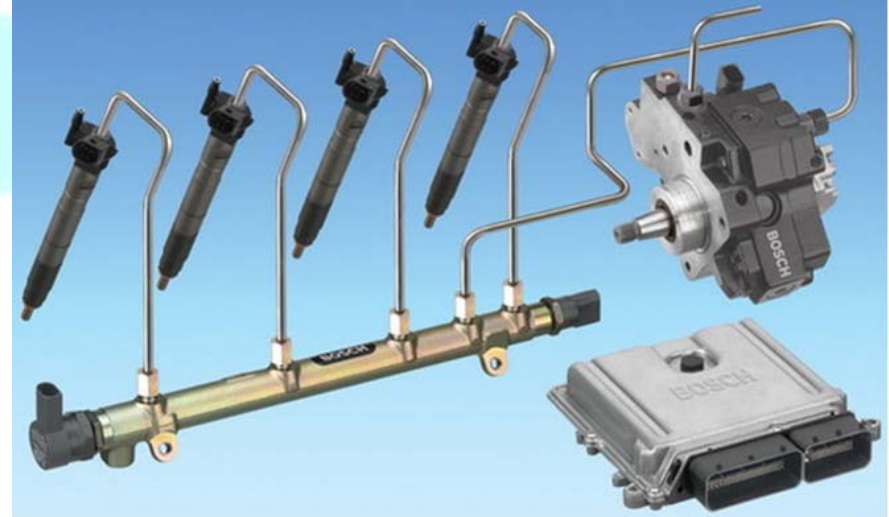
Περιστροφική αντλία

Στη νέα τεχνολογία όμως στο σύστημα τροφοδοσίας των πετρελαιοκινητήρων η υψηλή πίεση είναι πάντοτε διαθέσιμη ακόμα και σε χαμηλές στροφές και ονομάζεται «Common Rail System» που σε ελεύθερη μετάφραση σημαίνει «σύστημα κοινού σωλήνα».



Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL. Ιστορική αναδρομή

Μια από τις πρώτες (αν όχι η πρώτη) που ασχολήθηκε ενεργά με την εξέλιξη του συστήματος Common – Rail ήταν η Fiat. Η έρευνα ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του '80, έπειτα από διαπίστωση των ανθρώπων του ομίλου ότι οι πετρελαιοκινητήρες θα αποκτούσαν ιδιαίτερη σημασία τα επόμενα χρόνια.



Η έρευνα ξεκίνησε σε συνεργασία με την Magneti Marelli και ονομάστηκε Unijet. Η πρώτη γενιά του συστήματος παρουσιάστηκε το 1987 ενώ η δεύτερη, η οποία δοκιμάστηκε με επιτυχία τόσο στο εργαστήριο όσο και στο δρόμο, το 1989. Την άνοιξη του 1994 η Fiat υπέγραψε συμφωνία με την Bosch η οποία ανέλαβε την τελειοποίηση, την κατασκευή των εξαρτημάτων, του προγράμματος λειτουργίας της ηλεκτρονικής διαχείρισης αλλά και την βιομηχανική παραγωγής του συστήματος. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε παραγωγή το 1997 από την Mercedes Benz και την Alfa Romeo.



Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL. Ιστορική αναδρομή

Η κύρια αλλαγή αφορά τον ρόλο της αντλίας πετρελαίου. Στους παραδοσιακούς πετρελαιοκινητήρες, η αντλία παίρνει κίνηση από τον κινητήρα και έχει ως κύρια λειτουργία την δημιουργία πίεσης (με τη βοήθεια αντλητικού ή αντλητικών στοιχείων), την διανομή της σωστής ποσότητας πετρελαίου σε κάθε μπεκ και την ρύθμιση του ανοίγματός του.



Στο σύστημα Common Rail μια αντλία παρέχει καύσιμο με υψηλή πίεση σε ένα κοινό αυλό από τον οποίο τροφοδοτούνται όλα τα μπεκ.





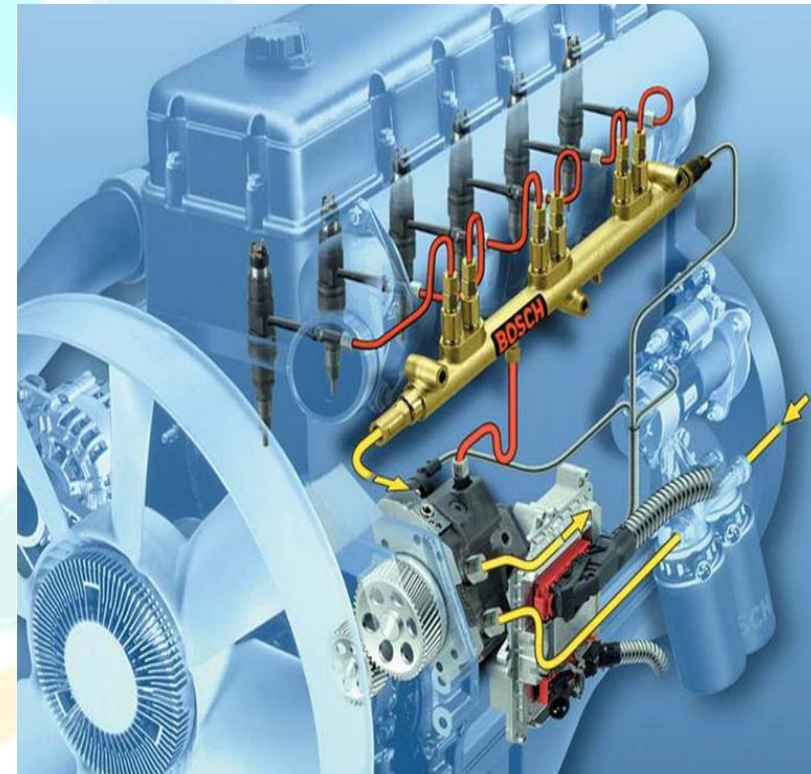
Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL.

Βασική λειτουργία

Οι έννοιες «παραγωγή πίεσης» και «ψεκασμός» δεν συνδέονται. Η πίεση ψεκασμού παράγεται ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα.

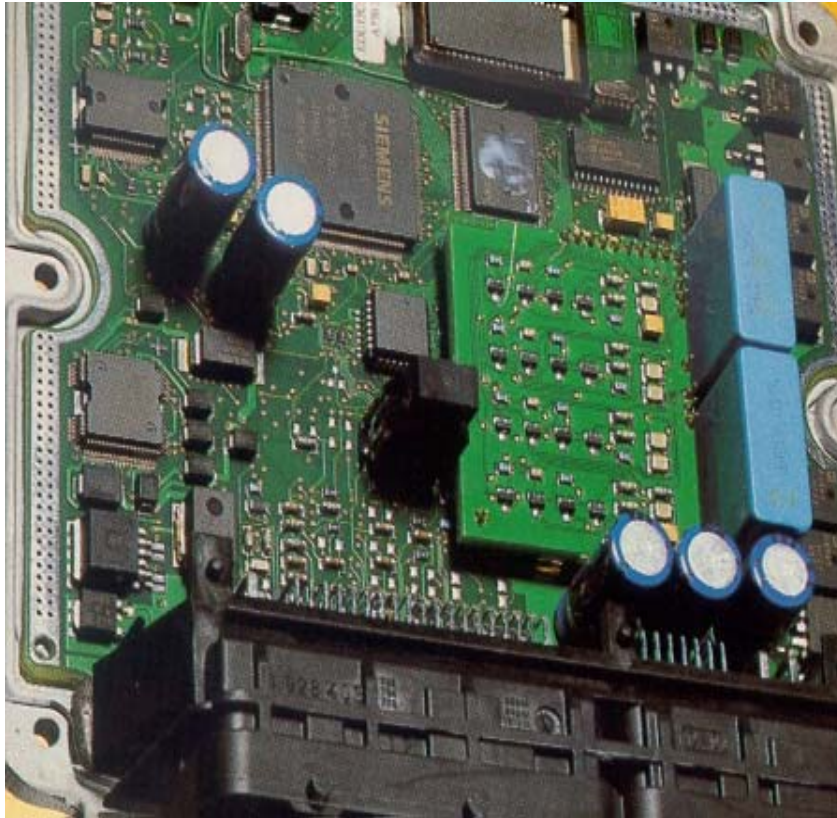
Παραγωγή πίεσης

Η συνεχώς περιστρεφόμενη αντλία υψηλής πίεσης παράγει την επιθυμητή πίεση ψεκασμού. Το καύσιμο «αποθηκεύεται» υπό πίεση στο συσσωρευτή πίεσης – rail και είναι έτοιμο για ψεκασμό. Η πίεση διατηρείται ανεξαρτήτου στροφών και ψεκαζόμενη ποσότητας. Ο σχεδιασμός της αντλίας είναι τέτοιος ώστε να εξασφαλίζεται μικρό βάρος και μέγεθος και χαμηλή απαίτηση ροπής. Έτσι τα συστήματα common rail επιβαρύνουν λιγότερο τη συνολική ισχύ του κινητήρα σε σχέση με συστήματα στα οποία χρησιμοποιούνται συμβατικού τύπου αντλίες.





Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL.



Ο χρόνος ανοίγματος των μπεκ ελέγχεται από ένα εγκέφαλο (ECU) και τους σχετικούς αισθητήρες.

Λόγω του ηλεκτρονικού ελέγχου της παροχής πετρελαίου και της προπορείας ψεκασμού (αβανς) το πετρέλαιο έχει την βέλτιστη πίεση ανεξαρτήτως των στροφών του κινητήρα. Με αυτό τον τρόπο διατηρείται σταθερά υψηλή η πίεση ακόμη και σε χαμηλές στροφές του κινητήρα.

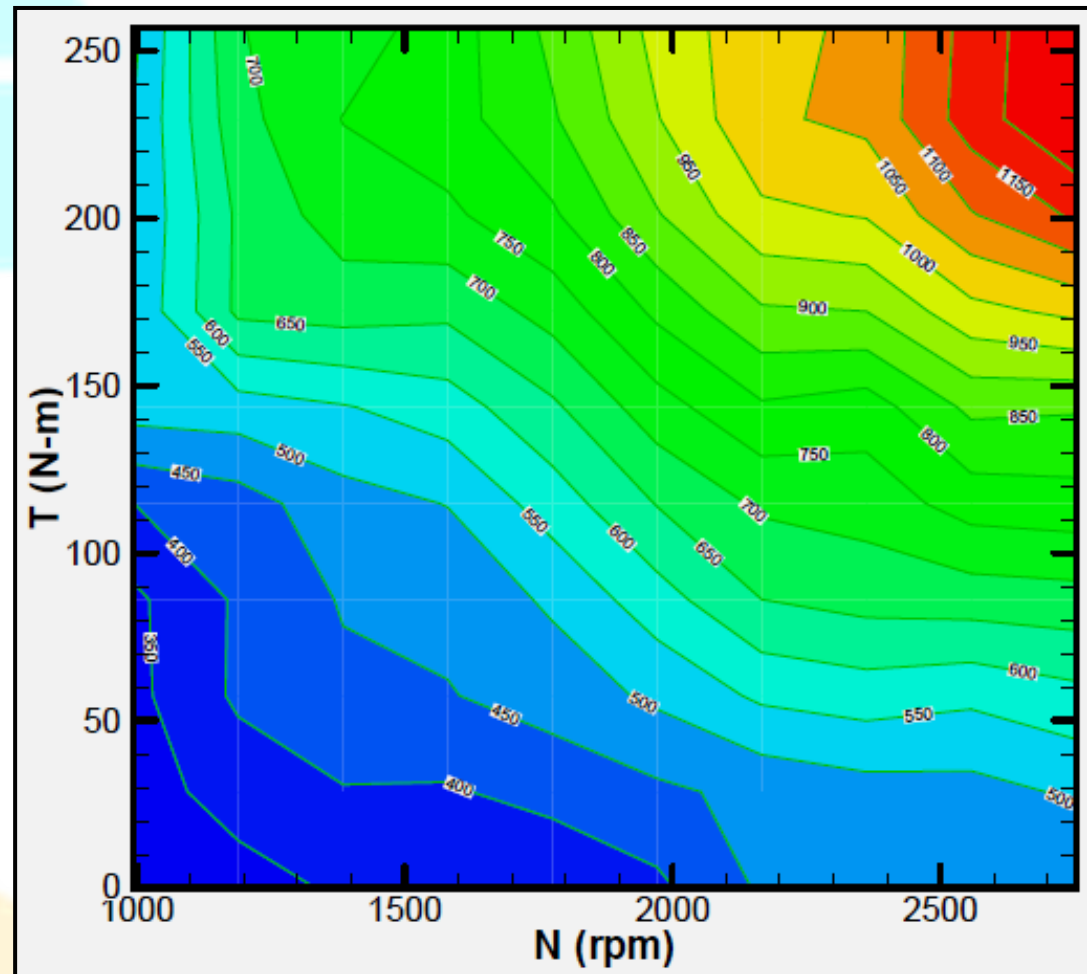
Για να βελτιωθεί η απόδοση του κινητήρα και η οικονομία του καυσίμου, πρέπει ακόμη να γίνεται:

- ρύθμιση της ψεκαζόμενης ποσότητας,
- και ακριβής έναρξη ψεκασμού στο θάλαμο καύσης.



Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL.

Η ποσότητα ψεκασμού, η έναρξη ψεκασμού και η πίεση καθορίζονται από τη μονάδα ελέγχου βάσει της χαρτογράφησης. Η μονάδα ελέγχου ενεργοποιεί τα μπεκ και ο ψεκασμός γίνεται διαδοχικά σε κάθε κύλινδρο.



Βασική χαρτογράφηση πιέσεων



Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL. Πλεονεκτήματα του συστήματος

- Η κατασκευή του συστήματος με **μεμονωμένα εξαρτήματα** (modul) που βοηθάει στην ανεξάρτητη σχεδίαση, μελέτη και κατασκευή των εξαρτημάτων αυτών και μειώνει το κόστος κατασκευής, επισκευής και συντήρησης.
- Η **Ευρεία χρήση** (αυτοκίνητα, μικρά φορτηγά μέχρι 30KW/κύλινδρο έως μεγαλύτερους κινητήρες 200KW/κύλινδρο).
- Οι **Υψηλές πιέσεις** ψεκασμού από 1400 bar (1^η γενιά) έως 2500 bar (4^η γενιά) και η **μεγάλη διαθέσιμη πίεση** σε χαμηλές στροφές και στην περιοχή μερικού φορτίου.
- Η δυνατότητα να **επιλέγει το σύστημα την πίεση** και τον **χρόνο ψεκασμού**.
- Με την υψηλή πίεση ψεκασμού μπορεί να γίνει σχεδόν **πλήρης καύση**.
- Ο **ελεγχόμενος και γρήγορος ψεκασμός** που πραγματοποιείται με ηλεκτρικά μπεκ, συμβάλλει στην **καθαρή καύση**.





Εισαγωγή στα συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL.

Πλεονεκτήματα του συστήματος

- Η σχεδόν **ελεύθερη επιλογή πίεσης** ψεκασμού στο πεδίο χαρτογράφησης που επιτρέπει την ταυτοποίηση της πίεσης ψεκασμού ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.
- Η **μεταβλητή έναρξη ψεκασμού** με δυνατότητα πιλοτικού ψεκασμού, κύριου ψεκασμού και μετά – ψεκασμού.
- Με την δυνατότητα πλήρη ελέγχου του ψεκασμού μπορεί να υπάρχει **προέγχυση καυσίμου** λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν τον κανονικό ψεκασμό, προθερμαίνοντας έτσι τον χώρο καύσης. Η προέγχυση και ανάφλεξη δεν γίνεται ακαριαία, είναι πιο "προοδευτική" και έχει σαν αποτέλεσμα να **μειώνεται ο θόρυβος λειτουργίας** και τα **Οξείδια του Αζώτου (NOx)**.
- Υπάρχει δυνατότητα **πριν το τέλος της καύσης** να ψεκαστεί καύσιμο στον κύλινδρο με σκοπό την **μείωση των ρύπων των Οξειδίων του Αζώτου (NOx)**.





Σύγκριση απόδοσης κινητήρων με σύστημα Unit Injector και Common rail.

VW Jetta - Comparing Unit Injection to Common Rail			
	2006 1.9L TDI with PD – Unit Injector	2008 2.0L TDI with Common Rail	
Horsepower	100 @ 4,000 rpm	140 @ 4,000 rpm	+40%
Torque	177 lbs-ft @ 1,800 rpm	236 lb-ft @ 1750 to 2500 rpm	+33%
0 – 60 mph	10.7 seconds	8.3 seconds	+22%
Fuel Mileage City/Hwy EPA Estimate	35/42 mpg	38/44 mpg	5 – 9% decrease in fuel consumption

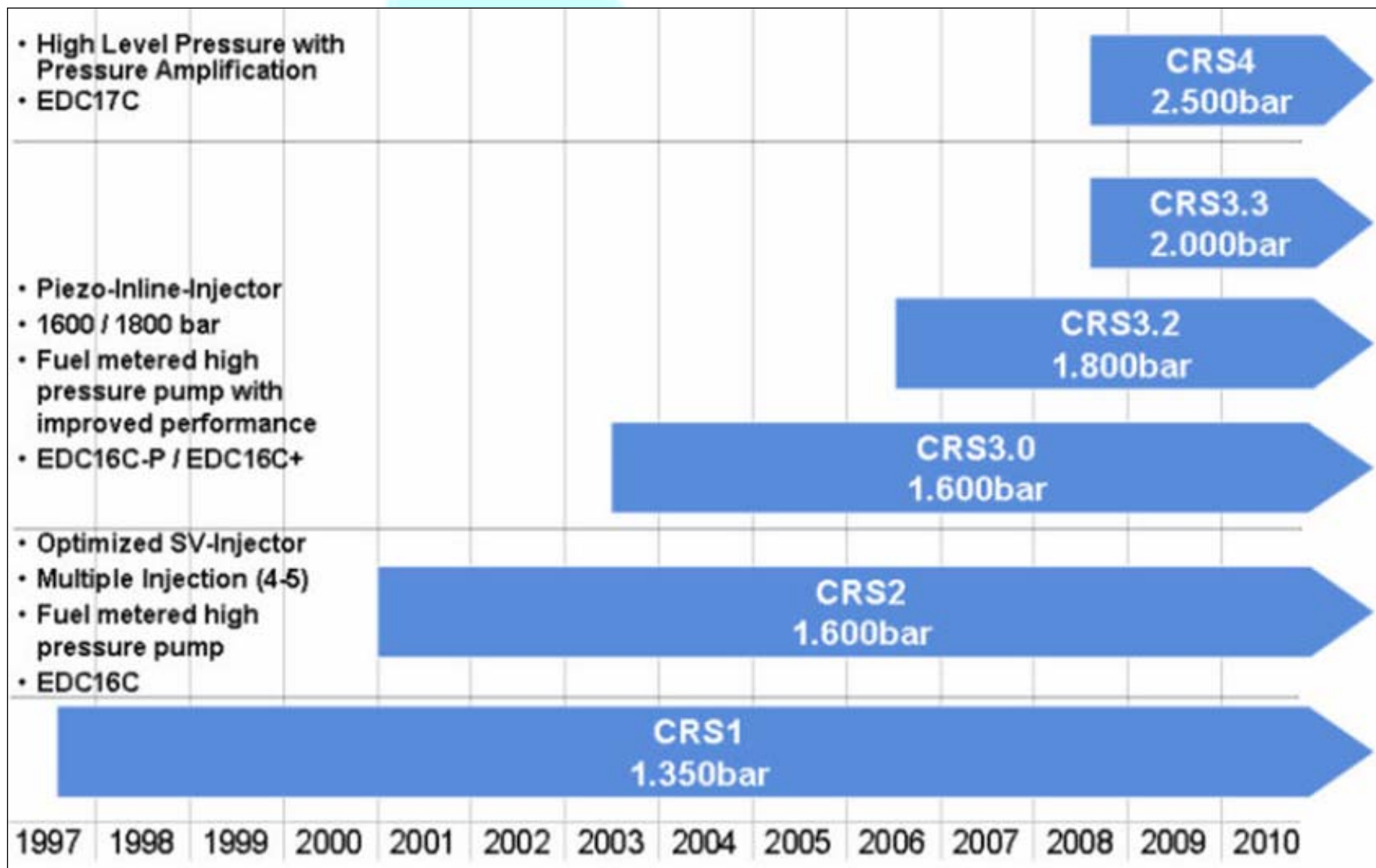


«Γενιές» συστημάτων COMMON RAIL.

Γενιά	Μέγιστη πίεση	Ψεκαστήρας (μπεκ)	Αντλία υψηλής πίεσης
1 ^η γενιά (επιβατικά)	1350...1450 bar	Με ηλεκτρομαγνήτη	CP1 – Έλεγχος πίεσης στην πλευρά υψηλής πίεσης με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα
1 ^η γενιά (φορτηγά)	1400 bar	Με ηλεκτρομαγνήτη	CP2 – Έλεγχος παροχής με 2 ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες στην πλευρά αναρρόφησης
2 ^η γενιά (επιβατικά & φορτηγά)	1600 bar	Με ηλεκτρομαγνήτη	CP3, CP1H – Έλεγχος παροχής με μετρητική μονάδα στην πλευρά αναρρόφησης
3 ^η γενιά (επιβατικά)	1600 ... 1800 bar	Πιεζοηλεκτρικό	CP3, CP1H – Έλεγχος παροχής με μετρητική μονάδα στην πλευρά αναρρόφησης
3 ^η γενιά (επιβατικά)	1800 bar	Με ηλεκτρομαγνήτη	CP3.3NH – Μετρητική μονάδα



Εξέλιξη των μέγιστων πιέσεων συστημάτων COMMON RAIL.

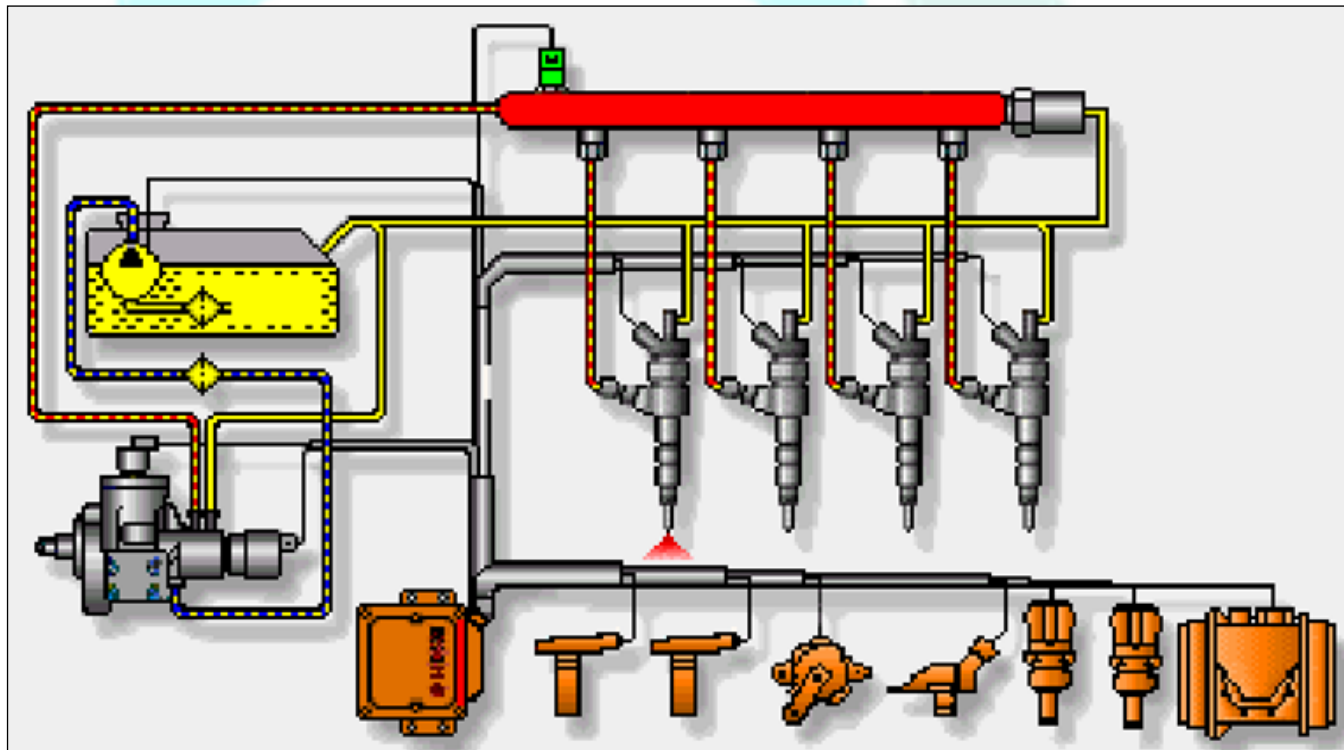




Σύστημα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL.

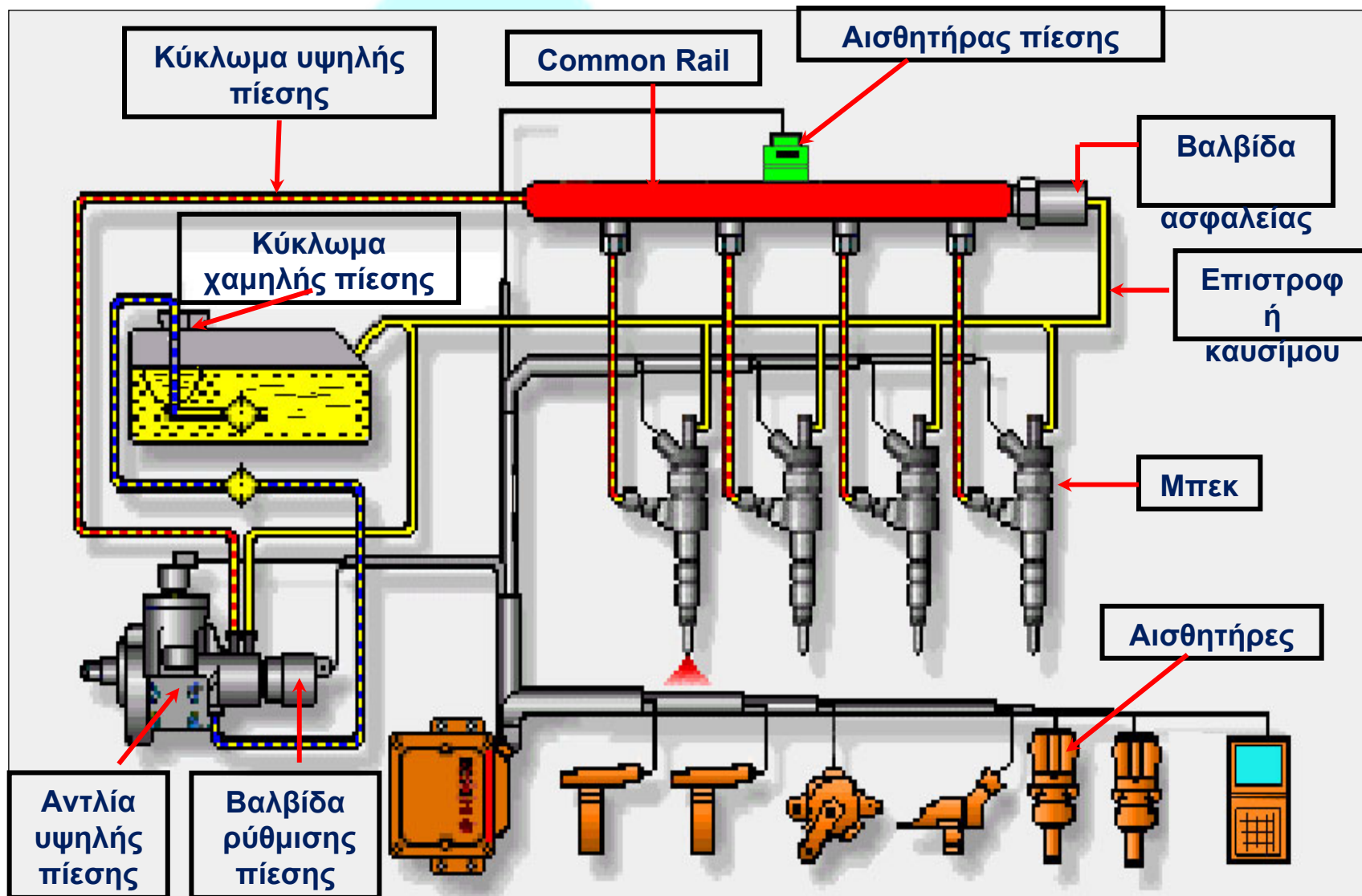
Κάθε σύστημα τροφοδοσίας Common Rail αποτελείται από **2 βασικά υποσυστήματα**:

- το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (χαμηλής και υψηλής πίεσης)
- το υποσύστημα Ηλεκτρονικού Ελέγχου Diesel (Electronic Diesel Control – E.D.C) (αισθητήρες, μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου / εγκέφαλος, ενεργοποιητές)





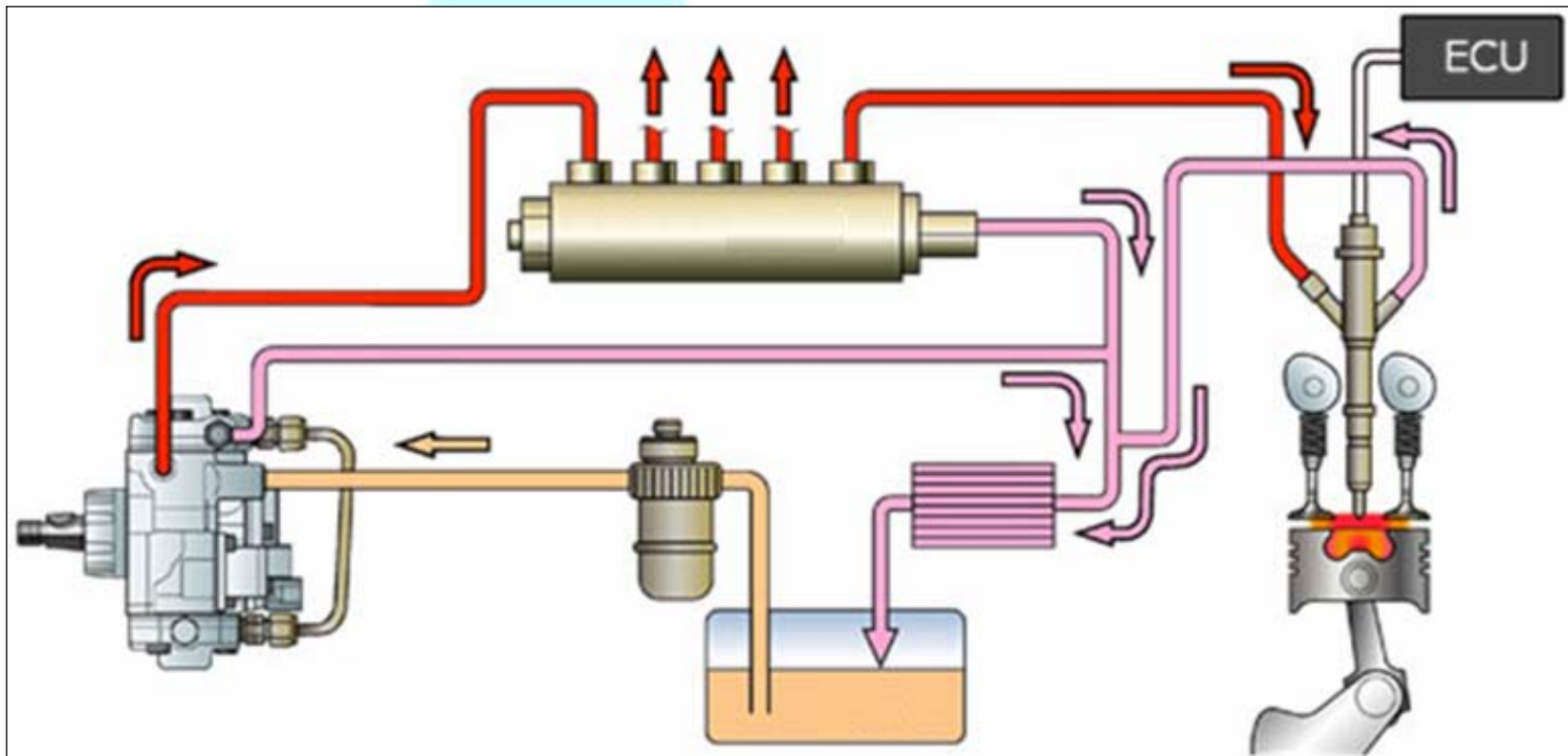
Γενική περιγραφή του συστήματος.



Σύστημα Bosch.



Γενική περιγραφή του συστήματος.



Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου Common – Rail χωρίζεται σε δύο υποσυστήματα ως προς κυκλοφορία του καυσίμου:

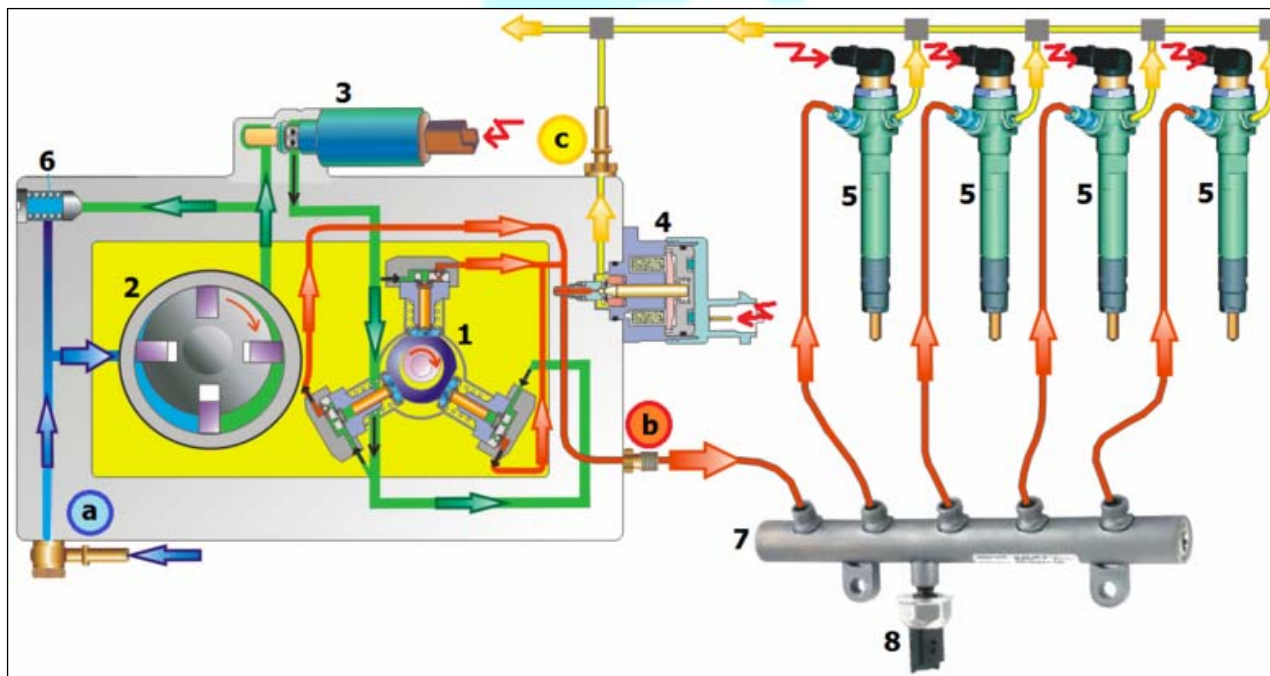
- στο υποσύστημα καυσίμου **χαμηλής πίεσης** και 
- στο υποσύστημα καυσίμου **υψηλής πίεσης**. 

Υπάρχει ακόμα, όπως σχεδόν σε όλους τους κινητήρες Diesel, κύκλωμα **επιστροφών** καυσίμου. 

Σύστημα Denso – Toyota D4-D.



Γενική περιγραφή του συστήματος.



1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Αντλία τροφοδοσίας – βοηθητική
3. Βαλβίδα εισαγωγής – δοσολογίας καυσίμου
4. Βαλβίδα ελέγχου πίεσης
5. Μπεκ
6. Βαλβίδα ασφαλείας < 6 bar
7. Φλογέρα – rail
8. Αισθητήρας πίεσης

- πίεση 150 – 1800 bar
- πίεση 2,5 – 6 bar
- πίεση - 0.5 / - 1.5 bar
- πίεση max 1 bar

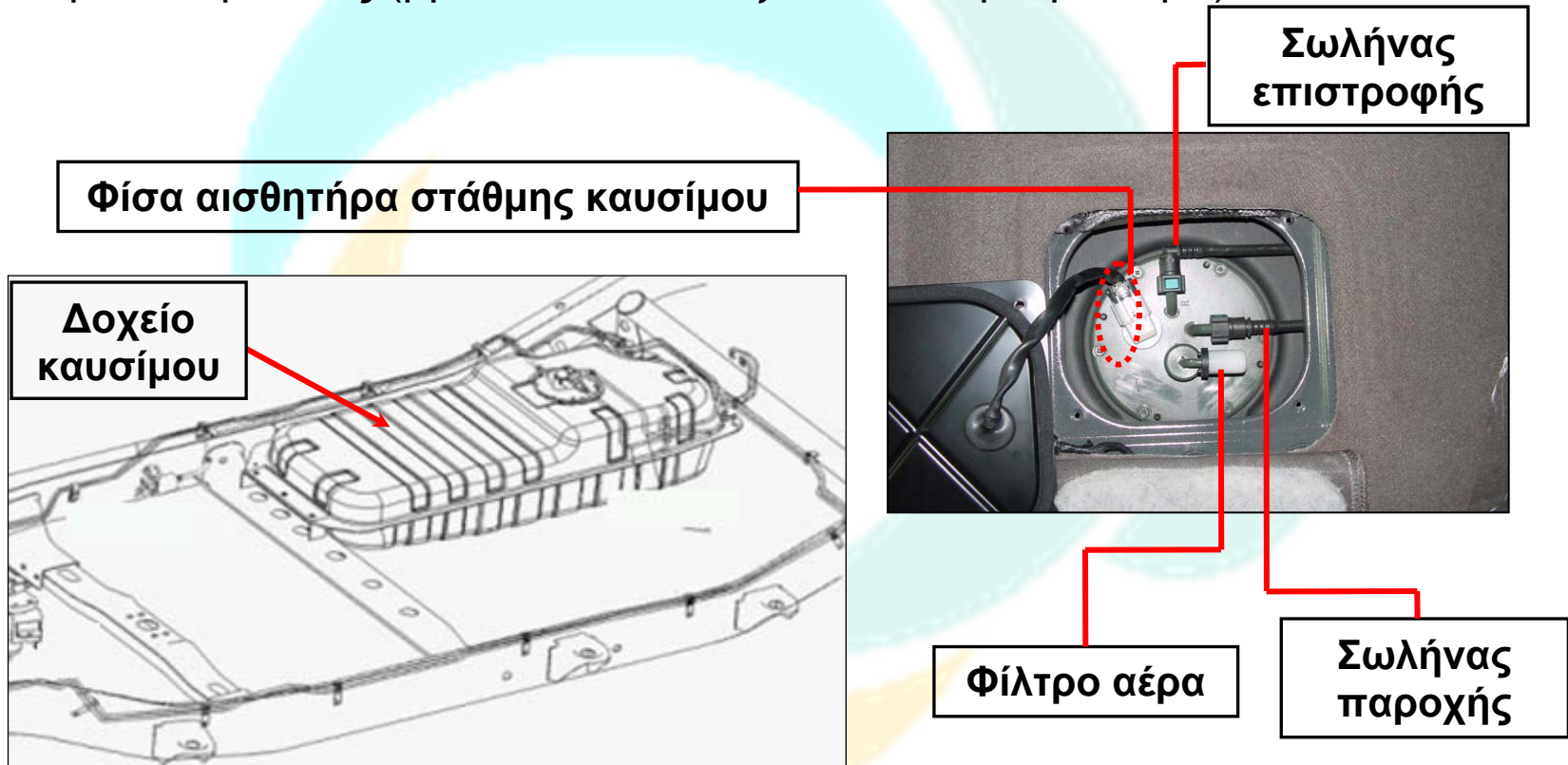
- a Από το φίλτρο καυσίμου
- b Έξοδος προς το rail
- c Επιστροφές καυσίμου

siemens II & III



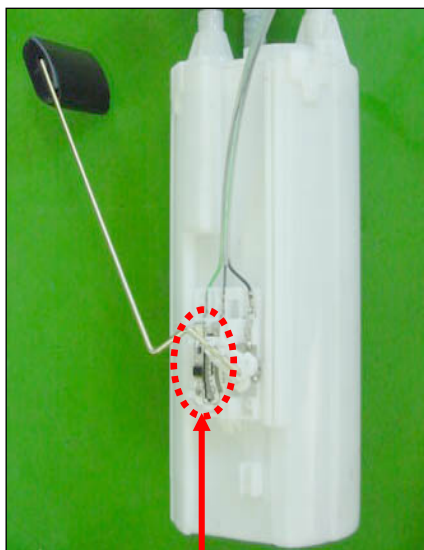
Κύκλωμα χαμηλής πίεσης – Δεξαμενή καυσίμου.

- Το δοχείο καυσίμου είναι τοποθετημένο στο πάτωμα κάτω από τις πίσω θέσεις
- Χωρητικότητα του δοχείου είναι ... lt
- Βαλβίδα αδρανείας (βρίσκεται κάτω δεξιά από το φίλτρο αέρα)





Κύκλωμα χαμηλής πίεσης – Αισθητήρας στάθμης καυσίμου.



Σημείο επαφής
λυχνίας χαμηλής
στάθμης

- Αισθητήρας στάθμης καυσίμου: Μεταδίδει την ένδειξη στάθμης καυσίμου στον πίνακα οργάνων μέσω περιστρεφόμενου ποντεσιόμετρου
- Λυχνία ένδειξης χαμηλής στάθμης καυσίμου: Ίδια λειτουργία όπως και για την ένδειξη στάθμης.

Μόλις το φλοτέρ φθάσει στο σημείο ένδειξης χαμηλής στάθμης και παραμείνει για διάστημα 60 ± 20 δευτερολέπτων, η λυχνία χαμηλής στάθμης θα ανάψει.

✧ Τιμές αντίστασης ανάλογα με την θέση του φλοτέρ

Θέση φλοτέρ	Επάνω	3/4	1/2	Αναμμένη λυχνία	Άδειο
Τιμή αντίστασης (Ω)	3 ± 1	18.5 ± 1	32.5 ± 1.5	83 ± 2	110 ± 2
Στάθμη δοχείου (ℓ)	72	54	36	12	8

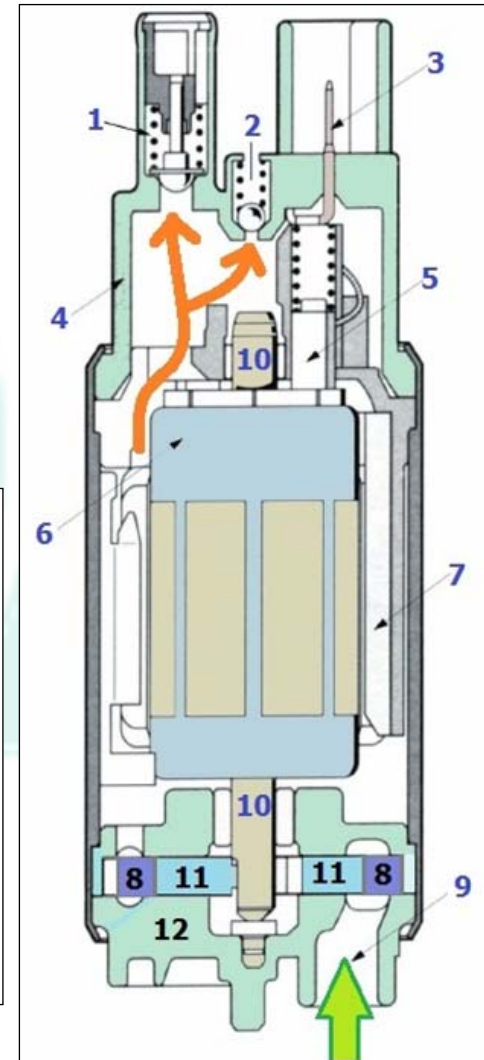
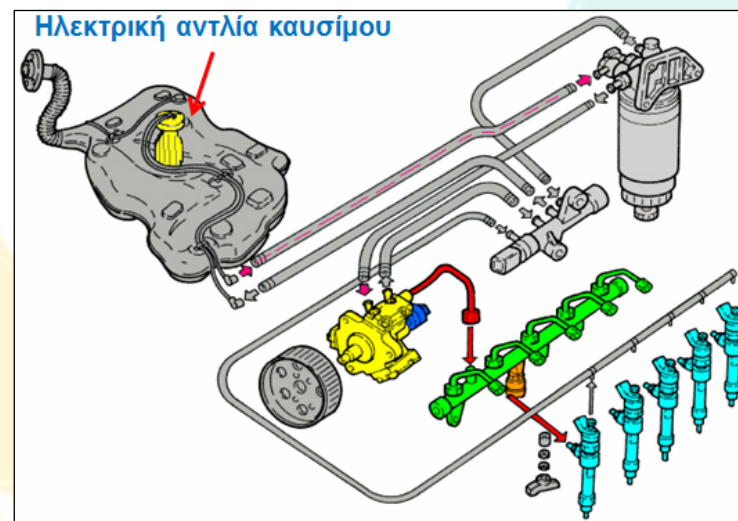


Κύκλωμα χαμηλής πίεσης – Βοηθητική αντλία καυσίμου.

Σκοπός: η συνεχής παροχή καυσίμου στην αντλία υψηλής πίεσης σε κάθε κατάσταση λειτουργίας στην σωστή πίεση, αλλά και η διακοπή σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Είδη: α) ηλεκτρική, (εξωτερικά στο κύκλωμα – common rail I ή εσωτερικά στη δεξαμενή καυσίμου – common rail II)
β) μηχανική (ενσωματωμένη στη αντλία υψηλής πίεσης)

Αποτελείται από ένα ηλεκτρικό μοτέρ που κινεί μία αντλία που αναρροφά καύσιμο από το ρεζερβουάρ. Η αντλία ψύχεται από το καύσιμο. Στην έξοδό της υπάρχει μία ανεπίστροφη βαλβίδα.

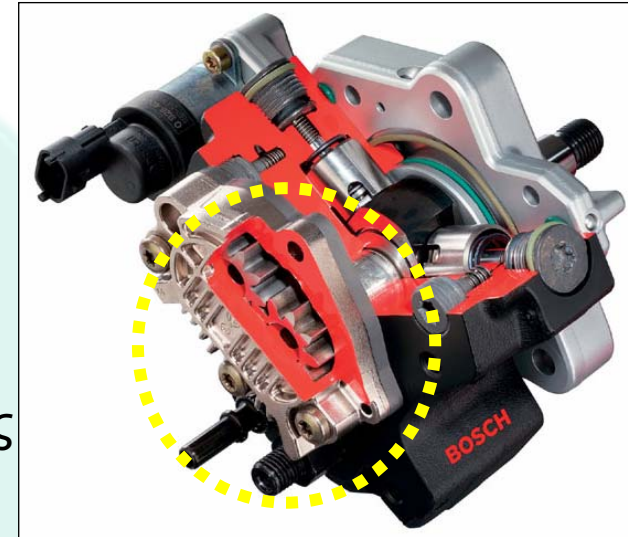




Κύκλωμα χαμηλής πίεσης.

Βοηθητική αντλία καυσίμου – Μηχανική με γρανάζια.

- **Κύρια λειτουργία:** Τροφοδοτεί με καύσιμο την αντλία υψηλής πίεσης
- **Τύπος:** Μηχανική αντλία, με γρανάζια, ενσωματωμένη με την αντλία υψηλής πίεσης και με κοινή μετάδοση κίνησης.
- **Κύρια χαρακτηριστικά:**
 - ① Η παροχή καυσίμου είναι πρακτικά ανάλογη με τις στροφές του κινητήρα



Πίεση:

Κατά την εκκίνηση: 0,4 – 1,5 bar
Στο ρελαντί: 2,0 – 2,5 bar
Μέγιστη πίεση: $3,5 \pm 0,5$ bar

**Θέση βοηθητικής
αντλία καυσίμου**





Κύκλωμα χαμηλής πίεσης.

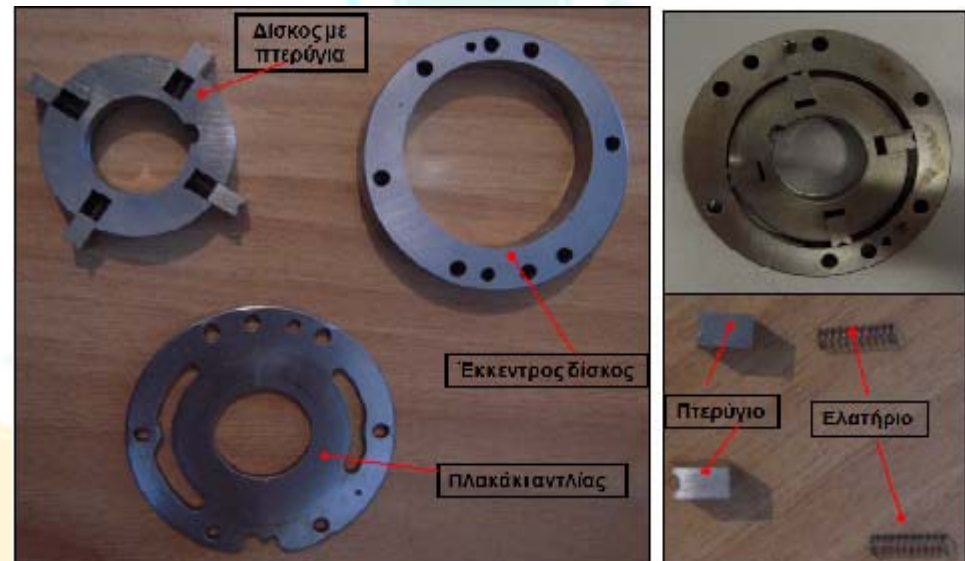
Βοηθητική αντλία καυσίμου – Μηχανική με λοβούς ή με πτερύγια.



- **Κύρια λειτουργία:**
Τροφοδοτεί με καύσιμο την αντλία υψηλής πίεσης
- **Τύπος:** Μηχανική αντλία, με λοβούς ή με πτερύγια, ενσωματωμένη με την αντλία υψηλής πίεσης και με κοινή μετάδοση κίνησης.

• Κύρια χαρακτηριστικά:

- ① Η παροχή καυσίμου είναι πρακτικά ανάλογη με τις στροφές του κινητήρα



Αντλία με πτερύγια



Κύκλωμα χαμηλής πίεσης – Φίλτρο καυσίμου.

- Οι απαιτήσεις του συστήματος Common rail για πετρέλαιο καλής ποιότητας είναι περισσότερο αναγκαίες σε σχέση με τα παλαιότερα συστήματα πετρελαιοκινητήρων.
- Νερό και βρωμιές στο πετρέλαιο ιδιαίτερα σε χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες έχουν ως αποτέλεσμα το βούλωμα του φίλτρου καυσίμου, την διάβρωση του κυκλώματος, την χαμηλή πίεση στο κύκλωμα τροφοδοσίας καυσίμου που επιφέρει κακή λίπανση της αντλίας υψηλής πίεσης.
- Για την μερική πρόβλεψη αυτών των προβλημάτων, τοποθετείται θερμαντικό στοιχείο καυσίμου και υδατοπαγίδα.



Προειδοποιητική Λυχνία
Διαχωριστήρα Νερού



- ① Κυρίως φίλτρο
- ② Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου
- ③ Αισθητήρας υδατοπαγίδας
- ④ Θερμαντικό στοιχείο καυσίμου
- ⑤ Αντλία εξαέρωσης



Κύκλωμα χαμηλής πίεσης – Αισθητήρας θερμοκρασίας πετρελαίου.

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας πετρελαίου βρίσκεται πάνω στο φίλτρο ή στη γραμμή τροφοδοσίας καυσίμου.

Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία καυσίμου, (συνήθως λόγω συνθηκών περιβάλλοντος και μηχανοστασίου) ο εγκέφαλος (EDC) θα μεταβάλλει το χρόνο και την ποσότητα ψεκασμού και την ίδια στιγμή θα ρυθμίσει τις λειτουργικές παραμέτρους της βαλβίδας ελέγχου πίεσης της φλογέρας.

Αν όμως η θερμοκρασία του καυσίμου είναι χαμηλή, θα ενεργοποιηθεί η αντίσταση του θερμαντήρα.

➤ Θερμοκρασία λειτουργίας :

on : κάτω από -5°C ($-5 \pm 3^{\circ}\text{C}$)

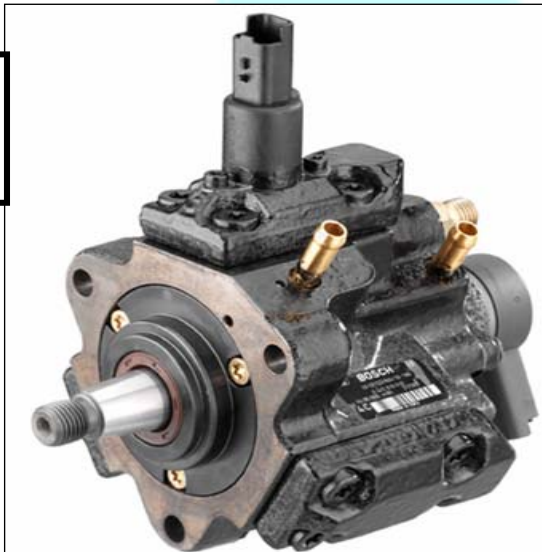
off : πάνω από 3°C ($3 \pm 3^{\circ}\text{C}$)



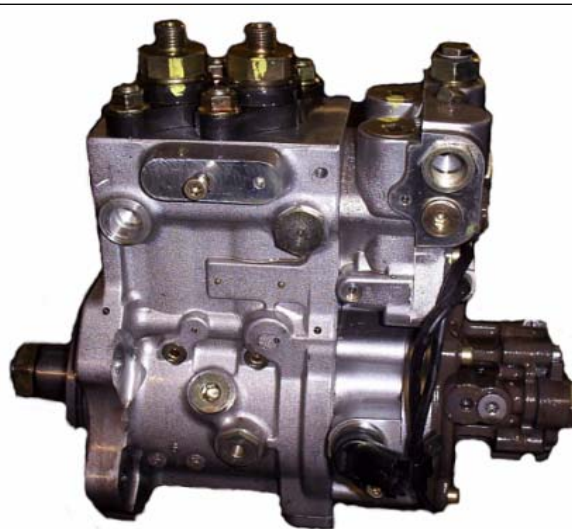


Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Αντλία καυσίμου.

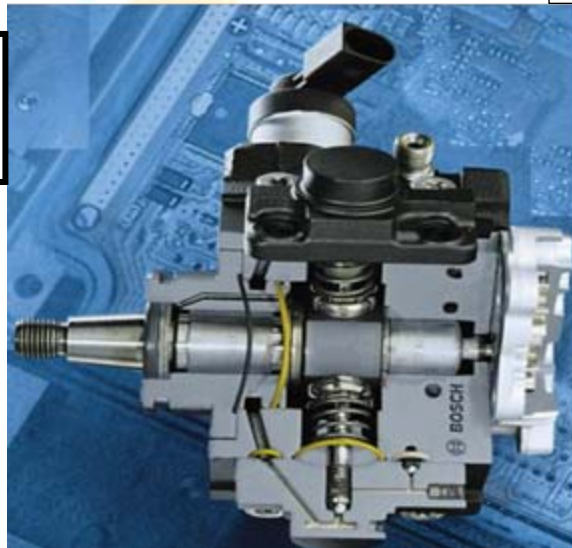
**Bosch
CP 1**



**Bosch
CP 2**



**Bosch
CP 3**



**Bosch
CP 4**





Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Αντλία καυσίμου.

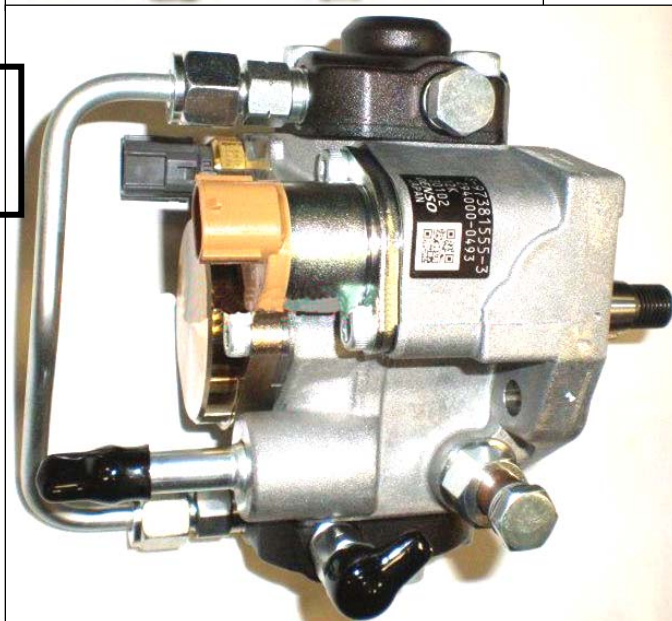
**Denso
HP 1**



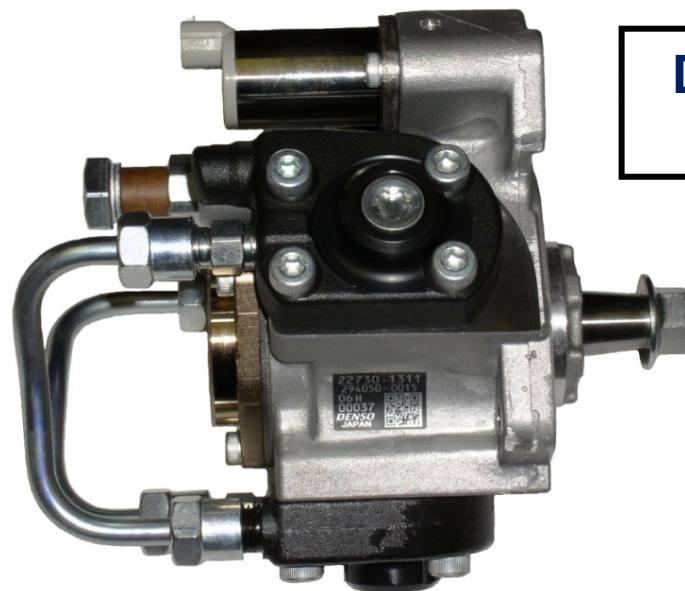
**Denso
HP 2**



**Denso
HP 3**

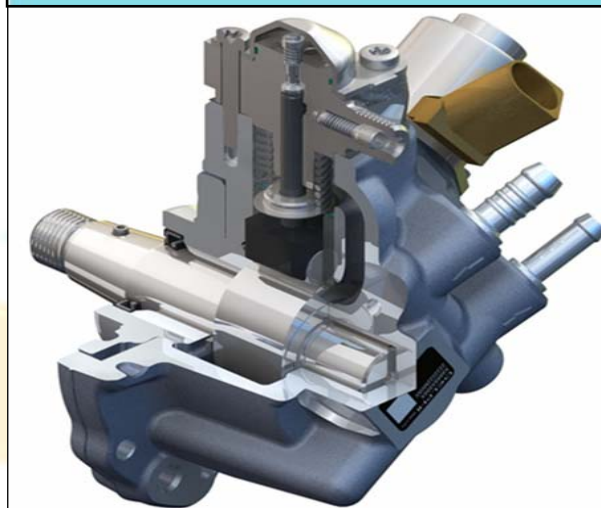
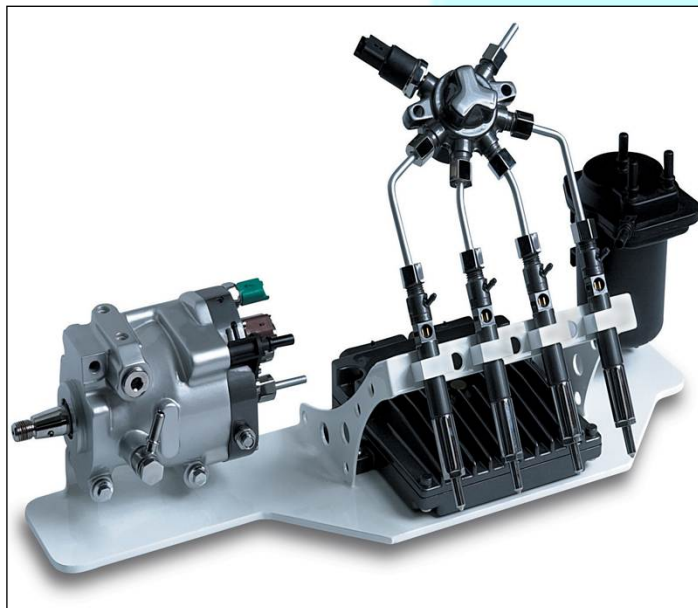


**Denso
HP 4**





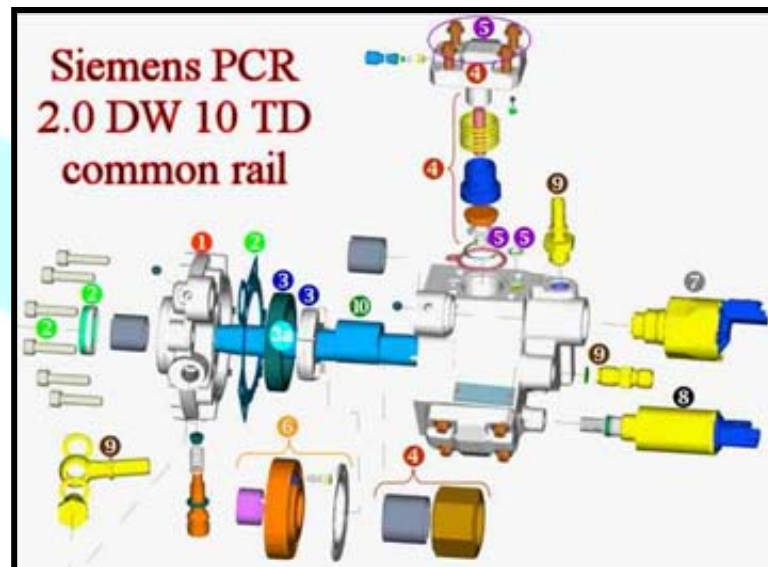
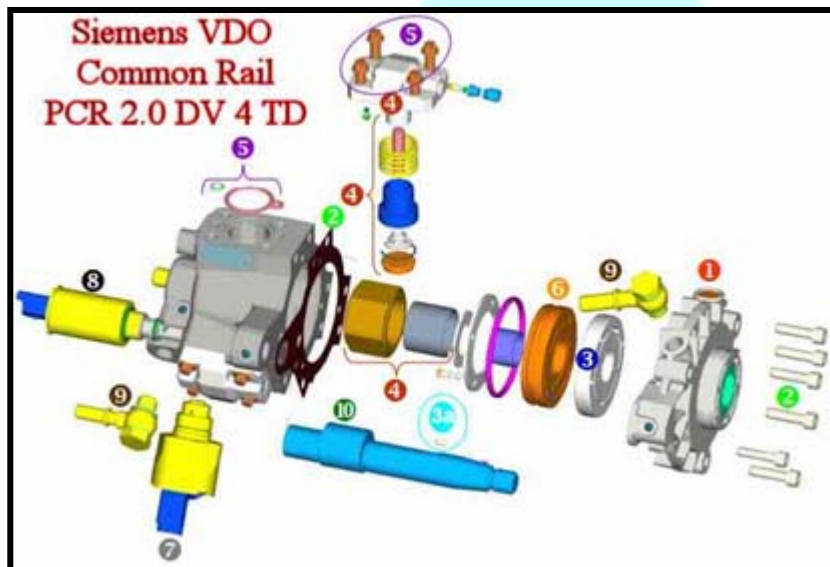
Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Αντλία καυσίμου.



Delphi DFP6



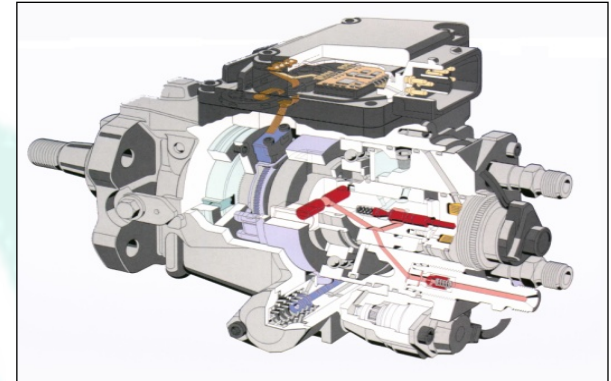
Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Αντλία καυσίμου.





Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Αντλία καυσίμου.

Το κύριο ελάττωμα της αντλίας περιστρεφόμενου εμβόλου είναι αυτό της μέγιστης πίεσης που μπορεί να επιτευχθεί λόγω του περιορισμένου αριθμού στροφών με τις οποίες μπορεί να περιστραφεί. Με το σύστημα Common Rail είναι δυνατόν να αυξηθεί η πίεση καυσίμου στα



1350 bar αυξάνοντας ταυτόχρονα την ταχύτητα μεταφοράς. Η υψηλή πίεση δεν εξασφαλίζει μόνο τον γρήγορο ψεκασμό αλλά επιτρέπει και τον προ-ψεκασμό κάποιας ποσότητας πριν τη φάση καύσης με προφανή πλεονεκτήματα.

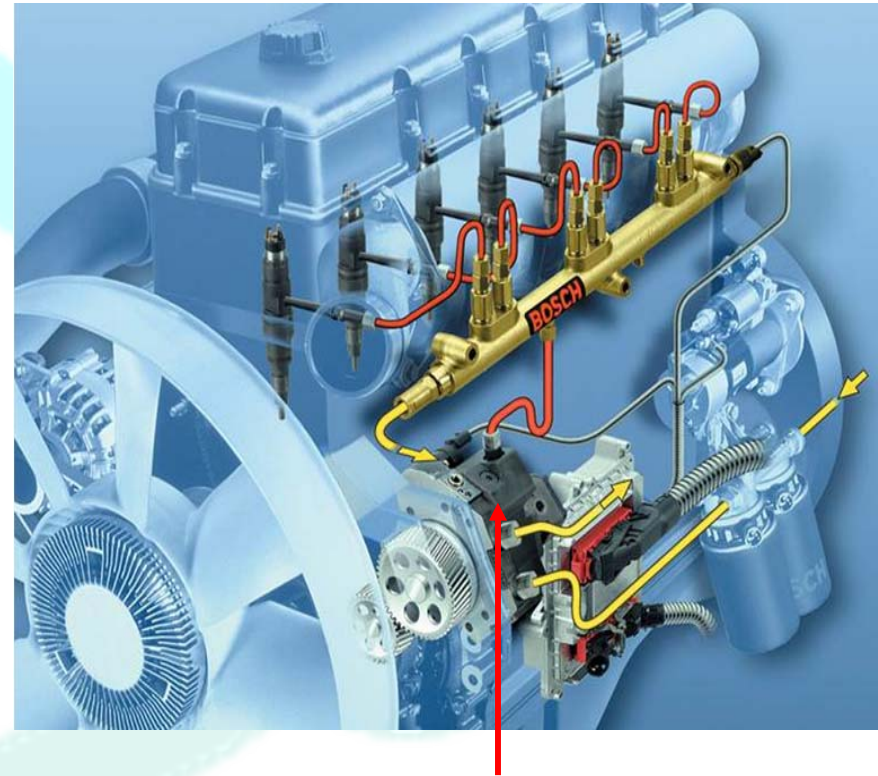
Όσο μεγαλύτερη η πίεση ψεκασμού, τόσο υψηλότερη και η θερμοδυναμική απόδοση. Γι' αυτό οι πετρελαιοκινητήρες άμεσου ψεκασμού είναι θερμοδυναμικά οι πιο αποδοτικοί από τους υπόλοιπους κινητήρες εσωτερικής καύσης.



Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Περιγραφή αντλίας καυσίμου.

Η αντλία υψηλής πίεσης βρίσκεται τοποθετημένη κατά προτίμηση στο ίδιο σημείο του κινητήρα όπως η συμβατική αντλία τύπου διανομέα. Παίρνει κίνηση από τον κινητήρα (στις μισές στροφές του κινητήρα, αλλά κατά μέγιστο 3000 rpm ή έμμεσα από τον εκκεντροφόρο άξονα με σχέση μετάδοσης περίπου 1,3:1) μέσω ενός συνδέσμου.

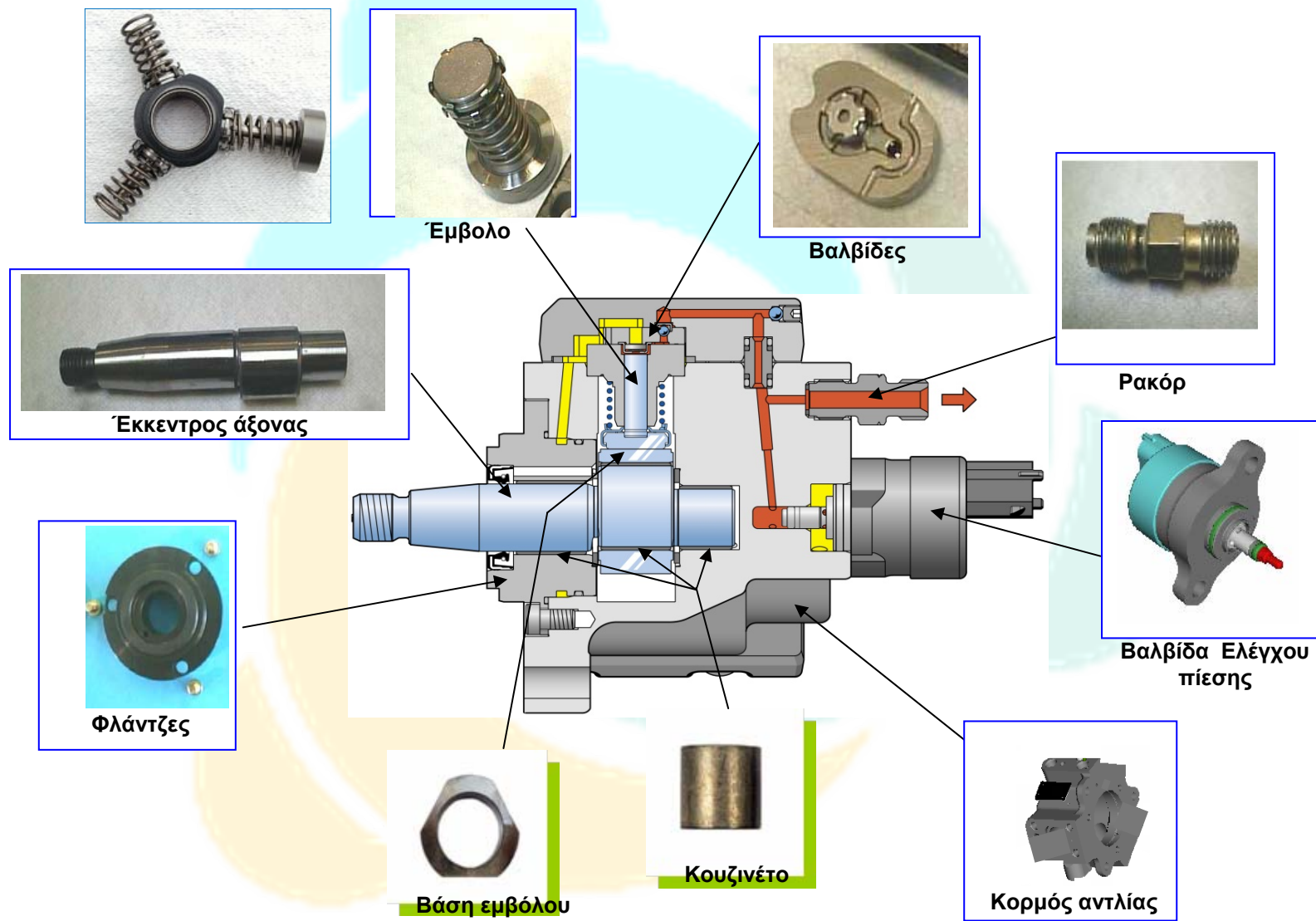
Η αντλία υψηλής πίεσης δημιουργεί την απαιτούμενη υψηλή πίεση ψεκασμού για όλες τις συνθήκες λειτουργίας. Ψύχεται δε και λιπαίνεται από το ίδιο το καύσιμο. Το καύσιμο οδηγείται στο θάλαμο εισαγωγής της αντλίας υψηλής πίεσης από τη βοηθητική αντλία μέσω μιας ανεπίστροφης βαλβίδας.



Αντλία υψηλής πίεσης

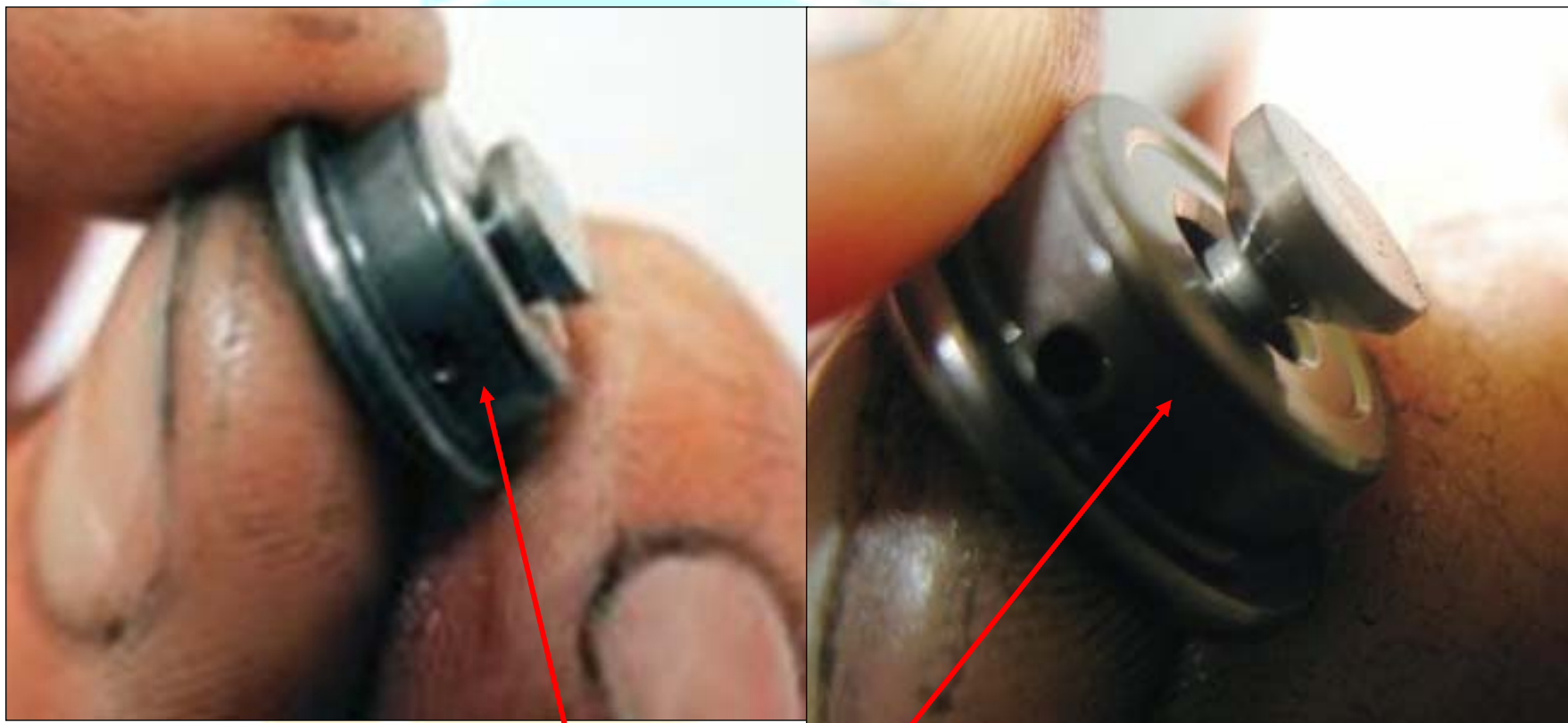


Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Μέρη / εξαρτήματα αντλίας καυσίμου.





Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Μέρη / εξαρτήματα αντλίας καυσίμου.



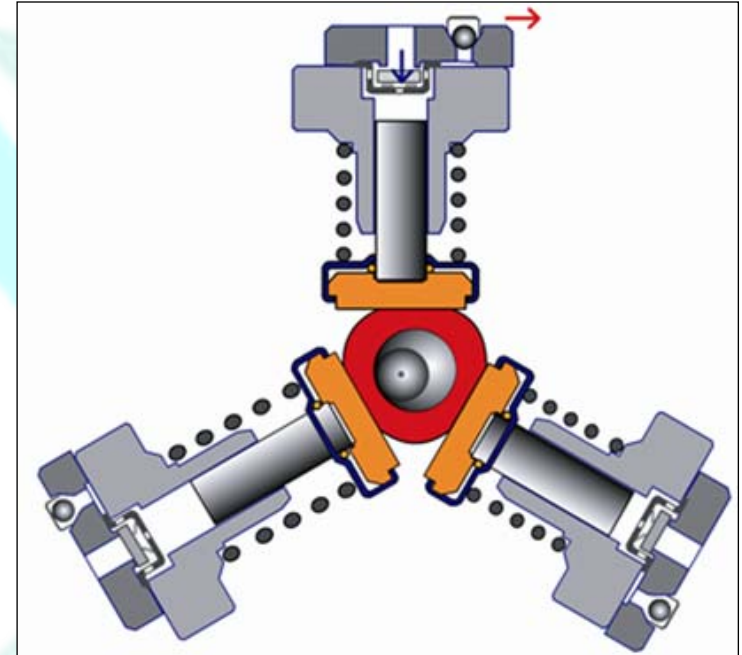
Βαλβίδα εισαγωγής καυσίμου



Κύκλωμα υψηλής πίεσης.

Λειτουργία αντλίας καυσίμου – Πλευρά υψηλής πίεσης.

Στο εσωτερικό της αντλίας το καύσιμο συμπιέζεται από τρία έμβολα αντλίας σε ακτινική διάταξη τα οποία βρίσκονται σε γωνία 120° μεταξύ τους. Επειδή σε κάθε περιστροφή λαμβάνουν χώρα τρεις διαδρομές παροχής, δημιουργούνται μόνον μικρές κορυφώσεις της ροπής της μετάδοσης κίνησης κι έτσι η καταπόνηση της μετάδοσης κίνησης της αντλίας παραμένει ομοιόμορφη. Η ισχύς που απαιτείται για να μεταδοθεί η κίνηση στην αντλία μεταβάλλεται σε σχέση με την πίεση που δημιουργείται στον συσσωρευτή πίεσης και σε σχέση με τις στροφές της αντλίας (ποσότητα παροχής).



Λειτουργία αντλίας καυσίμου

Για έναν κινητήρα 2 λίτρων που περιστρέφεται στις ονομαστικές του στροφές και με καθορισμένη πίεση των 1.350 bar μέσα στον συσσωρευτή πίεσης, η αντλία υψηλής πίεσης απαιτεί 3,8 kW με την προϋπόθεση ότι η μηχανική αποτελεσματικότητα είναι περίπου 90%.



Κύκλωμα υψηλής πίεσης.

Λειτουργία αντλίας καυσίμου – Αναρρόφηση & προώθηση καυσίμου.

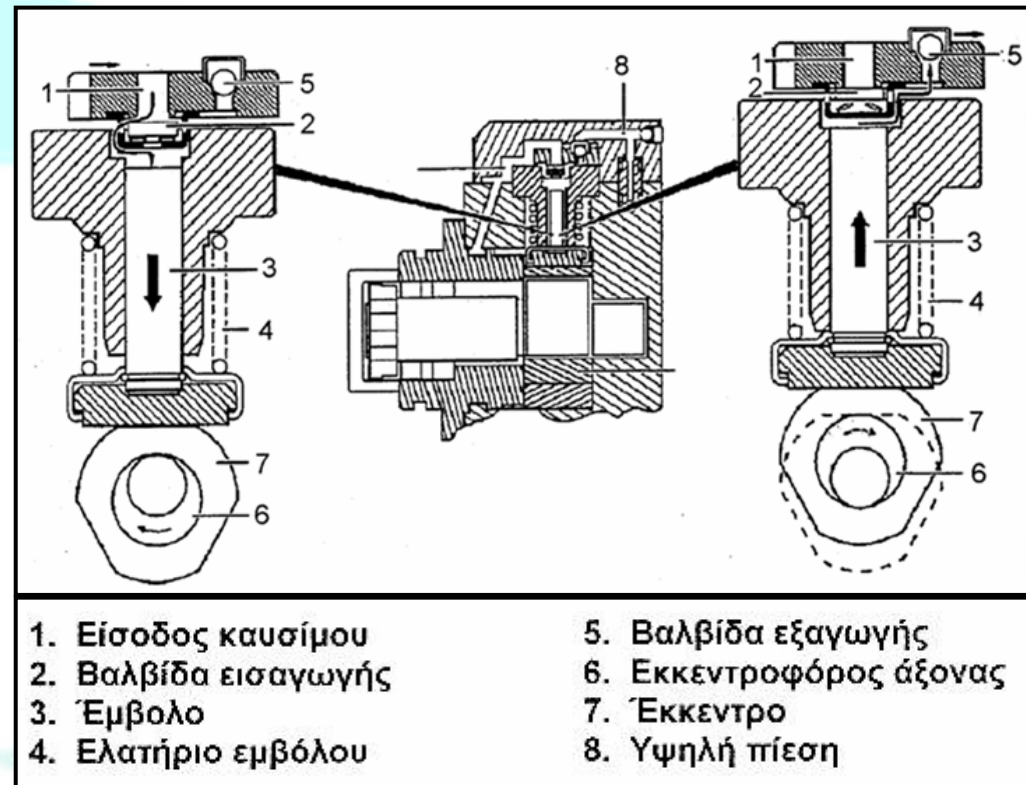
Αναρρόφηση εικόνα Α

Το κατεβασμένο έκκεντρο (7) κινεί τα έμβολα (3) προς τα κάτω, από την δύναμη του ελατηρίου (4). Η πίεση εισόδου καυσίμου (1) περίπου 2,5 bar, ανοίγει την κλεισμένη από ελατήριο βαλβίδα εισαγωγής (2) και το καύσιμο ρέει στον κύλινδρο.

Προώθηση εικόνα Β

Η προς τα πάνω κίνηση του έκκεντρου (7) κινεί το έμβολο (3) προς τα πάνω προς την δύναμη του ελατηρίου (4).

Η παραγόμενη πίεση κλείνει την βαλβίδα εισαγωγής (2). Όταν η πίεση στον κύλινδρο υπερβεί την πίεση του κυκλώματος υψηλής πίεσης (8), ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και προωθείται το καύσιμο.





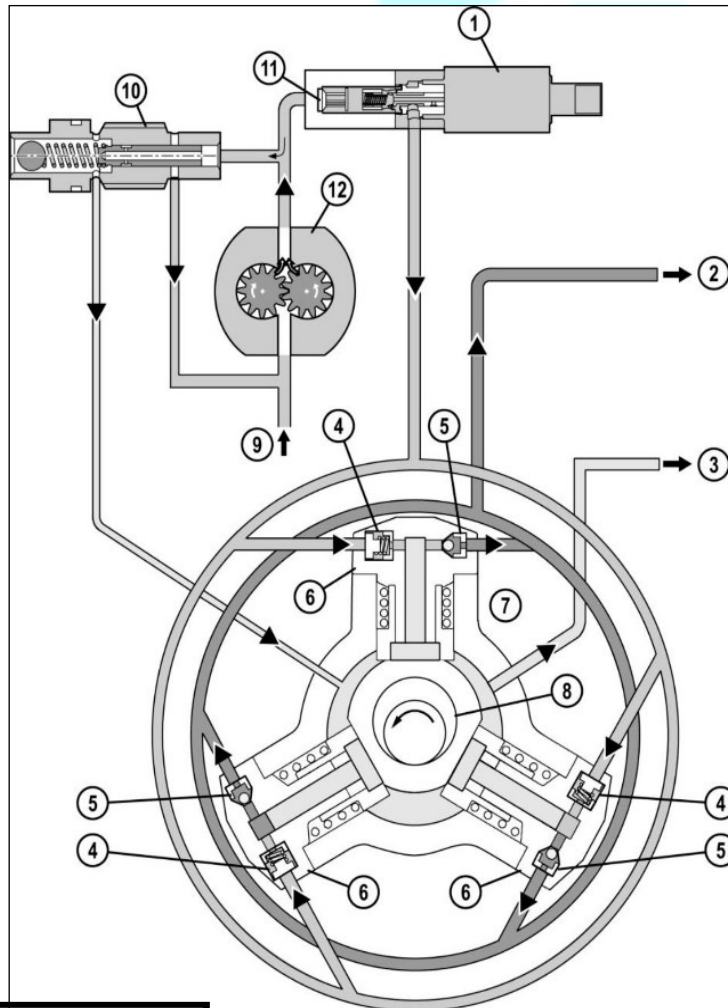
Λειτουργία αντλίας υψηλής πίεσης CP – 1 (Common rail Pump – 1)



ΑΝΤΛΙΑ COMMON RAIL CP 1.mpg



Κύκλωμα υψηλής πίεσης. Λειτουργία αντλίας καυσίμου – Πλευρά υψηλής πίεσης.

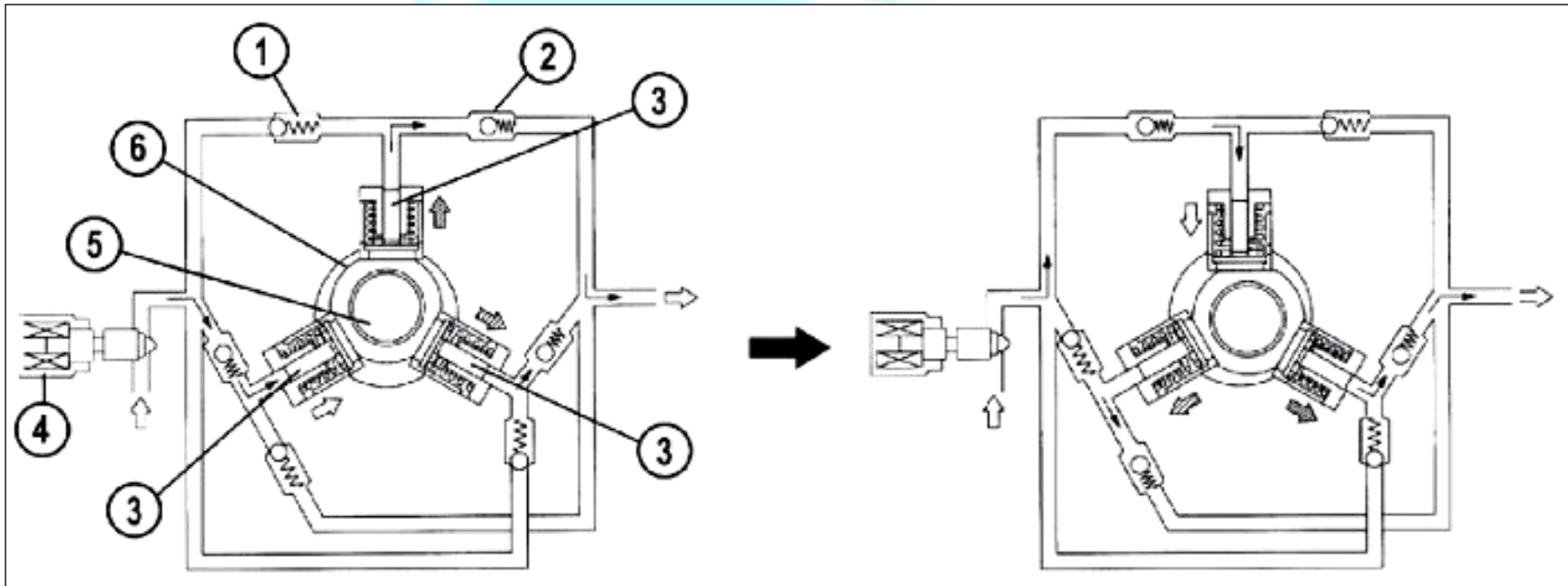


1. Βαλβίδα δΟΣΟΛΟΓΙΑΣ
2. Έξοδος καυσίμου προς το συσσωρευτή πίεσης – rail
3. Επιστροφή καυσίμου - Έξοδος καυσίμου προς την δεξαμενή
4. Βαλβίδα εισαγωγής
5. Βαλβίδα εξαγωγής
6. Κεφαλή αντλίας
7. Αντλία υψηλής πίεσης
8. Έκκεντρος άξονας
9. Είσοδος καυσίμου από την δεξαμενή
10. Βαλβίδα ελέγχου πίεσης & βαλβίδα ασφαλείας
11. Φίλτρο
12. Αντλία τροφοδοσίας – βοηθητική

Bosch CP



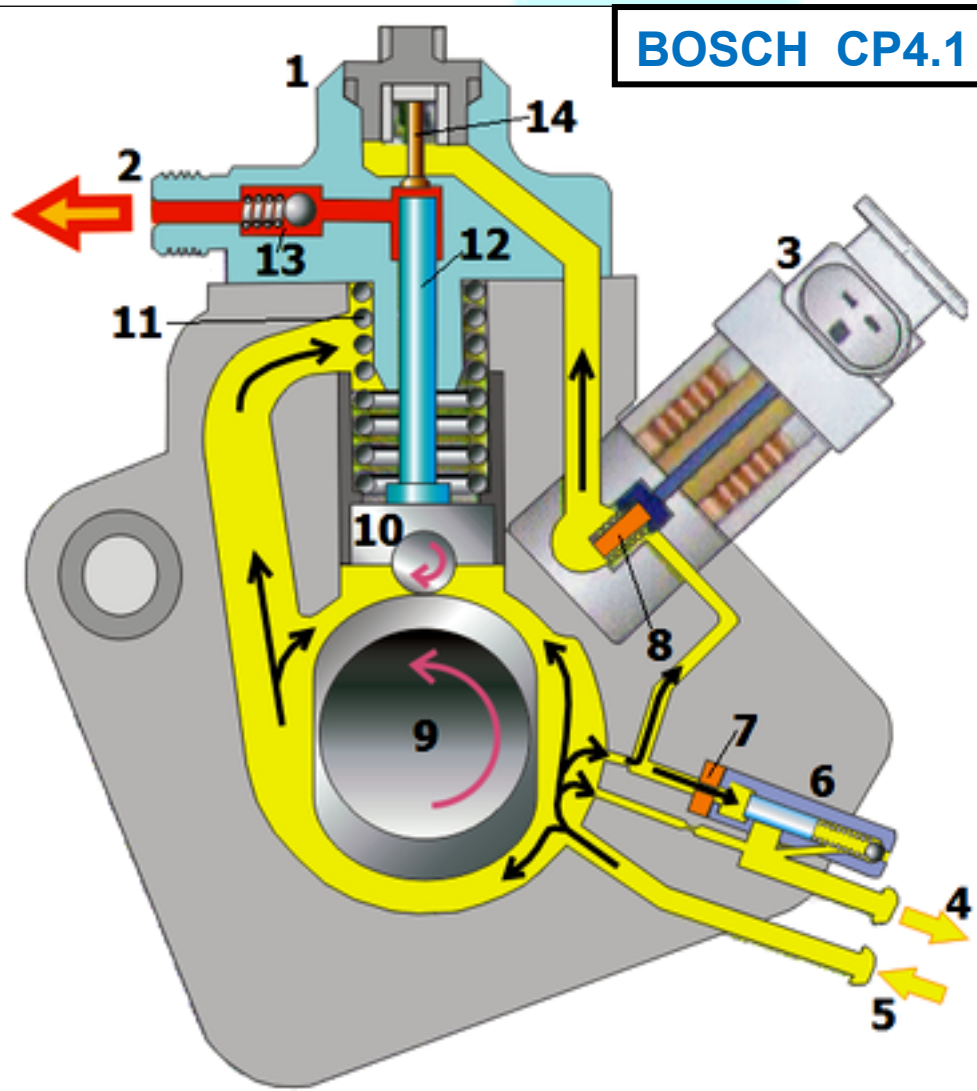
Κύκλωμα υψηλής πίεσης. Λειτουργία αντλίας καυσίμου – Πλευρά υψηλής πίεσης.



1. Βαλβίδα εισαγωγής 2. Βαλβίδα εξαγωγής 3. Έμβολο αντλίας
4. Βαλβίδα ελέγχου εισαγωγής – δοσολογίας καυσίμου 5. Έκκεντρος άξονας

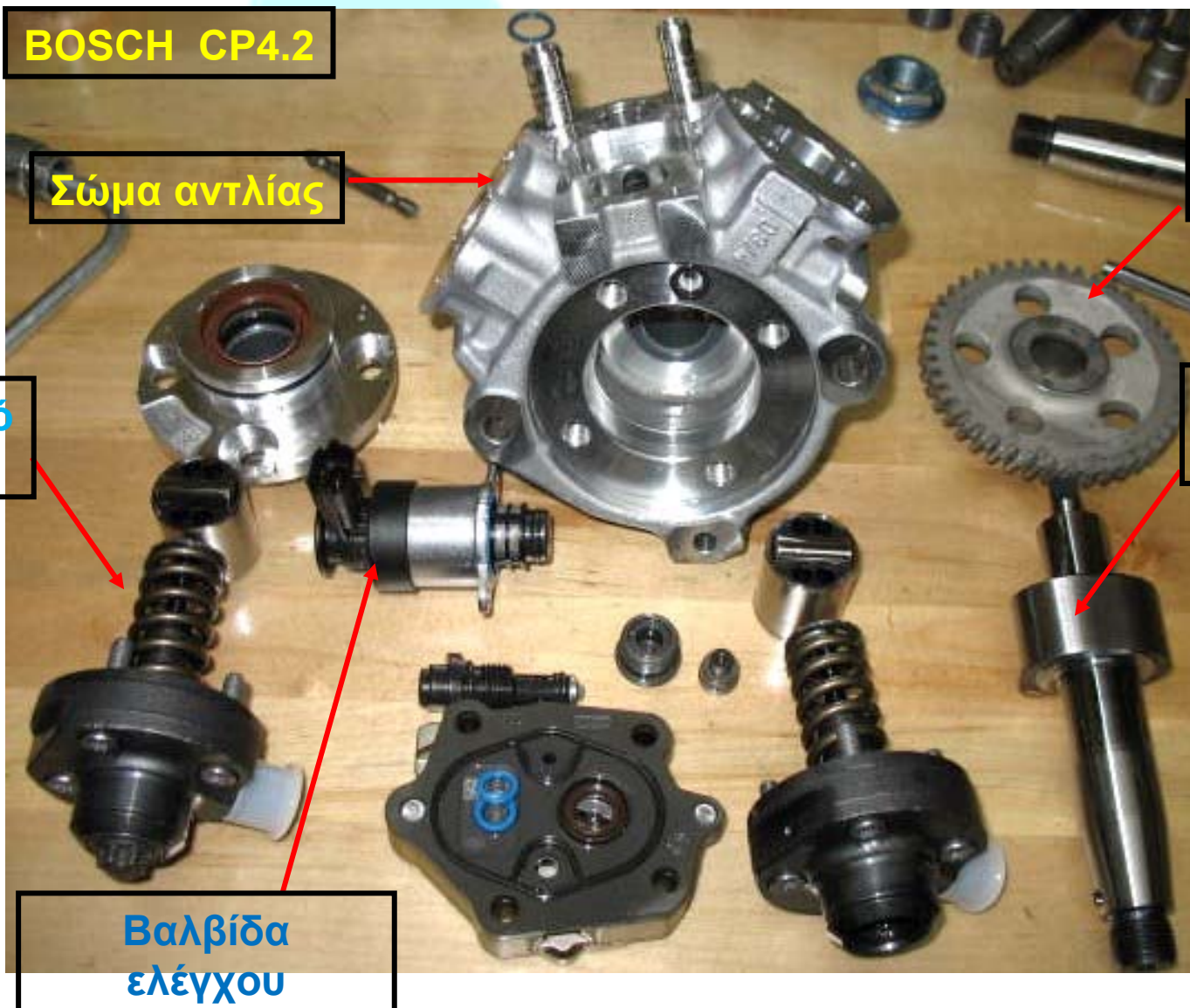


Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Μέρη / εξαρτήματα αντλίας καυσίμου.





Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Μέρη / εξαρτήματα αντλίας καυσίμου.



BOSCH CP4.2

Σώμα αντλίας

**Γρανάζι
κίνησης**

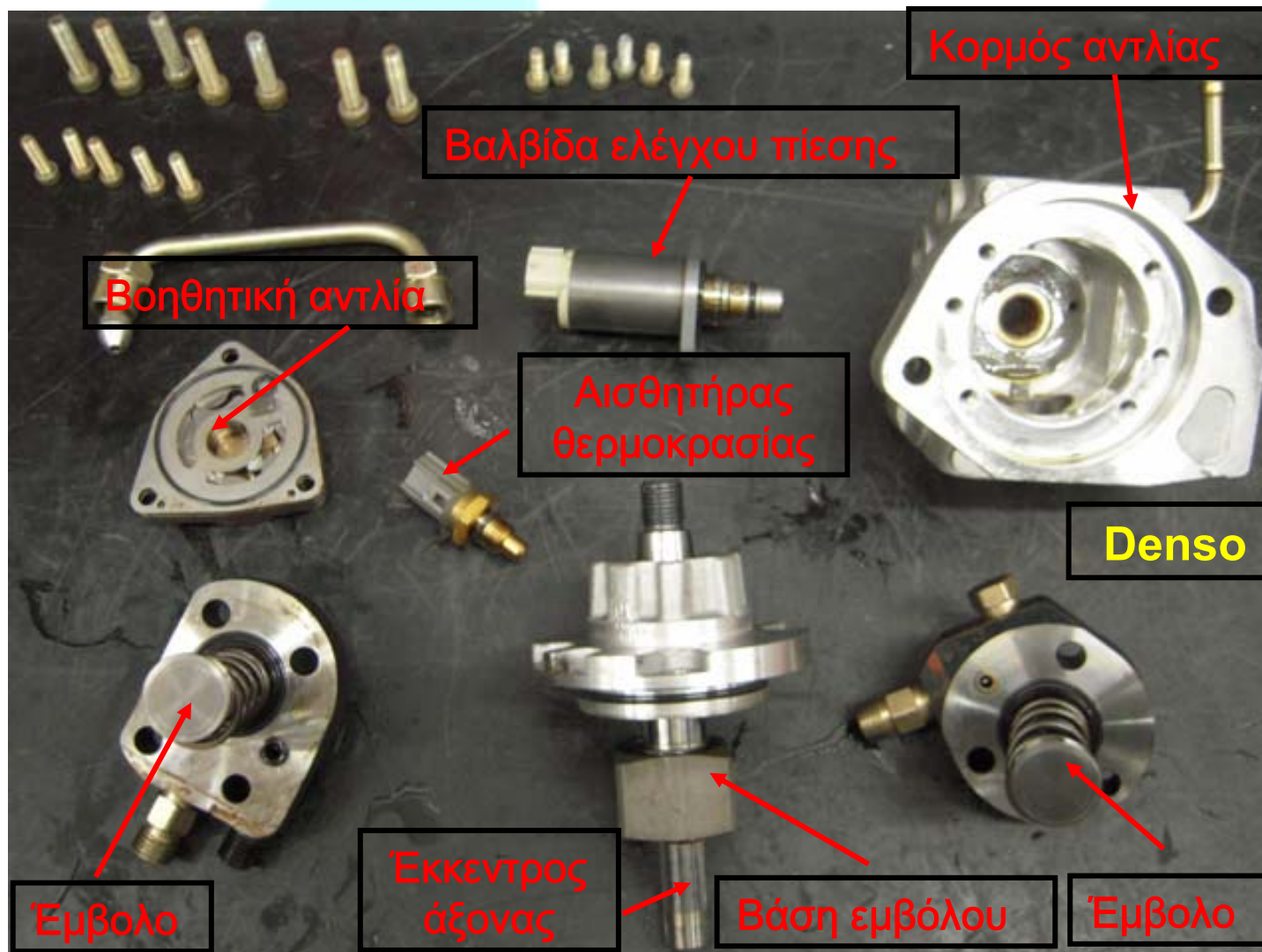
**Αντλητικό
στοιχείο**

**Έκκεντρο
ς άξονας**

**Βαλβίδα
ελέγχου**



Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Μέρη / εξαρτήματα αντλίας καυσίμου.

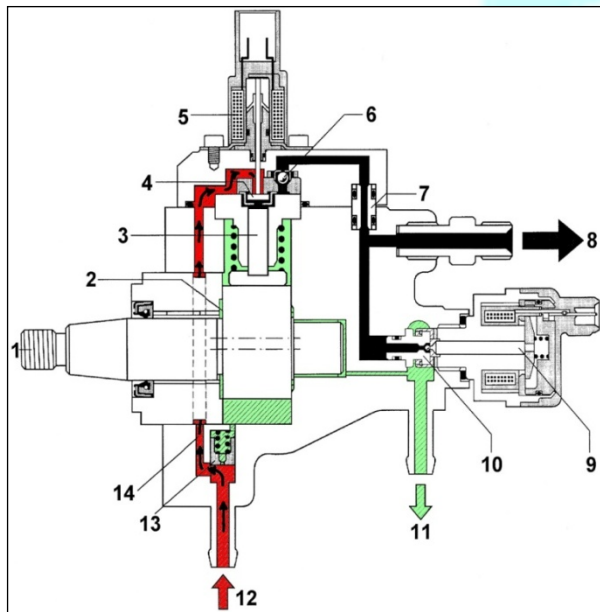




Κύκλωμα υψηλής πίεσης – Βαλβίδα διακοπής κυλίνδρου.

Βαλβίδα EAV (βαλβίδα διακοπής κυλίνδρου):

Όταν μειωθεί το φορτίο του κινητήρα δημιουργείται η ανάγκη να μειωθεί η πίεση εξόδου της αντλίας. Τότε ένας από τους 3 κυλίνδρους της αντλίας παύει να λειτουργεί, έχουμε περιορισμό του καυσίμου που αποστέλλεται στο rail. Η διακοπή περιλαμβάνει τη βαλβίδα αναρρόφησης μόνιμα ανοικτή. Όταν ενεργοποιείται η μαγνητική βαλβίδα διακοπής κυλίνδρου EAV τότε η βαλβίδα κρατιέται ανοικτή και έτσι το καύσιμο δεν μπορεί να συμπιεστεί. Έτσι αυτός ο θάλαμος δεν δημιουργεί πίεση και η αντλία στο σύνολό της απαιτεί χαμηλότερη ροπή στρέψης. (Χρησιμοποιήθηκε από την Mercedes μέχρι το 2000)



- 1 = Άξονας
- 2 = Εκκεντρο
- 3 = Έμβολο
- 4 = Βαλβίδα αναρρόφησης
- 5 = Βαλβίδα διακοπής κυλίνδρου
- 6 = Βαλβίδα εξόδου
- 7 = Φλάντζες
- 8 = Σύνδεση προς φανογόνο (rail)
- 9 = Σύνδεση προς φανογόνο (rail)
- 10 = Σύνδεση προς φανογόνο (rail)
- 11 = Επιστροφή καυσίμου
- 12 = Εισαγωγή καυσίμου
- 13 = Βαλβίδα ασφάλειας
- 14 = Κανάλι καυσίμου χαμηλής πίεσης

Η βαλβίδα διακοπής κυλίνδρου ενεργοποιείται με σήμα ON/OFF περίπου 0,5 A

- 11 = Επιστροφή καυσίμου
- 12 = Εισαγωγή καυσίμου
- 13 = Βαλβίδα ασφάλειας
- 14 = Κανάλι καυσίμου χαμηλής πίεσης

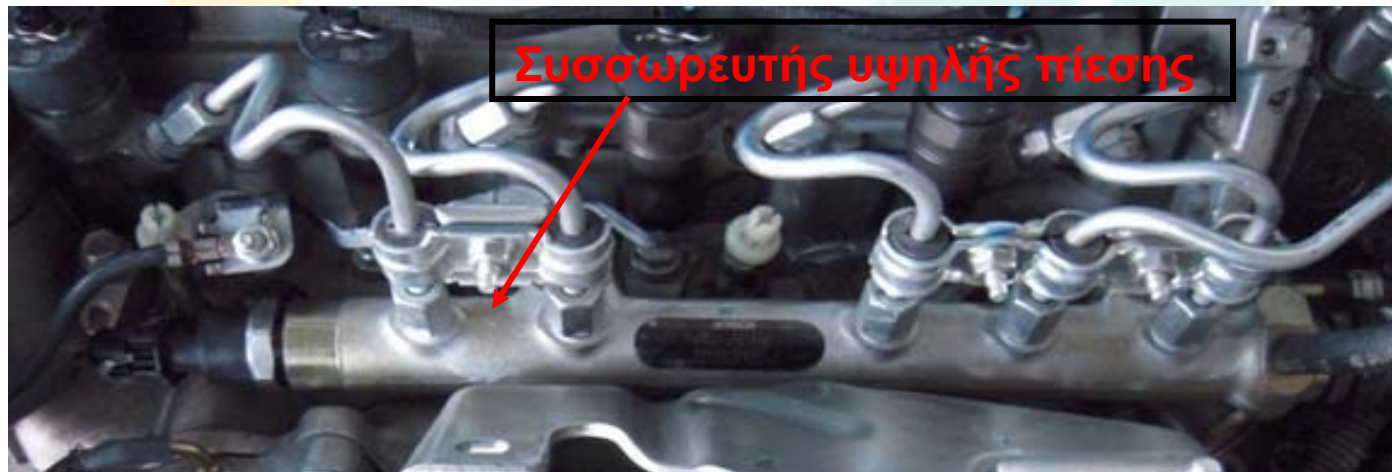


Μέρη & λειτουργία Common Rail – Συσσωρευτής υψηλής πίεσης.

Το καύσιμο «περνάει» από την αντλία υψηλής πίεσης η οποία το στέλνει στον συσσωρευτή υψηλής πίεσης (φλογέρα – rail) και αυξάνει την πίεση στα 1.350 bar. Ο συσσωρευτής υψηλής πίεσης είναι ένας, συνήθως, ατσάλινος σωλήνας η εσωτερική του διάμετρος είναι περίπου 10 mm και το μήκος του, ανάλογα τον κινητήρα, από 280 έως 600 mm.

Ο ρόλος του συσσωρευτή υψηλής πίεσης είναι:

- Η αποθήκευση καυσίμου
- Η αποτροπή μεταβολής της πίεσης, βάσει μεγάλης χωρητικότητας, η οποία εξασφαλίζει την απόσβεση των κυμάτων πίεσης και την εξισορρόπηση πίεσης ψεκασμού προς όλα τα μπεκ.



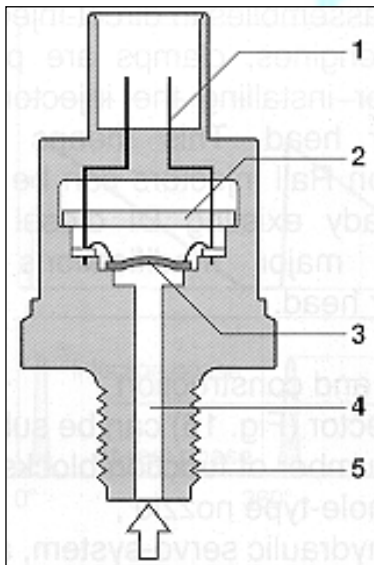


Μέρη & λειτουργία Common Rail – Αισθητήρας πίεσης.

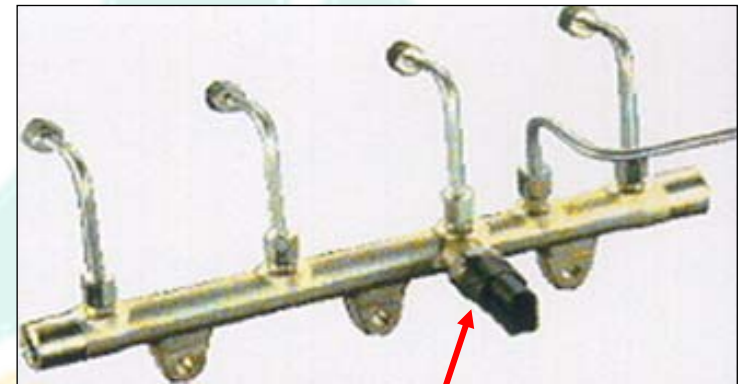
Ο αισθητήρας πίεσης είναι τοποθετημένος, συνήθως, επάνω στον συσσωρευτή πίεσης και μετράει τη στιγμιαία πίεση, με μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα.

Το υπό πίεση καύσιμο ενεργεί στο διάφραγμα του αισθητήρα, μετατρέποντας την πίεση σε ηλεκτρικό σήμα, που μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που το ενισχύει και το στέλνει στον εγκέφαλο (ECM).

Όταν αλλάξει το σχήμα του διαφράγματος (περίπου 1 mm στα 1500 bar) προκαλεί μεταβολή τάσης κατά 5 V στις άκρες της γέφυρας.



1. Ηλεκτρικές συνδέσεις
2. Κύκλωμα ενίσχυσης
3. Διάφραγμα με αισθητήρα
4. Σύνδεση με υψηλή πίεση
5. Σπείρωμα



Αισθητήρας πίεσης

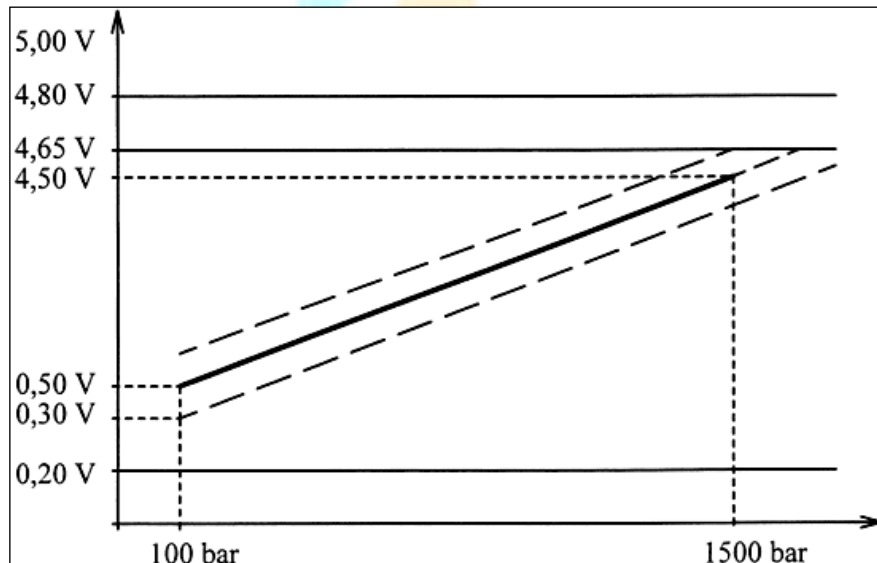


Μέρη & λειτουργία Common Rail – Αισθητήρας πίεσης.

Η αλλαγή τάσης είναι ανάμεσα στα 0..70 mV (ανάλογα την πίεση) και ενισχύεται από το ηλεκτρονικό κύκλωμα στα 0.5 - 4.5 V.

Η ακριβής μέτρηση της πίεσης στο συσσωρευτή πίεσης είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Εάν χαλάσει ο αισθητήρας η βαλβίδα ελέγχου ενεργοποιείται βάσει προγράμματος «ανάγκης»

Διάγραμμα μεταβολής τάσης εξόδου & πίεσης καυσίμου



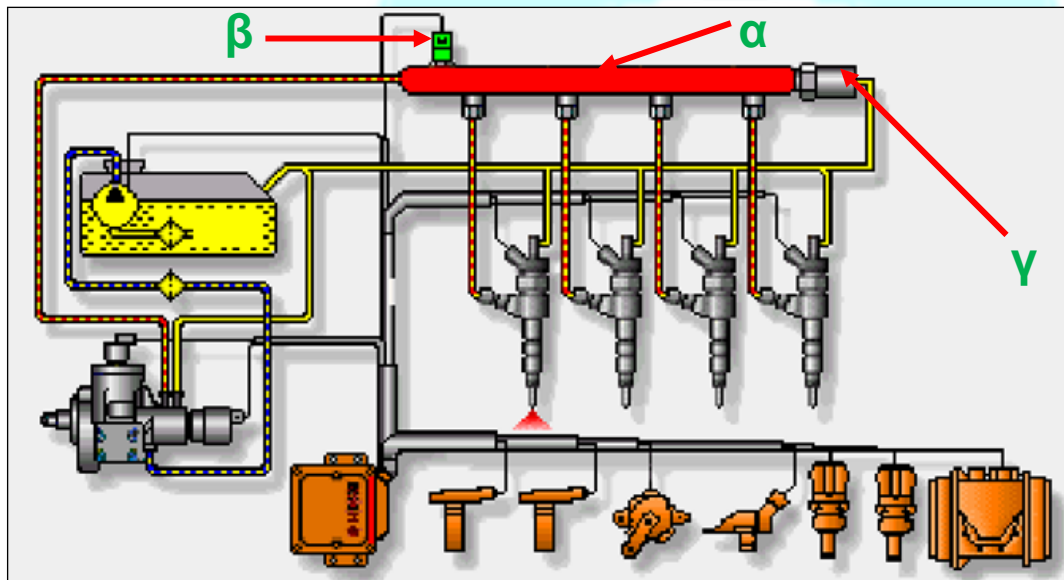
Τάση εξόδου αισθητήρα

Ανοικτός διακόπτης	= 0.5 V
Μιζάρισμα	= 0.5 V και αυξάνεται
Ρελαντί	= Περίπου 1.25 V
Μέγιστες r.p.m.	= Περίπου 4.3 V



Περιγραφή λειτουργίας Common Rail – Έλεγχος πίεσης.

Για κάθε ψεκασμό, παρέχεται καύσιμο με πίεση από το **συσσωρευτή πίεσης (α)**. Η πίεση στο συσσωρευτή πίεσης παραμένει σταθερή και μία **βαλβίδα ελέγχου πίεσης (γ)** φροντίζει να μην ξεπεράσει ή πέσει η πίεση κάτω από συγκεκριμένα όρια.



Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης ενεργοποιείται από τον εγκέφαλο του κινητήρα. Αν η πίεση είναι πολύ υψηλή η βαλβίδα ανοίγει και επιτρέπει την επιστροφή καυσίμου προς το ρεζερβουάρ και μειώνει την πίεση. Εάν είναι χαμηλή κλείνει και η αντλία υψηλής πίεσης ανεβάζει την πίεση στη στο συσσωρευτή πίεσης.

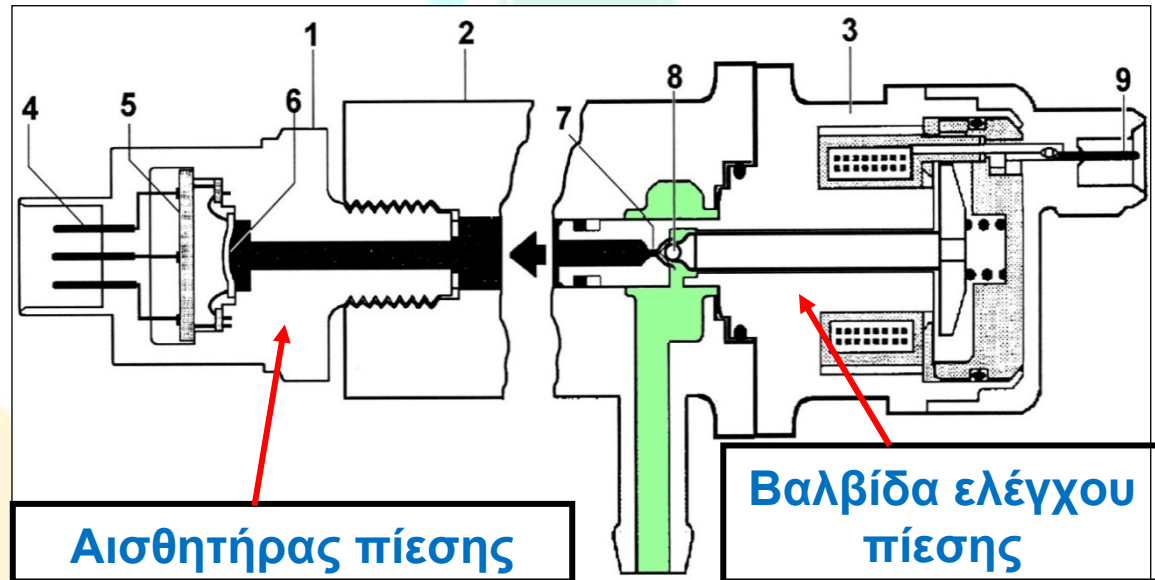
Για να ελέγχει ο εγκέφαλος (ECM) σωστά τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης, μετράει την πίεση καυσίμου μέσω ενός **αισθητήρα πίεσης (β)**.



Μέρη & λειτουργία Common Rail – Βαλβίδα ελέγχου πίεσης.

Η μπίλια της βαλβίδας πιέζεται από την υψηλή πίεση του συσσωρευτή πίεσης. Αυτή η δύναμη αντισταθμίζεται από το ελατήριο και τον ηλεκτρομαγνήτη. Η δύναμη που δημιουργείται είναι αποτέλεσμα του ρεύματος ενεργοποίησης. Έτσι μία μεταβολή ρεύματος επιτρέπει τη ρύθμιση της πίεσης στο συσσωρευτή πίεσης σε προκαθορισμένη τιμή. Η μεταβολή του ρεύματος επιτυγχάνεται με παλμούς μεταβλητού μεγέθους (PWM).

1. Αισθητήρας πίεσης σωλήνα υψηλής πίεσης
2. Σωλήνας υψηλής πίεσης
3. Βαλβίδα ελέγχου πίεσης
4. Ηλεκτρική σύνδεση
5. Κύκλωμα αξιολόγησης
6. Διάφραγμα και αισθητήρας
7. Οπή στραγγαλισμού
8. Βαλβίδα με μπίλια
9. Ηλεκτρική σύνδεση

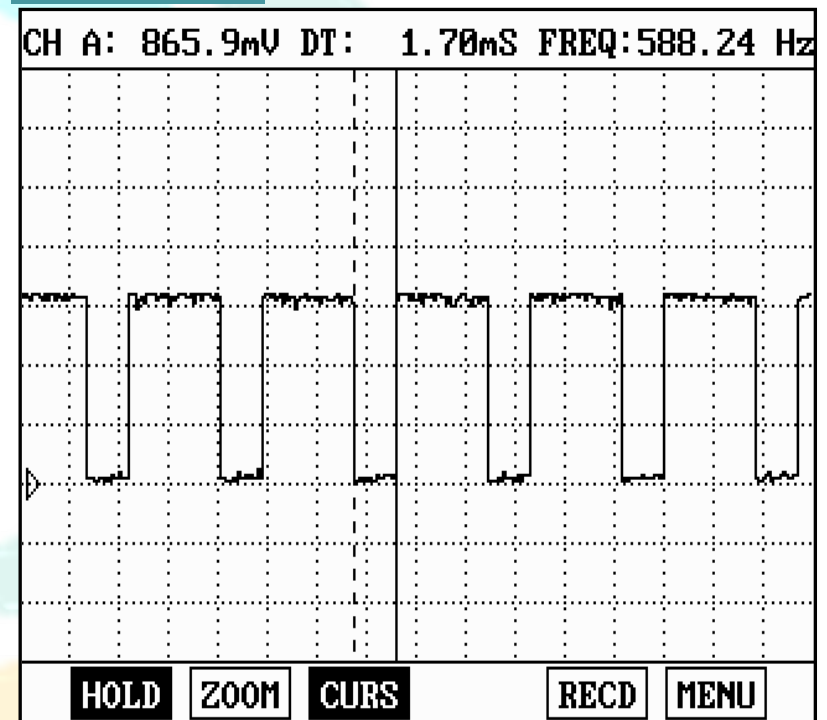
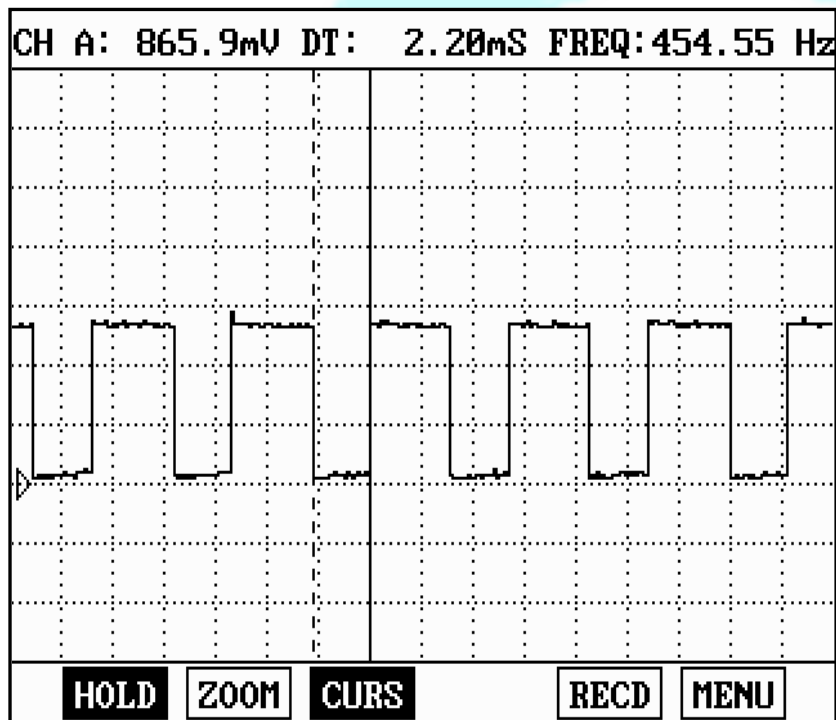




Μέρη & λειτουργία Common Rail – Βαλβίδα ελέγχου πίεσης.

❖ Ρελαντί (800rpm) :
Σε λειτουργία $\doteq$ 45%
Πίεση συσσωρευτή $\doteq$ 270bar

❖ Με φορτίο (4500rpm):
Σε λειτουργία $\doteq$ 35%
Πίεση συσσωρευτή $\doteq$ 1350bar



Κύκλος λειτουργίας βαλβίδας ελέγχου πίεσης 5 – 95%

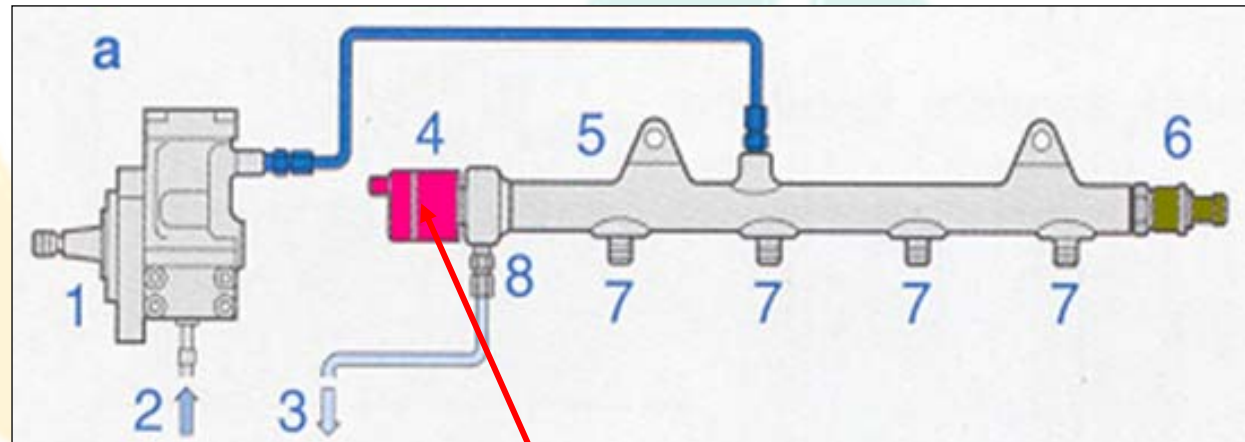


Περιγραφή λειτουργίας Common Rail – Έλεγχος πίεσης.

α) Έλεγχος στην πλευρά υψηλής πίεσης.

Σε τέτοια συστήματα η πίεση στο συσσωρευτή πίεσης ελέγχεται στην πλευρά υψηλής πίεσης από μία βαλβίδα ρύθμισης πίεσης. Το καύσιμο που δεν χρειάζεται στον ψεκασμό επιστρέφει πίσω στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης μέσω της βαλβίδας ελέγχου πίεσης. Αυτή η διάταξη επιτρέπει στην άμεση αντίδραση του συστήματος ώστε να διατηρείται η επιθυμητή πίεση. Η βαλβίδα ρύθμισης πίεσης υιοθετήθηκε στα πρώτα συστήματα common rail και βρίσκεται συνήθως πάνω στο συσσωρευτή πίεσης και καμιά φορά πάνω στην αντλία.

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Εισαγωγή καυσίμου
3. Επιστροφή καυσίμου
4. Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης
5. Αγωγός ψεκασμού (Rail)
6. Αισθητήρας πίεσης
7. Σύνδεση με αγωγό προς τα μπεκ
8. Σύνδεση με αγωγό επιστρεφόμενων



Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης



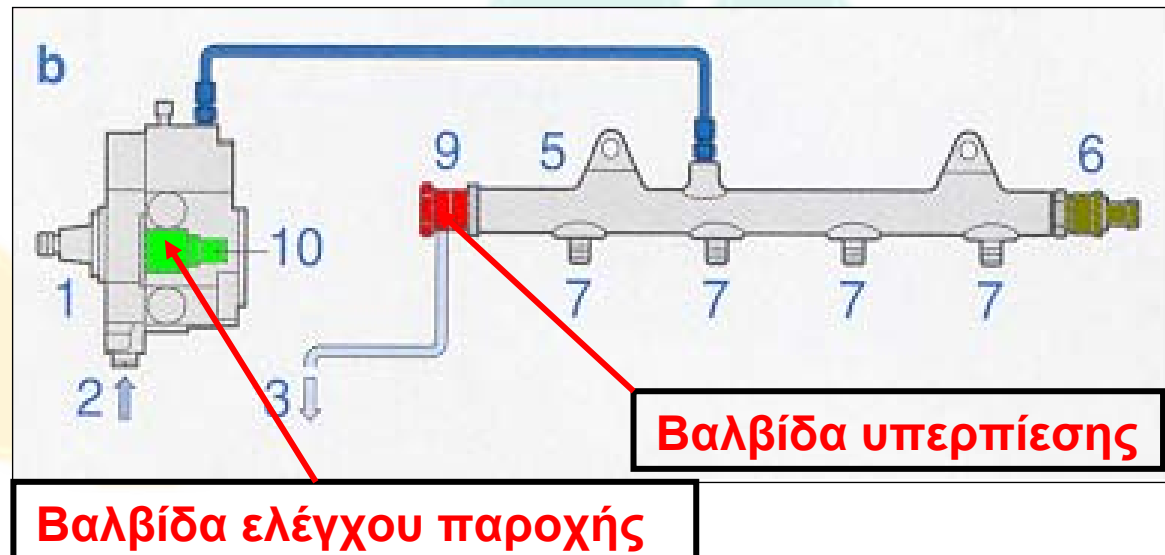
Περιγραφή λειτουργίας Common Rail – Έλεγχος πίεσης.

β) Έλεγχος παροχής.

Ένας άλλος τρόπος για τον έλεγχο της πίεσης του rail αποτελεί ο έλεγχος της παροχής. Η μετρητική μονάδα (10) η οποία βρίσκεται στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης της αντλίας καθορίζει την ποσότητα έτσι ώστε να διατηρείται η πίεση στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Σε περίπτωση σφάλματος, επεμβαίνει η βαλβίδα υπερπίεσης ώστε να μην ξεπεραστεί το άνω όριο πίεσης.

Ο έλεγχος της παροχής καυσίμου μειώνει την ποσότητα του καυσίμου και περιορίζει την απαιτούμενη ισχύ από την αντλία. Έτσι το σύστημα συμβάλει στην οικονομικότερη λειτουργία του οχήματος. Παράλληλα μειώνεται και η θερμοκρασία του επιστρεφόμενου καυσίμου προς το ρεζερβουάρ.

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Εισαγωγή καυσίμου
3. Επιστροφή καυσίμου
5. Αγωγός ψεκασμού (Rail)
6. Αισθητήρας πίεσης
7. Σύνδεση με αγωγό προς μπεκ
9. Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης
10. Μετρητική μονάδα



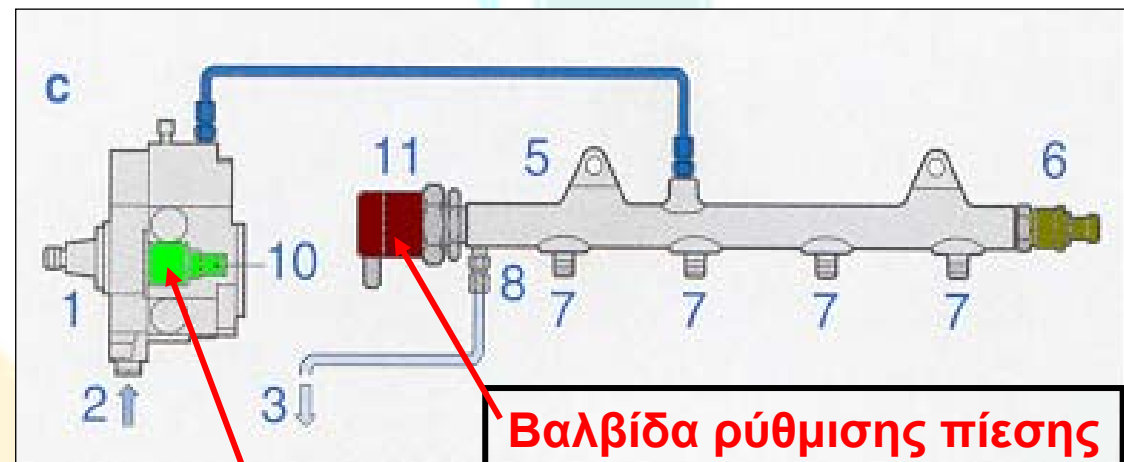


Περιγραφή λειτουργίας Common Rail – Έλεγχος πίεσης.

γ) Συνδυασμός ελέγχου παροχής & υψηλής πίεσης.

- Συνδυασμός ελέγχου πίεσης κατά την παροχή καυσίμου μέσω της μετρητικής μονάδας και έλεγχος στο τμήμα υψηλής πίεσης μέσω της βαλβίδας ελέγχου πίεσης.
- Ωφέλεια από τα πλεονεκτήματα των δύο προηγούμενων συστημάτων.

1. Αντλία υψηλής πίεσης
2. Εισαγωγή καυσίμου
3. Επιστροφή καυσίμου
5. Αγωγός ψεκασμού (Rail)
6. Αισθητήρας πίεσης
7. Σύνδεση με αγωγό προς μπεκ
10. Μετρητική μονάδα
11. Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης



Βαλβίδα ελέγχου παροχής

Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης



Μέρη & λειτουργία Common Rail – Βαλβίδα ασφαλείας.

❖ Κύρια λειτουργία:

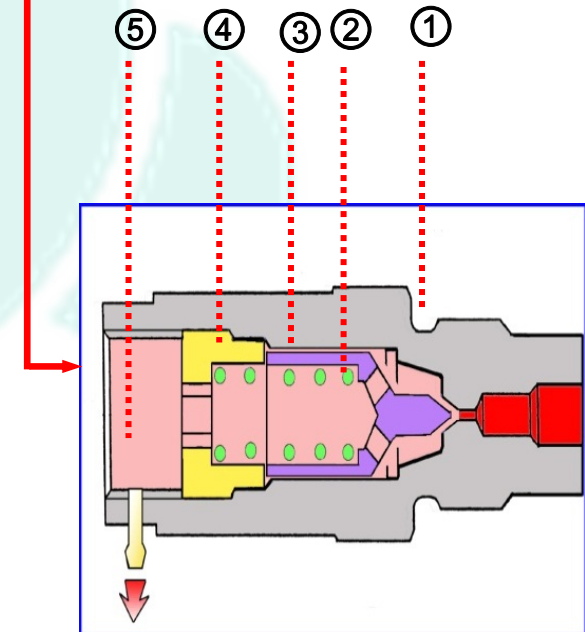
① Σε περίπτωση που η πίεση στον συσσωρευτή πίεσης υπερβεί την τιμή του ανώτατου ορίου τότε ανοίγει η βαλβίδα ασφαλείας και μέρος από το καύσιμο φεύγει από την θυρίδα διαφυγής.

② Ανώτατο όριο: 1,750 bar (για πίεση 1350 bar)

Όταν η πίεση στον συσσωρευτή καυσίμου φθάσει την τιμή του ανωτάτου ορίου, τότε το έμβολο ωθείται προς τα πάνω λόγω της μεγάλης πίεσης που ασκεί το καύσιμο με αποτέλεσμα την διαφυγή ποσότητας καυσίμου στην επιστροφή. Με αυτόν τον τρόπο η πίεση στον συσσωρευτή καυσίμου επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα.



- ① Σύνδεση υψηλής πίεσης
- ② Αγωγός ροής
- ③ Έμβολο
- ④ Ελατήριο
- ⑤ Επιστροφή καυσίμου

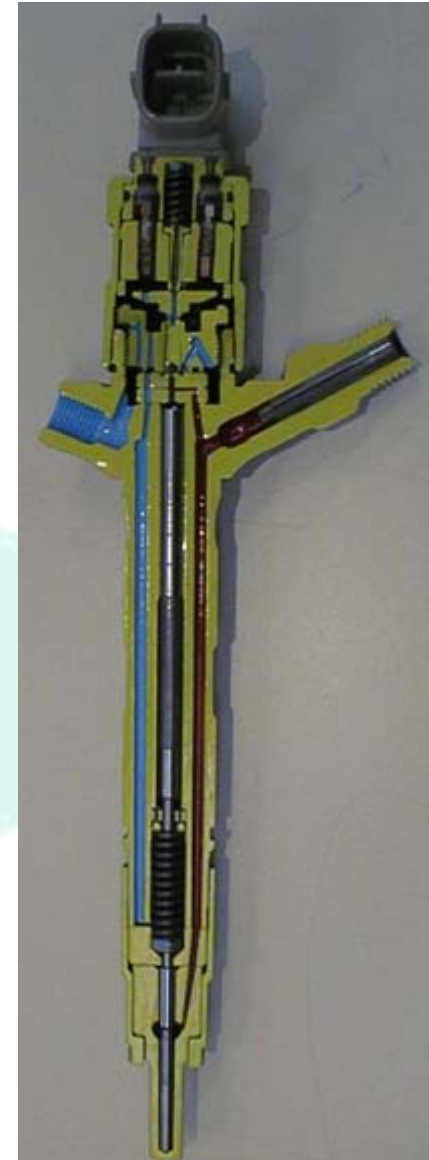




Ψεκασμός καυσίμου – Μπεκ.

Τα μπεκ ψεκάζουν στους κυλίνδρους τη κατάλληλη ποσότητα καυσίμου τη σωστή στιγμή. Για να γίνει αυτό τα μπεκ ενεργοποιούνται από τον εγκέφαλο (ECM).

Το μπεκ έχει μία ηλεκτρομαγνητική ή πιεζοηλεκτρική βαλβίδα. Είναι ένα εξάρτημα κατεργασμένο με μεγάλη ακρίβεια. Η βαλβίδα, η βελόνα και ο ηλεκτρομαγνήτης βρίσκονται μέσα στο σώμα του μπεκ. Το καύσιμο εισέρχεται υπό υψηλή πίεση στην εισαγωγή του στο θάλαμο ελέγχου. Μέσα στο μπεκ η πίεση είναι η ίδια με του συσσωρευτή πίεσης και το καύσιμο ψεκάζεται μέσω του ακροφυσίου στο θάλαμο καύσης. Η πλεονάζουσα ποσότητα καυσίμου ρέει πίσω στο ρεζερβουάρ μέσω της γραμμής επιστροφής. Ο κόφτης και το cut – off (κατ όφ) επιτυγχάνονται μέσω του ελέγχου των μπεκ από τον εγκέφαλο (ECM).

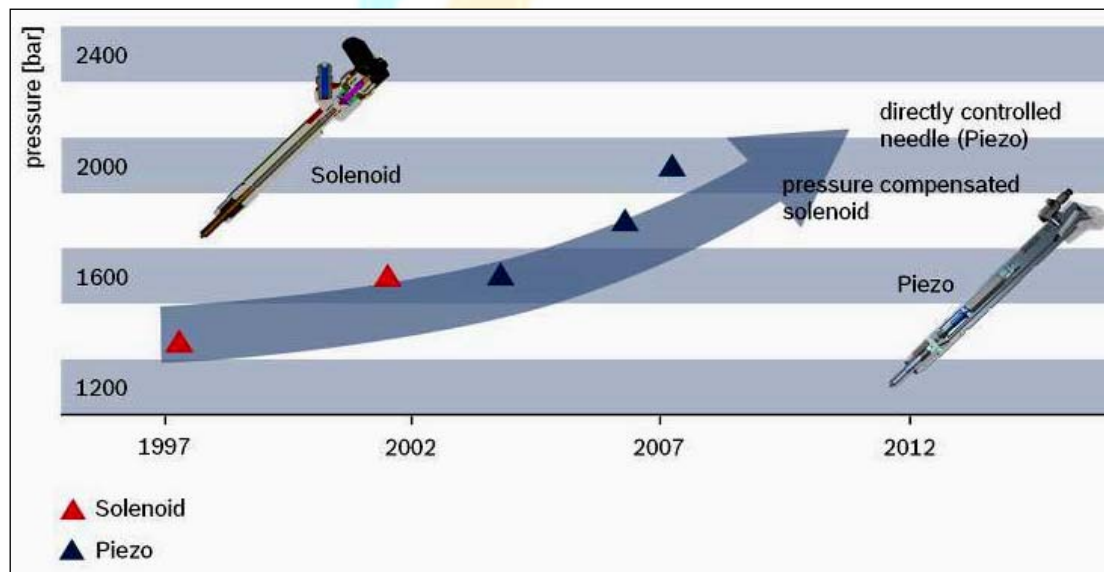




Είδη εγχυτήρων – μπεκ & πιέσεις λειτουργίας.

Είδη εγχυτήρων – μπεκ:

1. Ηλεκτρομαγνητικά ή ηλεκτροϋδραυλικά (electro – hydraulic solenoid)
2. Πιεζοηλεκτρικά ή πιεζοκρυσταλλικά (piezo crystal electric)
3. Οι δύο προηγούμενοι τύποι με μηχανισμό ενίσχυσης (Hydraulically Amplified Diesel Injector – HADI)





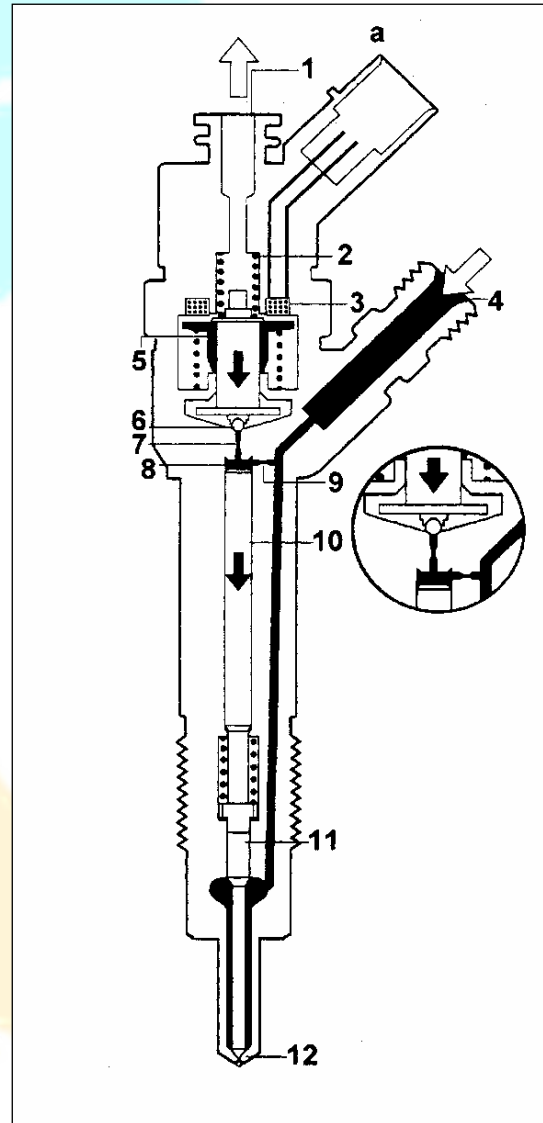
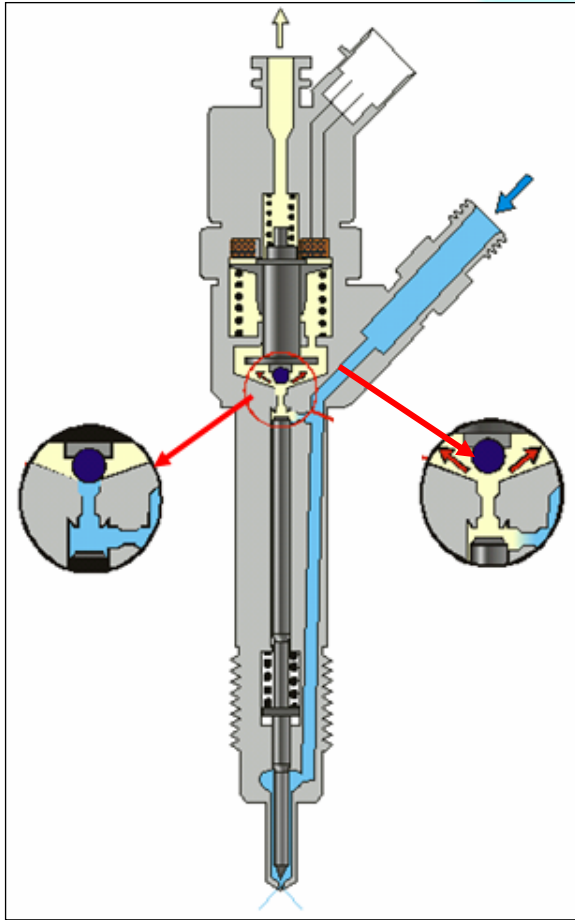
Ψεκασμός καυσίμου – Μέρη & λειτουργία μπεκ.



ΜΕΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΠΕΚ Common Rail Injector cataniar.flv



Ψεκασμός καυσίμου – Μέρη μπεκ.



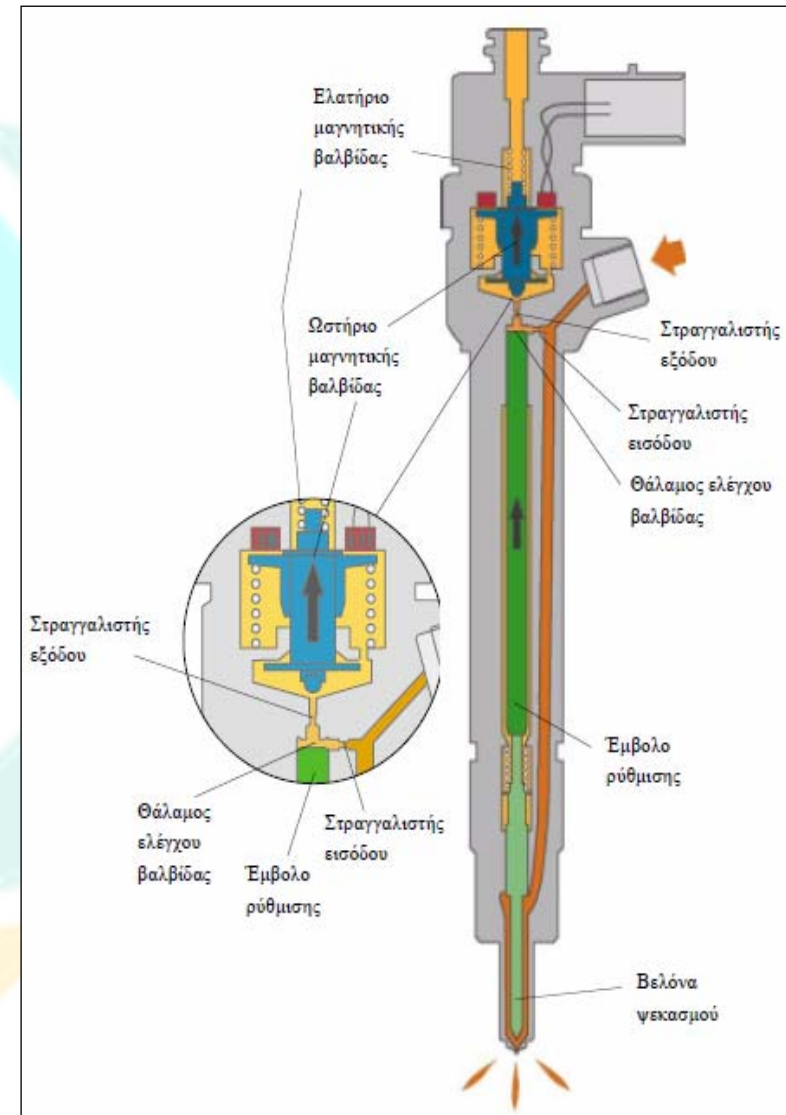
1. Επιστροφή καυσίμου
2. Ελατήριο βαλβίδας
3. Πηνίο
4. Σύνδεση υψηλής πίεσης
5. Οπλισμός βαλβίδας
6. Μπίλια βαλβίδας (0,7 mm)
7. Οπή στραγγαλισμού, έξοδος
8. Θάλαμος ελέγχου
9. Οπή στραγγαλισμού, είσοδος
10. Έμβολο χειρισμού βαλβίδας
11. Βελόνα μπεκ
12. Ακροφύσιο μπεκ



Ψεκασμός καυσίμου – Λειτουργία μπεκ.

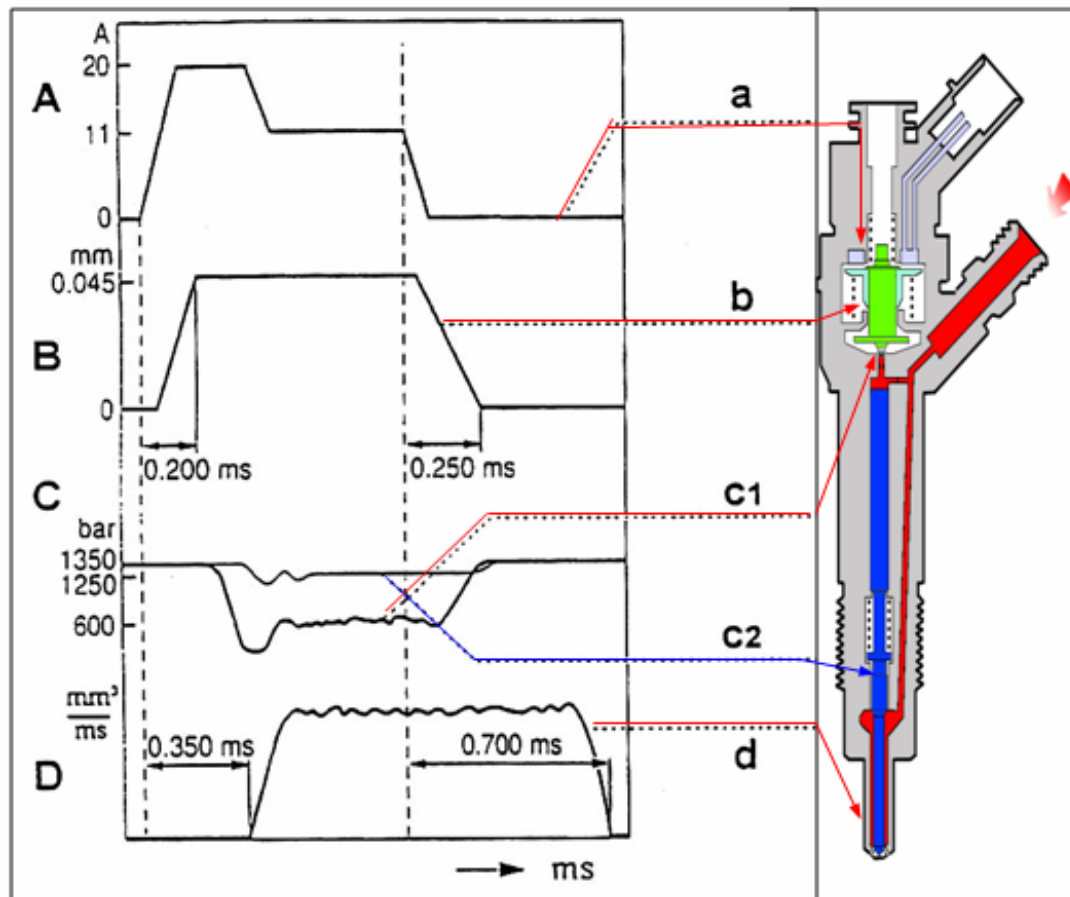
Αρχή ψεκασμού

Ο ψεκασμός ξεκινά με εντολή του εγκεφάλου του κινητήρα. Γι' αυτό ενεργοποιεί τη μαγνητική βαλβίδα του μπεκ. Όταν η δύναμη του μαγνήτη υπερβεί τη δύναμη του ελατηρίου της μαγνητικής βαλβίδας, τότε το ωστήριο της βαλβίδας κινείται προς τα πίσω και ανοίγει με τον τρόπο αυτό τον στραγγαλιστή εξόδου. Το καύσιμο στο θάλαμο ελέγχου της βαλβίδας ρέει μέσω του στραγγαλιστή προς την επιστροφή. Ο στραγγαλιστής εισόδου εμποδίζει μια γρήγορη εξισορρόπηση πιέσεων μεταξύ του δικτύου υψηλής πίεσης και του θαλάμου ελέγχου της βαλβίδας. Η πίεση που επιδρά αυτή τη στιγμή στην άνω επιφάνεια του εμβόλου είναι μικρότερη από την υψηλή πίεση του καυσίμου που επιδρά πάνω στην βελόνα ψεκασμού. Έτσι ανασηκώνεται η βελόνα ψεκασμού και ο ψεκασμός ξεκινά.





Ψεκασμός καυσίμου – Ακολουθία χρονισμού μπεκ.



A = Ρεύμα ελέγχου

a = Ρεύμα ελέγχου ηλεκτροβαλβίδας

B = Διαδρομή σε mm

b = Διαδρομή ανύψωσης βαλβίδας

C = Υψηλή πίεση

C₁ = Πίεση στο θάλαμο ελέγχου

C₂ = Πίεση στο θάλαμο ανύψωσης της βελόνας

D = Σχέση ψεκασμού

d = Ψεκασμός

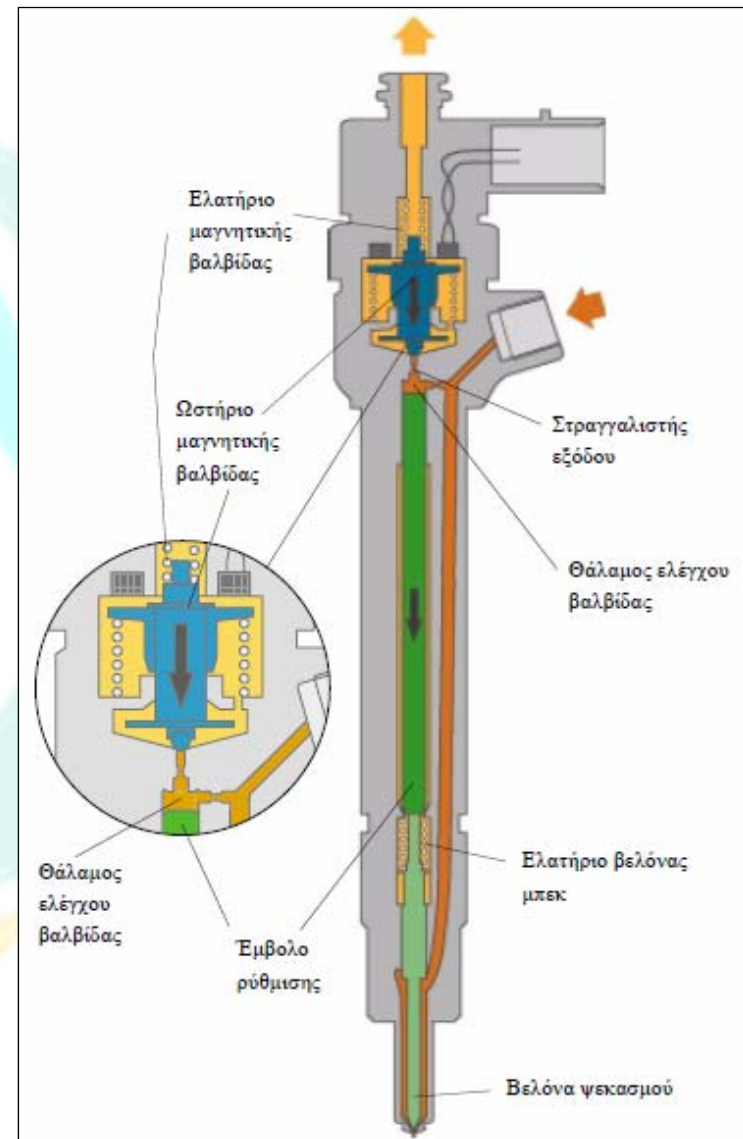
Τάση ενεργοποίησης: **80 V** Ένταση ενεργοποίησης: **20 A** Ένταση συγκράτησης: **12 A**
 Διαδρομή Βαλβίδας: **0,050 mm** Χρόνος ενεργοποίησης: **0,030 ms**



Ψεκασμός καυσίμου – Λειτουργία μπεκ.

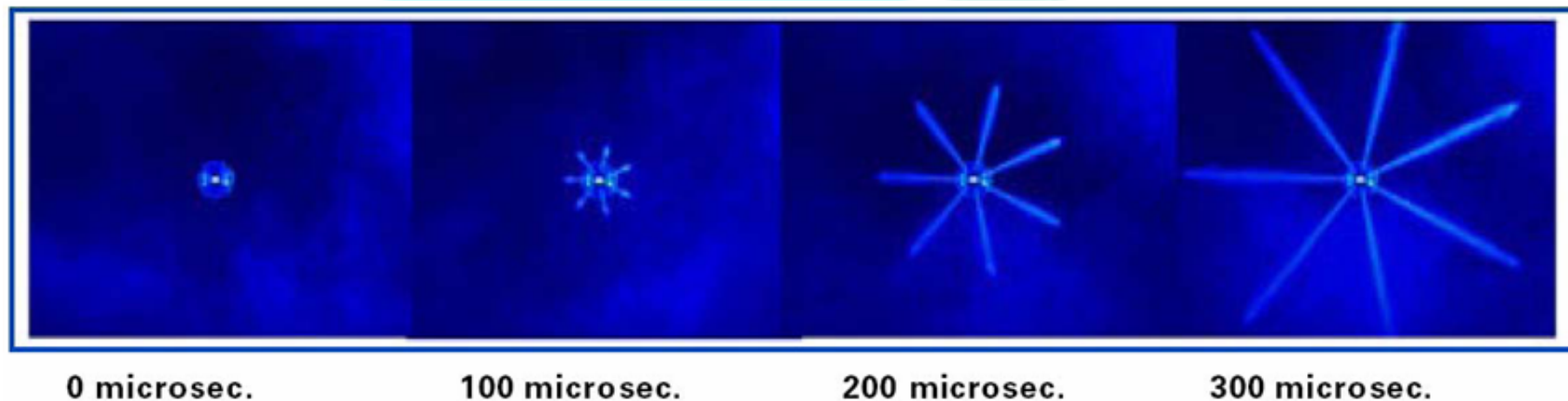
Τέλος ψεκασμού

Ο ψεκασμός τελειώνει, όταν η μαγνητική βαλβίδα του μπεκ δεν ενεργοποιείται πλέον από τον εγκέφαλο του κινητήρα. Η μαγνητική βαλβίδα δεν τροφοδοτείται με ρεύμα. Το ελατήριο της βαλβίδας πιέζει το ωστήριο της μαγνητικής βαλβίδας πάλι προς τα κάτω και κλείνει τον στραγγαλιστή εξόδου. Στο θάλαμο ελέγχου της βαλβίδας ανεβαίνει η πίεση καυσίμου στην τιμή πίεσης του συσσωρευτή καυσίμου. Η πίεση στο θάλαμο ελέγχου βαλβίδας είναι τώρα και πάλι ίση με την πίεση στην βαλβίδα ψεκασμού. Αυτό σημαίνει, ότι οι πιέσεις στο κύκλωμα υψηλής πίεσης και στο θάλαμο ελέγχου βαλβίδας είναι και πάλι ίσες. Εξαιτίας της μεγαλύτερης επιφανειακής πίεσης που επιδρά πάνω στο έμβολο ρύθμισης, κλείνει η βελόνα ψεκασμού. Ο ψεκασμός έτσι τελειώνει και το μπεκ βρίσκεται πάλι σε κατάσταση ηρεμίας.





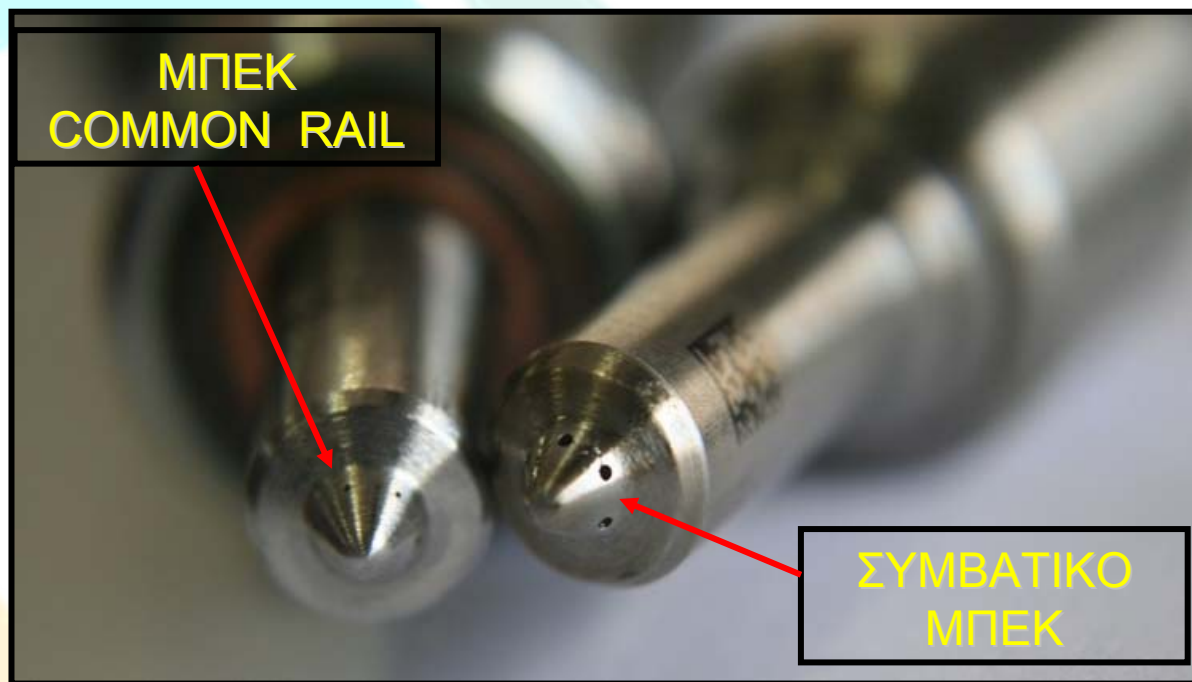
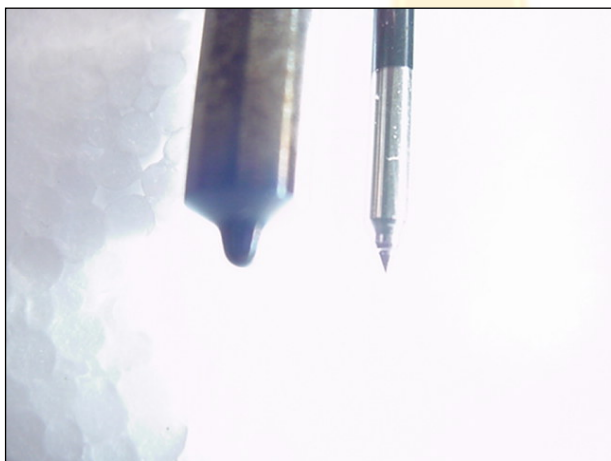
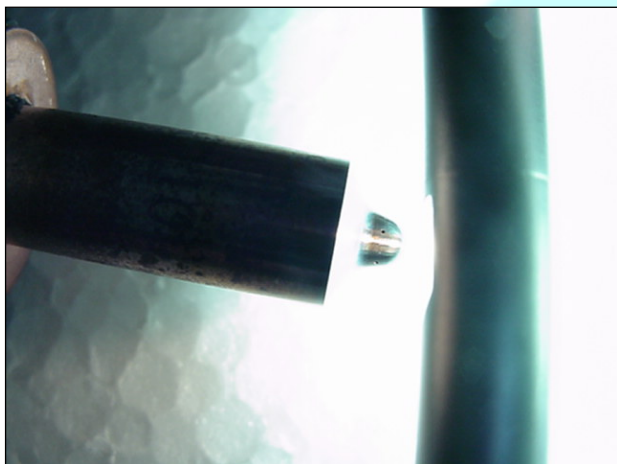
Χρόνος και δέσμη ψεκασμού καυσίμου ηλεκτρομαγνητικού μπεκ.





Ψεκασμός καυσίμου – Μπεκ.

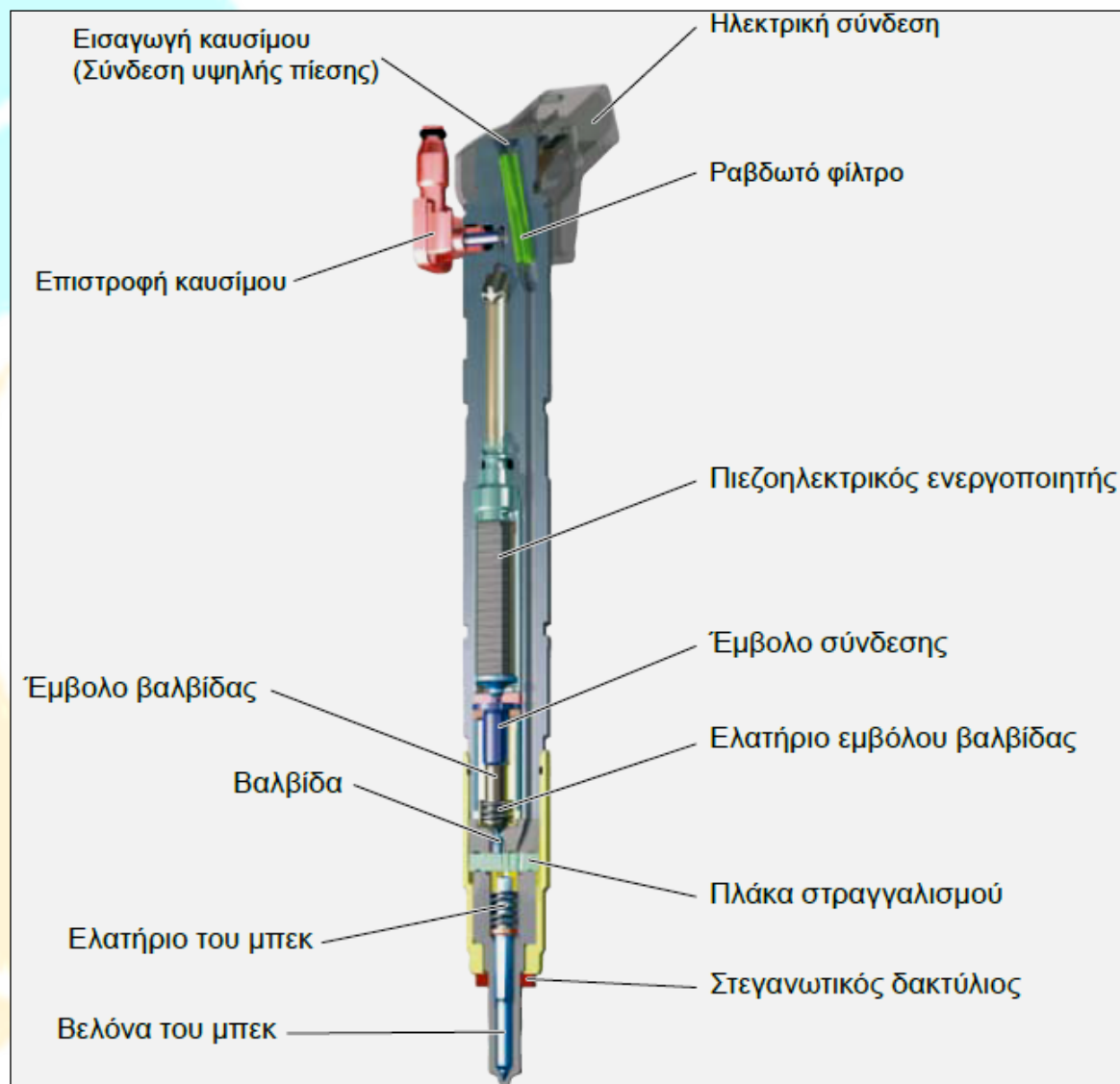
Τα ακροφύσια των μπεκ έχουν 5 - 8 οπές, με πολύ μικρή διάμετρο που επιτυγχάνεται με την τεχνική EDM (κατεργασία με ηλεκτρική εκκένωση)



Σύγκριση ακροφυσίων μπεκ ψεκασμού



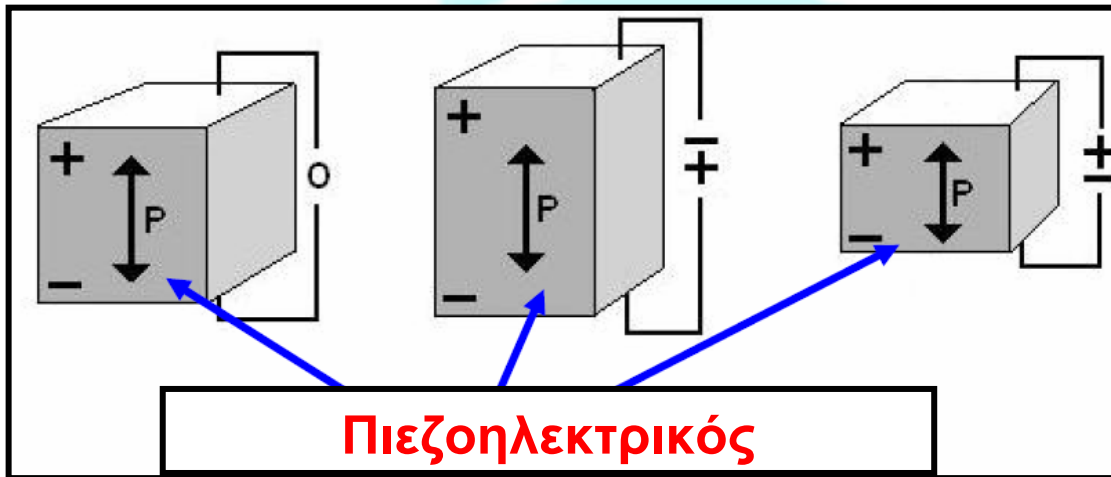
Ψεκασμός καυσίμου – Πιεζοηλεκτρικά μπεκ.



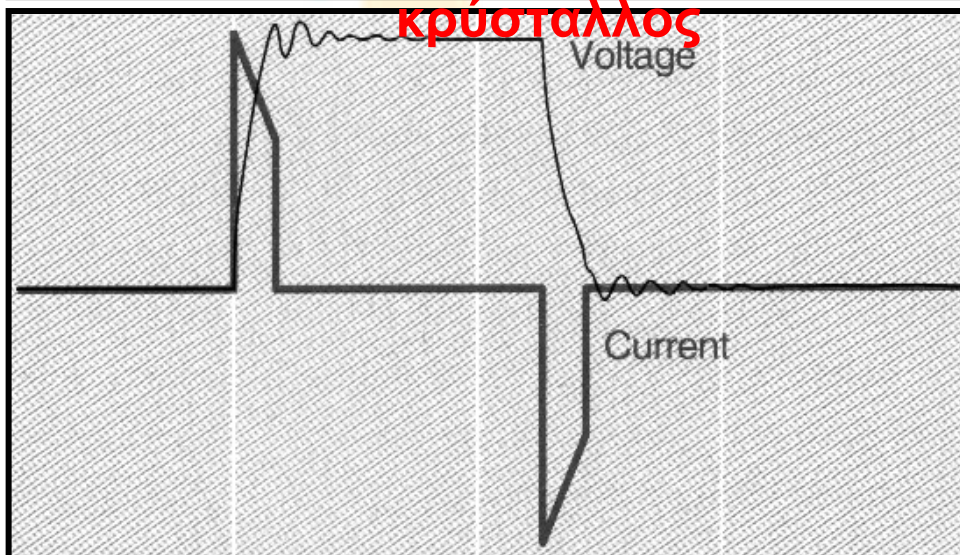


Ψεκασμός καυσίμου – Πιεζοηλεκτρικά μπεκ.

Αρχή λειτουργίας.



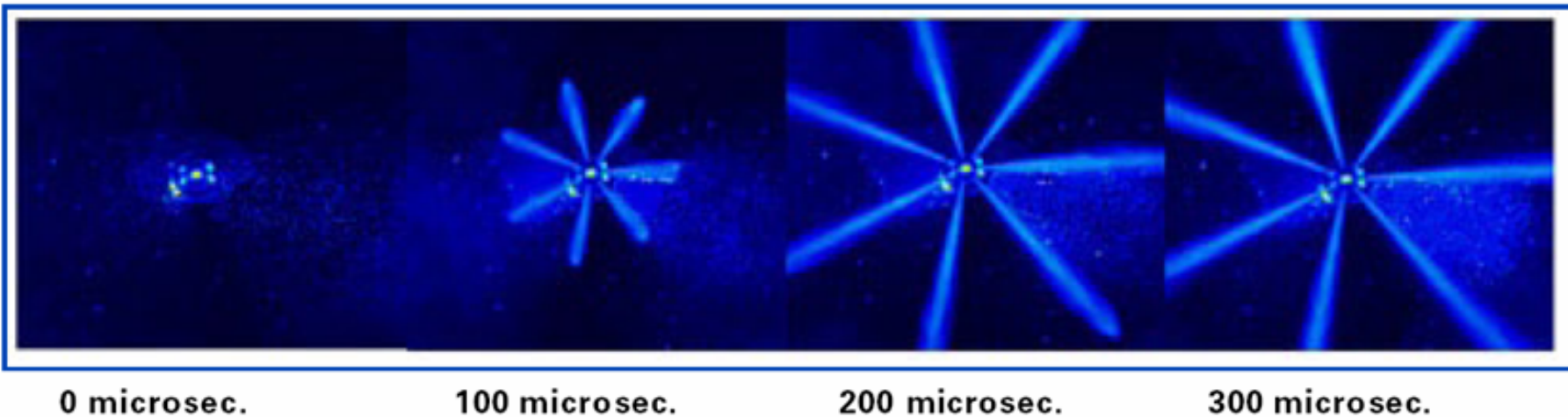
Συμπεριφορά
πιεζοηλεκτρικού
κρυστάλλου ανάλογα με
την πολικότητα της τάσης
τροφοδοσίας.



Η διεύθυνση της ροής του
ηλεκτρικού ρεύματος διαμέσου
μιας «στιβάδας πιεζοηλεκτρικών
κρυστάλλων αντιστρέφεται για
να γίνει μια πολύ γρήγορη
αλλαγή στις διαστάσεις της.



Χρόνος και δέσμη ψεκασμού καυσίμου πιεζοηλεκτρικού μπεκ.





Ψεκασμός καυσίμου – Πιεζοηλεκτρικά μπεκ.



Χρονική ακολουθία ψεκασμού πιεζοηλεκτρικού μπεκ.



Ψεκασμός καυσίμου – Πιεζοηλεκτρικά μπεκ.

3rd Generation Common Rail

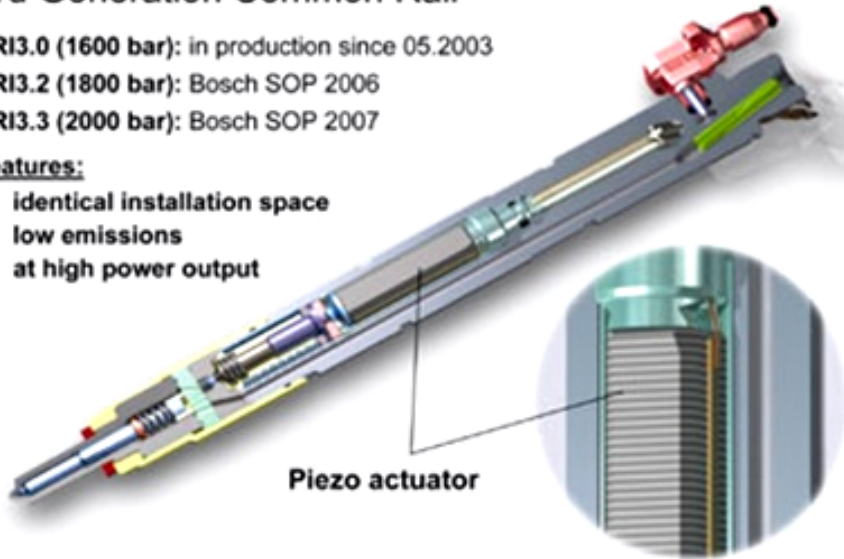
CRI3.0 (1600 bar): in production since 05.2003

CRI3.2 (1800 bar): Bosch SOP 2006

CRI3.3 (2000 bar): Bosch SOP 2007

Features:

- identical installation space
- low emissions at high power output



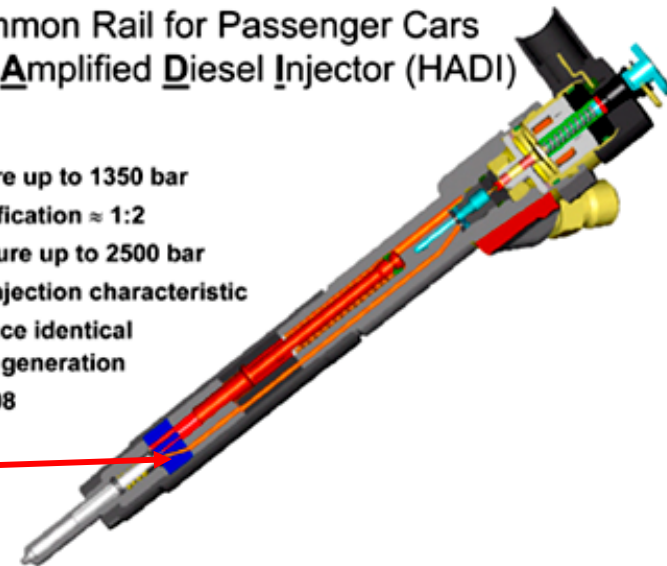
Βάρος ηλεκτρομαγνητικού μπεκ:
490 gr
Βάρος πιεζοηλεκτρικού μπεκ:
270gr

**Μπεκ με μηχανισμό ενίσχυσης
(Hydraulically amplified
common rail – HADI)**

4th Gen. Common Rail for Passenger Cars Hydraulically Amplified Diesel Injector (HADI)

Features:

- system pressure up to 1350 bar
- pressure amplification $\approx 1:2$
- injection pressure up to 2500 bar
- ramp-shaped injection characteristic
- installation space identical as injector 2nd generation
- Bosch SOP 2008

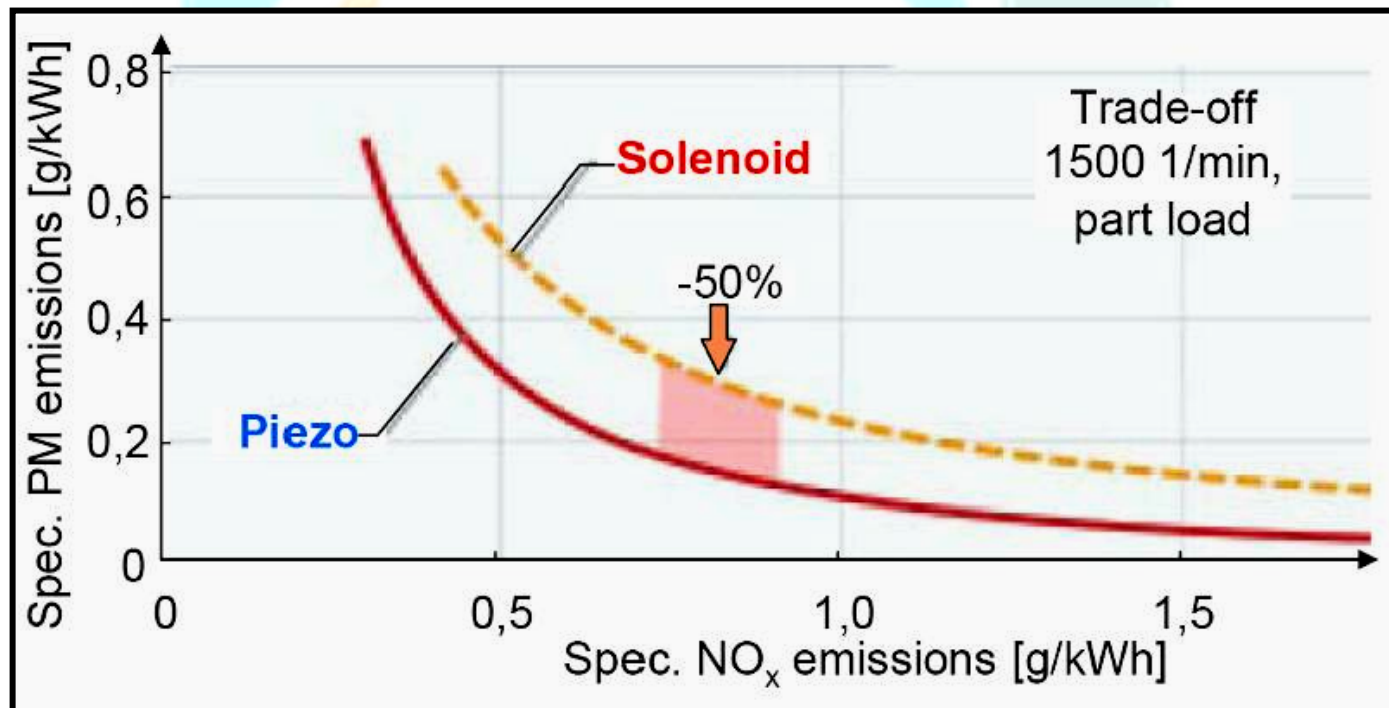




Ψεκασμός καυσίμου – Πιεζοηλεκτρικά μπεκ.

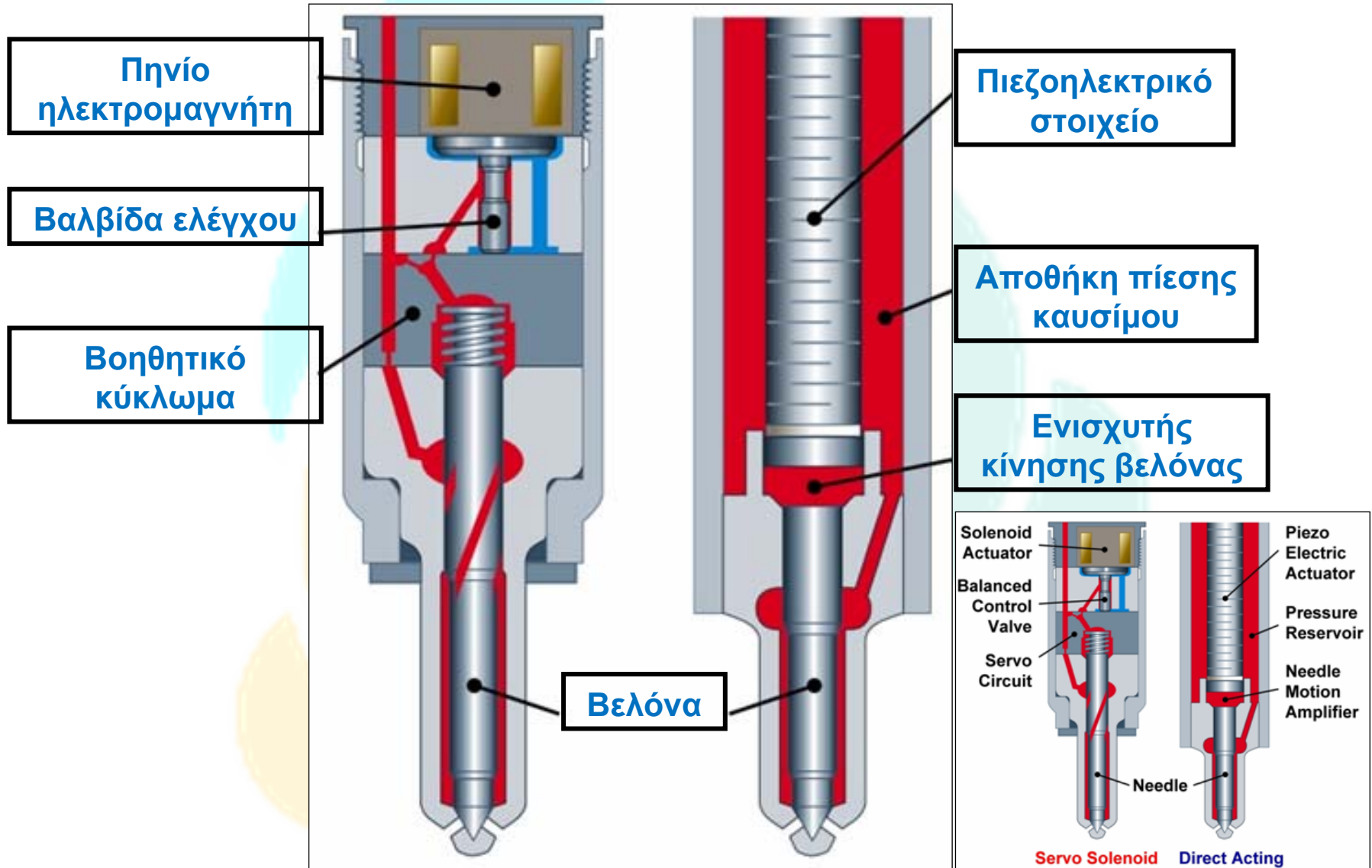
Πλεονεκτήματα πιεζοηλεκτρικού μπεκ.

- Χαμηλότερες έως και 20% εκπομπές ρύπων.
- Αύξηση κατά 5% της ιπποδύναμης.
- Χαμηλότερη έως και 3% κατανάλωση καυσίμου.
- Μείωση του θορύβου κατά 3db.



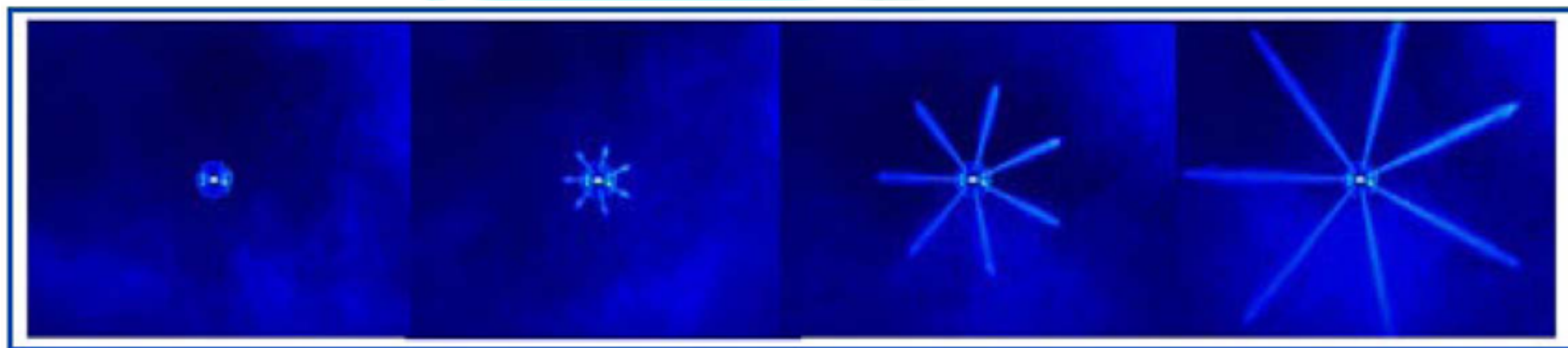


Σύγκριση ηλεκτρομαγνητικού & πιεζοηλεκτρικού Μπεκ.





Σύγκριση χρόνου και δέσμης ψεκασμού καυσίμου ηλεκτρομαγνητικού & πιεζοηλεκτρικού μπεκ.

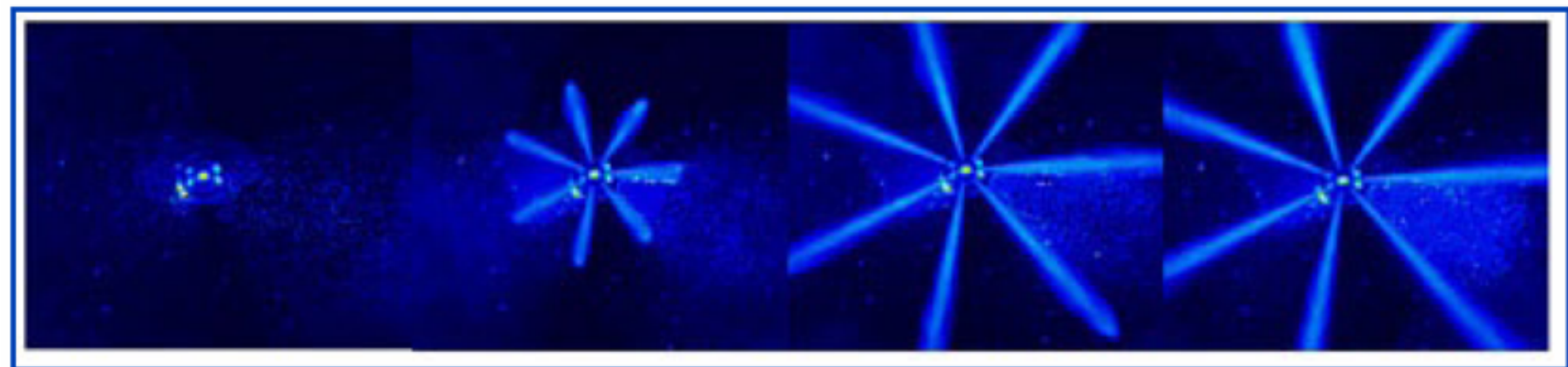


0 microsec.

100 microsec.

200 microsec.

300 microsec.



0 microsec.

100 microsec.

200 microsec.

300 microsec.



Συστήματα τροφοδοσίας κινητήρων COMMON RAIL



Τέλος Ενότητας
Ευχαριστώ για την προσοχή σας