



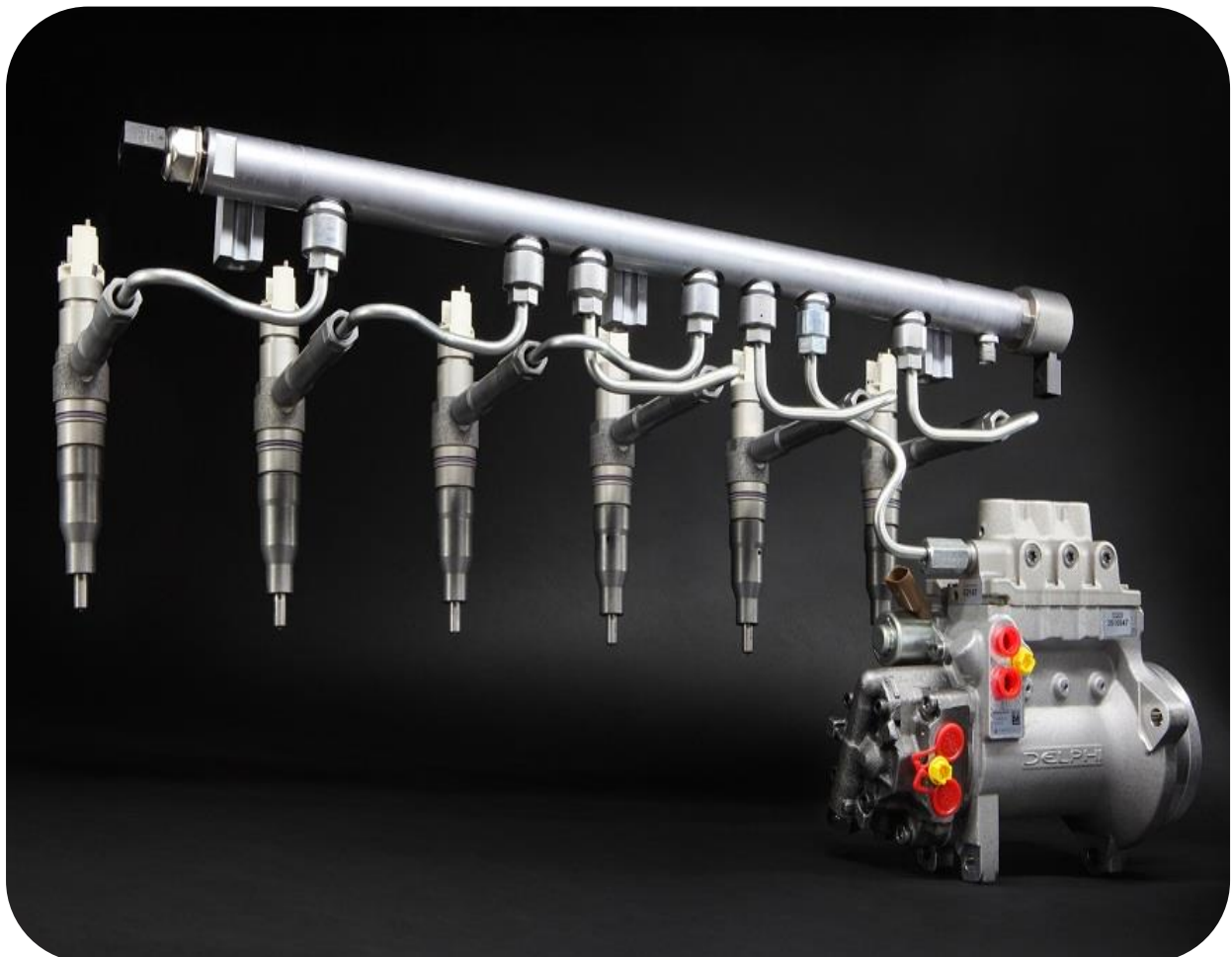
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ
ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ COMMON RAIL

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ: ΤΣΕΛΙΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ &
ΧΡΙΣΤΑΝΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΙΣΗΓΗΤΗ: κ. ΜΙΧΟΣ ΦΩΤΗΣ



Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας οφείλεται να δοθούν ευχαριστίες στον κ. Μίχο Φώτη για την αμέριστη συμβολή του, μέσω των πολυάριθμων συμβουλών και κατευθύνσεων του κατά την διάρκεια της προετοιμασίας αυτής.

Επίσης θα πρέπει να δοθούν ευχαριστίες σε φίλους και εκπροσώπους εταιριών που μας βοήθησαν στην εύρεση υλικού της βιβλιογραφίας.

Τέλος η συνεργασία μας με τον κ. Μίχο ήταν άριστη και μας βοήθησε να αποκτήσουμε πολλές γνώσεις και μεθοδολογίες κατά το πέρας της εργασίας μας.

Περιεχόμενα

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	4
Περιεχόμενα.....	5
Περίληψη.....	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Ιστορικά στοιχεία και εξέλιξη για τις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης	8
Κεφάλαιο 2 ^ο : Πετρελαιοκινητήρες Diesel	14
2.1 Βασικές ιδιότητες του καυσίμου Diesel.....	14
2.2 Κινητήρες με προθάλαμο καύσης.....	15
2.3 Κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης	16
2.4 Βενζινοκινητήρες --- Πετρελαιοκινητήρες (πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα)	17
Κεφάλαιο 3 ^ο : Σύστημα τροφοδοσίας πετρελαιοκινητήρων (Common Rail)	19
3.1 Ιστορική ανασκόπηση του συστήματος Common Rail	19
3.2 Εισαγωγή για το σύστημα Common Rail.....	19
3.3 Χαρακτηριστικά συμβατικών συστημάτων.....	21
3.4 Χαρακτηριστικά του συστήματος Common Rail.....	21
3.5 Διαδικασία ψεκασμού του συστήματος Common Rail.....	25
3.5.1 Πιλοτικός ψεκασμός.....	25
3.5.2 Κύριος ψεκασμός	26
3.5.3 Μετά-ψεκασμός	26
3.6 Πλεονεκτήματα συστήματος common Rail σε σχέση με τα συμβατικά.....	27
Κεφάλαιο 4 ^ο : Ανάλυση του συστήματος ψεκασμού Common Rail	29
4.1 Η εξέλιξη του συστήματος	29
4.2 Τα κύρια εξαρτήματα του συνολικού συστήματος τροφοδοσίας με ηλεκτρική αντλία	30
4.3 Τα κύρια μέρη ενός εξελιγμένου συστήματος τροφοδοσίας Diesel(Common Rail) ...	32
4.4 Αισθητήρες συστήματος Common Rail.....	33
4.4.1 Αισθητήρας στροφών.....	33
4.4.2 Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου	34
4.4.3 Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού	35
4.4.4 Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου.....	36
4.4.5 Μετρητής μάζας αέρα και αισθητήρας θερμοκρασίας	37
4.4.6 Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού	37

4.4.7 Αισθητήρας πίεσης Rail.....	38
4.4.8 Αισθητήρας πίεσης και θερμοκρασίας πολλαπλής εισαγωγής	39
4.5 Η λειτουργία του συστήματος	40
Κεφάλαιο 5 ^ο :Επισκευή, συντήρηση και διάγνωση του συστήματος Common Rail	50
Κεφάλαιο 6 ^ο : Εκπομπή ρύπων & σωματιδίων	53
6.1 Ρύποι υγεία	53
6.2 Σημαντικοί ρύποι πετρελαιοκινητήρων.....	55
6.3 Μέτρα μείωσης Ρύπων- Σωματιδίων.....	56
Κεφάλαιο 7 ^ο : Συστήματα ψυχρής εκκίνησης πετρελαιοκινητήρων	60
7.1 Είδη συστημάτων προθέρμανση πετρελαιοκινητήρων.....	60
7.1.1 Προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής.....	60
7.1.2 Προθερμαντήρες πυράκτωσης για συστήματα εκκίνησης με φλόγα.....	60
7.2 Προθερμαντήρες θαλάμου καύσης.....	64
7.2.1 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες σπειροειδούς τύπου.....	65
7.3 Σύστημα ψυχρής εκκίνησης	67
Βιβλιογραφία	69

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία υπάρχουν επτά συγκεκριμένες ενότητες, οι οποίες αποτελούνται από επιμέρους υποενότητες. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή γενικά για τις μηχανές εσωτερικής καύσης, για την εξέλιξη τους και τα ιστορικά τους στοιχεία. Στην δεύτερη ενότητα αναφερόμαστε στους πετρελαιοκινητήρες Diesel. Για την ακρίβεια αναπτύσσουμε τις βασικές ιδιότητες του καυσίμου, αναλύουμε τους κινητήρες με προθάλαμο καύσης και τους κινητήρες απευθείας έγχυσης με βάση το χρόνο. Ακόμη αναφέρουμε κάποια βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ βενζινοκινητήρων και πετρελαιοκινητήρων συγκρίνοντας των, για να υπάρχει ένα ευρύτερο πλαίσιο πληροφοριών. Στην τρίτη ενότητα κάνουμε λόγο για ιστορική ανασκόπηση του συστήματος Common Rail και τις μορφές ψεκασμού που συναντάμε σε αυτό. Επιπλέον στην τέταρτη ενότητα αναλύουμε την λειτουργία και τα βασικά εξαρτήματα ενός συστήματος Common Rail. Στην πέμπτη ενότητα αναφέρουμε για την επισκευή, την συντήρηση και την διάγνωση του συστήματος. Τέλος η ενότητα έξι αναλύει για τους ρύπους και τα σωματίδια που εκπέμπει ένας κινητήρας με το σύστημα Common Rail, ενώ η ενότητα επτά για τα συστήματα ψυχρής εκκίνησης πετρελαιοκινητήρων.

Όλη η έκταση της εργασίας συνοδεύεται από εικόνες και πίνακες, τα οποία προσδίδουν μια ολοκληρωμένη εικόνα στην εργασία και αποσκοπούν στην πιο παραστατική απεικόνιση των παρουσιαζόμενων πληροφοριών.

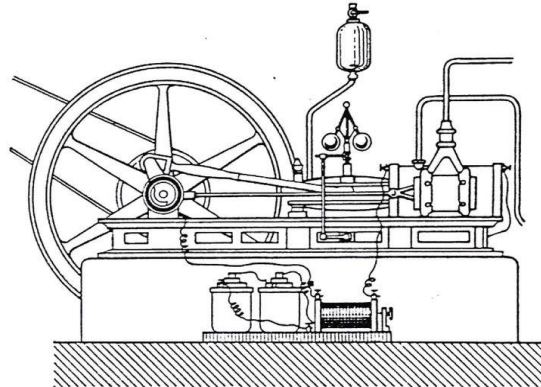
Κεφάλαιο 1^ο: Ιστορικά στοιχεία και εξέλιξη για τις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης



Η πρώτη ιστορικά μηχανή εσωτερικής καύσης πρέπει να αποδοθεί στον Christian Huygens. Συγκεκριμένα ο Huygens το 1678 πρότεινε μια διάταξη που θα χρησιμοποιούσε ως καύσιμο την πυρίτιδα(μπαρούτι). Η πρόταση αυτή, αν και ουδέποτε υλοποιήθηκε, θα μπορούσε να θεωρηθεί ως πρόδρομος των σημερινών εμβολοφόρων μηχανών εσωτερικής καύσης.

Η σύλληψη του J.J. Etienne Lenoir το 1860 ήταν ένας οριζόντιος κινητήρας με έναν κύλινδρο που χρησιμοποιούσε αέριο καύσιμο. Η πρώτη μονάδα υλοποιήθηκε στην Γαλλία από τον Marinoni και μέσα σε μια πενταετία κατασκευάστηκαν αρκετές εκατοντάδες σε Μ. Βρετανία και Γαλλία. Λαμβάνοντας υπ' όψιν την παραγόμενη ισχύ, η μηχανή ήταν αρκετά βαριά και η κατανάλωση καυσίμου ιδιαίτερα μεγάλη.

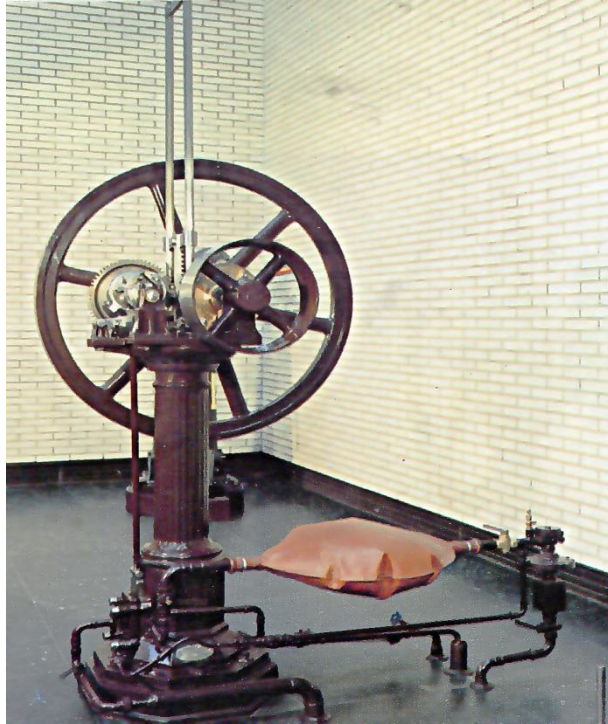
Μηχανή του Lenoir (1860)



(εικόνα 1, Η πρώτη μηχανή καύσης από τον Lenoir

https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B7+lenoir&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-t_m5oJfUAhUCPRoKHYYQyDCoQ_AUIBigB&biw=1360&bih=638#imgrc=Ux6rcJrXOzJYiM:)

Ο Nikolaus August Otto το 1866 κατασκεύασε την μηχανή της παρακάτω εικόνας, ουσιαστικά πρόκειται για μια παραλλαγή της μηχανής Lenoir, που όμως είχε σημαντικά μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Το έμβολο κινείται κατακόρυφα μέσα στον κύλινδρο, χωρίς όμως να συνδέεται με το συνηθισμένο μηχανισμό δωστήρα-στροφάλου με την άτρακτο του κινητήρα (μηχανή ελεύθερου εμβόλου). Αντίθετα από το έμβολο ξεκινά οδοντωτός κανόνας, ο οποίος συνδέεται με τον οδοντωτό τροχό του σφονδύλου.



(εικόνα 2, η μηχανή του Nikolaus August

Otto https://www.google.gr/search?q=nicolaus+august+otto+%CE%B7+%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B7&sa=X&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ved=0ahUKEwj3j-Csj_XXAhXJZ1AKHZEIAHIQsAQILQ&biw=1360&bih=638#imgrc=PVhKpkE8XStq6M:)

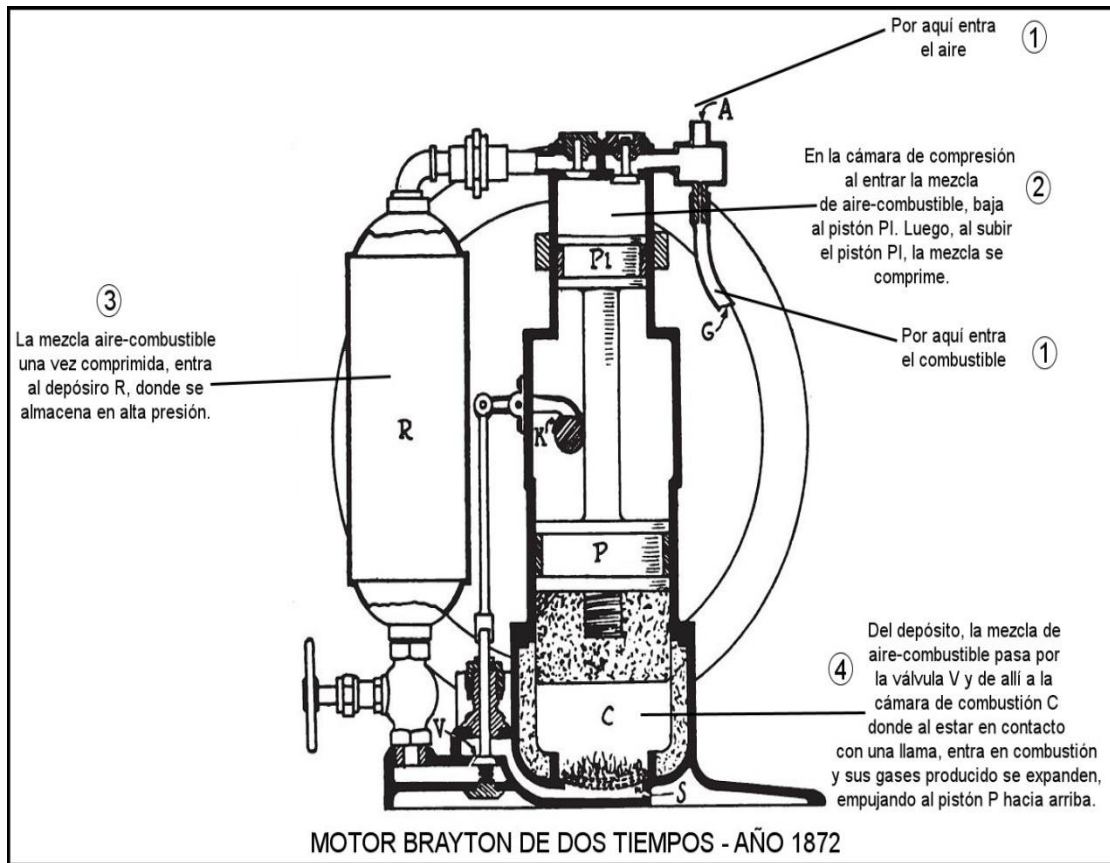
Η καύση γινόταν όταν το έμβολο ήταν στην κατώτερη περίπου θέση και η πίεση των αερίων ωθούσε αυτό προς τα πάνω κινώντας έτσι το σύστημα οδοντωτού τροχού του σφονδύλου. Η καθοδική πορεία του εμβόλου, κατά την οποία γινόταν και η εξαγωγή καυσαερίων από τον θάλαμο καύσης, εξασφαλιζόταν από την βαρύτητα. Σε αυτή τη διαδρομή όμως, εκτός από την εξώθηση των προϊόντων της καύσης από τον κύλινδρο, το έμβολο απέδιδε επίσης έργο και στον σφόνδυλο, μέσω μηχανισμού καστανίας. Φθάνοντας στο κατώτερο σημείο της διαδρομής του, ανασηκώνονταν (μηχανικά) λίγο, ώστε να δημιουργηθεί ένας μικρός όγκος στον κύλινδρο, ο οποίος γέμιζε με το νέο μίγμα και στη συνέχεια γινόταν η έναυση.

Η νέα αυτή κατασκευή του Otto αξιοποίησε σχεδόν στο σύνολο τους τις παρατηρήσεις και σχόλια του de Rochas για την πρώτη μηχανή του Lenoir. Οι

κυριότερες βελτιώσεις που επέφερε ο Otto με αυτή τη μηχανή ήταν : (α) η υιοθέτηση του κύκλου τεσσάρων φάσεων (τετράχρονος κινητήρας), (β) η συμπίεση του καυσίμου μίγματος πριν από την έναυση και (γ) η αντικατάσταση των επιπέδων βαλβίδων του Lenoir με βαλβίδες της μορφής που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα. Ως αποτέλεσμα όλων αυτών των βελτιώσεων, η κατανάλωση καυσίμου της μηχανής αυτής ήταν κατά 60% ακόμη μικρότερη από την οικονομικότερη γνωστή κατασκευή της εποχής. Επίσης, η λειτουργία της ήταν σημαντικά λιγότερο θορυβώδες, ιδιότητα στην οποία οφείλεται ο χαρακτηρισμός της ως << σιωπηλή μηχανή – silent engine>>.

Σταδιακά άρχισε να ωριμάζει η ιδέα της χρήσης υγρών καυσίμων με ταυτόχρονη βέβαια αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος από μηχανή συγκεκριμένου βάρους. Η πρώτη βελτιωμένη μηχανή παρουσιάστηκε από τον Brayton στις ΗΠΑ, το 1872 και εισήχθηκε στη Μ. Βρετανία το 1876. Χρησιμοποιούσε ως βαρύ καύσιμο, βαρύ πετρέλαιο και κηροζίνη. Σε αυτή την μηχανή τόσο ο αέρας όσο και το καύσιμο οδηγούνταν στον κύλινδρο με αυξημένη πίεση, από αντίστοιχες αντλίες που έπαιρναν κίνηση από την ίδια την μηχανή.

Η κατασκευή του H. Ackroyd Stewart (1890) αποτέλεσε τον πρόδρομο του πετρελαιοκινητήρα, όντας η πρώτη μηχανή υψηλής πίεσης. Η κατασκευή αυτή φαίνεται στην εικόνα 4. Λειτουργησε με βάση τον τετράχρονο κύκλο σταθερού όγκου. Για την έγχυση του καυσίμου υπήρχε η μικρή αντλία, που έπαιρνε κίνηση από την ίδια την μηχανή και οδηγούσε το καύσιμο στο θάλαμο καύσης, μέσω του εγχυτήρα. Στον ίδιο χώρο οδηγούνταν επίσης θερμός αέρας, μέσω της βαλβίδας του αέρα. Ο θάλαμος καύσης είχε εσωτερικά τοποθετημένα πτερύγια , για την αύξηση της μετάδοσης της θερμότητας προς την γόμωση, η οποία αυταναφλέγονταν. Η θερμοκρασία του θαλάμου αυτού ήταν συνεχώς υψηλή, λόγω της καύσης. Για το ξεκίνημα μόνο της λειτουργίας του κινητήρα χρησιμοποιούνταν εξωτερική, ηλεκτρική θέρμανση του χώρου διάρκειας 7-10 min. Η εξαγωγή του καυσαερίου από τον κυρίως κύλινδρο γινόταν μέσω της βαλβίδας εξαγωγής. Ο κινητήρας αυτός ήταν πρόδρομος των σημερινών πετρελαιοκινητήρων με προθάλαμο καύσης.



(εικόνα 3, η βελτιωμένη μηχανή του Brayton)

Πραγματική επανάσταση στις μηχανές υγρού καυσίμου έφερε ο Dr. Rudolf Diesel, όταν το 1892 κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας (No 7241), στο οποίο έθεσε τις βάσεις για τον σύγχρονο πετρελαιοκινητήρα υψηλής απόδοσης, που πρακτικά λειτουργεί μέχρι και σήμερα. Η εργασία του ήταν αρχικά θεωρητική, τις ιδέες του όμως υλοποίησε σε συνεργασία με την εταιρία Augshurg Krupp στο Essen της Γερμανίας.



(εικόνα 4, η μηχανή Ackroyd-Stewart 1890)

Κλείνοντας την ιστορική αναδρομή στις μηχανές εσωτερικής καύσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ουσιαστική αλλαγή της αρχικής κατασκευής του Rudolf Diesel έγινε μόλις στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1900 με την εισαγωγή των ηλεκτρονικών και την ανάπτυξη του συστήματος έγχυσης καυσίμου με πολλαπλή (κινητήρες Common Rail). Μέχρι τότε οι διαφοροποιήσεις από την κατασκευή R. Diesel θα πρέπει να θεωρηθούν ως <<βελτιώσεις μικρής σχετικά έκτασης>>, χαρακτηρισμός που δείχνει το βαθμό πρωτοπορίας και πρωτοτυπίας που κατάφερε να ενσωματώσει ο Diesel στην κατασκευή του 100 χρόνια πριν. Δίκαια λοιπόν ο πετρελαιοκινητήρας φέρει το όνομα του και χαρακτηρίζεται ως κινητήρας Diesel.

(πηγή: βιβλίο, μηχανές εσωτερικής καύσης, Νικόλαος Α. Κυριακής, καθηγητής Α.Π.Θ., κεφάλαιο 1 ιστορικά στοιχεία)



(εικόνα 5, Η μηχανή του R. Diesel)

Κεφάλαιο 2^ο: Πετρελαιοκινητήρες Diesel

2.1 Βασικές ιδιότητες του καυσίμου Diesel

Υπάρχουν αρκετά είδη πετρελαίου τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους λόγω των χαρακτηριστικών τους. Η πηγή όλων είναι η ίδια, το αργό πετρέλαιο. Οι μηχανές Diesel μπορούν να υποστηρίξουν ως καύσιμο όλες τις αποστάξεις αργού πετρελαίου. Η εκλογή του είδους που θα εμπλέξουμε έχει να κάνει με τις ιδιότητες και τις λειτουργίες της μηχανής, αλλά κυρίως από την ταχύτητα λειτουργία της. Αν για παράδειγμα θέλαμε να θέσουμε σε λειτουργία μια μεγάλης ισχύος αργόστροφη μηχανή θα επιλέξουμε το βαρύ πετρέλαιο.

Το συνηθέστερο είδος σε όλους μας είναι το πετρέλαιο Diesel, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως σε πολύστροφες μηχανές. Για να χρησιμοποιηθεί το πετρέλαιο Diesel σε φορτηγά και αυτοκίνητα για παράδειγμα, θα πρέπει να υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητες οι οποίες επηρεάζουν την λειτουργία και την διάρκεια ζωής μιας μηχανής, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Οι ιδιότητες αυτές είναι:

- Το σημείο ανάφλεξης
- Το σημείο ροής
- Το ιξώδες
- Η πτητικότητα
- Η θερμαντική ικανότητα
- Το ειδικό βάρος
- Η περιεκτικότητα σε θείο
- Ο αριθμός κετανίου
- Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης

(Is ted. [ebook] Available at: http://oebemessinias.gr/systimata_petrelaiokinisis.pdf)

2.2 Κινητήρες με προθάλαμο καύσης

Αυτού του είδους κινητήρες diesel είναι παλαιότερης τεχνολογίας, οι οποίοι ήταν εφοδιασμένοι με προθερμαντήρες και άναβαν για να προθερμάνουν τον προθάλαμο καύσης στον οποίο γινόταν η έγχυση

καυσίμου και η έναρξη της καύσης (η καύση συνεχιζόταν και ολοκληρώνονταν με την έξοδο του μισό-καμένου μίγματος αέρα – καυσίμου από τον προθάλαμο στον κυρίως θάλαμο καύσης). Οι κινητήρες αυτοί ήταν συνήθως εφοδιασμένοι με μηχανικές αντλίες πετρελαίου, ως επί το πλείστον περιστροφικού τύπου για τα επιβατικά αυτοκίνητα και παλαιότερα αντλίες εν σειρά (είχαν και έχουν ακόμη και σήμερα κάποιοι κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης φορτηγών και λεωφορείων). Η περιστροφικού τύπου αντλία πετρελαίου διανέμει το συμπιεσμένο καύσιμο διαδοχικά στους κυλίνδρους και οι εγχυτήρες (μπεκ) ανοίγουν με την πίεση του πετρελαίου. Η αντλία πετρελαίου <<εν σειρά>> έχει τόσα στοιχεία εμβολοφόρου αντλίας πίεσης, όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα.

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

(www.mie.uth.gr/ekp_gliko/diesel_injection_systems)

2.3 Κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης

Από τις αρχές της δεκαετίας του '90, οι κινητήρες με προθάλαμο ή θάλαμο στροβιλισμού, αντικαταστάθηκαν με κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης στα επιβατικά αυτοκίνητα (ξεκινώντας από τους κινητήρες TDI του γκρουπ WV, των 90 και 110 ps των Golf και Passat).

Έτσι απέκτησαν και οι κινητήρες Diesel των επιβατικών αυτοκινήτων, τα πλεονεκτήματα των κινητήρων των φορτηγών και λεωφορείων – χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, μεγαλύτερη αξιοπιστία, λιγότερες αστοχίες φλάντζας κεφαλής λόγω υπερθέρμανσης. Όμως πήραν και κάποια από τα μειονεκτήματα των μεγαλύτερων κινητήρων απ' ευθείας

έγχυσης, όπως τον αυξημένο θόρυβο λόγο της αυξημένης πίεσης έγχυσης που απαιτείται, καθώς και τις δυσκολίες να πετύχουν τα αυστηρότερα όρια εκπομπών αιθάλης.

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

Συχνά όμως είναι εφοδιασμένοι με ένα θερμοστάτη στην εξάτμιση του κινητήρα, ο οποίος ενεργοποιεί κάποιο σύστημα προθέρμανσης του αέρα εισαγωγής κατά την ψυχρή εκκίνηση. Η πίεση έγχυσης είναι πιο ανεβασμένη και φθάνει μεταξύ 180 και 250 bar.

(Συστήματα έγχυσης κινητήρων Diesel επιβατικών αυτοκινήτων, επιμέλεια: Ολυμπία Τύγου, Λουκάς Δημητριάδης)

2.4 Βενζινοκινητήρες --- Πετρελαιοκινητήρες (πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα)

Για την επίτευξη μιας περισσότερο ολοκληρωμένης σύγκρισης ανάμεσα στους βενζινοκινητήρες, οι οποίοι αποτελούν τον ανταγωνιστή των πετρελαιοκινητήρων, θεωρήθηκε αναγκαίο το γεγονός να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός:

- Ο πετρελαιοκινητήρας έχει καλύτερη ροπή και μάλιστα στις χαμηλές στροφές εκεί δηλαδή που τη χρειαζόμαστε.

- Ο βενζινοκινητήρας έχει καλύτερη ελαστικότητα, δηλαδή πιο γρήγορη ανταπόκριση στις απαιτήσεις οδήγησης.
- Ο βενζινοκινητήρας έχει λιγότερο θόρυβο και κραδασμούς, παρά την σημαντική εξέλιξη των πετρελαιοκινητήρων νέας γενιάς.
- Ο πετρελαιοκινητήρας έχει πιο βαριά κατασκευή σε σχέση με το αυτή του βενζινοκινητήρα, λόγω των λειτουργικών χαρακτηριστικών (πίεση, θερμοκρασία, δύναμη κλπ)
- Η ενεργειακή απόδοση του βενζινοκινητήρα είναι περίπου 25-27% ενώ του πετρελαιοκινητήρα υπερβαίνει (turbo) τότε ξεπερνά και το 50%. Η καλύτερη ενεργειακή απόδοση μεταφράζεται και σε αντίστοιχο κέρδος στην κατανάλωση καυσίμου.
- Το κόστος συντήρησης είναι περίπου το ίδιο σήμερα.
- Το κόστος παραγωγής του πετρελαιοκινητήρα είναι μεγαλύτερο (περίπου 10%)
- Η βαριά κατασκευή, τόσο του κινητήρα όσο και του αμαξώματος, εξασφαλίζει διπλάσιο χρόνο ζωής στο όχημα, όχι όμως και στα συστήματα απορρύπανσης.
- Το πετρελαιοκίνητο κατηγορείται κυρίως για τις εκπομπές σωματιδίων (PM) και NOx, όμως η νέα τεχνολογία απορρύπανσης, έχει φθάσει τα επίπεδα των εκπομπών αυτών, σε όμοια με αυτά του βενζινοκινητήρα.

Τελειώνοντας η βενζίνη και το πετρέλαιο αποτελούν καύσιμα ενώσεων υδρογονανθράκων που παράγονται από την διύλιση του ακατέργαστου πετρελαίου (μαζούτ). Η βενζίνη χαρακτηρίζεται από το μικρότερο ειδικό βάρος, είναι δηλαδή ελαφρύτερη και εξατμίζεται πιο εύκολα. Λόγο της εξαιρετικά υψηλής πτητικότητας της (εξαέρωσης) επιτρέπει την ομαλή εκκίνηση του κινητήρα ακόμη και σε ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες.

Από την άλλη πλευρά, το πετρέλαιο είναι βαρύτερο σαν καύσιμα, εξατμίζεται δυσκολότερα ενώ όταν υπάρχουν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες οι παραφίνες του πήζουν και το εμποδίζουν να φθάσει μέχρι τα μπεκ. Το υψηλό ιξώδες, δηλαδή η ρευστότητα, δυσχεραίνει τη λειτουργία της αντλίας και στην καλύτερη περίπτωση επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα καύσης. Για αυτόν, και αρκετούς άλλους λόγους,

η σύσταση του πετρελαίου διαφέρει ανάλογα με τις θερμοκρασίες που επικρατούν σε διαφορετικές περιοχές (π.χ. Βόρεια Ευρώπη)

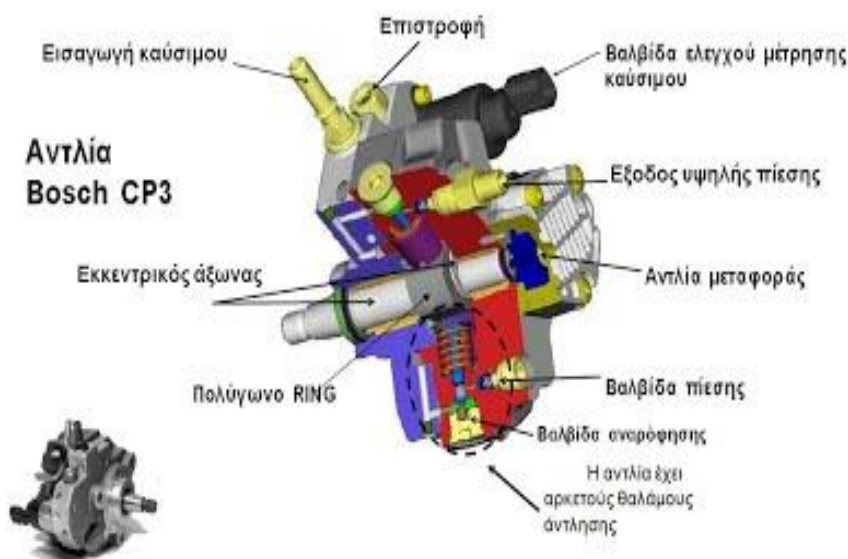
Κεφάλαιο 3^ο: Σύστημα τροφοδοσίας πετρελαιοκινητήρων (Common Rail)

3.1 Ιστορική ανασκόπηση του συστήματος Common Rail

Για πρώτη φορά το 1989 παρουσιάστηκε στο κοινό στη Διεθνή έκθεση αυτοκινήτου στην Φρανκφούρτη, ο πρώτος πετρελαιοκινητήρας σε μαζική παραγωγή με απ' ευθείας ψεκασμό, πλήρως ηλεκτρονικά ελεγχόμενος σε αυτοκίνητο της αυτοκινητοβιομηχανίας AUDI. Ίσως δεν γνώριζαν οι τεχνικοί της ότι τότε έκαναν την τεχνολογική επανάσταση στην πετρελαιοκίνηση, για την περεταίρω βελτίωση των κινητήρων. Την AUDI ακολούθησαν και άλλοι κατασκευαστές καταφέροντας να κάνουν, από έναν αργό, θορυβώδες, ρυπογόνο και άκομψο κινητήρα έναν γρήγορο καθαρό, ήσυχο και οικονομικό που δεν έχει τίποτα να ζηλέψει από έναν βενζινοκινητήρα. Η μαγική αυτή λέξη για την τεχνολογία ονομάζεται 'Common Rail System'. Η ελεύθερη μετάφραση στα ελληνικά είναι 'κοινή κεντρική γραμμή-σωλήνας (θάλαμος)'. Την επινόηση για αυτή την τεχνολογία είχε η FIAT και η BOSCH έκανε την κατασκευή των εξαρτημάτων και του προγράμματος λειτουργίας της ηλεκτρονικής διαχείρισης του συστήματος.

3.2 Εισαγωγή για το σύστημα Common Rail

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 καυσίμου σε κάθε διαδικασία έγχυσης.



(εικόνα 6, περιστροφική αντλία της Bosch CP3)

Μία 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 στον 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 παραγωγή του συστήματος. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε παραγωγή το 1997 από την Mercedes Benz και την Alfa Romeo.

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 την βοήθεια αντλιτικού μηχανισμού), την διανομή της σωστής ποσότητας πετρελαίου σε κάθε μπεκ και την ρύθμιση του ανοίγματος του. Στο σύστημα Common Rail μια αντλία παρέχει καύσιμο με υψηλή πίεση σε ένα κοινό αυλό από τον οποίο τροφοδοτούνται όλα τα μπεκ.

3.3 Χαρακτηριστικά συμβατικών συστημάτων

Με τα συμβατικά συστήματα ψεκασμού, τα οποία χρησιμοποιούν διανομέα και σειριακές αντλίες, ο ψεκασμός καυσίμου αποτελεί σήμερα μόνο την κύρια φάση ψεκασμού, χωρίς πιλοτικό ψεκασμό, παρ' όλα αυτά γίνονται προσπάθειες για την ανάπτυξη αυτού.

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

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

Οι επιπτώσεις είναι οι εξής:

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

3.4 Χαρακτηριστικά του συστήματος Common Rail



(εικόνα 7, σύστημα Common Rail ,

[https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#imgrc=bDmFZR5hiSB_HM: \)](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#imgrc=bDmFZR5hiSB_HM:)

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

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

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

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

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

Για να λειτουργήσει το σύστημα απαιτούνται και κάποια άλλα στοιχεία:

- ECU
- Αισθητήρας στροφάλου
- Αισθητήρας εκκεντροφόρου

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

(Εισηγητής: Αρκουλής Νίκος, Τεχνολόγος μηχανικός Οχημάτων , 3^ο ΕΠΑΛ Ν. Φιλαδέλφειας, πετρελαιοκίνηση)

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

Οι εγχυτήρες (μπεκ) είναι συνδεδεμένοι στον συσσωρευτή καυσίμου (rail) με μικρές σωληνώσεις και ουσιαστικά από τελούνται από το ακροφύσιο και από μια σπειροειδή βαλβίδα(πηνίο), η οποία ενεργοποιείται από την ECU για την έναρξη του ψεκασμού. Όταν η βαλβίδα αυτή απενεργοποιείται ο ψεκασμός σταματά. Λαμβάνοντας σαν

δεδομένο την σταθερή πίεση στο συσσωρευτή, η ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου είναι άμεσα ανάλογη με το μήκος του χρόνου που η βαλβίδα ήταν απενεργοποιημένη. Είναι τελείως ανεξάρτητη από τις στροφές ή από τις στροφές της αντλίας υψηλής πίεσης (ψεκασμός ελεγχόμενος χρονικά).



(Εικόνα 8, σύστημα common rail,

<http://www.anip-seminars.gr/wp-content/uploads/2015/04/COMMON-RAIL-1.jpg>)

Η απαιτούμενη υψηλή ταχύτητα ενεργοποίηση του πηνίου της βαλβίδας, επιτυγχάνεται με υψηλές τάσεις και ρεύματα. Αυτό σημαίνει ότι το ερέθισμα του πηνίου από την ECU πρέπει να είναι σχεδιασμένο ανάλογα.

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

3.5 Διαδικασία ψεκασμού του συστήματος Common Rail

Η διαδικασία ψεκασμού χωρίζεται σε τρεις φάσεις από το ECU :

- Τον πιλοτικό ψεκασμό
- Τον κύριο ψεκασμό
- Τον μετά ψεκασμό

3.5.1 Πιλοτικός ψεκασμός

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

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

- Η συμπίεση αυξάνεται ομαλά κατά την διάρκεια του ψεκασμού και έχουμε μερική καύση που οδηγεί στην ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης της ανάφλεξης του κύριου ψεκασμού.
- Μείωση της 'ανόδου' της πίεσης της καύσης. Αυτά έχουν σαν συνέπεια την ελάττωση του θορύβου της καύσης, της κατανάλωσης καυσίμου και σε πολλές περιπτώσεις των εκπομπών καυσαερίων.

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

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

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

3.5.2 Κύριος ψεκασμός

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

3.5.3 Μετά-ψεκασμός

Με ορισμένες εκδόσεις του NOx καταλυτικού μετατροπέα ο μετά-ψεκασμός συνεισφέρει στην καύση των NOx. Ακολουθεί διαδικασία του κύριου και ο χρόνος εφαρμογής του βρίσκεται από το άνω νεκρό σημείο μέχρι και 200° μετά από αυτό, εισάγοντας ακριβέστερες ποσότητες καυσίμου στα καυσαέρια. Κατά την εξαγωγή των καυσαερίων, το μίγμα καυσαερίων και καυσίμου φεύγει από τον θάλαμο καύσης μέσω των βαλβίδων εξαγωγής και πάει στο σύστημα καυσαερίων. Μέρος του μίγματος επιστρέφει στον θάλαμο καύσης μέσω του συστήματος EGR και έχει το ίδιο αποτέλεσμα όπως ένας προκαταβολικός πιλοτικός ψεκασμός. Με τον κατάλληλο καταλυτικό μετατροπέα NOx, το ίδιο καύσιμο γίνεται ικανό να μειώσει την ποσότητα των NOx στα καυσαέρια.

3.6 Πλεονεκτήματα συστήματος common Rail σε σχέση με τα συμβατικά

Θέλοντας να συνοψίσουμε τα πλεονεκτήματα του συστήματος Common Rail σε σχέση με τα μηχανικά συστήματα έγχυσης, συγκεντρώσαμε τα ακόλουθα:

- ❖ Η υψηλή πίεση έγχυσης επιτυγχάνεται ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα.
- ❖ Η υψηλή πίεση έγχυσης είναι ανεξάρτητη της μάζας του εγχεόμενου καυσίμου.
- ❖ Ακρίβεια στη ρύθμιση της ποσότητας του εγχεόμενου καυσίμου.
- ❖ Δυνατότητα πολλαπλών ψεκασμών σε ένα κύκλο λειτουργίας.
- ❖ Ελαχιστοποίηση των διαφορών στην εγχεόμενη μάζα καυσίμου και στον χρονισμό της έγχυσης μεταξύ των κυλίνδρων.
- ❖ Ελαχιστοποίηση των διαφορών της εγχεόμενης μάζας καυσίμου μεταξύ των διαδοχικών κύκλων.
- ❖ Δυνατότητα ανεξάρτητου χρονισμού έγχυσης μεταξύ των εγχυτήρων ενός κυλίνδρου.
- ❖ Δυνατότητα καθορισμού του χρονισμού της βαλβίδας εξαγωγής των καυσαερίων.
- ❖ Η κατασκευή του συστήματος με μεμονωμένα εξαρτήματα (μοντουλ) βοηθάει στην ανεξάρτητη σχεδίαση, μελέτη και κατασκευή των εξαρτημάτων αυτών και μειώνει, το κόστος κατασκευής, επισκευής και συντήρησης.
- ❖ Υπάρχει δυνατότητα να επιλέγει το σύστημα τον χρόνο ψεκασμού.
- ❖ Με την υψηλή πίεση ψεκασμού μπορεί να γίνει σχεδόν πλήρης καύση.
- ❖ Με την δυνατότητα πλήρη ελέγχου του ψεκασμού μπορεί να υπάρχει προέγχυση καυσίμου λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν το κανονικό ψεκασμό, προθερμαίνοντας έτσι τον χρόνο καύσης.

- ❖ Η βασική προέγχυση και ανάφλεξη δεν γίνεται ακαριαία, είναι πιο 'προοδευτική' και έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται ο θόρυβος λειτουργίας και τα οξειδία του αζώτου (NOx).
- ❖ Ο ελεγχόμενος και γρήγορος ψεκασμός που πραγματοποιείται, συμβάλει στην καθαρή καύση.

Όλα τα παραπάνω δεν αφήνουν καμία αμφιβολία ότι το σύστημα ψεκασμού Common Rail έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, όμως το σημαντικότερο απ' αυτά είναι η δυνατότητα του να μεταβάλλει τους χρόνους ψεκασμού ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας της μηχανής. Αυτό επιτυγχάνεται με την διαφοροποίηση του συστήματος ψεκασμού καυσίμου. Η μονάδα διαχείρισης της μηχανής λαμβάνει τα δεδομένα από μια ομάδα αισθητήρων, τα επεξεργάζεται και δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες καύσης με σκοπό πάντα την ιδανική καύση του μίγματος αέρα-καυσίμου που έχει δημιουργηθεί μέσα στον θάλαμο καύσης.



(εικόνα 9, <http://www.wtryskiwacz.com/galeria/image023435675.gif>)

Κεφάλαιο 4^ο: Ανάλυση του συστήματος ψεκασμού Common Rail

4.1 Η εξέλιξη του συστήματος

- 1997: Η εξέλιξη του συστήματος Common Rail έγινε για πρώτη φορά στην παγκόσμια αγορά με την εισαγωγή του συστήματος common rail στα επιβατικά οχήματα. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1350 bar. Πρώτη εφαρμογή, έγινε στις εκδόσεις της Alfa Romeo και της Mercedes – Benz.
- 1999: Το σύστημα common rail εφαρμόστηκε στα επαγγελματικά οχήματα. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1400 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις της Renault(RVI).
- 2001: παρουσιάστηκε η 2^η γενιά common rail, για επιβατικά οχήματα που δημιουργούσε περισσότερο οικονομικούς πετρελαιοκινητήρες , φιλικούς στο περιβάλλον, λιγότερο θορυβώδες και καλύτερης απόδοσης. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1600bar. Η πρώτη εκδοχή έγινε στις εκδόσεις Volvo και BMW.
- 2002: εφαρμόστηκε η 2^η γενιά common rail στα επαγγελματικά οχήματα. Παρουσίαζαν χαμηλά επίπεδα ρύπων και μικρότερη κατανάλωση αλλά υψηλότερη απόδοση. Η πίεση έγχυσης ήταν στα 1600 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις της MAN.
- 2003: 3^η γενιά common rail με άμεσης απόκρισης μπεκ rienzo για επιβατικά αυτοκίνητα. Παρουσίαζε έως 20% λιγότερους ρύπους, έως 5% περισσότερη δύναμη, 3% μείωση κατανάλωσης και μείωση θορύβου του κινητήρα. Η πίεση έγχυσης έφτανε τα 1600 bar. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στις εκδόσεις της Audi.
- 2006: 3^η γενιά common rail με πίεση συστήματος 1800 bar αντί της πίεσης των 1600 bar το οποίο προσέφερε περισσότερες δυνατότητες δημιουργίας ‘καθαρών’ κινητήρων και επιπλέον μεγαλύτερη απόδοση. Σχετικά με την 4^η γενιά common rail για τα επιβατικά αυτοκίνητα η

Bosch μελετά συστήματα με εφαρμογή πιο υψηλών πιέσεων ψεκασμού. Το σύστημα common rail 4^{ης} γενιάς για βαριά επαγγελματικά αυτοκίνητα λειτουργεί με ένα νέο εγχυτήρα με πολλαπλασιαστή πίεσης. Αυτός συμπυκνώνει τα καύσιμα στον εγχυτήρα στην μέγιστη πίεση των 2100 bar. Η ιδιαιτερότητα του είναι ότι ο 39 πολλαπλασιαστής πίεσης μπορεί να ελεγχθεί ανεξάρτητα από το ακροφύσιο έγχυσης. Η δυνατότητα ελεύθερης διαμόρφωσης της μεταβολής της πίεσης μειώνει την δημιουργία ρύπων.

4.2 Τα κύρια εξαρτήματα του συνολικού συστήματος τροφοδοσίας με ηλεκτρική αντλία

Προκειμένου να εξασφαλίζεται η σωστή τροφοδοσία και η ομαλή λειτουργία στο σύστημα υψηλής πίεσης, το κύκλωμα χαμηλής πίεσης είναι αυτό που πρέπει να διοχετεύει την τροφοδοσία του καυσίμου σε επαρκή ποσότητα και σε σταθερή πίεση. Συνοψίσαμε τα κύρια εξαρτήματα του συνολικού κυκλώματος τροφοδοσίας καυσίμου με ηλεκτρική αντλία. Τα εξαρτήματα είναι τα εξής:

1,2,3 και 4 : ηλεκτρουδραυλικοί εγχυτήρες

5 : common rail υψηλής πίεσης

6 : αισθητήρες θερμοκρασίας καυσίμου

7 : αισθητήρες πίεσης καυσίμου

8 : ψύκτης καυσίμου, τοποθετημένος στο κύκλωμα επιστροφών

9 : προ-φίλτρο καυσίμου

10: αντλία τροφοδοσίας χαμηλής πίεσης :

11: ρεζερβουάρ καυσίμου

12: φίλτρο καυσίμου, υδατοπαγίδα και ρυθμιστής κυκλώματος χαμηλής πίεσης

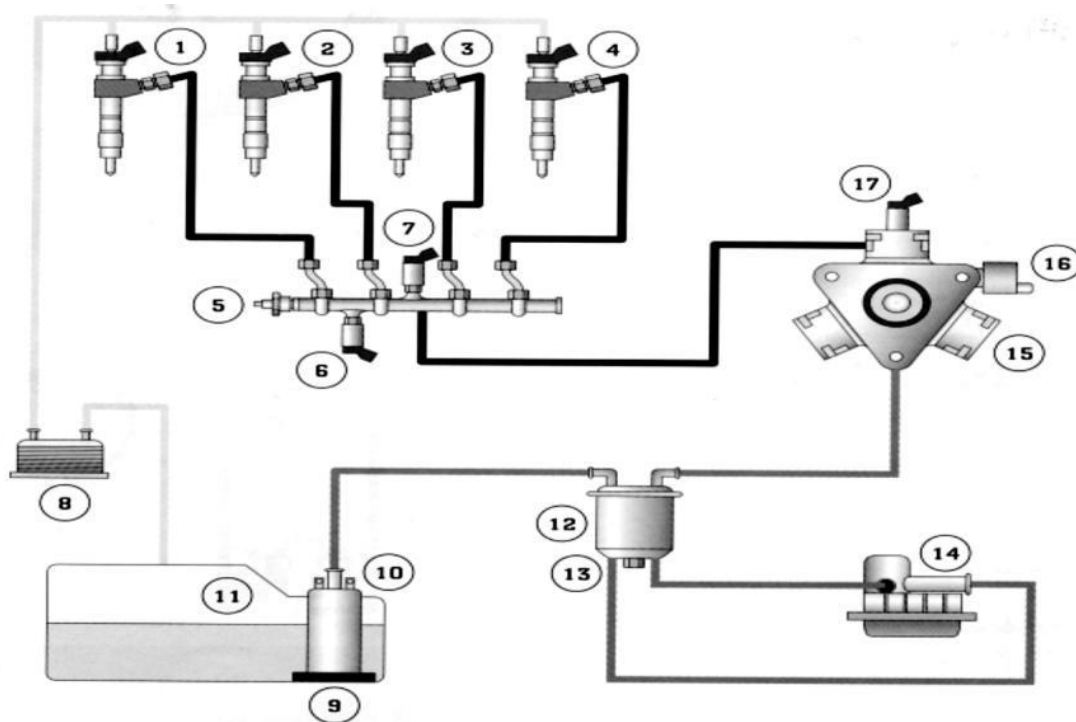
13: κοχλίας αδειάσματος νερού υδατοπαγίδας

14: προθερμαντήρας καυσίμου

15: αντλία υψηλής πίεσης

16: ρυθμιστής υψηλής πίεσης καυσίμου

17: απενεργοποιητής του τρίτου εμβόλου της αντλίας υψηλής πίεσης



(εικόνα 10, σύστημα τροφοδοσίας με ηλεκτρική αντλία)

4.3 Τα κύρια μέρη ενός εξελιγμένου συστήματος τροφοδοσίας Diesel(Common Rail)

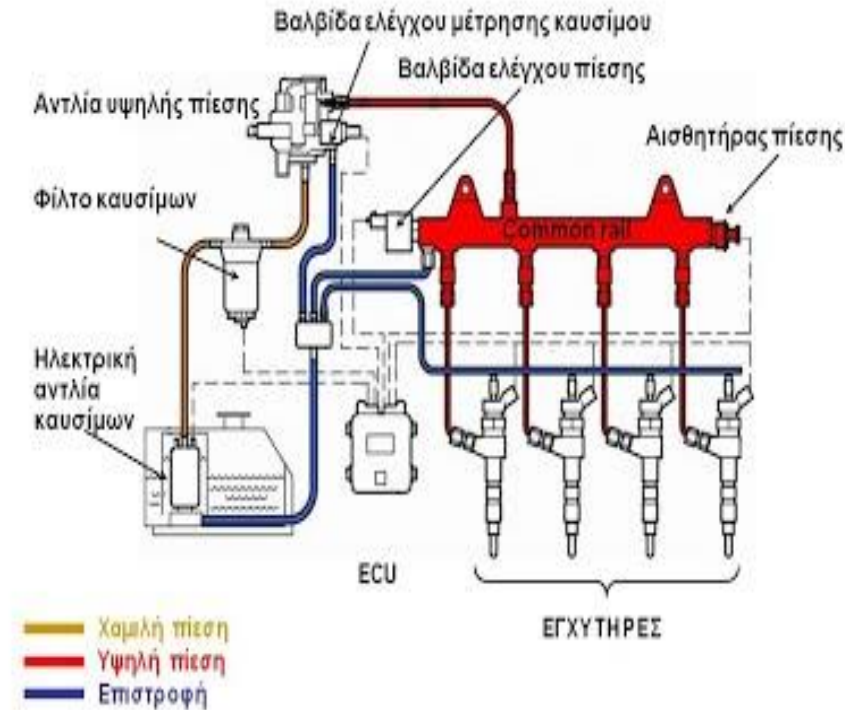
Κάθε σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου Common Rail αποτελείται από δύο βασικά υποσυστήματα:

- Το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (χαμηλής , υψηλής πίεσης και επιστρεφόμενου καυσίμου).
- Το υποσύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου Diesel (Electronic Diesel Control- EDC) (αισθητήρες, μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου/εγκέφαλος, ενεργοποιητές).

Τα συστήματα ψεκασμού καυσίμου Common Rail των διαφόρων εταιριών (Bosch, Delphi, Denso, Siemens- VDO) διαφέρουν ως προς τον σχεδιασμό, τη διάταξη των εξαρτημάτων, τις επιμέρους λειτουργίες, όμως όλα λειτουργούν με την ίδια αρχή.

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου Common-Rail χωρίζεται σε τρία κυκλώματα ως προς την κυκλοφορία του καυσίμου:

- Στο κύκλωμα καυσίμου **χαμηλής πίεσης**
- Στο κύκλωμα καυσίμου **υψηλής πίεσης** και
- Στο κύκλωμα επιστροφών καυσίμου που υπάρχει σχεδόν σε όλους τους πετρελαιοκινητήρες.



(εικόνα 11, σύστημα με common rail)

(<http://www.bars3pro.gr/technikes-odegies-2/plerophories-systematon-ochematon/common-rail>)

4.4 Αισθητήρες συστήματος Common Rail

4.4.1 Αισθητήρας στροφών

Είναι ένας αισθητήρας τύπου Hall. Είναι τοποθετημένος στο κέλυφος του συμπλέκτη. Δίνει στον εγκέφαλο την ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα. Για να γίνει αυτή η μέτρηση πάνω στον στροφαλοφόρο υπάρχει ένας τροχός με 360 σιδηρομαγνητικά δόντια. Ο αισθητήρας βρίσκεται ανάμεσα από τον στροφαλοφόρο και από ένα μόνιμο μαγνήτη ο οποίος δημιουργεί κάθετο μαγνητικό πεδίο προς το στοιχείο Hall. Η τάση του αισθητήρα μεταβάλλεται από την ταχύτητα την οποία περνάει το κάθε δόντι από το μαγνητικό πεδίο και έτσι ο Hall μετράει την ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου.



(εικόνα 12, αισθητήρας στροφών,

[#### 4.4.2 Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CF%89%CE%BD&imgsrc=S9GaxXj5c7TbWM:)</p></div><div data-bbox=)

Ο αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου μετράει την ταχύτητα περιστροφής και την θέση του εκκεντροφόρου. Η μέτρηση αυτή γίνεται με έναν αισθητήρα Hall. Η αρχή λειτουργίας αυτού του αισθητήρα είναι ίδια με αυτή του αισθητήρα στροφών του στροφαλοφόρου άξονα. Από την μέτρηση αυτή παίρνουμε την θέση του κάθε εμβόλου και έτσι υπολογίζεται ο χρόνος ψεκασμού του κάθε κυλίνδρου.



(εικόνα 13, αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου,

[#### 4.4.3 Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%B5%CE%BA%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%85&imgsrc=fbOeUQACZSiHyM:)</p></div><div data-bbox=)

Ο αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού είναι ένας αισθητήρας που υπολογίζει μέσο ενός ποτενσιόμετρου, του οποίου η τάση εξόδου αυξάνεται με το πάτημα του πεντάλ του γκαζιού, την θέση του πεντάλ γκαζιού.



(εικόνα 14, αισθητήρας πεντάλ γκαζιού,

[---

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ COMMON RAIL
ΣΕ DIESEL ΚΑΙΝΗΤΗΡΑ](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%B5%CE%BA%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%85&imgsrc=fbOeUQACZSiHyM:)</p></div><div data-bbox=)

[#### 4.4.4 Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B5%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%BC%CE%BF%CF%85&imgrc=SJJ53aJJCkeYQM:)</p></div><div data-bbox=)

Ο αισθητήρας αυτός είναι τύπου NTC (αρνητικός συντελεστής θερμοκρασίας) είναι βιδωμένος είτε επάνω στην rail είτε επάνω στο κύκλωμα επιστροφής στο ρεζερβουάρ. Επιτρέπει στον εγκέφαλο να κάνει τις διορθώσεις στην παροχή του καυσίμου που ψεκάζεται ώστε να λαμβάνει υπόψη τις μεταβολές του ιξώδους του πετρελαίου με βάση την θερμοκρασία.



(εικόνα 15, αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου,

[ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ COMMON RAIL
ΣΕ DIESEL ΚΑΙΝΗΤΗΡΑ](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%BC%CE%BF%CF%85&imgdii=pshfcBwf504D6M:&imgrc=VVNjHdyvy1MgsM:)</p></div><div data-bbox=)

4.4.5 Μετρητής μάζας αέρα και αισθητήρας θερμοκρασίας

Ο μετρητής αυτός είναι τοποθετημένος ανάμεσα στο φίλτρο αέρα και στην σωλήνα εισαγωγής του κινητήρα. Επιτρέπει στο εγκέφαλο να υπολογίζει την μάζα του αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα με βάση την θερμοκρασία του αέρα. Επίσης αποτελεί μέρος του κυκλώματος υπολογισμού της ανακύκλωσης καυσαερίων. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας είναι τύπου CTN και είναι ενσωματωμένος στον μετρητή μάζας αέρα.



(εικόνα 16, μετρητής μάζας αέρα και αισθητήρας θερμοκρασίας,

https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CE%BC%CE%B1%CE%B6%CE%B1%CF%82+%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%B1&imgsrc=-xwjY EZ0QPbf_M:

)

4.4.6 Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού βρίσκεται τοποθετημένος στο σώμα του κινητήρα, στην έξοδο του ψυκτικού υγρού και κοντά στην κυλινδροκεφαλή. Το κύκλωμα του αισθητήρα αποτελείται από μια θερμοαντίσταση και μια απλή αντίσταση. Η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού

χρησιμεύει στον καθορισμό του χρόνου ψεκασμού και για τον ιδανικό αριθμό στροφών στο ρελαντί.



(εικόνα 17, αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού,

[#### 4.4.7 Αισθητήρας πίεσης Rail](https://www.google.gr/search?q=%CE%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CF%88%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85+%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%BF%CF%85&imgrc=s9V172yKJ3CMwM:)</p></div><div data-bbox=)

Ο αισθητήρας πίεσης Rail είναι μια πιεζοαντίσταση η οποία είναι βιδωμένη πάνω στην Rail και έχει ως σκοπό να μετράει την πίεση του καυσίμου στο κύκλωμα υψηλής πίεσης.

www.ean.gr/3882916



(εικόνα 18, αισθητήρας πίεσης Rail,

[https://www.google.gr/search?q=%CE%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbn=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+rail&imgsrc=HIP21BWEkDtsOM: \)](https://www.google.gr/search?q=%CE%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbn=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+rail&imgsrc=HIP21BWEkDtsOM:)

4.4.8 Αισθητήρας πίεσης και θερμοκρασίας πολλαπλής εισαγωγής

Ο αισθητήρας της πίεσης και της θερμοκρασίας της πολλαπλής εισαγωγής βρίσκονται στο ίδιο εξάρτημα που τοποθετείται επάνω στην πολλαπλή εισαγωγής. Η μετρούμενη τιμή πίεσης συγκρίνεται με την ονομαστική τιμή και αν υπάρχει διαφορά τότε γίνεται διόρθωση στην πίεση πλήρωσης μέσω μιας μαγνητικής βαλβίδας πίεσης της υπερπλήρωσης. Εάν η ρύθμιση της πίεσης δεν είναι πλέον δυνατή τότε ο κινητήρας λειτουργεί με μειωμένα απόδοση. Το σήμα της θερμοκρασίας χρειάζεται ως διορθωτική τιμή για τον υπολογισμό της πίεσης πλήρωσης.



(εικόνα 19, αισθητήρας πίεσης- θερμοκρασίας πολλαπλής εισαγωγής,

[https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbn=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%B8%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%82+%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7%CF%82&imgsrc=tKZi9yViXLauhM: \)](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbn=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%B8%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%82+%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B7%CF%82&imgsrc=tKZi9yViXLauhM:)

4.5 Η λειτουργία του συστήματος

Παρόμοια λειτουργία του συστήματος Common Rail στους πετρελαιοκινητήρες, είναι το σύστημα ψεκασμού πολλαπλών σημείων στους βενζινοκινητήρες.

Το καύσιμο και στις δύο περιπτώσεις μέσω ενός κεντρικού συγκεντρωτικού σωλήνα (διακλαδωτήρα) καυσίμου, προωθείται στα μπεκ ψεκασμού, η πίεση του καυσίμου και ο χρόνος ανοίγματος των μπεκ μας δίνουν την ποσότητα ψεκασμού του καυσίμου. Σε μία πρώτη γενική εικόνα και τα δύο συστήματα, ψεκασμού βενζίνης και Diesel φαίνονται ίδια, υπάρχουν όμως κατασκευαστικές και λειτουργικές διαφορές.

Η μεγαλύτερη διαφορά βρίσκεται στην πίεση ψεκασμού του καυσίμου, που για το σύστημα Common-Rail είναι περίπου 400 φορές μεγαλύτερη από ότι στον

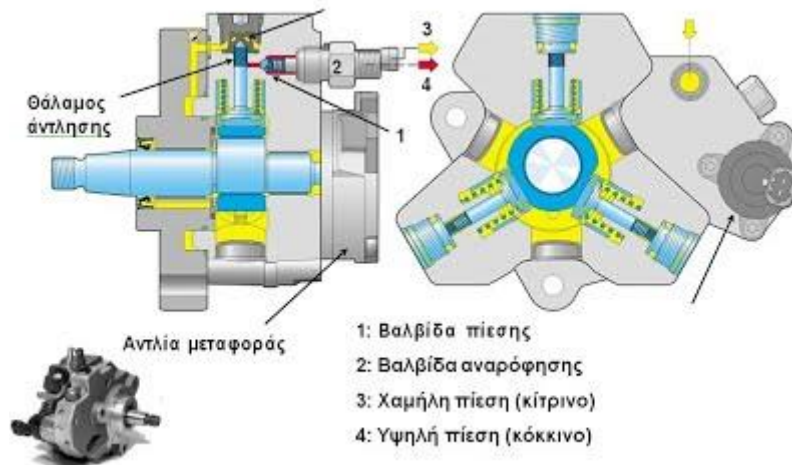
βενζινοκινητήρα πολλαπλών σημείων ψεκασμού και φθάνει τα 1350 bar ή και περισσότερο σε μερικά συστήματα.

Ο έλεγχος αυτών των υψηλών πιέσεων, για να καταφέρουν οι τεχνικοί να ψεκάσουν στον χώρο καύσης την απαιτούμενη ποσότητα πετρελαίου στον κατάλληλο χρόνο, ήταν πολύ δύσκολος. Χρειάστηκε αρκετός χρόνος μέχρι να φθάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα και κατά καιρούς αμφισβητήθηκε η τεχνολογική εφαρμογή του συστήματος από τους πολέμιους αυτού, που τελικά αποδείχθηκε ότι είχαν άδικο.

Στην περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος common Rail, για να γίνει αυτό κατανοητό, θα αναφέρουμε σαν παράδειγμα τον κινητήρα της MERCEDES CDI Common-Rail.

Το όλο σύστημα χωρίζεται σε δύο υποσυστήματα ως προς την κυκλοφορία του καυσίμου:

- Στο υποσύστημα καυσίμου χαμηλής πίεσης και
- Στο υποσύστημα καυσίμου υψηλής πίεσης



(εικόνα 20, περιμετρικά έμβολα κατάθλιψης καυσίμου)

Στο υποσύστημα χαμηλής πίεσης, η αντλία τροφοδοσίας αναρροφά το καύσιμο από την δεξαμενή καυσίμου, στην συνέχεια το καύσιμο περνά από τον προθερμαντήρα και από το κύριο φίλτρο καυσίμου, τροφοδοτώντας την

αντλία υψηλής πίεσης με μια ρυθμιζόμενη πίεση, από μια βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης, περίπου 3,5 bar. Η προθέρμανση του καυσίμου είναι απαραίτητη για την καλή ροή του καυσίμου, κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω χαμηλής θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Απαραίτητη είναι επίσης και η ψύξη του καυσίμου λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αποκτά το καύσιμο από την υψηλή πίεση κατάθλιψης της αντλίας. Ο προθερμαντήρας και το ψυγείο του καυσίμου είναι τοποθετημένα σε ένα σύστημα και η απαιτούμενη ενέργεια για την θέρμανση και την ψύξη του καυσίμου λαμβάνεται από το ψυκτικό υγρό του κινητήρα.

Η αντλία υψηλής πίεσης κινείται από ένα έκκεντρο το οποίο παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα του κινητήρα. Η πίεση του καυσίμου ρυθμίζεται από μια βαλβίδα που λειτουργεί με την σταθερή πίεση ενός ελατηρίου. Η βαλβίδα ανοίγει όταν η πίεση του καυσίμου υπερβεί την δύναμη πίεσης του ελατηρίου της βαλβίδας και το καύσιμο που περισσεύει επιστρέφει ξανά στην είσοδο της αντλίας τροφοδοσίας. Η βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης καυσίμου της αντλίας τροφοδοσίας όταν είναι ανοιχτή διακόπτει την παροχή καυσίμου της αντλίας υψηλής πίεσης και χρησιμοποιείται για την διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα μόνον σε περίπτωση ανάγκης.

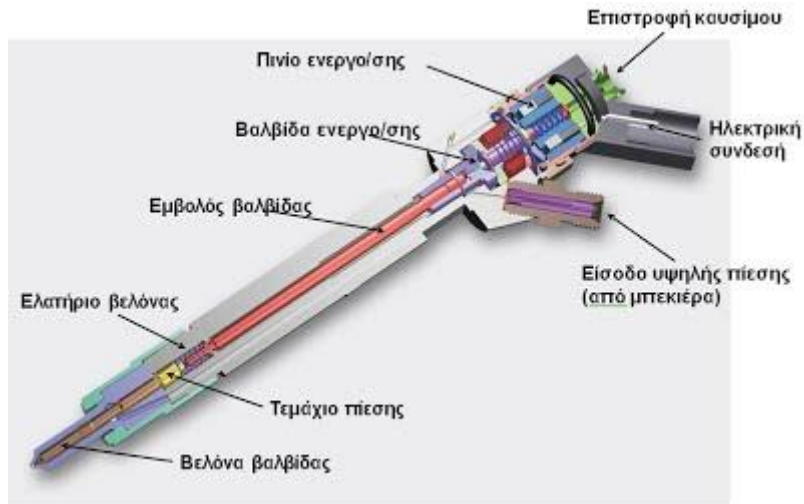
Η διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα γίνεται επιλεκτικά είτε σταματώντας την λειτουργία των μπεκ ψεκασμού είτε από την βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης της αντλίας υψηλής πίεσης διακόπτοντας την πίεση του καυσίμου στο υποσύστημα υψηλής πίεσης.

Το υποσύστημα υψηλής πίεσης έχει σκοπό να δημιουργεί την απαραίτητη πίεση, να την αποθηκεύει και να την ρυθμίζει. Η υψηλή πίεση αυτή δημιουργείται από την αντλία υψηλής πίεσης η οποία είναι περιστροφική και εμβολοφόρα ταυτόχρονα. Αποτελείται από τρία έμβολα που είναι τοποθετημένα ανά 120⁰ το ένα από το άλλο περιμετρικά. Τα έμβολα με την κίνηση τους δημιουργούν την απαιτούμενη πίεση του καυσίμου, ανεξάρτητα απ τις στροφές του κινητήρα και παίρνουν κίνηση από έκκεντρο του εκκεντροφόρου εξαγωγής και καταθλίβουν το καύσιμο στον συγκεντρωτικό σωλήνα.

Η ρύθμιση της πίεσης γίνεται από την βαλβίδα ρύθμισης πίεσης καυσίμου η οποία ενεργοποιείται από την ηλεκτρονική μονάδα του συστήματος, το μέγεθος της εντάσεως του ρεύματος της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας εξαρτάται από το μέγεθος της απαιτούμενης δύναμης ανοίγματος βαλβίδας.

Δηλαδή μια υψηλή ένταση ρεύματος αντιστοιχεί σε μια υψηλή τιμή πίεσης καυσίμου και το αντίθετο, το καύσιμο που περισσεύει οδηγείται στην επιστροφή καυσίμου. Ένας αισθητήρας μέτρησης της πίεσης καυσίμου, που είναι κατασκευασμένος από μια μεμβράνη πίεσης και μια μεταβλητή αντίσταση, μετράει την πίεση στον συγκεντρωτικό σωλήνα καυσίμου. Η πληροφορία αυτή μεταφέρεται στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου σαν ένα μέγεθος τάσης ηλεκτρικού ρεύματος. Από τον συγκεντρωτικό σωλήνα το καύσιμο καταλήγει στα μπεκ ψεκασμού. Ο συγκεντρωτικός σωλήνας μαζί με τους σωλήνες σύνδεσης των μπεκ, έχει σαν προορισμό, εκτός από την διανομή του καυσίμου στα μπεκ, την αποθήκευση ποσότητας καυσίμου και την σταθερότητα της τιμής της πίεσης του καυσίμου.

Μεταβολές στην τιμή πίεσης του καυσίμου δημιουργούνται αφενός από την διακοπτόμενη τροφοδοσία του καυσίμου και αφετέρου από τον διακοπτόμενο ψεκασμό των μπεκ. Τα μπεκ ψεκασμού ενεργοποιούνται ηλεκτρικά με την βοήθεια της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Ο ηλεκτρομαγνήτης της βαλβίδας του μπεκ επιδρά έμμεσα στην βελόνα. Το άνοιγμα και το κλείσιμο της βελόνας υποβοηθείται από το ίδιο το καύσιμο. Την απαιτούμενη υψηλή τάση για τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες των μπεκ την δημιουργεί η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος με την βοήθεια ειδικής ηλεκτρονικής διάταξης πυκνωτών. Ο χρόνος που παραμένει ανοιχτή η βελόνα των μπεκ εξαρτάται από τον χρόνο που στην κάθε περίπτωση υπολογίζει η ηλεκτρονική μονάδα.



(εικόνα 21, ηλεκτροδραυλικός εγχυτήρας)

Στην επιστροφή του το καύσιμο περνάει από ένα ψυγείο καυσίμου διότι από την υψηλή πίεση κατάθλιψης που δέχεται, η θερμοκρασία του ανεβαίνει στους 130° , έτσι η θερμοκρασία του καυσίμου πέφτει με την βοήθεια του ψυκτικού υγρού του κινητήρα στους 80° , που είναι και το επιθυμητό. Στην συνέχεια το καύσιμο αναψύχεται σε ένα δεύτερο ψυγείο χαμηλότερης θερμοκρασίας.

4.5 Σύστημα *common rail* 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς

Η διαφορά με το σύστημα *Common Rail* της 2^{ης} γενιάς, εκτός από τη πίεση έγχυσης, είναι η αντλία χαμηλής πίεσης που είναι ηλεκτρική εσωτερικά στο ρεζερβουάρ. Ενώ το σύστημα *Common Rail* 3^{ης} γενιάς διαφέρει εκτός από την πίεση έγχυσης, στο ότι η αντλία χαμηλής πίεσης βρίσκεται πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης και στη βαλβίδα ασφαλείας. Το όλο σύστημα χωρίζεται σε τρία υποσυστήματα ως προς τη κυκλοφορία του καυσίμου: στο υποσύστημα καυσίμου χαμηλής πίεσης, στο υποσύστημα καυσίμου υψηλής πίεσης και στο

υποσύστημα επιστρεφόμενου καυσίμου. Η αντλία χαμηλής πίεσης (5-10 bar, όπου ρυθμίζεται στα 4,5 περίπου) ρουφά το καύσιμο από το ρεζερβουάρ το οποίο όμως περνά πρώτα από ένα φίλτρο που αποτελείται από πορώδες υλικό (χαρτί, μέταλλο ή κεραμικό).

Αξίζει να σημειωθεί πως το φίλτρο αυτό μαζί με τις υδατοπαγίδες συγκρατούν την υγρασία που υπάρχει στο πετρέλαιο και μπορεί να καταλήξει στην καταστροφή ακριβών εξαρτημάτων, όπως οι αυτολιπαινόμενες αντλίες.

Εν συνεχεία η γρاناζωτή αντλία στέλνει τα καθαρισμένο πετρέλαιο στο κύκλωμα υψηλής πίεσης, με σταθερή παροχή (περίπου 100 – 200 λίτρα/ώρα). Σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει ηλεκτρική αντλία που στέλνει το καύσιμο από τον κινητήρα χωρίς να γίνεται αναρρόφηση από την αντλία. Διότι λοιπόν η ποσότητα του πετρελαίου είναι αρκετές φορές μεγαλύτερη από όσο απαιτείται το περισσευούμενο επιστρέφει από μια βαλβίδα τύπου by pass στο ρεζερβουάρ την στιγμή που μια δεύτερη διατηρεί σταθερή την εσωτερική πίεση ανεξάρτητα από τις στροφές.

Έτσι λοιπόν, η αντλία υψηλής πίεσης, διανέμει το καύσιμο προς τον κάθε κύλινδρο μέσα από ξεχωριστά rail. Ο αριθμός των παλινδρομήσεων που πραγματοποιεί το έμβολο της αντλίας, κατά την διάρκεια μιας ολόκληρης περιστροφής του άξονα του, είναι ίσος με τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα. Σε μεγαλύτερη ποσότητα τα καύσιμα προωθείται από εκεί προς τον διακλαδωτή rail στον οποίο 'θεωρητικά' επικρατούν σταθερές συνθήκες πίεσης λόγω του όγκου του καυσίμου που υπάρχει στο κύκλωμα. Η πίεση ρυθμίζεται ηλεκτρονικά από την ECU, μέσω του αισθητήρα πίεσης και συνήθως κυμαίνεται από 250 έως 1600bar, ανάλογα με το φορτίο και τις στροφές του κινητήρα.

Η έναρξη του ψεκασμού καθορίζεται και από την ECU που ενεργοποιεί τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες. Όπως είναι κατανοητό η ποσότητα του καυσίμου που θα ψεкаστεί στο θάλαμο καύσης, καθορίζεται από την χρονική διάρκεια όπου το μπεκ θα παραμείνει ανοιχτό.

Το σύστημα common rail προσφέρει μεγάλα πλεονεκτήματα όπως η δυνατότητα υψηλών πιέσεων ψεκασμού, η μεταβαλλόμενη πίεση ψεκασμού

ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα και η ευκολία τοποθέτησης του όλου συστήματος. Στην επιστροφή του το καύσιμο περνάει από ένα ψυγείο καυσίμου γιατί από την υψηλή πίεση κατάθλιψης, η θερμοκρασία του ανεβαίνει στους 130°C, έτσι λοιπόν η θερμοκρασία του καυσίμου πέφτει με την βοήθεια του ψυκτικού υγρού του κινητήρα στους 80°C και στη συνέχεια το καύσιμο επαναψύχεται σε ένα δεύτερο ψυγείο χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Σύμφωνα με τα σήματα εισόδου των αισθητήρων του συστήματος και ανάλογα με τις απαιτήσεις του οδηγού, η μονάδα ελέγχου ECU ελέγχει την απόδοση και τη λειτουργία του κινητήρα σε κάθε διαδεμένη στιγμή. Η μονάδα ελέγχου ECU λαμβάνει σήματα από τους διάφορους αισθητήρες μέσω των γραμμών επικοινωνίας και αμέσως μετά εκτελεί ακριβή έλεγχο της σχέσης αέρα-καυσίμου, βάση των σημάτων αυτών. Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα υπολογίζεται μέσω του αισθητήρα στροφαλοφόρου άξονα, ενώ η θέση των εμβόλων και η σειρά καύσης μέσω του αισθητήρα εκκεντροφόρου άξονα. Τα σήματα αυτά μεταφέρονται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας της μονάδας ελέγχου ECU και σε συνδυασμό με το σήμα του αισθητήρα του πεντάλ γκαζιού, πραγματοποιείται κάθε φορά ο έλεγχος. Επιπλέον, πληροφορίες λαμβάνονται από τον αισθητήρα μέτρησης της μάζας αέρα, μέσω του οποίου ανιχνεύονται οι στιγμιαίες αλλαγές της μάζας του αέρα και εκτελούνται ακριβείς έλεγχοι στο σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων.

Ειδικότερα η μονάδα ελέγχου, ελέγχει την αναλογία αέρα-καυσίμου ανάλογα με τις αλλαγές της μάζας του αέρα, ώστε να επιτυγχάνονται οι χαμηλότερες εκπομπές καυσαερίων, σε συνεργασία με την βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων.

Επιπρόσθετα σήματα λαμβάνονται από τον αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού, τον αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα, τον αισθητήρα πίεσης καυσίμου και τον αισθητήρα ατμοσφαιρικής πίεσης. Τα σήματα αυτά λειτουργούν ως αντισταθμιστικοί παράγοντες στην έναυση του ψεκασμού, στις τιθέμενες τιμές του πιλοτικού ψεκασμού, στις μεταβλητές του συστήματος και σε διάφορες λειτουργίες που αφορούν το σύστημα διαχείρισης του κινητήρα.

Τέλος πληροφορίες λαμβάνονται και από τις χαρτογραφημένες καθορισμένες τιμές προέγχυσης των διαφόρων καταστάσεων λειτουργίας. Τα στοιχεία του

συστήματος, είναι σχεδιασμένα να παράγουν και να διανέμουν καύσιμο υψηλής πίεσης μέσω ηλεκτρονικού ελέγχου από την μονάδα ελέγχου.

Στο υποσύστημα χαμηλής πίεσης, η αντλία τροφοδοσίας, αναρροφά το καύσιμο από τη δεξαμενή καυσίμου, στη συνέχεια το καύσιμο περνά από το κύριο φίλτρο καυσίμου, τροφοδοτώντας την αντλία υψηλής πίεσης με μια ρυθμιζόμενη πίεση από μια βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης, περίπου 4,5bar. Η βοηθητική αντλία πετρελαίου είναι εξωτερική κοντά στο ρεζερβουάρ στο common rail 1^{ης} γενιάς εσωτερικά στο ρεζερβουάρ 2^{ης} γενιάς. Όταν σβήσει, διακόπτεται η τροφοδοσία καυσίμου και σβήνει ο κινητήρας. Αποτελείται από ένα ηλεκτρικό μοτέρ που κινεί μία αντλία (με κυλινδράκια) που αναρροφά καύσιμο από το ρεζερβουάρ. Η αντλία ψύχεται από το καύσιμο. Στην έξοδο της υπάρχει μία ανεπίστροφη βαλβίδα. Η αντλία κινείται από ένα ηλεκτρικό μοτέρ. Έχει έκκεντρο ρότορα με εγκοπές μέσα στις οποίες κινούνται ελεύθερα τα κυλινδράκια. Το καύσιμο εισέρχεται από την ειδικά διαμορφωμένη εισαγωγή μέσα στο θάλαμο που σχηματίζεται από τον ρότορα και το κέλυφος. Σταδιακά μειώνεται ο όγκος του θαλάμου και με αυτόν τον τρόπο συμπιέζεται το καύσιμο μέχρι να εξελιχθεί από την εξαγωγή της αντλίας.

Το ντεπόζιτο καυσίμου είναι κατασκευασμένο από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο και φέρει εκτονωτική βαλβίδα αναθυμιάσεων για την αποφυγή υπερβολικής ανάκτησης πίεσης. Η δομή και η κατασκευή του ντεπόζιτου εξασφαλίζει την ομαλή παροχή του καυσίμου κάτω από όλες τις συνθήκες ενώ ταυτόχρονα εμποδίζεται και πιθανή υπερχειλίση (βαλβίδα προστασίας υπερχειλίσης). Το καύσιμο που απαιτείται από το σύστημα ψεκασμού common rail πρέπει να είναι καθαρό και ποιοτικό. Σε περίπτωση ύπαρξης ξένων σωματιδίων στο καύσιμο, ενδέχεται να προκαλέσει ζημιά στην αντλία, στα στοιχεία ελέγχου ή τους εγχυτήρες.

Το φίλτρο καυσίμου φροντίζει να καθαρίζει το καύσιμο πριν φτάσει στην αντλία υψηλής πίεσης ώστε να μην εισαχθεί σε αυτό, ενώ επιπλέον μέσω του θερμαντήρα επιτυγχάνει και τη θέρμανση του καυσίμου. Η απόδοσή του κινητήρα επηρεάζεται και εξαρτάται από την ποιότητα του καυσίμου, γεγονός που καθιστά την ύπαρξη του φίλτρου απαραίτητη. Το πετρέλαιο ενδέχεται να περιέχει νερό εξαιτίας της συμπύκνωσης που παρατηρείται με τις

θερμοκρασιακές μεταβολές. Το νερό αυτό που προέρχεται από την συμπήκνωση μπορεί να διαβρώσει και να καταστρέψει το σύστημα ψεκασμού. Για το λόγο αυτό, στους πετρελαιοκινητήρες common rail έχει προστεθεί η λειτουργία του περιοδικού στραγγαλισμού του νερού. Ο αισθητήρας ανίχνευσης νερού είναι τοποθετημένος στο κάτω τμήμα του κελυφους της διάταξης του φίλτρου καυσίμου και αποστέλλει σήμα ενεργοποίησης της προειδοποιητικής λυχνίας ύπαρξης νερού στη μονάδα ελέγχου, όταν η στάθμη του νερού φτάσει σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, έτσι ώστε ο οδηγός να προβεί σε αποστράγγιση.

Σε περιπτώσεις ενεργοποίησης της ενδεικτικής λυχνίας ανίχνευσης νερού, η μονάδα ελέγχου θέτει το σύστημα σε κατάσταση ασφαλείας και η ροπή του κινητήρα μειώνεται κατά 20%. Ο αισθητήρας λειτουργεί με τη βοήθεια ενός πλωτήρα. Ο πλωτήρας έχει μικρότερη πυκνότητα από αυτή του νερού και μεγαλύτερη από αυτή του πετρελαίου. Έτσι σε κάθε φάση ο πλωτήρας θα επιπλέει πάνω στη στάθμη του νερού και όχι σε αυτή του πετρελαίου. Όταν η στάθμη του νερού ανέβει πάνω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο, θα ανέβει ο πλωτήρας και ο αισθητήρας θα διακόψει την παροχή τάσης στη μονάδα ελέγχου ενώ η ενδεικτική λυχνία ύπαρξης νερού στον πίνακα οργάνων θα ενεργοποιηθεί. Ο αισθητήρας δεν επηρεάζεται από τις απότομες μεταβολές και κινήσεις των υγρών, ώστε να ενεργοποιεί αμέσως την ενδεικτική λυχνία. Όταν η στάθμη του νερού είναι χαμηλή, θα είναι και ο πλωτήρας χαμηλά. Ο αισθητήρας αποστέλλει σήμα τάσης 12V στη μονάδα ελέγχου και η ενδεικτική λυχνία ανίχνευσης νερού παραμένει απενεργοποιημένη.

Εξαιτίας των χαρακτηριστικών του πετρελαίου, μερικά συστατικά του στερεοποιούνται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται δύσκολο ή και καθόλου ξεκίνημα, ή επίσης και σβήσιμο του κινητήρα. Για την εξάλειψη αυτού του προβλήματος χρησιμοποιείται ο θερμαντήρας καυσίμου, ο οποίος είναι ενσωματωμένος στην τάπα διάταξης του φίλτρου και αποτελείται από 3 θερμίστορ. Όταν η θερμοκρασία του καυσίμου πέσει κάτω από τους 3⁰ C, τότε η μονάδα ελέγχου ενεργοποιεί τον θερμαντήρα, έτσι ώστε αυτός να θερμάνει το καύσιμο. Η μονάδα ελέγχου λαμβάνει την πληροφορία της θερμοκρασίας καυσίμου, ώστε να ενεργοποιήσει το θερμαντήρα. Ταυτόχρονα βάση αυτού του σήματος, ρυθμίζει

το χρόνο και την ποσότητα έγχυσης. Σε περίπτωση βλάβης του αισθητήρα θερμοκρασίας καυσίμου, ο θερμοαντήρας καυσίμου θα ενεργοποιηθεί βάση του σήματος του αισθητήρα ψυκτικού υγρού του κινητήρα (κάτω από 40C), ενώ όταν η θερμοκρασία του καυσίμου φτάσει τους 970C, η μονάδα ελέγχου θα διακόψει τη λειτουργία του κινητήρα.

Ο κύριος ρόλος του κυκλώματος υψηλής πίεσης είναι η παραγωγή, αποθήκευση και παροχή επαρκούς πίεσης καυσίμου για τη λειτουργία κάθε εγχυτήρα. Η βοηθητική αντλία αποτελείται από ένα εσωτερικό γρανάζι με 6 δόντια και ένα εξωτερικό γρανάζι με 7 δόντια, οποία περιστρέφονται σε διαφορετικούς άξονες περιστροφής. Το εσωτερικό γρανάζι παίρνει κίνηση από τον άξονα κίνησης της αντλίας υψηλής πίεσης και σε ανταπόδοση περιστρέφει το εξωτερικό γρανάζι. Ως αποτέλεσμα, το καύσιμο προωθείται στα μεγάλα διαστήματα και εκεί συμπιέζεται καθώς τα διαστήματα αυτά μικραίνουν με τη περιστροφή, ενώ το καύσιμο κινείται προς την έξοδο. Καθώς η αντλία κινείται από το κινητήρα, η ποσότητα της παροχής ρυθμίζεται βάσει των στροφών του κινητήρα.

Η βαλβίδα υπερχείλισης ρυθμίζει την ποσότητα του καυσίμου, το οποίο επιστρέφει στο ρεζερβουάρ. Επιπλέον, η βαλβίδα επιστροφής επιτρέπει τον αυτόματο εξαερισμό της αντλίας. Η βαλβίδα είναι ενσωματωμένη στην αντλία υψηλής πίεσης και αποτελείται από ένα στραγγαλιστικό και μια μπίλια με πιεσμένο ελατήριο. Εάν η εσωτερική πίεση της αντλίας είναι χαμηλότερη από μία τιμή (όριο), καύσιμο επιστροφής ρέει μέσω του στραγγαλιστικού στο σωλήνα επιστροφής καυσίμου και από εκεί πίσω στο ρεζερβουάρ. Εάν αυτή η εσωτερική πίεση ξεπεράσει κάποια οριακή τιμή, η μπίλια με τη βαλβίδα ανοίγει και το καύσιμο επιστροφής μεταφέρεται πίσω στο ρεζερβουάρ καυσίμου με μεγαλύτερη ροή.

Η ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης καυσίμου βρίσκεται πάνω στην αντλία υψηλής πίεσης ή στον αγωγό κοινής τροφοδοσίας, ανάλογα με τη γενιά του Common Rail και του κατασκευαστή. Ρυθμίζει τη πίεση του καυσίμου στο τελείωμα του εμβόλου της αντλίας όπου αρχίζει η ροή της υψηλής πίεσης. Με αυτόν το τρόπο ρυθμίζει τη πίεση στο κοινό αγωγό. Επίσης προστατεύει το σύστημα υψηλής πίεσης από την υπερβολικά υψηλή πίεση σε περίπτωση κακής

λειτουργίας. Η βαλβίδα αποτελείται από το πηνίο, ένα φορτισμένο (υπό πίεση) πείρο της βαλβίδας και μια μπίλια της βαλβίδας. Η θέση του πείρου ρυθμίζεται από τον εγκέφαλο της ECU, η οποία ενεργοποιεί τη βαλβίδα υψηλής πίεσης με ένα διαμορφωμένο (τετραγωνικό) σήμα. Ο έλεγχος της βαλβίδας ελέγχου πίεσης της κοινής γραμμής τελείται από τη μονάδα ελέγχου ECU. Εφόσον απαιτείται μείωση της πίεσης στην κοινή γραμμή τροφοδοσίας, η μονάδα ελέγχου θα τροφοδοτήσει τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης με ρεύμα υψηλής έντασης. Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης θα ανοίξει και ποσότητα καυσίμου θα περάσει από τη βαλβίδα και θα εξέλθει από το σωλήνα επιστροφής καυσίμου της κοινής γραμμής τροφοδοσίας. Αποτέλεσμα αυτού θα είναι η εκτόνωση – μείωση της πίεσης του καυσίμου στην κοινή γραμμή τροφοδοσίας.

Κεφάλαιο 5^ο:Επισκευή, συντήρηση και διάγνωση του συστήματος Common Rail

Στο σύστημα Common-Rail θα πρέπει να ακολουθούνται πολύ προσεχτικά οι τεχνικές οδηγίες του κατασκευαστή για την συντήρηση, την διάγνωση πιθανής βλάβης του συστήματος και για την επισκευή.



(εικόνα 22, διαγνωστικό βλαβών για αντλίες πετρελαίου)

Η μέτρηση τόσο υψηλών πιέσεων του καυσίμου δεν είναι δυνατή με τα συμβατικά μανόμετρα, για αυτό είναι απαραίτητα συστήματα εξελιγμένα με την βοήθεια ηλεκτρικής μονάδας για την επαλήθευση των τιμών ένδειξης. Η ηλεκτρονική μονάδα του συστήματος στο πρόγραμμα αυτοδιάγνωσης έχει την δυνατότητα ελέγχου διαφόρων παραμέτρων όπως η στιγμιαία μέτρηση της πίεσης του καυσίμου. Οι βλάβες καταγράφονται στη μνήμη καταχώρισης βλαβών της ηλεκτρονικής μονάδας. Πριν από κάθε επισκευή πρέπει πρώτα να χρησιμοποιούμε την αυτοδιάγνωση και στην συνέχεια να προχωράμε στην επαλήθευση των καταχωρημένων βλαβών με την τεχνική μετρήσεων.

Στα αυτοκίνητα MERCEDES CDI για παράδειγμα διατίθεται σωλήνας πλήρης ως ανταλλακτικό μαζί με τον ρυθμιστή και τον αισθητήρα πίεσης, όπου μπορούν και να αντικατασταθούν ανεξάρτητα ο αισθητήρας και ο ρυθμιστής πίεσης.



(εικόνα 23, διαγνωστικό βλαβών για αντλίες πετρελαίου,

[Κατά την διάρκεια των εργασιών επισκευής στο υποσύστημα υψηλής πίεσης πρέπει να έχουμε τέλεια καθαριότητα και να αλλάζουμε πάντα τις ήδη υπάρχουσες χάλκινες στεγανοποιητικές ροδέλες. Σε περίπτωση αντικατάστασης των μπεκ, πριν την τοποθέτησή τους, θα πρέπει να αλείψουμε καλά με ειδική πάστα θερμικής προστασίας, διότι υπάρχει περίπτωση να <<καρβουνιάσουν>> και να μην ξεβιδώνουν. Ο έλεγχος των μπεκ απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή γιατί υπάρχει υψηλή τάση κατά τον χρόνο εντολής ψεκασμού και γίνεται με την μέτρηση της ωμικής αντίστασης της μαγνητικής βαλβίδας.](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CF%89%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B1+%CE%B3%CE%B9%CE%B1+%CF%84%CE%BF+common+raol&imgdii=lwBbVVI4L9EEvM:&imgsrc=zMBcWnPHE2DxPM:)</p></div><div data-bbox=)

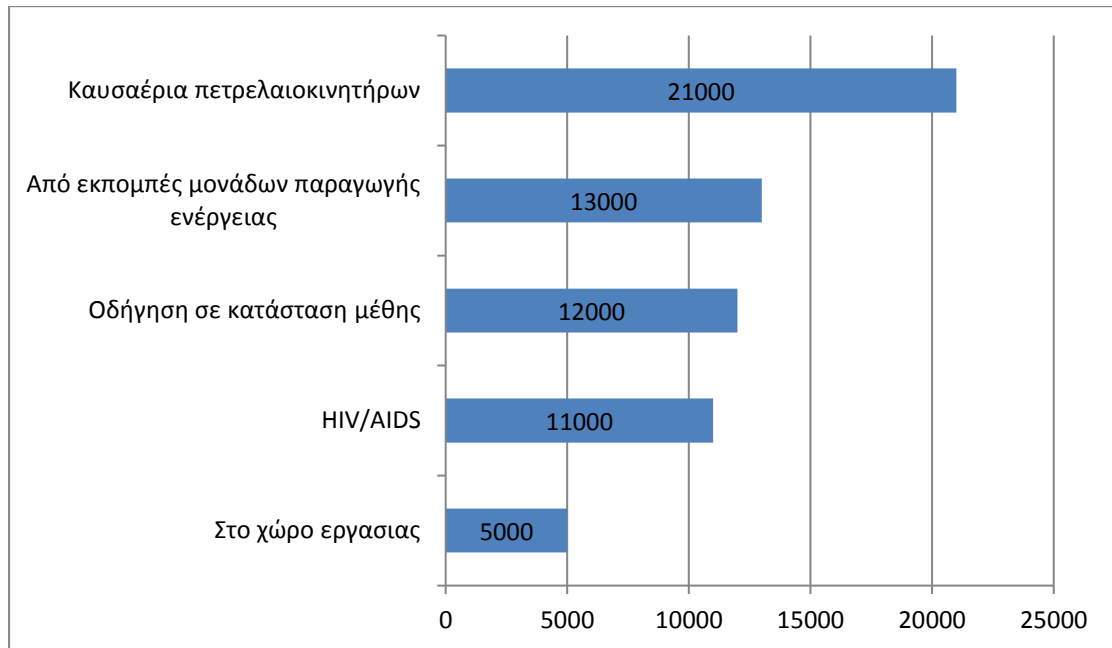
Για την διάγνωση βλαβών, τον έλεγχο και την επισκευή του συστήματος Common-Rail είναι απαραίτητη η συσκευή διάγνωσης βλαβών (αποκωδικοποιητής βλαβών).

Κεφάλαιο 6^ο: Εκπομπή ρύπων & σωματιδίων

6.1 Ρύποι υγεία

Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου από τις εκπομπές ρύπων και των πετρελαιοκινητήρων είναι σοβαρότατες. Στατιστικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι οι ρύποι από την καύση του πετρελαίου ενέχονται σε παθήσεις όπως: μειωμένη ανάπτυξη του πνεύμονα σε βρέφη και παιδιά, κρίσεις άσθματος, αναπνευστικές παθήσεις και εγκεφαλικά επεισόδια, εμφράγματα, πρόωροι θάνατοι, και θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα. Για να περιοριστεί το πρόβλημα, έχουν αναπτυχθεί στους πετρελαιοκινητήρες σημαντικές τεχνολογίες για τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ετήσιοι θάνατοι σε ΗΠΑ



Οι προσπάθειες μείωσης της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων έχουν γίνει αντιληπτές ήδη από τη δεκαετία του 1970. Τότε τέθηκαν σε ισχύ οι πρώτες προδιαγραφές ελέγχου καυσαερίων. Μεγάλη μείωση των εκπομπών επιτεύχθηκε τα τελευταία 15 χρόνια, μετά από αυστηροποίηση των εκπομπών ρύπων με ανάλογες οδηγίες από την Ευρωπαϊκή Ένωση που διαρκώς γίνονται όλο και πιο αυστηρές. Αυτό επιτεύχθηκε με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, την ευρύτερη εφαρμογή της ηλεκτρονικής και της τεχνικής των υπολογιστών.

6.2 Σημαντικοί ρύποι πετρελαιοκινητήρων

Οι σημαντικοί αέριοι ρύποι των πετρελαιοκινητήρων είναι οι ακόλουθοι:

- CO - Μονοξείδιο του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) δημιουργείται από έλλειψη οξυγόνου λόγω της ατελούς καύσης καυσίμων που περιέχουν άνθρακα. Είναι ένα άχρωμο, άγευστο άοσμο και εκρηκτικό αέριο.
- HC - Υδρογονάνθρακες. Ως υδρογονάνθρακες χαρακτηρίζονται μία πληθώρα διαφόρων ενώσεων (π.χ. C₆ H₆ , C₈ H₁₈), που εμφανίζονται μετά από ατελή καύση. Στον οργανισμό επιδρούν με διαφορετικό τρόπο. Μερικοί ερεθίζουν, ενώ μερικοί (αρωματικοί υδρογονάνθρακες) είναι καρκινογόνοι.
- SO₂ - Διοξείδιο του θείου. Το διοξείδιο του θείου (SO₂) δημιουργείται από την καύση καυσίμου που περιέχει θείο. Είναι ένα άχρωμο αέριο με έντονη οσμή. Το ποσοστό θείου στο καύσιμο έχει τάση μείωσης.
- NO_x - Οξειδία του αζώτου. Οξειδία του αζώτου (NO_x) (π.χ. NO, NO₂ ...) δημιουργούνται λόγω υψηλής πίεσης, υψηλής θερμοκρασίας και πλεόνασμα οξυγόνου κατά τη διάρκεια της καύσης στον κινητήρα. Μερικά οξειδία του αζώτου είναι επιβλαβή για την υγεία

ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΗ (EURO) ΣΕ gr/Km					
ΠΡΟΤΥΠΟ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΙΣΧΥΟΣ	CO	NOX	HC+NOX	PM
EURO 1	1992	2.72	-	0.97	0.14
EURO 2	1996	0.64	-	0.7	0.08
EURO 3	2000	0.5	0.5	0.56	0.05
EURO 4	2005	0.5	0.25	0.3	0.025
EURO 5	2011	0.5	0.18	0.23	0.005
EURO 6	2015	0.5	0.08	0.17	0.005

Οι ευρωπαϊκές προδιαγραφές καυσαερίων EU καθορίζουν τα όρια για όλους τους συνηθισμένους ρύπους καυσαερίων των κινητήρων εσωτερικής καύσης σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο, ιδιαίτερα για κινητήρες αυτανάφλεξης των ΙΧ-επιβατικών αυτοκινήτων. Οι προδιαγραφές καθορίζουν τις οριακές τιμές των ρύπων και για τα φορτηγά οχήματα ανάλογα με την κατηγορία βάρους.

6.3 Μέτρα μείωσης Ρύπων- Σωματιδίων

1. Επεμβάσεις στο εσωτερικό του κινητήρα
 - Η διαμόρφωση των καναλιών εισαγωγής και εξαγωγής για ιδανικές συνθήκες ροής, υπερσυμπίεσης μεταβλητής γεωμετρίας.
 - Υψηλές πιέσεις ψεκασμού. Για COMMON RAIL (1800 bar).
 - Διαμόρφωση του χώρου κάυσης, διαμόρφωση κοιλότητας του εμβόλου.
 - Βελτίωση της ηλεκτρονικής διαχείρισης του κινητήρα.
2. Επεμβάσεις στο εξωτερικό του κινητήρα.
 - Βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων EGR

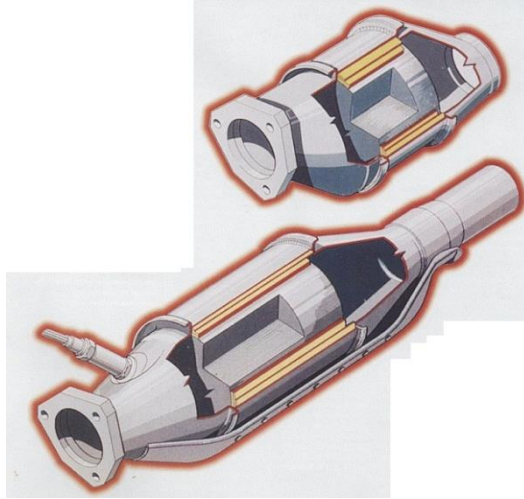


(εικόνα 24, βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων,

[https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=balbida+anakyklvshw+kaysae+rivn&imgrc=diw4mkOgM7U_oM: \)](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=balbida+anakyklvshw+kaysae+rivn&imgrc=diw4mkOgM7U_oM:)

Η βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων είναι μια κοινή ελεγχόμενη βαλβίδα η οποία επιτρέπει σε μια συγκεκριμένη ποσότητα καυσαερίων να επιστρέψει πίσω στην πολλαπλή εισαγωγής. Τα καυσαέρια αναμιγνύονται με τον αέρα της εισαγωγής και στην πραγματικότητα θερμάνει την διαδικασία της κάυσης. Τα καυσαέρια επανακυκλοφορούν στην EGR και αποτρέπει τον σχηματισμό του αζώτου που σχετίζονται με τα αέρια.

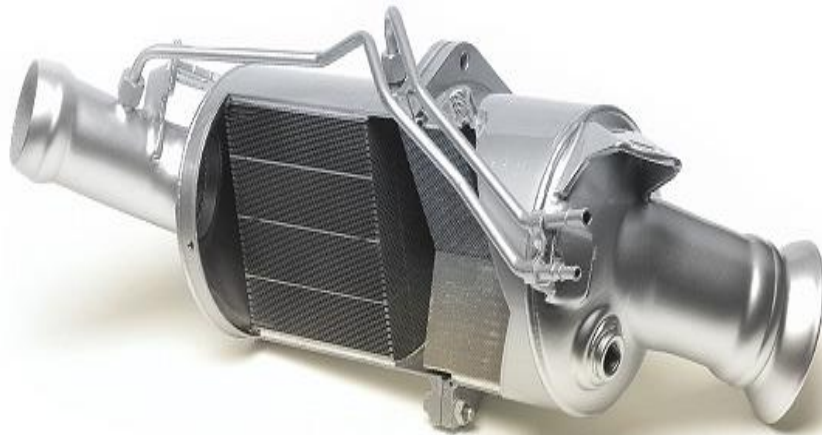
- Οξειδωτικός καταλυτικός μετατροπέας



(εικόνα 25, οξειδωτικός καταλυτικός μετατροπέας,

[Ο οξειδωτικός καταλυτικός μετατροπέας έχει ως ιδιότητα να οξειδώνει το CO και το HC](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbn=isch&q=%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%82+%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%B5%CE%B1%CF%83&imgsrc=AJdYON0zGYedGM:)</p></div><div data-bbox=)

- Το φίλτρο σωματιδίων DPF



(εικόνα 26, φίλτρο σωματιδίων,

[ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ COMMON RAIL
ΣΕ DIESEL ΚΑΙΝΗΤΗΡΑ](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=Inms&tbn=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbn=isch&q=%C</p></div><div data-bbox=)

[F%86%CE%B9%CE%BB%CF%84%CF%81%CE%BF+%CF%83%CF%89%CE%B
C%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CF%89%CE%BD&imgsrc=OeZO
dfY9M3Cz3M: \)](#)

Το φίλτρο σωματιδίων πετρελαίου αποτελείται από ένα κεραμικό συμπαγές στοιχείο κυψελοειδούς δομής με μικροσκοπικά μικρά κανάλια. Το φίλτρο σωματιδίων πετρελαίου έχει ανάλογη λειτουργία με το φίλτρο αέρος. Το φίλτρο αέρα φιλτράρει τον αέρα στην εισαγωγή του κινητήρα ενώ το φίλτρο σωματιδίων πετρελαίου φιλτράρει τα καυσαέρια στην έξοδο του κινητήρα έτσι ώστε να μην επιτρέπει τα βλαβερά σωματίδια της αιθάλης να εξέρχονται στην ατμόσφαιρα.

Η αναζωογόνηση του φίλτρου σωματιδίων:

Η αναζωογόνηση στο φίλτρο σωματιδίων γίνεται στα ακόλουθα στάδια

- Παθητική αναζωογόνηση

Στην παθητική αναζωογόνηση τα σωματίδια της αιθάλης καίγονται συνέχεια χωρίς την επέμβαση διαχείρισης του κινητήρα.

- Ενεργητική αναζωογόνηση

Στην ενεργητική αναζωογόνηση τα σωματίδια στο φίλτρο καίγονται με την σκόπιμη άυξηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων.

- Διαδρομή αναζωογόνησης από την οδηγό

Ο οδηγός θα πρέπει, από την λυχνία ελέγχου για το φίλτρο σωματιδίων, να πραγματοποιήσει μια διαδρομή αναζωογόνησης

- Αναζωογόνηση από το συνεργείο

Εάν η διαδρομή αναζωογόνησης δεν είναι επιτυχής τότε ο οδηγός καλείται να πάει στο συνεργείο όπου το φίλτρο σωματιδίων μπορεί να αναζωογονηθεί από το διαγνωστικό.

- Καταλυτικός μετατροπέας συσώρευσης NOX
- Καταλυτικός μετατροπέας αναγωγής SCR

Κεφάλαιο 7ο: Συστήματα ψυχρής εκκίνησης πετρελαιοκινητήρων

7.1 Είδη συστημάτων προθέρμανση πετρελαιοκινητήρων

Τα συστήματα προθέρμανσης που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής και β) προθερμαντήρες θαλάμου καύσης.

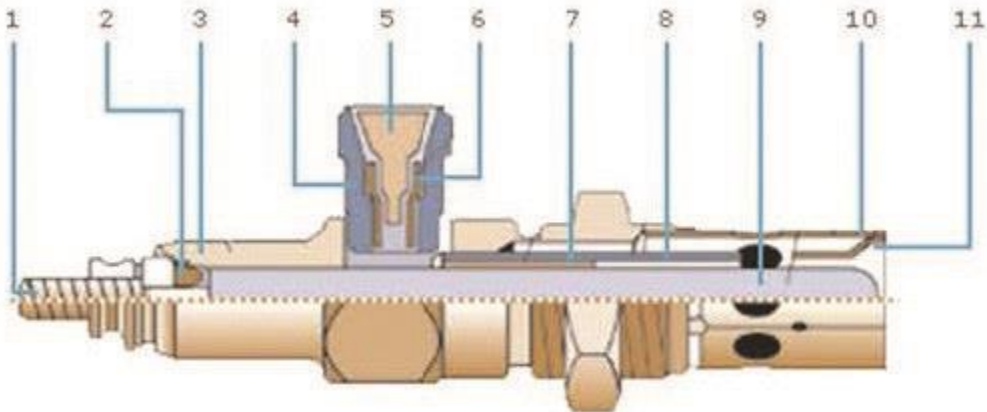
7.1.1 Προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής

Οι προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής τοποθετούνται στη ροή του εισερχόμενου αέρα τον οποίο και θερμαίνουν είτε με φλόγα που παράγεται από την καύση καυσίμου είτε με θερμαινόμενη ηλεκτρική αντίσταση (θερμαινόμενη φλάντζα). Οι δε προθερμαντήρες θαλάμου καύσης τοποθετούνται στην κυλινδροκεφαλή του κινητήρα με τέτοιο τρόπο ώστε η πυρακτωμένη άκρη του προθερμαντήρα να βρίσκεται στον θάλαμο καύσης.

7.1.2 Προθερμαντήρες πυράκτωσης για συστήματα εκκίνησης με φλόγα

Χρησιμοποιείται κυρίως σε φορτηγά αυτοκίνητα, καθώς οι ανάγκες θερμαντικής ισχύος των πετρελαιοκινητήρων μεγάλου κυβισμού καθιστούν

αναγκαία τη χρήση συστημάτων εκκίνησης με φλόγα. Ο αέρας αναρρόφησης θερμαίνεται συνήθως για τη βελτίωση της ικανότητας εκκίνησης και τη μείωση των εκπομπών. Στην πραγματικότητα, ο εν λόγω προθερμαντήρας είναι ένας μικρός καυστήρας και προσαρμόζεται στην πολλαπλή εισαγωγή των διαφόρων κινητήρων.



(εικόνα 27)

1. Ηλεκτρική σύνδεση
2. Μόνωση
3. Περίβλημα προθερμαντήρα
4. Σύνδεση καυσίμου
5. Τροφοδοσία καυσίμου
6. Δοσομετρική διάταξη
7. Φίλτρο εξατμιστήρα
8. Σωλήνας εξατμιστήρα
9. Ηλεκτρικά θερμαινό-μενη ράβδος πυράκτωσης
10. Προστατευτικός σωλήνας
11. Περίβλημα φλόγας

Μέρη προθερμαντήρα πυράκτωσης με φλόγα

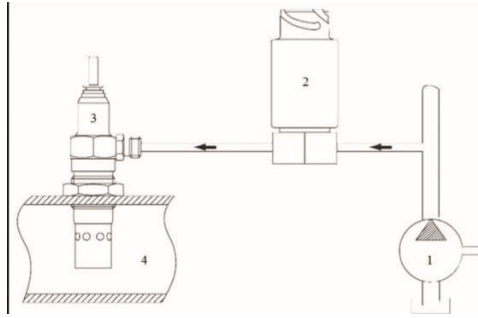
Ένα πλήρες σύστημα εκκίνησης με φλόγα περιλαμβάνει: α) την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, β) τον προθερμαντήρα πυράκτωσης με φλόγα, γ) την ενδεικτική λυχνία δ) την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και ε) τον αισθητήρα θερμοκρασίας.



(Εικόνα 28)

7.1.2.1 Μέρη και λειτουργία συστήματος προθέρμανσης με φλόγα

Ένας προθερμαντήρας με φλόγα αποτελείται από μία ηλεκτρική αντίσταση σπειροειδούς μορφής που συνδέεται με την μπαταρία του οχήματος και από ένα μεταλλικό περίβλημα προσαρμογής στην πολλαπλή εισαγωγής που καταλήγει σε ένα διάτρητο σωλήνα. Στην είσοδο της βαλβίδας προσαρμόζεται το άκρο ενός σωλήνα για την προσαγωγή του καυσίμου. Όταν ο οδηγός περιστρέψει τον διακόπτη έναυσης στη θέση προθέρμανσης, η αντίσταση που υπάρχει στο εσωτερικό του προθερμαντήρα πυρακτώνεται. Το καύσιμο προωθείται μέσω μαγνητικής βαλβίδας στη ζώνη εξάτμισης του προθερμαντήρα πυράκτωσης με φλόγα. Στον ειδικό διάτρητο σωλήνα που βρίσκεται στην άκρη του προθερμαντήρα, αναμειγνύονται καύσιμο και αέρας αναρρόφησης. Το μείγμα αναφλέγεται στη θερμαντική ράβδο. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται φλόγα που θερμαίνει επιπρόσθετα τον αέρα αναρρόφησης, εξασφαλίζοντας έτσι την ασφαλή, άνετη και φιλική προς το περιβάλλον κρύα εκκίνηση ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ο προστατευτικός σωλήνας ηρεμεί τη φλόγα και βελτιώνει τη σταθερότητά της.



(εικόνα 29)

1. Αντλία καυσίμου μονάδα.
2. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.
3. Προθερμαντήρας φλόγας
4. Αέρας εισαγωγής. Εγκατάσταση του συστήματος εκκίνησης με φλόγα

7.1.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων εκκίνησης με φλόγα

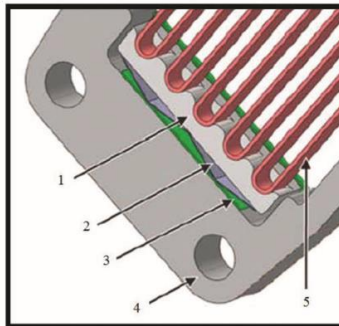
- Γρήγορη και αξιόπιστη εκκίνηση ακόμη και σε ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες.
- Χρόνος προθέρμανσης μόλις 15 έως 20 δευτερόλεπτα.
- Βελτιστοποιημένη καύση με συνέπεια τη σημαντικά μειωμένη εκπομπή ρύπων κατά το στάδιο της προθέρμανσης.
- Ομαλή λειτουργία του κινητήρα χωρίς κτύπους (κροτάλισμα).
- Χρόνος μεταθέρμανσης έως 6 λεπτά.
- Για τάση οχήματος 12 και 24 Volt.
- Απόλυτη προσαρμογή στον εκάστοτε τύπο κινητήρα: Προθερμαντήρας πυράκτωσης με φλόγα, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και αισθητήρες θερμοκρασίας.

7.1.2.3 Προθερμαντήρες αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση/ θερμαντικές φλάντσες

Το θερμαντικό στοιχείο (αντίσταση) βρίσκεται τοποθετημένο μέσα στην πολλαπλή εισαγωγής. Ο έλεγχός του είναι παρόμοιος με αυτόν των προθερμαντήρων, θερμαίνεται και πυρακτώνεται η αντίσταση και ο εισερχόμενος αέρας θερμαίνεται με τη σειρά του, από την επαφή του με

αυτήν. Η μόνη διαφορά είναι ένα επιπρόσθετο σήμα ατμοσφαιρικής πίεσης το οποίο απαιτείται για τον υπολογισμό της πυκνότητας του αέρα με σκοπό να αποφευχθεί ζημιά στο θερμαντικό στοιχείο εξαιτίας υπερθέρμανσης.

Σε μερικές περιπτώσεις συνδυάζεται και συνεργάζεται με προθερμαντήρες θαλάμου καύσης. Χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση για τη θέρμανση του αέρα εισαγωγής σε κινητήρες φορτηγών με κυβισμό έως 12 lt αντί του συστήματος πυράκτωσης με φλόγα. Οι θερμαντικές φλάντζες διακρίνονται σε ρυθμιζόμενες και μη ρυθμιζόμενες.



(Εικόνα 30)

Μέρη προθερμαντήρα αέρα εισαγωγής με ηλεκτρική αντίσταση.

1. Μόνωση.
2. Επίπεδο ελατήριο.
3. Σημεία εφαρμογής.
4. Αλουμινένιο πλαίσιο – σώμα.
5. Αντίσταση(ταινία) θέρμανσης.

Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων με θερμαντική φλάντζα

- Γρήγορη προθέρμανση.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Εξαιρετική αποτελεσματικότητα στη μείωση των εκπομπών ρύπων

7.2 Προθερμαντήρες θαλάμου καύσης

Ένα σύστημα προθέρμανσης κινητήρα εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

Προθέρμανση / μεταθέρμανση θαλάμου καύσεως κινητήρα.

Ενεργοποίηση μονάδας προθέρμανσης μέσω ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου κινητήρα. Ανίχνευση θερμοκρασίας και φορτίου κινητήρα.

Έλεγχος χρόνου προθέρμανσης / μεταθέρμανσης.

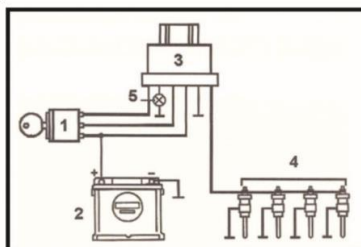
Έλεγχος ενδεικτικής λυχνίας προθέρμανσης.

Μετάδοση πληροφορίας αυτοδιάγνωσης και κατάστασης λειτουργίας προθερμαντήρων, στη μονάδα ελέγχου ECM.

7.2.1 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες σπειροειδούς τύπου

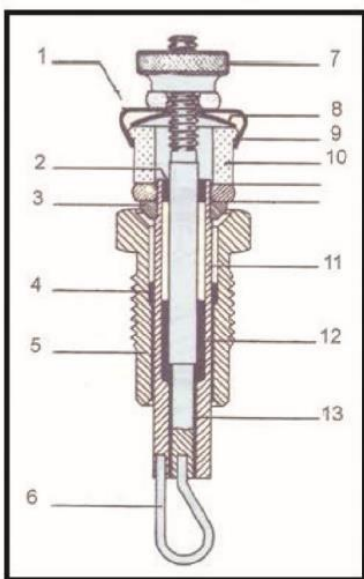
Ένας προθερμαντήρας σπειροειδούς τύπου αποτελείται από μία αντίσταση που έχει σχήμα σπείρας (χαρακτηριστικό που αποτυπώθηκε στην ενδεικτική λυχνία λειτουργίας των προθερμαντήρων). Το υλικό κατασκευής της αντίστασης είναι ο χάλυβας με προσμείξεις χρωμίου και νικελίου (χρωμιονικελιούχος χάλυβας) και συνήθης διάμετρος από 2 – 4 mm. Τοποθετείται στην κυλινδροκεφαλή του κινητήρα έτσι ώστε η αντίσταση να βρίσκεται στον θάλαμο καύσης. Τα άκρα της αντίστασης είναι μονωμένα μεταξύ τους και με το μεταλλικό περίβλημα του προθερμαντήρα. Εξαιτίας αυτού οι προθερμαντήρες λέγονται και διπολικοί.

Οι προθερμαντήρες συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά και με την ενδεικτική λυχνία καθώς και με μια αντίσταση ελέγχου. Όταν ο οδηγός γυρίσει τον διακόπτη έναυσης στην πρώτη σκάλα το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης 35 – 40 A. Η συνολική αντίσταση του κυκλώματος προκαλεί μια πτώση τάσης που είναι ίση με την τάση του συσσωρευτή. Οι αντιστάσεις των προθερμαντήρων θερμαίνονται και φθάνουν σε θερμοκρασίες των 900 – 1.000°C οπότε και πυρακτώνονται. Μετά από χρονικό διάστημα συνήθως κάποιων δευτερολέπτων (ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία και τη θερμοκρασία του κινητήρα) η ενδεικτική λυχνία σβήνει, υποδεικνύοντας ότι οι προθερμαντήρες έχουν φθάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία.



1. Διακόπτης έναυσης
2. Μπαταρία
3. Ρελέ
4. Προθερμαντήρες
5. Ενδεικτική λυχνία

Όταν ο οδηγός γυρίζει τον διακόπτη έναυσης στη δεύτερη σκάλα, το κύκλωμα προθέρμανσης διακόπτεται και κλείνει το κύκλωμα εκκίνησης (μίζα) για την εκκίνηση του κινητήρα. Η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα αυξάνεται και από τη συμπίεση αλλά και από την επαφή του με την πυρακτωμένη αντίσταση του προθερμαντήρα καθιστώντας έτσι ευκολότερη την ανάφλεξη του καυσίμου που ψεκάζεται. Το κυριότερο μειονέκτημα αυτών των προθερμαντήρων (μονοπολικόι προθερμαντήρες) είναι ότι, λόγω της συνδεσμολογίας τους (σε σειρά), αν ένας από αυτούς δεν λειτουργεί λόγω βλάβης δεν λειτουργεί κανένας, με αποτέλεσμα τη δυσκολία στην εκκίνηση του κινητήρα. Χρησιμοποιείται σε παλαιότερα πετρελαιοκίνητα οχήματα καθώς και σε ελκυστήρες σε μηχανήματα τεχνικών έργων και σε σταθερούς κινητήρες. Το μειονέκτημα αυτό εξαλείφθηκε με τη χρήση διπολικών προθερμαντήρων συνδεδεμένων παράλληλα.



(Εικόνα 31)

1. Ράβδος επαφής.
2. Μονωτικό υλικό.
3. Κολάρο.
4. Μονωτής.
5. Σώμα στερέωσης.
6. Σύρμα.
7. Ειδικός κοχλίας.
8. Ροδέλα ειδικού τύπου.
9. Μεταλλικό κάλυμμα.
10. Μόνωση σύνδεσης.
11. Εξωτερικό ηλεκτρόδιο.

12.Μονωτής.

13.Κεντρικό ηλεκτρόδιο

Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Συρμάτινο σπείρωμα ως θερμαντικό στοιχείο.
- Στιβαρή κατασκευή, ανθεκτικά στους κραδασμούς για φορτηγά αυτοκίνητα και στατικούς κινητήρες.
- Αντοχή στους ισχυρούς κραδασμούς σε μονοπολική και διπολική έκδοση.

7.3 Σύστημα ψυχρής εκκίνησης

Όταν η μηχανή παίρνει εμπρός, πρέπει να ψεκαστεί πρόσθετο καύσιμο, γιατί μέρος του καυσίμου αυτού συμπυκνώνεται στα κρύα τοιχώματα του κυλίνδρου. Υπάρχουν δύο τρόποι για να αντιμετωπισθεί η κατάσταση: Πρώτος τρόπος: έλεγχος του ξεκινήματος με τη βοήθεια του εγκεφάλου και του μπεκ. Ο εγκέφαλος παίρνοντας σήμα για την κρύα μηχανή από τον διακόπτη της μηχανής, δίνει εντολή στα μπεκ να μείνουν περισσότερο χρόνο ανοικτά. Μόλις γυρίσουμε το διακόπτη της μηχανής, το ρελέ τροφοδοτεί με ρεύμα και ενεργοποιεί το μπεκ ψυχρής εκκίνησης. Το μπεκ αυτό, ψεκάζει καύσιμο μέσα στην πολλαπλή, για να κάνει πιο πλούσιο το μίγμα για όλους τους κυλίνδρους. Όταν το μπεκ δε δέχεται ρεύμα, ένα ελατήριο πιέζει τον κινητό οπλισμό του πηνίου επάνω στην έδρα του και η βαλβίδα του μπεκ ανοίγει και ψεκάζει καύσιμο. Το μπεκ για κρύο ξεκίνημα, είναι τοποθετημένο στην πολλαπλή εισαγωγής και ψεκάζει κατά τη φορά του ρεύματος της πεταλούδας. Το μπεκ για κρύο ξεκίνημα λειτουργεί πάντοτε σε συνδυασμό με το θερμικό χρονοδιακόπτη.

Κατά την ψυχρή εκκίνηση υπάρχουν απώλειες καυσίμου, λόγω υγροποίησης ενός μέρους του καυσίμου στο μίγμα. Για την αντιστάθμιση αυτών των απωλειών και τη διευκόλυνση της εκκίνησης του κρύου κινητήρα, πρέπει κατά τη στιγμή της εκκίνησης να ψεκάζεται επιπλέον καύσιμο. Ο ψεκασμός αυτής της συμπληρωματικής ποσότητας καυσίμου μέσα στο κανάλι της εισαγωγής, επιτυγχάνεται μέσω του μπεκ της ψυχρής εκκίνησης. Η διάρκεια λειτουργίας του μπεκ ψυχρής εκκίνησης περιορίζεται χρονικά από έναν

θερμοχρονοδιακόπτη, ανάλογα με τη θερμοκρασία του κινητήρα. Κατά τον εμπλουτισμό το μίγμα γίνεται πλουσιότερο, δηλαδή ο λόγος "λ" προσωρινά γίνεται μικρότερος από τη μονάδα 1. Το μπεκ ψυχρής εκκίνησης λειτουργεί ηλεκτρομαγνητικά. Στο μπεκ είναι τοποθετημένο το πηνίο ενός ηλεκτρομαγνήτη. Σε κατάσταση ηρεμίας ο σπλισμός του ηλεκτρομαγνήτη, με τη βοήθεια ενός ελατηρίου, πιέζεται πάνω σ' ένα στεγανωτικό δακτύλιο και κλείνει το μπεκ. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης διεγείρεται, ανασηκώνεται ο σπλισμός του μαγνήτη από τη έδρα της βαλβίδας και απελευθερώνει τη ροή του καυσίμου. Το καύσιμο πηγαίνει επαπτομενικά σ' ένα ακροφύσιο και εκεί γίνεται ο στροβιλισμός του. Με το ακροφύσιο στροβιλισμού επιτυγχάνεται ο διασκορπισμός του καυσίμου και μέσα στην πολλαπλή εισαγωγή και πίσω από την πεταλούδα εμπλουτίζεται ο αέρας με καύσιμο.

Βιβλιογραφία

- https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B7+lenoir&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ah_UKEwj-t_m5oJfUAhUCPRoKHYQyDCoQ_AUIBigB&biw=1360&bih=638#imgrc=Ux6rcJrXOzJYiM:
- Μηχανές εσωτερικής καύσης, Νικόλαος Α. Κυριακής, καθηγητής Α.Π.Θ.
- https://www.google.gr/search?q=%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B7+lenoir&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ah_UKEwj-t_m5oJfUAhUCPRoKHYQyDCoQ_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+otto&imgrc=A_XfKAFhyyMXnM:
- (Is ted. [ebook] Available at:
http://oebemessinias.gr/systimata_petrelaiokinesis.pdf)
- www.mie.uth.gr/ekp_gliko/diesel_injection_systems
- Σύγγραμμα ,Συστήματα έγχυσης κινητήρων Diesel επιβατικών αυτοκινήτων, επιμέλεια: Ολυμπία Τύγου, Λουκάς Δημητριάδης
- https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kveww5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#imgrc=bDmFZR5hiSB_HM:
- Εισηγητής: Αρκουλής Νίκος, Τεχνολόγος μηχανικός Οχημάτων , 3^ο ΕΠΑΛ Ν. Φιλαδέλφειας, πετρελαιοκίνηση
- <http://www.anip-seminars.gr/wp-content/uploads/2015/04/COMMON-RAIL-1.jpg>
- <http://www.wtryskiwacz.com/galeria/image023435675.gif>
- <http://www.bars3pro.gr/technikes-odegies-2/plerophories-systematon-ochematon/common-rail>
- https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kveww5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBigB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail

[E%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CF%89%CE%BD&imgrc=S9GaxXj5c7TbWM:](https://www.google.gr/search?q=%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CF%89%CE%BD&imgrc=S9GaxXj5c7TbWM:)

- https://www.google.gr/search?q=%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvevw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBiqB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%B5%CE%BA%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%BF%CF%85&imgrc=fbOeUQACZSiHyM:
- https://www.google.gr/search?q=%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvevw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBiqB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B5%CE%BD%CF%84%CE%B1%CE%BB+%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CE%B6%CE%B9%CE%BF%CF%85&imgrc=SJJ53aJJCkeYQM:
- https://www.google.gr/search?q=%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvevw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBiqB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%80%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%BC%CE%BF%CF%85&imgdii=pshfcBwf504D6M:&imgrc=VVNjHdyvy1MgsM
- https://www.google.gr/search?q=%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvevw5fUAhXGVxQKHxhIDg0Q_AUIBiqB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82+%CE

[%BC%CE%B1%CE%B6%CE%B1%CF%82+%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%B1&imgrc=-xwjYEZ0QPbf_M:](#)

-
-
- [ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ COMMON RAIL
ΣΕ DIESEL ΚΑΙΝΗΤΗΡΑ](https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1+common+rail&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi0kvw5fUAhXGVxQKHhIDg0Q_AUIBiqB&biw=1360&bih=638#tbm=isch&q=%CF%86%CE%B9%CE%BB%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85+%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%BF%CF%85&imgrc=s9V172yKJ3CMwM:</div><div data-bbox=)

[F%84%CF%81%CE%BF+%CF%83%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CF%89%CE%BD&imgsrc=OeZOdfY9M3Cz3M:](http://www.greppas.gr/4x4/BenzinaVsDiesel.html)

- *Greppas.gr. (2016). [online] Available at:
<http://www.greppas.gr/4x4/BenzinaVsDiesel.html>*
- Αρκούλης. Ν. Και Γιάννος. Γ.(2014). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ. Αθήνα. Εκδόσεις ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ.
-
- *http://oebemessinias.gr/pdf/systimata_petrelaiokinesis.pdf*