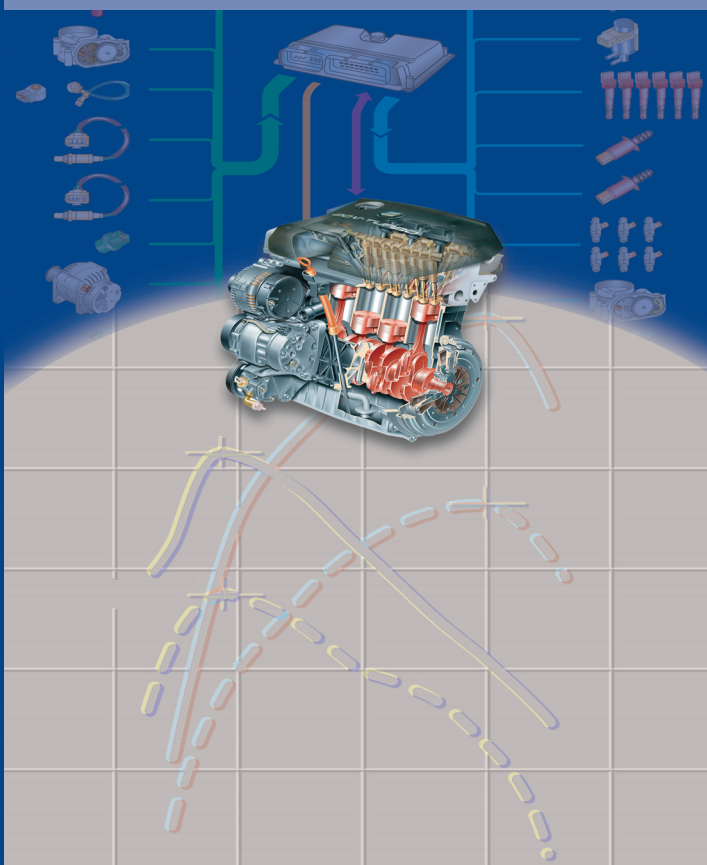


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Καραπάνος Χαράλαμπος • Κοτσιλιέρης Ανάργυρος • Κουντουράς Λίνος

# Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II

## Εργαστηριακός Οδηγός

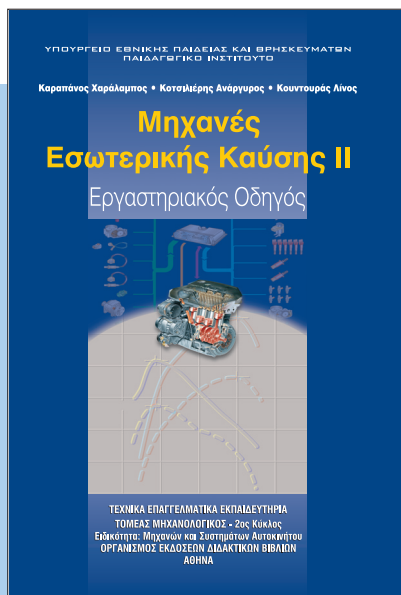


ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ - 2ος Κύκλος  
Ειδικότητα: Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου  
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑ

---

# ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ II

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ



### Ενέργεια 2.3.2: «Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:**

**Σταμάτης Αλαχιώτης**

*Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών*

*Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

**Έργο: «Βιβλία Τ.Ε.Ε.»**

- **Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:**  
**Γεώργιος Βούτσινος**  
*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*
- **Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα:**  
**Δαφέρμος Ολύμπιος**  
*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

- Καραπάνος Χαράλαμπος • Κοτσιλιέρης Ανάργυρος  
• Κουντουράς Λίνος

# ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ II

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

2ος Κύκλος

Ειδικότητα:  
Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτων

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

### **Συγγραφείς:**

Κουντουράς Λίνος, *Μηχανολόγος Μηχανικός*  
Καραπάνος Χαράλαμπος, *Μηχανολόγος Μηχανικός,*  
*καθηγητής Β/θμιας εκπ/σης*  
Κοτσιλιέρης Ανάργυρος, *Τεχνολόγος Οχημάτων*

### **Συντονιστής:**

Καρβέλης Ιωάννης, *Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός,*  
*πρόεδρος με θητεία στο Π.Ι.*

### **Επιτροπή κρίσης:**

Κουλουμούνδρας Σπύρος, *Μηχανολόγος Μηχανικός*  
Παντελιά Αθηνά, *Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος Μηχανικός,*  
*καθηγήτρια Β/θμιας εκπ/σης*  
Σκιάνης Ανδρέας, *Μηχανολόγος Μηχανικός, καθηγητής Β/θμιας εκπ/σης*

### **Φιλολογική επιμέλεια:**

Γεωργίκου Δήμητρα, *φιλόλογος*

### **Ηλεκτρονική επεξεργασία:**

Κοτσιλιέρης Ανάργυρος

### **Ατελιέ:**

Αικ. Καραμπίλα & Σια Ο.Ε. *Μηχανοεκδοτική - Απεικόνιση*

## Πρόλογος

Το βιβλίο αυτό γράφκε σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών που καθορίστηκε από το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων για το μάθημα «Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II» των ΤΕΕ.

Απευθύνεται στους μαθητές των ΤΕΕ της ειδικότητας Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου και στόχος του είναι να προσφέρει στο μαθητή τις απαραίτητες δεξιότητες για τον έλεγχο και την επισκευή των σύγχρονων μηχανών εσωτερικής καύσης και των συστημάτων τους.

Η ύλη που διαπραγματεύεται το βιβλίο αναφέρεται σε θέματα αρκετά προηγμένης τεχνολογίας, για τα σημερινά ελληνικά δεδομένα. Οι μαθητές όμως σίγουρα θα τα συναντήσουν, όταν βρεθούν στον επαγγελματικό τους χώρο.

Καταβλήθηκε μεγάλη προσπάθεια ώστε τα βήματα των εργαστηριακών ασκήσεων να είναι απλά, κατανοητά και εκτελέσιμα από το μαθητή, παρά τις σχετικές δυσκολίες που υπάρχουν ως προς τον υπάρχοντα εξοπλισμό, που αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική υλοποίηση του εργαστηριακού αυτού μαθήματος και για την επίτευξη των σχετικών στόχων.

Τέλος, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τα μέλη της Συντονιστικής Ομάδας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τη συμβολή τους στην παραγωγή του βιβλίου, τους κριτές κα Αθηνά Παντελιά, και κ.κ. Ανδρέα Σκιάνη και Σπύρο Κουλουμούνδρα για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και για τη βοήθειά τους, καθώς και τη φιλόλογο κα Δήμητρα Γεωργίου, που έκανε την γλωσσική επιμέλεια των κειμένων.



## ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΑΣΚΗΣΗ 1.1

**Εργαλεία και εξοπλισμός διάγνωσης και ελέγχου σύγχρονων κινητήρων**

### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα βασικά εργαλεία διάγνωσης των συστημάτων ψεκασμού με τα οποία είναι εφοδιασμένο ένα συνεργείο αυτοκινήτου και να προσδιορίζουν τις χρήσεις τους.
- Να αναγνωρίζουν και να χρησιμοποιούν τα βασικά εργαλεία διάγνωσης που έχουν σχέση με τις επισκευές των βενζινοκινητήρων με ψεκασμό.

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Μερικά από τα όργανα που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση βλαβών και στον έλεγχο λειτουργίας των σύγχρονων κινητήρων είναι:

#### Πολύμετρα:

Είναι όργανα που μετρούν τουλάχιστον



Εικ.1.1.1 Πολύμετρα

τα παρακάτω βασικά μεγέθη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος:

#### 1. Τάση (Volt)

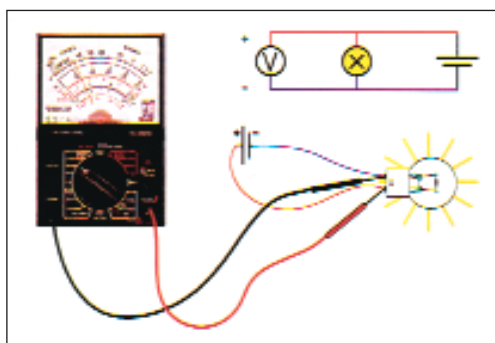
**Πιο συγκεκριμένα:**

- A.** Την πτώση τάσης μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.
- B.** Τη διαφορά δυναμικού στους ακροδέκτες μιας αποθήκης ή μιας πηγής ηλεκτρικής τάσης (π.χ. μιας μπαταρίας ή μιας γεννήτριας).

Για να γίνει μέτρηση της διαφοράς δυναμικού στους ακροδέκτες μιας πηγής τάσης ή της πτώσης τάσης μεταξύ δύο σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος με πολύμετρο πρέπει:



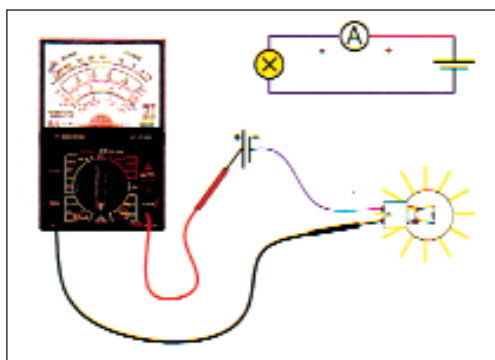
1. Να γίνει μηδενισμός του οργάνου (καλιμπράρισμα) και επιλογή της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης του μεγέθους.
2. Να γίνουν οι συνδέσεις των ρευματοληπτών στους κατάλληλους ακροδέκτες του οργάνου (COM και V/ $\Omega$ ) με τη σωστή πολικότητα.
3. Να γίνει παράλληλη σύνδεση του οργάνου.
4. Το κύκλωμα να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικ.1.1.2 Μέτρηση τάσης

## 2. Ένταση (Ampere)

Για να γίνει μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα κύκλωμα πρέπει:



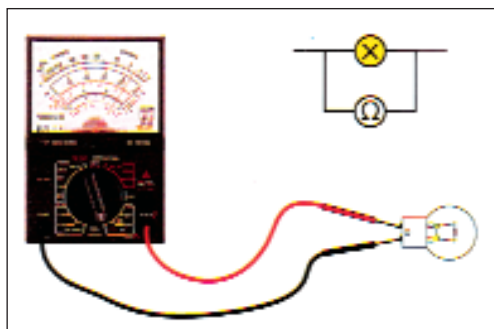
Εικ.1.1.3 Μέτρηση έντασης

1. Να γίνει μηδενισμός του οργάνου (καλιμπράρισμα) και επιλογή της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης του μεγέθους.
2. Να γίνουν οι συνδέσεις των ρευματοληπτών στους κατάλληλους ακροδέκτες του οργάνου (COM και A) με τη σωστή πολικότητα.
3. Το πολύμετρο να συνδεθεί εν σειρά στο κύκλωμα, το οποίο πρέπει να είναι συνδεδεμένο με την πηγή τάσης.
4. Το ηλεκτρικό κύκλωμα να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

## 3. Αντίσταση (Ohm)

Για να γίνει μέτρηση της αντίστασης ενός αγωγού πρέπει:

1. Να γίνει μηδενισμός του οργάνου (καλιμπράρισμα) και επιλογή της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης του μεγέθους.
2. Να γίνουν οι συνδέσεις των ρευματοληπτών στους κατάλληλους ακροδέκτες του οργάνου (COM και V/ $\Omega$ ).



Εικ. 1.1.4 Μέτρηση αντίστασης

3. Να γίνει παράλληλη σύνδεση του οργάνου.
4. Ο αγωγός να μην διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του οργάνου.

Εκτός από τις μετρήσεις των παραπάνω βασικών μεγεθών, πολλά πολύμετρα μπορούν να εκτελέσουν:

1. Μέτρηση της θερμοκρασίας
2. Μέτρηση της συχνότητας περιστροφής (Στροφές ανά λεπτό) ενός κινητήρα.
3. Μέτρηση της γωνίας Dwell ενός συστήματος ανάφλεξης.
4. Μέτρηση του ποσοστού λειτουργίας (αναλογία ON/OFF) ενός σήματος διαμόρφωσης πλάτους παλμού. Το σήμα αυτό χρησιμοποιείται για τον έλεγχο πολλών ενεργοποιητών από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλο) ενός συστήματος ψεκασμού.
5. Έλεγχο καλής λειτουργίας μιας διόδου ή ενός τρανζίστορ.

Τα πολύμετρα διακρίνονται σε αναλογικά και ψηφιακά. Το μέγεθος που χαρακτηρίζει την ακρίβεια ενός πολύμετρου είναι η εσωτερική του αντίσταση.

### ΠΡΟΣΟΧΗ:

**Δεν επιτρέπεται να γίνει έλεγχος τροφοδοσίας τάσης σε ένα κύκλωμα με τη σύνδεση δοκιμαστικής λυχνίας 12 V. Αν γίνει μια τέτοια σύνδεση σε ένα κύκλωμα που ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, τότε μπορεί ρεύμα υψηλής έντασης να περάσει μέσα από τα κυκλώματα της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου και να προκαλέσει την καταστροφή της.**

### Αντλία υποπίεσης

Η υποπίεση (πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής πίεσης) χρησιμοποιείται ως πληροφορία για την εκτέλεση διαφόρων υπολογισμών από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ενός συστήματος ψε-

κασμού, καθώς και για τη λειτουργία διαφόρων ενεργοποιητών των συστημάτων ενός σύγχρονου κινητήρα. Η υποπίεση μεταδίδεται ως πληροφορία στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου με τη μορφή τάσης που παράγεται από έναν ειδικό αισθητήρα.

Η αντλία υποπίεσης είναι ένα όργανο που δημιουργεί συνθήκες υποπίεσης, αφαιρώντας τον αέρα από ένα χώρο ή επιτρέπει τη μέτρηση της υποπίεσης που επικρατεί σε ένα χώρο με τη χρήση του οργάνου ένδειξης της πίεσης, που είναι συνδεδεμένο με αυτήν. Με τη μέτρηση της υποπίεσης μπορεί να γίνει έλεγχος καλής λειτουργίας ενός συστήματος ή εξαρτήματος αντιστοιχίζοντας, παραδείγματος χάρη, την υποπίεση που επικρατεί σε αυτό το χώρο με κάποιες πρότυπες τιμές υποπίεσης ή ηλεκτρικής τάσης, εάν πρόκειται για αισθητήρα που μετατρέπει την υποπίεση σε τάση.



Εικ. 1.1.5 Σει αντλίας υποπίεσης



Εικ. 1.1.6 Μετρητής πίεσης

## Μετρητής πίεσης

Για τη διάγνωση της καλής λειτουργίας του συστήματος τροφοδοσίας ενός κινητήρα, πολλές φορές είναι αναγκαία η μέτρηση της πίεσης που επικρατεί στους αγωγούς του καυσίμου. Η μέτρηση αυτή γίνεται με το μετρητή πίεσης.

## Διαγνωστικές συσκευές

Οι διαγνωστικές συσκευές μετατρέπουν τις πληροφορίες της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου σε μορφή τέτοια που να μπορεί να γίνει αντιληπτή από τον τεχνικό ώστε οι πληροφορίες αυτές να είναι αξιοποιήσιμες για τη διάγνωση βλαβών ή για τον έλεγχο καλής λειτουργίας ενός συστήματος.



Εικ. 1.1.7 Διαγνωστική συσκευή

Η σύνδεση μιας διαγνωστικής συσκευής με μια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου μπορεί να γίνει με δύο τρόπους διασύνδεσης το πολύ:

### A. Παράλληλη διασύνδεση

Στην περίπτωση αυτή, η διαγνωστική συσκευή μετρά την τάση των σημάτων εισόδου που καταλήγουν στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου από τους αισθητήρες και των σημάτων εξόδου που δίδο-

νται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου προς τους ενεργοποιητές, με τη χρήση μιας ειδικής φίσας που συνδέεται παράλληλα με τη φίσσα της κεντρικής καλωδίωσης (Εικ. 1.1.8).

### B. Σειριακή διασύνδεση

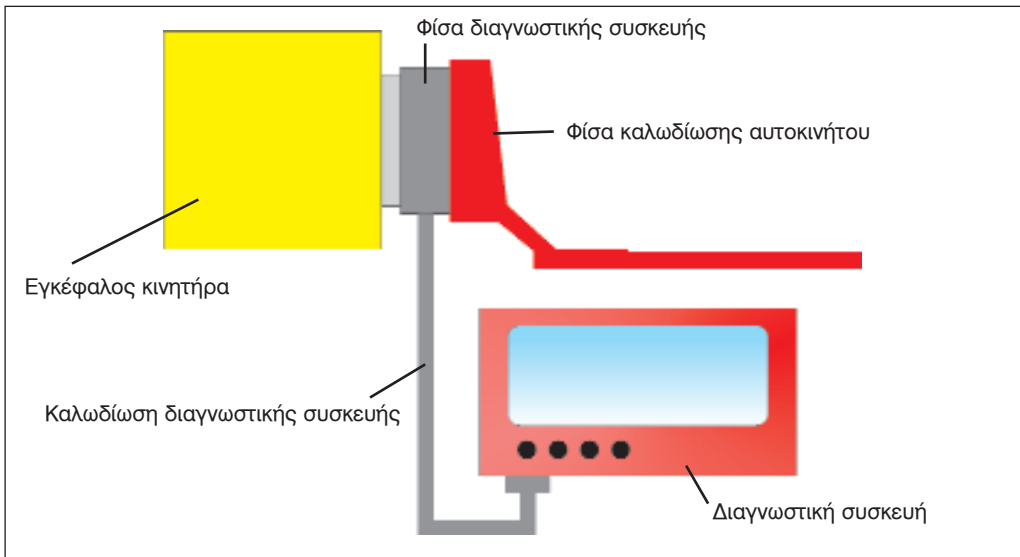
Στην περίπτωση αυτή, οι πληροφορίες, όπως είναι τα σήματα εισόδου και εξόδου της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου και οι κωδικοί βλαβών, μεταδίδονται μέσω μιας ειδικής φίσας της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου προς τη διαγνωστική συσκευή και οι πληροφορίες μεταδίδονται η μια μετά την άλλη (Εικ. 1.1.9).

## Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

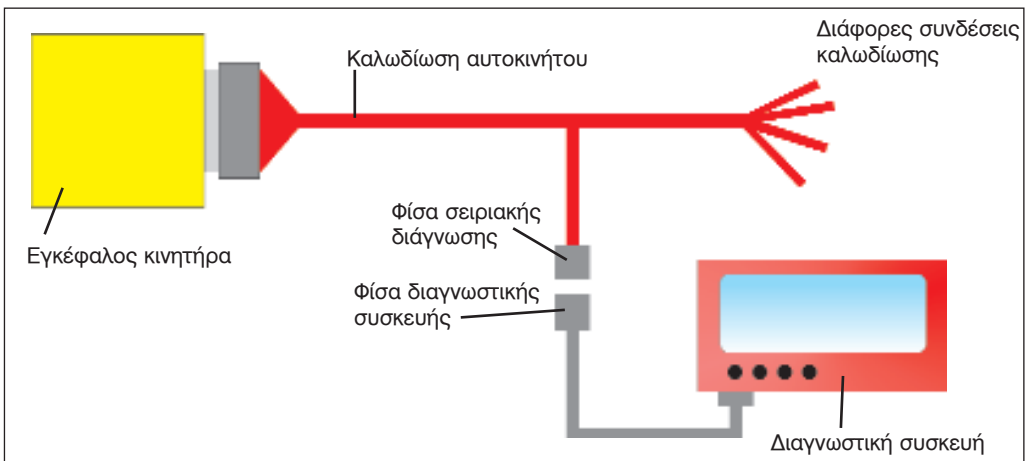
1. Αυτοκίνητο που να φέρει κινητήρα ελεγχόμενο από ηλεκτρονική μονάδα
2. Τα επισκευαστικά και εκπαιδευτικά βιβλία του αυτοκινήτου
3. Διαγνωστική συσκευή κατάλληλη για το αυτοκίνητο
4. Πολύμετρο
5. Αντλία υποπίεσης
6. Όργανο μέτρησης πίεσης καυσίμου
7. Άλλα βιβλία τεχνικών πληροφοριών

## Μέτρα ασφαλείας και προστασία

- Να τηρούνται όλα τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας που προβλέπονται για το χώρο του εργαστηρίου.
- Να τηρούνται όλα τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας για την εκτέλεση εργασιών σε ένα αυτοκίνητο, όπως η κατάλληλη ένδυση, η προφύλαξη των μαλλιών από τα περιστρεφόμενα εξαρτήματα, η ύπαρξη κατάλληλων μέτρων πυρασφαλείας, τα μέτρα προφύλαξης από βραχυκυκλώματα, όπως η



Εικ.1.1.8 Παράλληλη διασύνδεση διαγνωστικής συσκευής και ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου



Εικ. 1.1.9 Σειριακή διασύνδεση διαγνωστικής συσκευής και ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου

αφαίρεση δακτυλιδιών ή αλυσίδων.

- Οι συνδέσεις και αποσυνδέσεις των φισών πρέπει να γίνονται με το διακόπτη ανάφλεξης του αυτοκινήτου να είναι στη θέση OFF.
- Όταν είναι δυνατό, η σύνδεση των ρευματοληπτών στους ακροδέκτες

των φισών να γίνεται από την πίσω πλευρά των φισών αφαιρώντας το προστατευτικό κάλυμμα για την αποφυγή χαλάρωσης των ακροδεκτών.

- Η τυχόν εξαγωγή και επανατοποθέτηση εξαρτημάτων πρέπει να γίνεται με τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας αποσυνδεδεμένο.

---

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν συνδέσεις του πολύμετρου σε διάφορα κυκλώματα του αυτοκινήτου για μετρήσεις:

- Τάσης
- Έντασης
- Αντίστασης

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν μετρήσεις των παραπάνω μεγεθών στο αυτοκίνητο.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Οι μαθητές να συνδέσουν την αντλία υποπίεσης σε σχετικά εξαρτήματα του αυτοκινήτου, να εκτελέσουν μετρήσεις υποπίεσης και να δημιουργήσουν συνθήκες ελεγχόμενη υποπίεσης.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Οι μαθητές να συνδέσουν το όργανο μέτρησης πίεσης στους αγωγούς τροφοδοσίας και επιστροφής καυσίμου ενός κινητήρα και να εκτελέσουν μετρήσεις.

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν παράλληλη ή και σειριακή διασύνδεση (αν είναι δυνατόν) της διαγνωστικής συσκευής με την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα.

### ΣΤΑΔΙΟ ΕΚΤΟ

Οι μαθητές να επαληθεύσουν όπου είναι δυνατόν τις μετρήσεις της διαγνωστικής συσκευής με τη χρήση πολυμέτρου.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Οι μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες για τη λειτουργία των παραπάνω οργάνων και να τις παρουσιάσουν στο επόμενο μάθημα.

# ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ

## ΑΣΚΗΣΗ 2.1

### Κυλινδροκεφαλή

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες, τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους μετρήσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία μηχανής - συστήματος.
- Να αντιλαμβάνονται πλήρως τις οδηγίες των σχετικών τεχνικών εγχειριδίων.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της μηχανής ή του συστήματος, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται, καθώς και τα σχετικά μέσα που χρησιμοποιούνται.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

##### Κυλινδροκεφαλή

Η κυλινδροκεφαλή σφραγίζει την αντίθετη προς τα έμβολα πλευρά των κυλινδρων ενός κινητήρα και διαμορφώνει το χώρο καύσης στο επάνω μέρος των κυλινδρων. Στην κυλινδροκεφαλή βρίσκονται οι βαλβίδες, και συχνά οι εκκεντροφόροι, το μπουζί (αναφλεκτήρας) και ο μηχανισμός ενεργοποίησης των βαλβίδων.

Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και των υψηλών πιέσεων που επικρατούν κατά την καύση, απαιτείται απόλυτη στεγανότητα στις συνθήκες αυτές, προκειμένου να μην διαφεύγουν καυσαέρια ή να μην αναρροφάται ψυκτικό υγρό προς τους κυλινδρους.

Για να εκπληρωθούν οι παραπάνω απαιτήσεις σε στεγανότητα, η κυλινδροκεφαλή βιδώνεται στο μπλοκ του κινητήρα

με προδιαγεγραμμένη ροπή σύσφιγξης. Μεταξύ της κυλινδροκεφαλής και του μπλοκ του κινητήρα παρεμβάλλεται η "φλάντζα καπακιού, που εξασφαλίζει την απόλυτη στεγανότητα στις συνθήκες μεγάλων πιέσεων και υψηλής θερμοκρασίας.

Η επαφή των βαλβίδων στην έδρα τους πρέπει να αποκλείει την όποια διαρροή καυσαερίου, διότι αυτή θα οδηγούσε στην δημιουργία ενός διαύλου εκροής των καυσαερίων (κάψιμο βαλβίδας). Ο δίαυλος αυτός δημιουργείται στο σημείο επαφής της βαλβίδας με την βάση της, λόγω του πολύ θερμού ρεύματος καυσαερίου που με μεγάλη πίεση και ταχύτητα διέρχεται από κάθε χαραμάδα που τυχόν υπάρχει, και τη διευρύνει σε ελάχιστο χρόνο.

Η βελτίωση της στεγανότητας και η επι-  
σκευή της βάσης των βαλβίδων επιτυγ-  
χάνεται με το τρίψιμο των βαλβίδων.

Οι εργασίες επισκευής των μη κινητών  
σημείων μιας κυλινδροκεφαλής γίνον-  
ται συνήθως σε εξειδικευμένα συνερ-  
γεία με ειδικό εξοπλισμό.

Οι μαθητές μπορούν να προβούν στους  
παρακάτω ελέγχους και εργασίες:

1. Έλεγχο στρέβλωσης της  
κυλινδροκεφαλής.
2. Τρίψιμο εδρών βαλβίδων.
3. Αντικατάσταση οδηγών βαλβίδων.
4. Έλεγχος σύσφιξης ή σύσφιξη  
της κυλινδροκεφαλής.

### **Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός**

Για τις μετρήσεις και τις εργασίες της  
άσκησης απαιτούνται τα παρακάτω:

### **Βοηθήματα**

1. Κυλινδροκεφαλή με βαλβίδες.
2. Κινητήρας με πλήρη κεφαλή  
κυλίνδρου.
3. Φλάντζες κυλινδροκεφαλής του  
αντίστοιχου κινητήρα.
4. Επισκευαστικά βιβλία του αντίστοιχου  
κινητήρα.

### **Όργανα και Εργαλεία**

1. Παχύμετρο
2. Μικρόμετρο
3. Συμπιεσόμετρο
4. Δυναμόκλειδο
5. Σειρά εξολκίων βαλβίδων ή Ειδικό  
Εργαλείο αποσυναρμολόγησης βαλ-  
βίδων
6. Τριβείο βαλβίδων
7. Ρίγα
8. Σειρά Φίλερ

### **Μηχανήματα**

1. Πλάνη κυλινδροκεφαλών

### **Μέτρα ασφαλείας και προστασία**

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά το  
πλάνισμα της κυλινδροκεφαλής. Οι μα-  
θητές που ασχολούνται με την εργασία  
αυτή πρέπει να φορούν τα προβλεπόμε-  
να από τους κανόνες ασφαλείας προ-  
στατευτικά γυαλιά.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### Α. ΕΛΕΓΧΟΣ

Ελέγχεται η συμπίεση των κυλίνδρων και διαπιστώνεται τυχόν έλλειψη στεγανότητας κάποιας βαλβίδας.

Η στεγανότητα των βαλβίδων μετριέται συνήθως με το συμπιεσόμετρο ή με συστήματα πεπιεσμένου αέρα που χορηγούνται ως ειδικά εργαλεία.

### Β. ΕΛΕΓΧΟΣ

1. Αποσυνδέεται η κυλινδροκεφαλή και απομακρύνεται ο εκκεντροφόρος άξονας (σε κινητήρες με εκκεντροφόρο επικεφαλής).
2. Αποσυναρμολογούνται οι βαλβίδες.
3. Ελέγχονται οπτικά οι βαλβίδες και οι έδρες τους για φθορές που οδηγούν σε έλλειψη στεγανότητας.

### Γ. ΕΛΕΓΧΟΣ

1. Ελέγχεται, με τη βοήθεια της ρίγας, η επιπεδότητα της κυλινδροκεφαλής.
2. Ελέγχονται οπτικά και καθαρίζονται, αν απαιτείται, οι αυλοί (κανάλια) εισαγωγής.

### Δ. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Οι μαθητές τοποθετούν την κυλινδροκεφαλή στην πλάνη.
2. Οι μαθητές προχωρούν στο πλάνισμα της κυλινδροκεφαλής.

### Ε. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Τοποθετείται η κυλινδροκεφαλή στον πάγκο εργασίας.
2. Τοποθετούνται οι βαλβίδες στην κυλινδροκεφαλή. Οι μαθητές προχωρούν στο τρίψιμο των βαλβίδων. Η βελτίωση της στεγανότητας και η επι-

σκευή της βάσης των βαλβίδων επιτυγχάνεται, τρίβοντας τη βαλβίδα περιστροφικά επάνω στη βάση της, με τη βοήθεια του συγκεκριμένου ειδικού εργαλείου και μιας ειδικής αλοιφής (Εικ. 2.1.1).

### ΣΤ. ΕΛΕΓΧΟΣ

Ελέγχονται οι γωνίες επαφής των βαλβίδων και βελτιώνονται, αν απαιτείται.

Με το τρίψιμο της βαλβίδας φαρδαίνει η επιφάνεια επαφής της στη βάση, η οποία για λόγους στεγανότητας θα έπρεπε να μείνει στενή (περίπου 1,5 χιλιοστό για τη βαλβίδα εισαγωγής και 2 χιλιοστά - λίγο φαρδύτερη για καλύτερη απαγωγή της θερμοκρασίας - για την βαλβίδα εξαγωγής).

Λύση στην αύξηση της επιφάνειας επαφής, μετά τη λείανση, προσφέρει η δη-



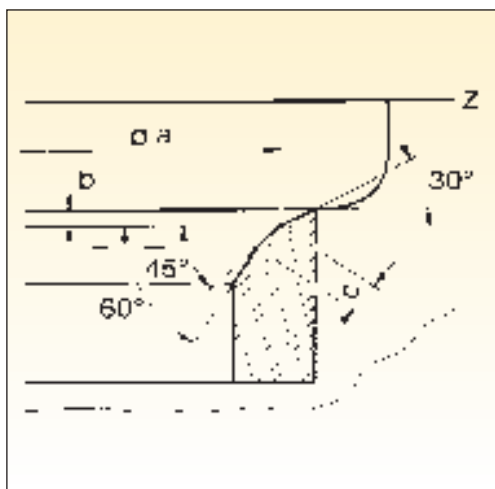
Εικ. 2.1.1 Λείανση βαλβίδας



μιουργία μιας επιπλέον μικρότερης κλίσης  $30^\circ$  στην αρχή της εισόδου προς τον

κύλινδρο στον εκάστοτε αγωγό, πριν από την κλίση των  $45^\circ$ , και στην ίδια κατεύθυνση μετά τις  $45^\circ$  μια κλίση  $60^\circ$ .

Οι παραπάνω κλίσεις δημιουργούνται με φρέζες αντίστοιχης γωνίας (Εικ. 2.1.2).



Εικ. 2.1.2 Γωνίες Βαλβίδων

## Ζ. ΕΡΓΑΣΙΕΣ - ΤΕΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

1. Τοποθετούνται τα ελατήρια των βαλβίδων.
2. Επανατοποθετείται ο εκκεντροφόρος άξονας. Οι ροπές σύσφιξης των καβαλέτων μετριοούνται με το δυναμόκλειδο. Η προδιαγεγραμμένη ροπή καθορίζεται από τον κατασκευαστή και αναφέρεται στο σχετικό επισκευαστικό βιβλίο.
3. Τοποθετείται και συσφίγγεται, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή (από το επισκευαστικό βιβλίο) η κυλινδροκεφαλή.

Για τη σύσφιξη χρησιμοποιούμε δυναμόκλειδο, που ρυθμίζουμε στα συγκεκριμένα "κιλά" των προδιαγραφών.

Όταν προδιαγράφεται γωνιακή σύσφιξη, τότε απαιτείται αρχικά μια σύσφιξη με δυναμόκλειδο και στη συνέχεια μία (διπλή συνήθως) σύσφιξη με σταθερή κασάνια σε συγκεκριμένη γωνία π.χ.  $90^\circ$  και άλλη μία ίδιου μεγέθους ή και διαφορετική. Η σειρά σύσφιξης της κάθε βίδας πρέπει και πάλι να ακολουθείται σχολαστικά.

4. Ρυθμίζονται οι βαλβίδες, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Η ρύθμιση γίνεται με το Φίλερ.
5. Ελέγχεται η στεγανότητα των βαλβίδων με μέτρηση της συμπίεσης.

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

1. Να αναφέρετε το επιτρεπόμενο μέγεθος πλανίσματος της κυλινδροκεφαλής στην οποία εργαστήκατε.
2. Να σημειώστε τις σωστές τιμές ρύθμισης των βαλβίδων.
3. Να εξηγήσετε τον τρόπο ελέγχου της στεγανότητας των βαλβίδων μέσω της μέτρησης συμπίεσης.

## ΑΣΚΗΣΗ 2.2

### Οδηγοί Βαλβίδων

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες, τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους μετρήσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία μηχανής - συστήματος.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της μηχανής ή του συστήματος, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται, καθώς και τα σχετικά μέσα που χρησιμοποιούνται.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

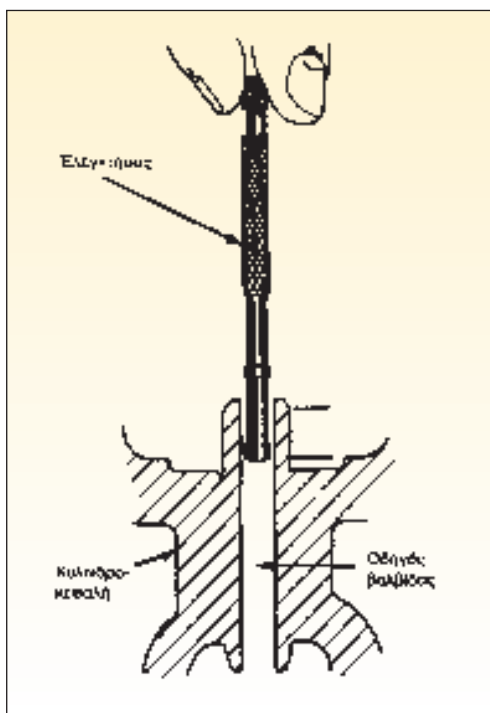
#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

##### Αντικατάσταση οδηγών βαλβίδων

Στην κυλινδροκεφαλή βρίσκονται οι βαλβίδες και οι κυλινδρικοί οδηγοί, που είναι κατασκευασμένοι από μπρούντζο ή ειδικό χυτοσίδηρο, και πρέπει να εξασφαλίζουν τη λίπανση του άξονα των βαλβίδων που κινείται μέσα σε αυτούς, χωρίς όμως να επιτρέπουν σε μεγάλες ποσότητες λαδιού να εισχωρήσουν μέσω των οδηγών στο χώρο καύσης.

Τα διάφορα εξαρτήματα της κυλινδροκεφαλής, όπως τα έδρανα του εκκεντροφόρου, ο ίδιος ο εκκεντροφόρος, τα ζύγωθρα κλπ, βρέχονται από λάδι του κινητήρα προκειμένου να εξασφαλισθεί η σωστή τους λίπανση.

Για να μη διαφεύγει το λάδι μέσω των οδηγών των βαλβίδων προς τους κυ-

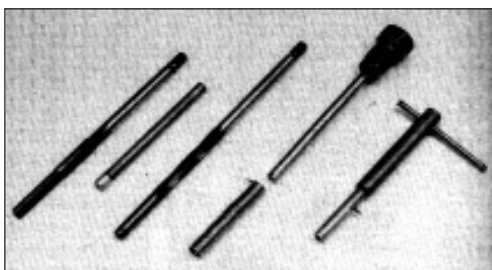


Εικ. 2.2.1 Έλεγχος οδηγού βαλβίδας

λίνδρους, χρησιμοποιούνται τα "τσιμουχάκια βαλβίδων" που εμποδίζουν τη διείσδυση μεγάλης ποσότητας λαδιού στους οδηγούς των βαλβίδων. Η στεγανότητα που εξασφαλίζεται από τα "τσιμουχάκια" των βαλβίδων πρέπει να ελέγχεται. Παράλληλα πρέπει να ελέγχονται και οι ανοχές μεταξύ οδηγών και βαλβίδων. Ο έλεγχος γίνεται με μικρόμετρα, με ειδικά εργαλεία του εκάστοτε κατασκευαστή (Εικ. 2.2.2), ή εμπειρικά, ως πρώτη προσέγγιση, μετακινώντας τη βαλβίδα (χωρίς ελατήριο) κάθετα προς τον άξονά της.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

1. Κυλινδροκεφαλή με βαλβίδες (με ελατήρια ή χωρίς ελατήρια βαλβίδων).
2. Ειδικό μικρόμετρο για μικρής διατομής κυλίνδρους (Εικ. 2.2.1).
3. Εξολκέας βαλβίδων.
4. Εξολκέας οδηγών βαλβίδων (αν απαιτείται για την υπάρχουσα κατασκευή).



Εικ. 2.2.2 Ειδικά εργαλεία για τους οδηγούς βαλβίδων

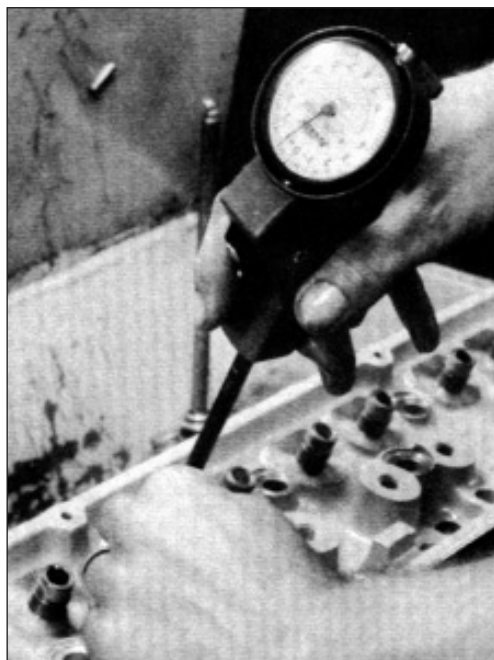
### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Δεν απαιτούνται ειδικές προφυλάξεις πέραν των καθορισμένων για την εργασία σε γενικό εργαστήριο σχολείου.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### Α. ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Εξαγωγή κυλινδροκεφαλής και εκκεντροφόρου (εάν απαιτείται).
2. Εξαγωγή ελατηρίων βαλβίδων (εάν απαιτείται). Για την εξαγωγή των ελατηρίων χρησιμοποιούμε εξολκείς με τους οποίους πιέζεται το ελατήριο, προκειμένου να έχουμε πρόσβαση στις ασφάλειες της βαλβίδας και να τις απομακρύνουμε (Εικ. 2.2.3).
3. Απομακρύνονται τα "τσιμουχάκια βαλβίδων".



Εικ. 2.2.3 Εξολκέας βαλβίδων

### Β. ΕΛΕΓΧΟΙ

1. Μετακίνηση (με το χέρι) των βαλβίδων μέσα στους οδηγούς, για να διαπιστωθεί αν υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλη ανοχή.

2. Μέτρηση της διαμέτρου και της κυλινδρικότητας των οδηγών. Η μέτρηση μπορεί να γίνει με ειδικά ελεγκτικά όργανα του κατασκευαστή ή με μικρόμετρα που φέρουν κατάλληλη διάταξη για μέτρηση μικρών διαμέτρων.
3. Καταγραφή των μετρήσεων σε πρωτόκολλο.

### Γ. ΕΛΕΓΧΟΣ

1. Έλεγχος αυλών διόδου του λιπαντικού προς τα εξαρτήματα της κυλινδροκεφαλής.
2. Καθαρισμός αν απαιτείται. Ο καθαρισμός γίνεται με πεπιεσμένο αέρα.

### Δ. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Αντικατάσταση οδηγών βαλβίδων. Ανάλογα με την κατασκευή του κινητήρα, ενδεχομένως να απαιτείται ειδικός εξολκέας για την αντικατάσταση των οδηγών βαλβίδων.
2. Επανατοποθέτηση βαλβίδων.
3. Επανατοποθέτηση των "τσιμουχακιών" βαλβίδων.
4. Επανατοποθέτηση ελατηρίων και κυλινδροκεφαλής (συσφίξεις, όπως στην προηγούμενη άσκηση).

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Να αναφέρετε τις επιπτώσεις από ανοχές στους οδηγούς των βαλβίδων, που είναι πολύ μεγαλύτερες των προδιαγραφών του κατασκευαστή.

## ΑΣΚΗΣΗ 2.3

### Μετρήσεις ανοχών και φθοράς κυλίνδρου, εμβόλου - στροφαλοφόρου άξονα

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες, τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους μετρήσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία μηχανής - συστήματος.
- Να αντιλαμβάνονται πλήρως τις οδηγίες των σχετικών τεχνικών εγχειριδίων.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της μηχανής ή του συστήματος, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται, καθώς και τα σχετικά μέσα που χρησιμοποιούνται.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

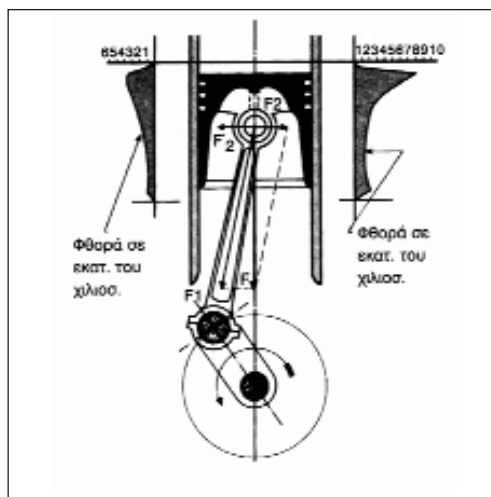
##### 2.3.1 ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ

Οι κύλινδροι υπόκεινται σε φθορές, ειδικότερα στην κατεύθυνση της κλίσης της μπιέλας (Εικ. 2.3.1) Οι φθορές αυτές επιδεινώνονται από ξένα σώματα που εισχωρούν στον κύλινδρο με το μείγμα, όπως σκόνες από την ατμόσφαιρα, από την κακή ποιότητα ή την παλαιότητα του χρησιμοποιούμενου λιπαντικού, από κατάλοιπα της καύσης (καρβουνίλα οξεία) κλπ.

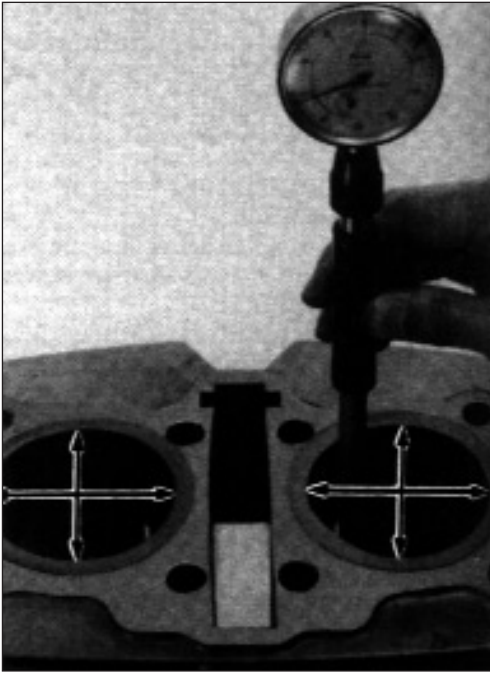
Η φθορά των κυλίνδρων εμφανίζεται σαν ελλειψοειδής απόκλιση από την κυκλική διατομή του κυλίνδρου.

Μια άλλη φθορά των κυλίνδρων, η κωνικότητα, εμφανίζεται στην περιοχή του ΑΝΣ, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν εκεί, των μεγάλων δια-

στολών και συστολών από τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ κρούου και θερμού κινητήρα, της συσσώρευσης καταλοίπων καύσης κλπ.



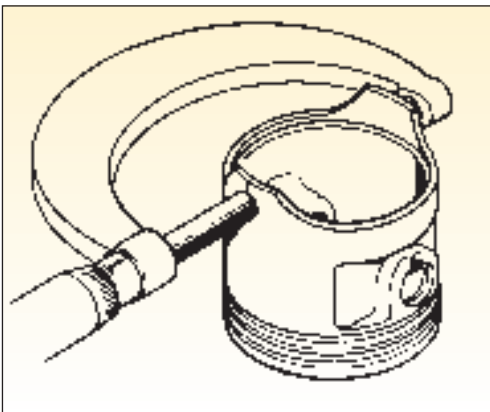
Εικ. 2.3.1 Φθορές στους κυλίνδρους



Εικ. 2.3.2 Ελλειψοειδής φθορά κυλίνδρου

### 2.3.2. ΕΜΒΟΛΑ

Η μορφή των εμβόλων ενός σύγχρονου κινητήρα φαίνεται κυλινδρική, στις λεπτομέρειές τους όμως τα έμβολα είναι πολύπλοκες κατασκευές με πολλές



Εικ. 2.3.3 Μέτρηση διαμέτρου εμβόλου

διαφορετικές κλίσεις, διαμέτρους καμπυλότητες κλπ, που καθιστούν τις μετρήσεις δύσκολες, σχεδόν αδύνατες, αν δεν υπάρχουν κατασκευαστικά σχέδια και συγκεκριμένες προδιαγραφές (Εικ. 2.3.3).

Συχνά υπάρχουν κτυπημένα επάνω στα έμβολα κατασκευαστικά δεδομένα, όπως η διάμετρος, ανοχές κλπ (Εικ. 2.3.4).



Εικ. 2.3.4 Χαρακτηριστικά εμβόλου

Οι μετρήσεις γίνονται με μικρόμετρο στην περιφέρεια του εμβόλου.

### 2.3.3 ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Οι φθορές που παρουσιάζουν τα κομβία και οι στροφείς του στοφαλοφόρου άξονα έχουν σχέση με την καμπυλότητά τους ή τις αξονικές ανοχές και μπορούν να διαπιστωθούν με μικρόμετρα, φύλλερ, ή άλλα μέσα (πλασטיγκέιτς).

Από την χρήση και την καταπόνηση ο στοφαλοφόρος άξονας μπορεί να παρουσιάσει αποκλίσεις από την αρχική κατασκευή, όπως:

1. Χαραγές, γραμμώσεις ή ρωγμές.
2. Μείωση των διαμέτρων από φθορά.
3. Ελλειπτικές παραμορφώσεις.
4. Κωνικότητα των στροφών.
5. Η αξονική μετατόπιση του στοφαλοφόρου άξονα δίνει το μέγεθος των ανοχών που υπάρχει στα αξονικά έδρανα.
6. Η στρέβλωση του στοφαλοφόρου άξονα.
7. Έλεγχος του στοφαλοφόρου άξονα για απόκλιση από στρέψη.
8. Αξονική ανοχή (τζόγος) μεταξύ μπιέλας και στροφάλου.
9. Ένας χρονοβόρος τρόπος με αρκετή όμως ακρίβεια μέτρησης είναι η χρήση του παλαστιγκέιτς, μέσω δηλαδή συρμάτων από ειδικό υλικό.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

1. Μικρόμετρο με μαγνητική βάση.
2. Παχύμετρο.
3. Φίλλερ.
4. Πλαστιγκέιτς.
5. Δυναμόκλειδο.
6. Κινητήρας προς έλεγχο.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Δεν απαιτούνται ειδικές προφυλάξεις πέραν των καθορισμένων για την εργασία σε γενικό εργαστήριο σχολείου.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

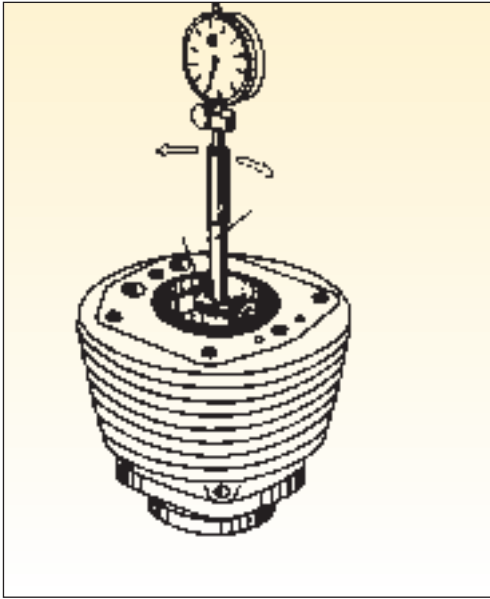
### A. ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Αποσυναρμολογούμε την κυλινδροκεφαλή
2. Αποσυναρμολογούμε την ελαιολεκάνη (κάρτερ) του κινητήρα

### B. ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ

1. Έλεγχος για ελλειψοειδή φθορά.  
Η φθορά των κυλίνδρων που εμφανίζεται ως ελλειψοειδής φθορά (οβάλ) μπορεί να διαπιστωθεί με ένα μικρόμετρο, που τοποθετείται σταυρωτά, δηλαδή μια φορά παράλληλα και κατόπιν κάθετα προς τον άξονα του στροφάλου (Εικ. 2.3.2). Η απόκλιση που διαπιστώνεται δεν πρέπει να υπερβαίνει τις προδιαγραφές που αναφέρονται στα επισκευαστικά βιβλία.
2. Έλεγχος Κωνικότητας.  
Η κωνικότητα διαπιστώνεται και πάλι με το μικρόμετρο, το οποίο κινείται από την επάνω πλευρά του κυλίνδρου προς την κάτω, σε διάφορα σημεία της περιφέρειάς του. Οι επιτρεπόμενες αποκλίσεις από την απολύτως κυλινδρική μορφή καθορίζονται από τον κατασκευαστή (Εικ. 2.3.5).
3. Έλεγχος τοποθέτησης χιτώνίων.  
Σε κινητήρες με χιτώνια πρέπει να ελέγχεται και το επίπεδο της επιφάνειας των κυλίνδρων, στην οποία εφαρμόζει η φλάντζα και η κυλινδροκεφαλή. Τα χιτώνια πρέπει να εξέχουν περίπου 0,1 χιλιοστό από την επιφάνεια του μπλοκ των κυλίνδρων. Η μέτρηση μπορεί να γίνει με τη ρίγα και με τη βοήθεια οργάνων όπως μικρόμετρο με μαγνητική βάση, παχύμετρο κλπ.





Εικ. 2.3.5 Κωνική φθορά κυλίνδρου

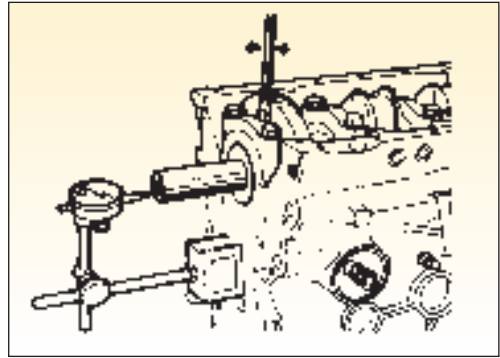
## ΕΜΒΟΛΑ

1. Μέτρηση με το μικρόμετρο διαφόρων διαμέτρων ενός εμβόλου που δεν παρουσιάζει φθορά κατά μήκος της κυλινδρικής του επιφάνειας, προκειμένου να διαπιστωθούν οι κατασκευαστικές του ιδιομορφίες.
2. Παρατήρηση και μέτρηση ενός φθαρμένου εμβόλου, προκειμένου να διαπιστωθούν οι φθορές από τη χρήση ή άλλες αιτίες.

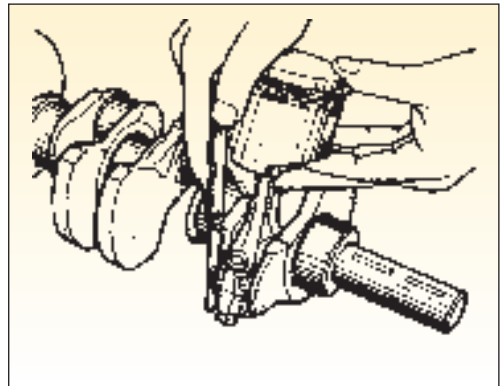
## ΣΤΡΟΦΑΛΟΣ

Για τις παραπάνω μετρήσεις σε έναν κινητήρα πρέπει να απομακρυνθεί η ελαιολεκάνη (κάρτερ).

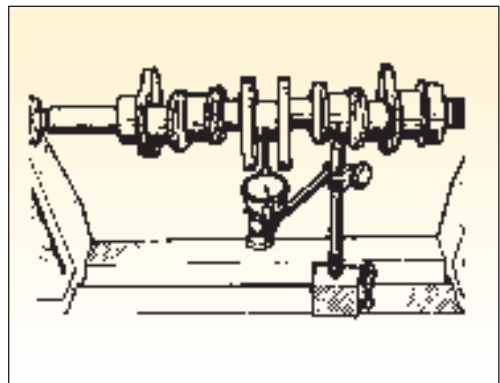
1. Έλεγχος της αξονικής μετατόπισης του στοφαλοφόρου άξονα. Μπορεί να μετρηθεί με μικρόμετρο και χρήση μιας μαγνητικής βάσης στήριξης του ή και με φίλλερ (Εικ. 2.3.6).



Εικ. 2.3.6 Έλεγχος αξονικού τζόγου στοφαλοφόρου άξονα ως προς τα κομβία βάσης.



Εικ. 2.3.7 Μέτρηση αξονικού τζόγου μεταξύ στοφαλού και μπιέλας.



Εικ. 2.3.8 Έλεγχος στρέβλωσης στοφαλοφόρου άξονα.



2. Μέτρηση της αξονικής ανοχής (τζόγος) μεταξύ μπίελας και στροφάλου. Μετρίεται με φίλλερ και πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,25 και 0,50 χιλιοστών (Εικ. 2.3.7).

## ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Αποσυναρμολογούμε τις μπίελες.

1. Να διαπιστωθεί αν υπάρχει στρέβλωση του στοφαλοφόρου άξονα (συνήθως στο μέσον του). Διαπιστώνεται συνήθως στο μέσον του. Μπορεί να μετρηθεί με μικρόμετρο και χρήση μιας μαγνητικής βάσης στήριξης, έχοντας στηρίξει σταθερά τα δύο άκρα του στροφάλου. (Εικ. 2.3.8).
2. Έλεγχος του στοφαλοφόρου άξονα για απόκλιση από στρέψη. Με χρήση μικρόμετρο, μιας μαγνητικής βάσης και σταθερά στηριγμένο το στρόφαλο, μετράμε τη γωνιακή απόκλιση δύο ακραίων παράλληλων κομβίων μεταξύ τους.

Αποσυναρμολογούμε το στοφαλοφόρο άξονα.

1. Έλεγχος για χαραγές και γραμμώσεις ή ρωγμές. Διαπιστώνεται με απλή παρατήρηση.
2. Έλεγχος με το μικρόμετρο των διαμέτρων για κυλινδρικές παραμορφώσεις από φθορά. Διαπιστώνονται με το μικρόμετρο κατά την περιστροφή του στοφαλοφόρου άξονα.
3. Έλεγχος με το μικρόμετρο για ελλειπτικές παραμορφώσεις. Διαπιστώνονται με μικρόμετρο που κινείται περιφερειακά γύρω από την προς έλεγχο διατομή. Η επιτρεπτή διαφορά δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,025 χιλιοστά.

4. Έλεγχος με το μικρόμετρο της κωνικότητας των στροφών, από κακή εφαρμογή των κουζινέτων. Μετρίεται με το μικρόμετρο και δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,020 χιλιοστά.

5. Έλεγχος με χρήση παλαστιγκέϊτς. Τα πλαστικά αυτά σύρματα παρεμβάλλονται μεταξύ των επιφανειών που θέλουμε να μετρήσουμε (πχ μεταξύ κομβίου και καβαλέτου). Στην συνέχεια συσφίγγουμε το συγκεκριμένο εξάρτημα σύμφωνα με τις προδιαγραφές και το αποσυνδέουμε εκ νέου. Το σύρμα πλαστιγκέϊτς έχει επιπεδωθεί. Το συγκρίνουμε με τη βοήθεια μιας κλίμακας και διαπιστώνουμε με τη σύγκριση τις αποκλίσεις στα διάφορα σημεία του εξαρτήματος που μετρήθηκε.

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΑΝΑΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Συναρμολόγηση του κινητήρα που ελέγχθηκε με τη βοήθεια ενός δυναμόκλειδου και του επισκευαστικού βιβλίου.

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Σχεδιάστε σε δύο διαστάσεις το έμβολο με τις αποκλίσεις του. Συμπληρώστε μία κατάσταση με τις μετρήσεις που κάνατε στα διάφορα εξαρτήματα και υπογραμμίστε με κόκκινο τις μετρήσεις που βρέθηκαν να είναι εκτός προδιαγραφών.

## ΑΣΚΗΣΗ 2.4

### Αυτορυθμιζόμενες βαλβίδες - μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες της μηχανής και των συστημάτων.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που πρέπει να γίνονται πριν ή κατά την λειτουργία της μηχανής ή του συστήματος.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τα συστήματα που έλεγξαν και τις ρυθμίσεις που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία της μηχανής - συστήματος.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

##### Υδραυλικά ωστήρια

Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη λειτουργία του κινητήρα, το είδος του υλικού κατασκευής και η φθορά, αλλάζουν το διάκενο των βαλβίδων, το οποίο είναι συνήθως μεγάλο, όταν ο κινητήρας είναι κρύος και μικραίνει στη θερμοκρασία λειτουργίας του.

Για να περιορισθεί στο ελάχιστο η απαίτηση για ρύθμιση των βαλβίδων, χρησιμοποιούνται υδραυλικά ωστήρια, τα οποία αντισταθμίζουν τις φθορές και ρυθμίζουν αυτόματα το διάκενο. Για τη λειτουργία τους χρησιμοποιούν το λάδι του κινητήρα που δεν είναι συμπίεσιμο ώστε να διατηρείται σταθερό το διάκενο των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής, ανεξάρτητα από τις μεταβολές

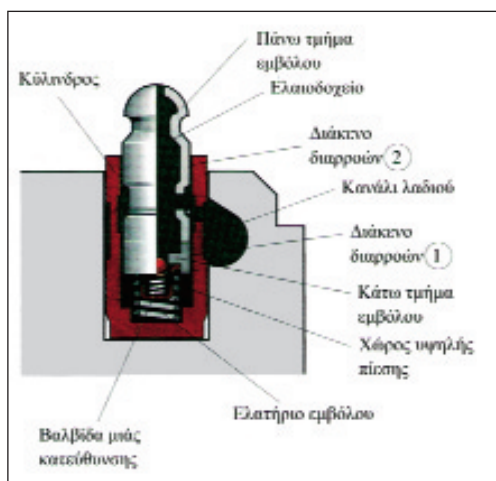
του μήκους των συγκεκριμένων εξαρτημάτων.

Με αυτό το τρόπο μειώνονται πάρα πολύ οι εργασίες συντήρησης του αυτοκινήτου και εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του κινητήρα για ολόκληρη την διάρκεια της ζωής του.

Οι αυτορυθμιζόμενες βαλβίδες έχουν ένα διπλό ομόκεντρο υδραυλικό ωστήριο, το οποίο συνδέεται με το κύκλωμα του λαδιού (Εικ. 2.4.1).

Το λάδι εισέρχεται στο ωστήριο από μία πλευρική οπή στο εσωτερικό του ωστήριου και στο θάλαμο του λαδιού.

Όταν ο εκκεντροφόρος πιέζει το ωστήριο, κλείνει η σφαιρική βαλβίδα. Μέσω του περιβλήματος ανοίγει μια δίοδος, και η ποσότητα του λαδιού που πλεονάζει διαφεύγει από την οπή η οποία υπάρχει μεταξύ πύρου και περιβλήματος.



Εικ. 2.4.1 Υδραυλικό ωστήριο

Όταν δεν πιέζει το έκκεντρο, το ελατήριο αντιστάθμισης επαναφέρει τον πίσω προς τα επάνω, μέχρις ότου το ωστήριο έρθει σε επαφή με το έκκεντρο. Ο χώρος αυξάνεται και από τον ελαιοθάλαμο (κάτω από τον πίσω) εισρέει λάδι στο χώρο πίεσης, διαμέσου της σφαιρικής βαλβίδας.

Με τον τρόπο αυτό το διάκενο μεταξύ ωστηρίου και βαλβίδας μένει πάντοτε σταθερό.

Τα ωστήρια στήριξης δεν μπορούν να επισκευασθούν αλλά απλώς αντικαθίστανται.

## Μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων

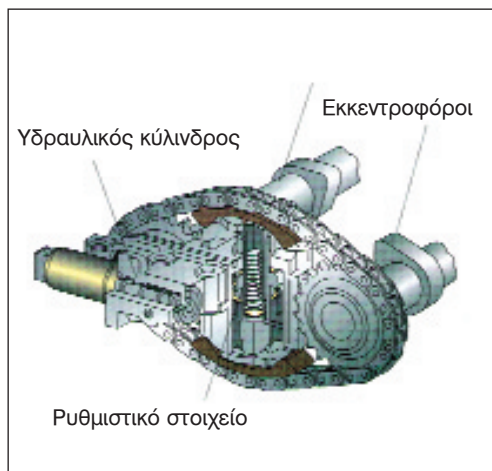
Ο μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων χρησιμοποιείται για να επιτύχουμε μεγαλύτερη ισχύ, διατηρώντας σε ολόκληρο το φάσμα στροφών του κινητήρα την ροπή στρέψης σε υψηλό επίπεδο.

Με το μεταβλητό χρονισμό επιτυγχάνεται η μετατόπιση της στιγμής που ανοίγουν και κλείνουν οι βαλβίδες, με συ-

νέπεια τη μείωση της επικάλυψης των βαλβίδων στις χαμηλές στροφές ή την αύξηση στις υψηλές.

Η γωνιακή μετατόπιση του εκκεντροφόρου εισαγωγής σε σχέση με τον εκκεντροφόρο εξαγωγής, που στις περιπτώσεις αυτές συνήθως είναι τοποθετημένοι στην κυλινδροκεφαλή, γίνεται με διάφορους τρόπους, οι οποίοι αναφέρονται στην αντίστοιχη βιβλιογραφία. Ένας από αυτούς είναι ο ρυθμιζόμενος τεντωτήρας αλυσίδας (Vario Cam).

Στο σύστημα αυτό (Εικ. 2.4.2) οι δύο εκκεντροφόροι συνδέονται μεταξύ τους με μία αλυσίδα. Η μετατόπιση του ενός εκκεντροφόρου ως προς τον άλλο επιτυγχάνεται με την υδραυλική μετατόπιση του τεντωτήρα της αλυσίδας προς τα επάνω ή προς τα κάτω.



Εικ. 2.4.2 Ρυθμιζόμενος τεντωτήρας αλυσίδας

Ο χώρος παροχής λαδιού έχει μία οπή εξαέρωσης στο επάνω του άκρο, από την οποία λαδώνεται συγχρόνως η αλυσίδα.

Στη θέση βραδυπορείας ο τεντωτήρας βρίσκεται στη πάνω θέση και ο εκκεν-

τροφόρος εισαγωγής στη θέση “αργά”. Όταν ο τεντωτήρας ωθείται από το λάδι προς τα κάτω, τότε το κάτω μέρος της αλυσίδας επιμηκύνεται, ενώ το επάνω κονταίνει με αποτέλεσμα την περιστροφή των δύο εκκεντροφόρων μεταξύ τους. Στη θέση αυτή ο εκκεντροφόρος βρίσκεται στη θέση “νωρίς”.

### Συντονισμός με μεταβλητούς αυλούς εισαγωγής

Επιτυγχάνεται με το σχεδιασμό των αυλών εισαγωγής σε συγκεκριμένο μήκος και διάμετρο, οπότε εξασφαλίζεται η βελτιστοποιημένη πλήρωση των κυλίνδρων και η επιθυμητή υψηλή ροπή σε συγκεκριμένες στροφές του κινητήρα. Στο υπόλοιπο μεγάλο φάσμα στροφών του κινητήρα, η ροπή χειροτερεύει.

Σε σύγχρονους κινητήρες συναντάμε συντονισμό με μεταβλητούς αυλούς εισαγωγής, δηλαδή τη δυνατότητα μεταβολής των αυλών εισαγωγής σε μήκος, διάμετρο ή όγκο, ώστε να εξασφαλίζεται η ίδια πάντοτε, σταθερή πλήρωση των κυλίνδρων και η επιθυμητή υψηλή ροπή σε μεγάλο φάσμα στροφών του κινητήρα.

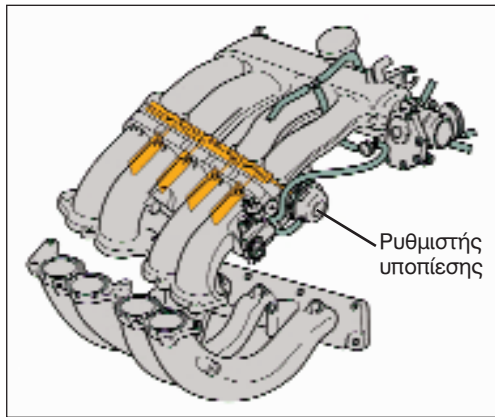
Η μεταβολή των γεωμετρικών δεδομένων των πολλαπλών εισαγωγής γίνεται με δύο τρόπους ή αλλάζει το μήκος των αυλών ή αλλάζει ο χώρος αντήχησης. Κατασκευάζονται επίσης πολλαπλές με κύριους και δευτερεύοντες αυλούς.

Οι κύριοι αυλοί λειτουργούν στις χαμηλές στροφές και οι κοντύτεροι δευτερεύοντες στις υψηλές στροφές.

Η ρυθμιστική πεταλούδα ελέγχεται ηλεκτρονικά και ενεργοποιείται π.χ. στις 4000 RPM (στροφές ανά λεπτό) ανοίγοντας τη δίοδο του αέρα στους δευτε-

ρεύοντες αυλούς.

Η μεταβολή της γεωμετρίας επιτυγχάνεται μέσω των πεταλούδων, που ανοίγουν και κλείνουν τις διόδους, δημιουργώντας αυλούς συγκεκριμένου μήκους. Με υποπίεση και ανάλογα με τις περιοχές στροφών, ανοίγουν διαδοχικά οι πεταλούδες και ο αναρροφούμενος αέρας συντονίζεται για να δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα πριν από το θάλαμο καύσης (Εικ. 2.4.3).



Εικ. 2.4.3 Μεταβλητοί αυλοί εισαγωγής

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

1. Ένας σύγχρονος κινητήρας σε πλήρη λειτουργία, με σύστημα υδραυλικών ωστηρίων, μεταβλητούς αυλούς εισαγωγής και ρυθμιζόμενο τεντωτήρα αλυσίδας.
2. Αποσυναρμολογημένα εξαρτήματα των διαφόρων προς εξέταση συστημάτων, όπως:
  - Μεταβλητές πολλαπλές εισαγωγής διαφορετικής κατασκευής.
  - Διάφορα υδραυλικά ωστήρια.
  - Συστήματα μεταβλητού χρονισμού.

3. Υποπιεσόμετρο.
4. Δυναμόκλειδο.
5. Φίλλερ.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

1. Η λειτουργία του κινητήρα σε κλειστό εργαστηριακό χώρο απαιτεί την ύπαρξη και λειτουργία ενός συστήματος απαγωγής καυσαερίων.
2. Οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν ότι δεν επιτρέπεται να πλησιάζουν τα κινούμενα εξαρτήματα του κινητήρα, όσο αυτός λειτουργεί, και ότι πρέπει να αποφεύγουν φαρδιά ρούχα που μπορεί να παρασυρθούν από περιστρεφόμενα εξαρτήματα.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### Α. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

1. Παρατηρούνται και περιγράφονται τα διάφορα εξαρτήματα που έχουν επιλεγεί και αποτελούν τα προς έλεγχο συστήματα αυτορυθμιζόμενων βαλβίδων και μεταβλητού χρονισμού.
2. Περιγράφεται η λειτουργία του κάθε εξαρτήματος και γίνεται αναφορά στις ιδιαιτερότητές τους.

### ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Σε διάφορα εξαρτήματα:

1. Αποσυναρμολογούμε όσα μεμονωμένα εξαρτήματα μεταβλητών πολλών εισαγωγής διαθέτουμε, διάφορα υδραυλικά ωστήρια και συστήματα μεταβλητού ρονισμού.
2. Συναρμολογούνται τα συστήματα από τους μαθητές και εξηγούνται οι λειτουργίες τους.

Στο υπό έλεγχο όχημα, με τον κινητήρα εκτός λειτουργίας:

1. Απομακρύνουμε το καπάκι των βαλβίδων του κινητήρα ενός αυτοκινήτου που διατίθεται προς έλεγχο.
2. Μετρούμε με φίλλερ το διάκενο των βαλβίδων του κινητήρα.
3. Περιστρέφουμε το στρόφαλο και διαπιστώνουμε την κινητικότητα των ωστηρίων (διαπίστωση ότι δεν έχουν κολλήσει).
4. Μετακινούμε (με το χέρι ή με εργαλείο) το ρυθμιζόμενο τεντωτήρα αλυσίδας, ώστε να διαπιστωθεί ο τρόπος λειτουργίας του.
5. Επανατοποθετούμε το καπάκι των βαλβίδων μετά από τους ελέγχους

που γίνονται με κινητήρα εκτός λειτουργίας.

6. Συνδέουμε το υποπιεσόμετρο στο ρυθμιστικό στοιχείο υποπίεσης που κινεί τις πεταλούδες των μεταβλητών αυλών εισαγωγής.
7. Χρησιμοποιώντας το υποπιεσόμετρο ενεργοποιούμε τις πεταλούδες των μεταβλητών αυλών εισαγωγής, προκειμένου να διαπιστώσουμε την λειτουργικότητά τους.

Με τον κινητήρα σε λειτουργία:

1. Συνδέουμε το σύστημα απαγωγής καυσαερίων στην εξάτμιση του κινητήρα.
2. Εκκινούμε τον κινητήρα.
3. Ανεβάζουμε περιοδικά τις στροφές του κινητήρα προκειμένου να παρατηρήσουμε συγκεκριμένες λειτουργίες των συστημάτων.
4. Ελέγχουμε τη μεταβολή της θέσης των πεταλουδών των μεταβλητών αυλών εισαγωγής στις διάφορες στροφές του κινητήρα
5. Ελέγχουμε ακουστικά τη σωστή λειτουργία των βαλβίδων (αν χτυπάνε).

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

1. Εξηγήστε τον τρόπο ελέγχου ενός συστήματος αυτορυθμιζόμενων βαλβίδων σε ένα αυτοκίνητο.
2. Εξηγήστε τον τρόπο ελέγχου της λειτουργίας ενός συστήματος μεταβλητών αυλών εισαγωγής που βρίσκεται σε ένα αυτοκίνητο.

## ΑΣΚΗΣΗ 2.5

### Στροβιλοσυμπίεσις

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αντιλαμβάνονται πλήρως και να μπορούν να περιγράψουν τη δομή και τη λειτουργία των συστημάτων υπερπλήρωσης.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες, τους τρόπους και τα μέσα εντοπισμού τους που είναι απαραίτητα για την καλή λειτουργία μηχανής - συστήματος.
- Να αντιλαμβάνονται πλήρως τις οδηγίες των σχετικών τεχνικών εγχειριδίων.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της μηχανής ή του συστήματος, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται, καθώς και τα σχετικά μέσα που χρησιμοποιούνται.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η ισχύς και η ροπή ενός κινητήρα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποσότητα του μείγματος αέρα - βενζίνης που εισρέει στους κυλίνδρους.

Σε έναν "ατμοσφαιρικό" κινητήρα ο όγκος του μείγματος που μπορεί να αναρροφηθεί από την παλινδρόμηση του εμβόλου, δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερος από τον κυβισμό του συγκεκριμένου κυλίνδρου, ενώ περιορίζεται σημαντικά και από τις απώλειες στους αελούς εισαγωγής, από τους στροβιλισμούς στις βαλβίδες, από την αντίσταση του φίλτρου αέρα κλπ.

Στη συγκεκριμένη αυτή ποσότητα του αέρα δεν μπορούμε να προσθέσουμε καύσιμο, για να αυξήσουμε τη διαθέσιμη ενέργεια, διότι έτσι θα άλλαζε η

σχέση αέρα - βενζίνης η οποία είναι απολύτως συγκεκριμένη για να είναι το μείγμα αναφλέξιμο.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η αύξηση της ισχύος και της ροπής μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την προσθήκη αέρα με πίεση στους κυλίνδρους.

Ο τρόπος αυτός αύξησης της ισχύος ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης λέγεται υπερπλήρωση (υπερτροφοδότηση).

Οι υπερσυμπίεστες, διαχωρίζονται ανάλογα με τον τρόπο κίνησής τους, σε

1. Μηχανικούς υπερσυμπίεστες, με κίνηση από τον στρόφαλο της μηχανής
2. Στροβιλοσυμπίεστες, με κίνηση από τα καυσαέρια του κινητήρα.
3. Συμπίεστες ωστικού κύματος, με ρυθμιστικού χαρακτήρα κίνηση από τον κινητήρα.



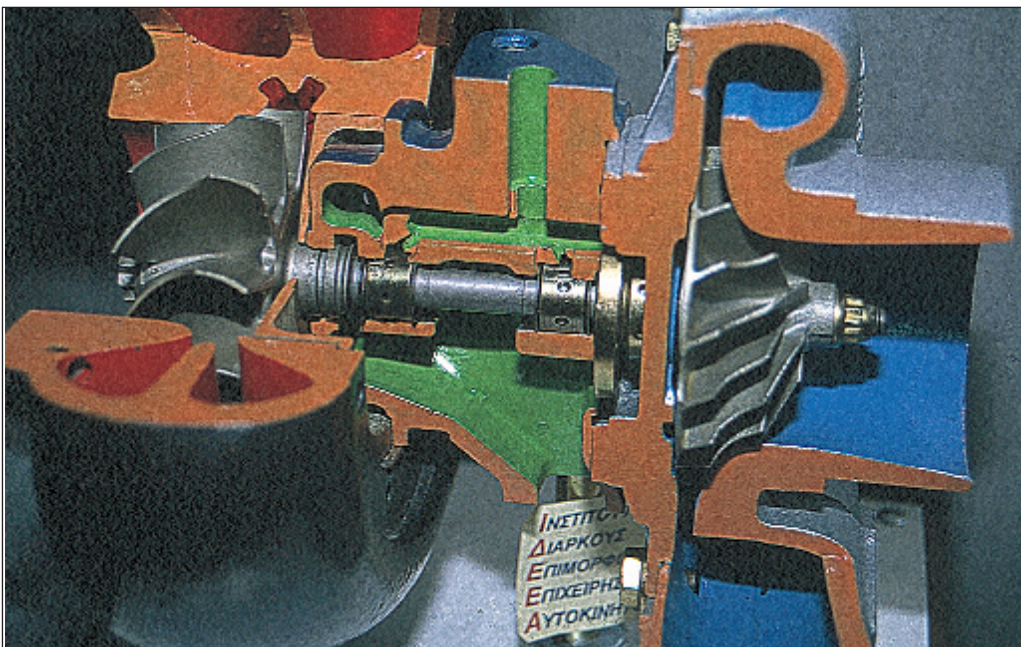
Η παρούσα άσκηση αναφέρεται στους στροβιλοσυμπιεστές.

Οι στροβιλοσυμπιεστές (τουρμπίνες) αποτελούνται από δύο στροβιλομηχανές συνδεδεμένες μεταξύ τους: Μία τουρμπίνα και έναν συμπιεστή. Ο συμπιεστής κινείται από την τουρμπίνα και εφοδιάζει τους κυλίνδρους του κινητήρα με αέρα υπό πίεση. Η τουρμπίνα κινείται από την ενέργεια των καυσαερίων, μέρος των οποίων περνά μέσα από αυτήν (πριν καταλήξουν στην εξάτμιση) και την περιστρέφει με πολύ υψηλές στροφές, που κυμαίνονται από 50.000 μέχρι και 240.000 στροφές/λεπτό (Εικ. 2.5.1).

Η πίεση του αέρα που ο στροβιλοσυμπιεστής παρέχει στους κυλίνδρους κυμαίνεται από 0,2 έως 1,2 Bar, σπάνια έως 2,2 Bar.

Κατά τη συμπίεση ο αέρας θερμαίνεται μέχρι και 180° C. Προκειμένου να αυξηθεί η πυκνότητά του και να εισχωρήσει έτσι μεγαλύτερη μάζα αέρα στους κυλίνδρους, ο εισερχόμενος αέρας ψύχεται σε έναν εναλλάκτη αέρα-αέρα, το intercooler.

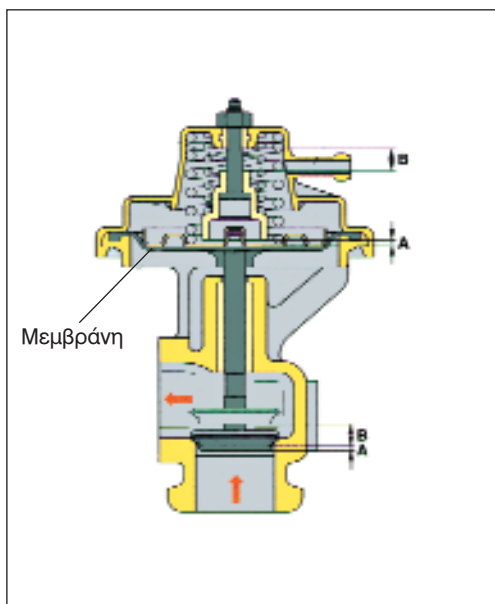
Ο υπέρθερμος αέρας εξάλλου αυξάνει την τάση για αυταναφλέξεις, που ήδη υπάρχει στους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες. Αυτό συμβαίνει λόγω της εισαγωγής του αέρα με υψηλότερη πίεση από την ατμοσφαιρική, πράγμα που αντιστοιχεί σε έναν υψηλότερο βαθμό συμπίεσης από ό,τι θα είχε ο ίδιος κινητήρας, εάν ήταν ατμοσφαιρικός. Για το λόγο αυτό και προκειμένου να αποφευχθούν οι αυταναφλέξεις (πειράκια), οι υπερτροφοδοτούμενοι κινητήρες έχουν μικρότερο βαθμό συμπίεσης από τους ατμοσφαιρικούς (7:1 αντί του συνήθους 9:1 έως 10:1).



Εικ. 2.5.1 Τομή στροβιλοσυμπιεστή



Εάν η πίεση στους κυλίνδρους ανεβεί περισσότερο του επιτρεπτού ο κινητήρας θα καταστραφεί. Προκειμένου να αποδίδει ο στροβιλοσυμπιεστής και σε μεσαίες στροφές χωρίς ταυτόχρονα να αυξηθεί η πίεση σε επικίνδυνα επίπεδα στις υψηλές στροφές λειτουργίας του,



Εικ. 2.5.2 Βαλβίδα περιορισμού πίεσης τουρμπίνας

χρησιμοποιείται ένα ρυθμιστικό στοιχείο που περιορίζει την πίεση του στροβιλοσυμπιεστή η βαλβίδα ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή (βαλβίδα εκτόνωσης, βαλβίδα ανακούφισης, Buster).

Η βαλβίδα ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή (περιοριστής πίεσης) ρυθμίζεται από ένα έμβολο που ενεργοποιείται από την πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής. Όταν η πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής αυξηθεί πέραν ενός συγκεκριμένου ορίου, η βαλβίδα ανοίγει μια διέξοδο προς την εξάτμιση, οπότε ένα μέρος των καυσαερίων διαφεύγει προς αυτή

και η τουρμπίνα λειτουργεί με περιορισμένη παροχή. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πίεση σε επιθυμητά επίπεδα. (Εικ. 2.5.2).

Διακρίνουμε διαφόρων ειδών ρυθμίσεις:

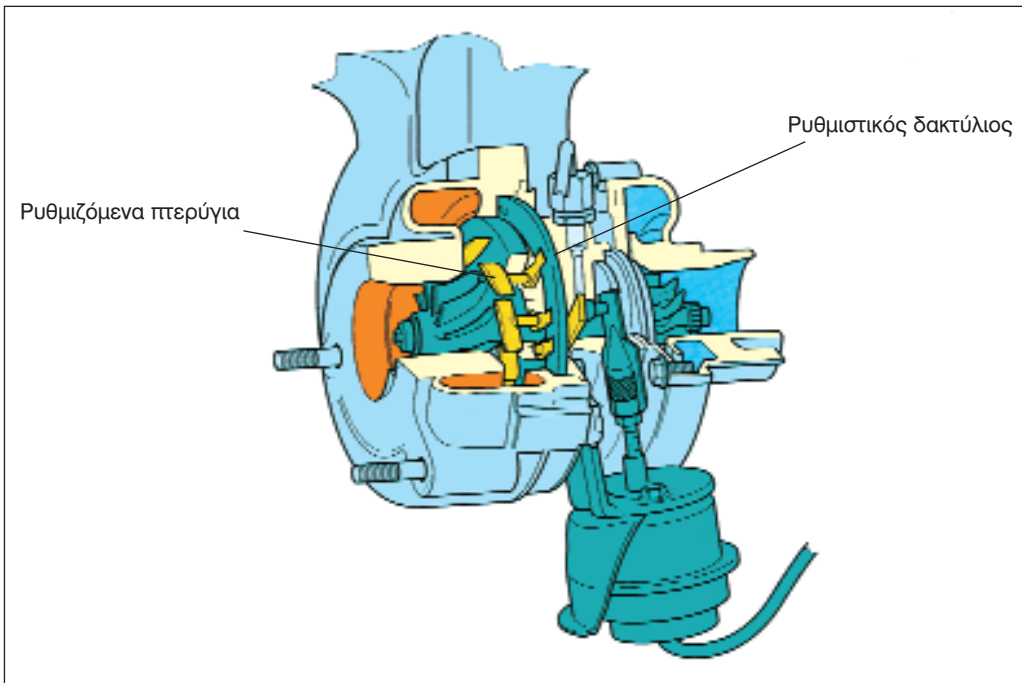
**Απευθείας ρύθμιση** από την πίεση που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγής.

### Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενη βαλβίδα ελέγχου πίεσης τουρμπίνας.

Η πίεση του στροβιλοσυμπιεστή ρυθμίζεται ηλεκτρονικά λαμβάνοντας υπόψη πολλές παραμέτρους λειτουργίας του κινητήρα, όπως τη θέση της πεταλούδας γκαζιού, τυχόν σήμα αυταναφλέξεων (πειράκια), θερμοκρασία περιβάλλοντος και κινητήρα, στροφές κινητήρα, υψομετρικές διαφορές και την πίεση (μέσω ενός αισθητήρα) στην πολλαπλή εισαγωγής. Ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος του συστήματος ενεργοποιεί την παροχή πίεσης στη βαλβίδα εκτόνωσης, μέσω μιας παλινδρομικής βαλβίδας που συνδέει την πολλαπλή εισαγωγής με τη βαλβίδα εκτόνωσης οπότε απαιτείται ενεργοποίησή της, ή με την πλευρά της αναρρόφησης αέρα, πριν από την τουρμπίνα, όσο δεν χρειάζεται ρύθμιση.

### Στιγμιαία υπερπλήρωση (Overboost).

Σε ορισμένες κατασκευές με ηλεκτρονική ρύθμιση, όταν πατηθεί το πεντάλ του γκαζιού μέχρι τέλους, ενεργοποιείται βραχυπρόθεσμα ένα σύστημα αύξησης της πίεσης. Η αύξηση επιτυγχάνεται με την ενεργοποίηση της παλινδρομικής βαλβίδας που κλείνει τη βαλβίδα εκτόνωσης, ώστε ολόκληρη η ποσότητα του καυσαερίου να διοχετευτεί στην τουρ-



Εικ. 2.5.3 Στροβιλοσυμπιεστής με ρυθμιζόμενα πτερύγια

μπίνα και να ανεβάσει σε ελάχιστο χρόνο την πίεση. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η επιτάχυνση του οχήματος.

### Στροβιλοσυμπιεστές με ρυθμιζόμενα πτερύγια.

Τους καθιστά αναγκαίους η απαίτηση για υψηλή ροπή κινητήρα στις χαμηλές στροφές και ταυτόχρονα η αποφυγή μεγάλων πιέσεων, σε λειτουργία του κινητήρα με μεγάλο φορτίο. (Εικ. 2.5.3).

Σε λειτουργία με μικρές ποσότητες καυσαερίου, τα πτερύγια εισαγωγής στην τουρμπίνα αποκτούν μία τέτοια κλίση που στενεύει το δίαυλο εισόδου των καυσαερίων. Τα αέρια αποκτούν έτσι μια σχετικά μεγάλη ταχύτητα ενώ ταυτόχρονα το ρεύμα του εισερχομένου αέρα κατευθύνεται προς την ακραία

πλευρά των πτερυγίων, οπότε η ακτίνα επενέργειας μεγαλώνει (μεγαλύτερος βραχίονας ροπής).

Οι στροφές της τουρμπίνας αυξάνονται, οπότε η πίεση του στροβιλοσυμπιεστή και η ροπή του κινητήρα μεγαλώνουν.

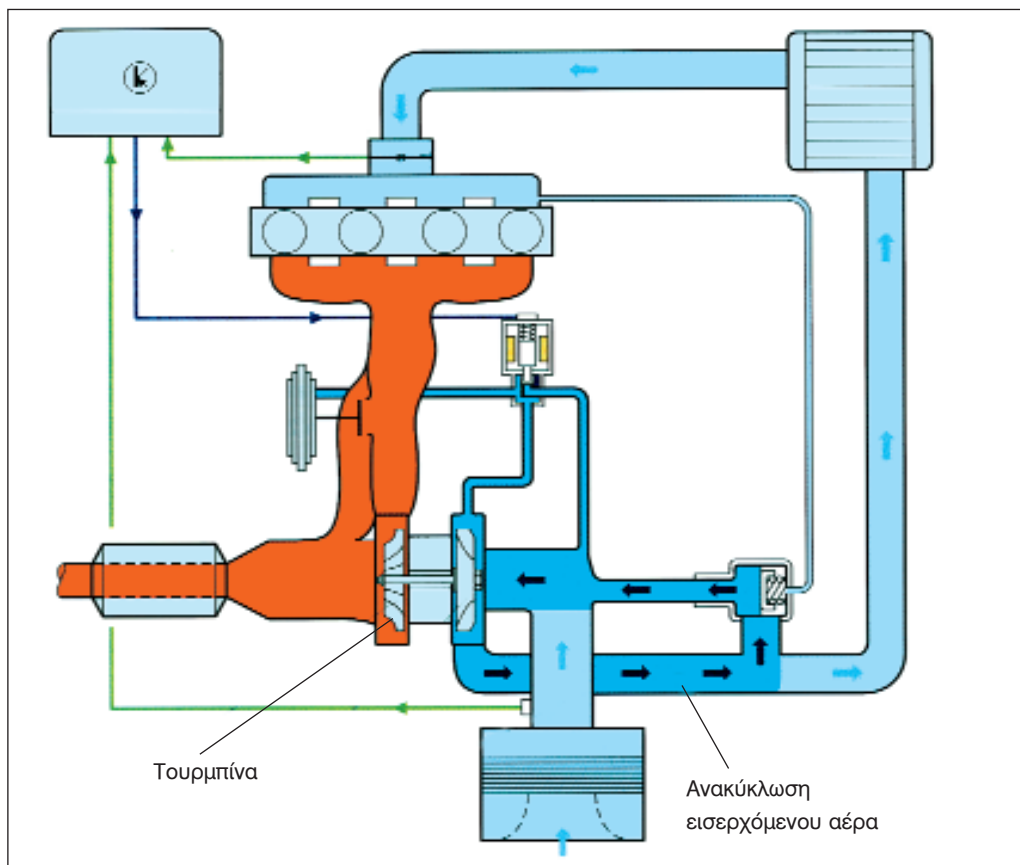
Σε λειτουργία με μεγάλο όγκο καυσαερίων τα πτερύγια ανοίγουν, η διατομή εισόδου των αερίων στην τουρμπίνα μεγαλώνει, τα καυσαέρια καλύπτουν όλο το μήκος των περιστρεφόμενων πτερυγίων, ενώ η ταχύτητα τους ελαττώνεται. Σε αυτή τη ρύθμιση η τουρμπίνα μπορεί να λειτουργήσει με μεγάλες ποσότητες καυσαερίου, χωρίς να αυξηθεί η πίεση του στροβιλοσυμπιεστή σε επικίνδυνα επίπεδα.

### Βαλβίδα ανακύκλωσης (σκάστρα).

Κατά την επιβράδυνση του οχήματος με τον κινητήρα, δημιουργείται μπροστά από την κλειστή πεταλούδα γκαζιού μια υψηλή πίεση που προέρχεται από την συνέχιση της λειτουργίας του στροβιλοσυμπιεστή λόγω της αδρανείας περιστροφής του. Στη συνέχεια επιβραδύνεται σημαντικά η περιστροφή του, έτσι ώστε όταν ξαναανοίξει η πεταλούδα να εισχωρεί απότομα μία ποσότητα αέρα υπό πίεση, ενώ απαιτείται και κάποιος χρόνος για να επανέλθουν οι στροφές της τουρμπίνας στα επιθυμητά επίπεδα. Για να αποφευχθούν αυτές οι παρενέρ-

γειες, χρησιμοποιείται ένα σύστημα ανακύκλωσης του αέρα (Waste-gate). Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία βαλβίδα που είναι συνδεδεμένη με την πολλαπλή εισαγωγής. Όταν η πίεση υπερβεί ένα συγκεκριμένο μέγεθος, η βαλβίδα ανοίγει και διοχετεύει την πίεση προς την ατμόσφαιρα (σκάστρα).

Σε σύγχρονους κινητήρες η βαλβίδα ενεργοποιείται ηλεκτρομαγνητικά και η πίεση δεν αφήνεται ελεύθερη, αλλά διοχετεύεται προς την είσοδο του συμπιεστή, οπότε ο παρεχόμενος αέρας ανακυκλώνεται σε μεγάλο βαθμό. Με τον τρόπο αυτό, η τουρμπίνα συνεχίζει να



Εικ. 2.5.4 Λειτουργία βαλβίδας ανακύκλωσης

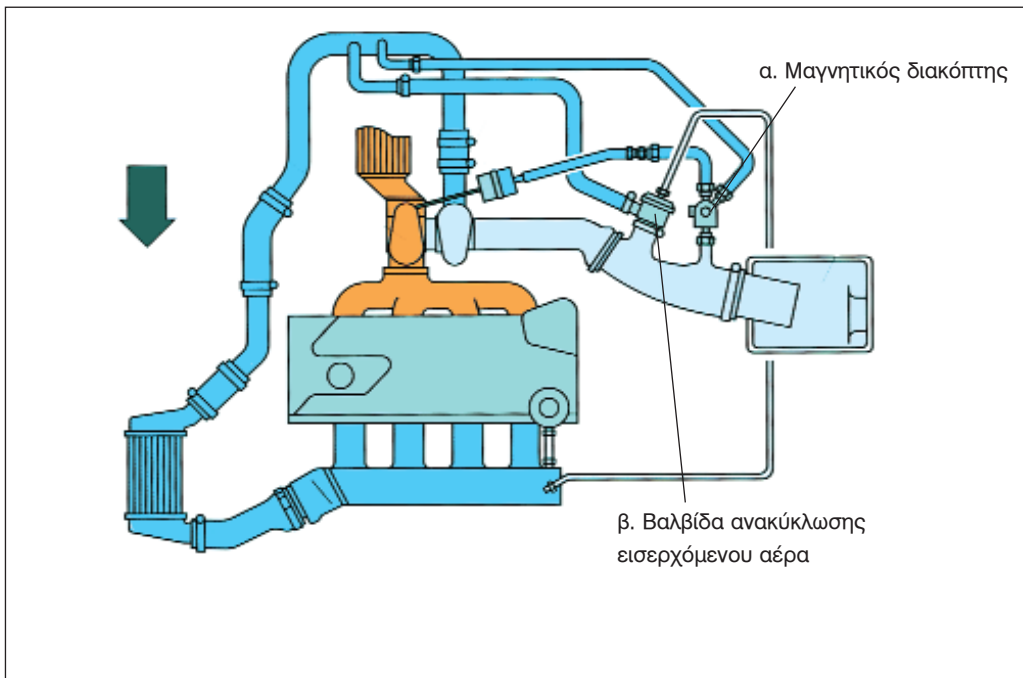
κινείται με αμείωτες σχεδόν στροφές και είναι έτοιμη να επαναλειτουργήσει χωρίς καθυστέρηση, αμέσως μόλις ανοίξει η πεταλούδα γκαζιού. (Εικ. 2.5.4).

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

1. Υποπιεσόμετρο
2. Όργανο μέτρησης πίεσης και υποπίεσης.
3. Όχημα με υπερτροφοδοτούμενο κινητήρα.
4. Εξαρτήματα σε τομή και μη, όπως:
  - Τουρμπίνα
  - Βαλβίδα ανακύκλωσης (Σκάστρα)
  - Περιοριστής πίεσης
  - Intercooler
  - Παλινδρομική βαλβίδα εκτόνωσης
5. Στροβιλοσυμπιεστής με ενσωματωμένη τη βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης.

6. Στροβιλοσυμπιεστής με ρυθμιζόμενα πτερύγια.
7. Επισκευαστικό βιβλίο.
8. Συμπιεσόμετρο.
9. Διαγνωστικό όργανο κατάλληλο για το συγκεκριμένο αυτοκίνητο.

**Παρατήρηση:** Καλό θα ήταν να υπάρχει ένα δυναμόμετρο οχημάτων ή να μετακινήθούν οι μαθητές για το σχετικό μέρος της άσκησης σε ένα συνεργείο που διαθέτει δυναμόμετρο. Αυτό κρίνεται απαραίτητο, διότι ο βαθμός υπερπλήρωσης και οι στροφές του στροβιλοσυμπιεστή δεν εξαρτώνται από τις στροφές του κινητήρα, αλλά από την ισορροπία ισχύος μεταξύ της τουρμπίνας και του συνδεδεμένου με αυτήν συμπιεστή. Απαιτείται επομένως σημαντική απόδοση ισχύος προκειμένου να μπορούν να



Εικ. 2.5.5 Έλεγχος ενεργοποιιών

γίνουν μετρήσεις, πράγμα αδύνατο σε όχημα ακινητοποιημένο στο εργαστήριο, χωρίς τη χρήση δυναμομέτρου.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

1. Η λειτουργία του κινητήρα σε κλειστό εργαστηριακό χώρο απαιτεί την ύπαρξη και λειτουργία ενός συστήματος απαγωγής καυσαερίων.
2. Οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν ότι δεν επιτρέπεται να πλησιάζουν τα κινούμενα εξαρτήματα του κινητήρα, όσο αυτός λειτουργεί, και ότι πρέπει να αποφεύγουν φαρδιά ρούχα που μπορεί να παρασυρθούν από περιστρεφόμενα εξαρτήματα.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### A. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Να αποσυνδεθούν στο προς έλεγχο αυτοκίνητο όλα τα σωληνάκια υποπίεσης που οδηγούν σε ενεργοποιητές και να επανασυνδεθούν μετά την ολοκλήρωση των Ελέγχων. Ειδικότερα τα σωληνάκια α και β (Εικ. 2.5.5), που ενεργοποιούν τον περιοριστή πίεσης του στροβιλοσυμπιεστή και την σκάστρα.

### B. ΕΛΕΓΧΟΙ

1. Να αναγνωρισθούν επί του αυτοκινήτου ο στροβιλοσυμπιεστής και όλα τα ρυθμιστικά στοιχεία που τον αφορούν.
2. Με χρήση του υποπιεσόμετρου, να ελεγχθούν όλοι οι ενεργοποιητές που λειτουργούν με υποπίεση, ως προς την λειτουργία τους. Για το σκοπό αυτό αποσυνδέουμε το αντίστοιχο σωληνάκι στην απομακρυσμένη από τον ενεργοποιητή πλευρά του και συνδέουμε σε αυτό το υποπιεσόμετρο. Δημιουργούμε με τη λαβή υποπίεση και παρατηρούμε τη μετακίνηση της προς έλεγχο βαλβίδας.
3. Με το στροβιλοσυμπιεστή στον πάγκο εργασίας, να ενεργοποιηθεί με το υποπιεσόμετρο η βαλβίδα περιορισμού της πίεσης.
4. Με τον κινητήρα σε λειτουργία, να ενεργοποιηθεί μέσω του υποπιεσόμετρου η λεγόμενη σκάστρα. Για το σκοπό αυτόν αφαιρούμε το σωληνάκι υποπίεσης από την απομακρυσμένη από τον ενεργοποιητή πλευρά του και το συνδέουμε στο υποπιεσόμετρο. Δημιουργώντας υποπίεση, ανοίγουμε και κλείνουμε την βαλβίδα ανακύκλωσης.

5. Να δημιουργηθούν σταδιακά βλάβες στους ενεργοποιητές του συστήματος υπερπλήρωσης και να διαπιστωθούν με τον κινητήρα σε λειτουργία η αντίστοιχη ένδειξη βλάβης μέσω του διαγνωστικού μηχανήματος.
6. Να μετρηθεί η σχέση συμπίεσης του κινητήρα και να συγκριθεί με τη σχέση συμπίεσης ενός μη υπερτροφοδοτούμενου αυτοκινήτου. Η μέτρηση γίνεται σε έναν από τους κυλίνδρους με πλήρωσή του με λάδι. Πρέπει παράλληλα να εξηγηθεί στους μαθητές ότι η σχέση συμπίεσης και η μετρούμενη με συμπιεσόμετρο συμπίεση δε σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους.

προς τα επίπεδα πίεσης που θα αναπτυχθούν).

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Σχεδιάστε πρόχειρα το κύκλωμα του εισερχόμενου αέρα ενός υπερτροφοδοτούμενου κινητήρα και σημειώστε τα ρυθμιστικά εξαρτήματα που γνωρίσατε στη διάρκεια της παρούσας άσκησης.

## Γ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

1. Με τον κινητήρα να αποδίδει ισχύ μέσω δυναμομέτρου ή σε οδική δοκιμή, να διαπιστωθεί με το πιεσόμετρο η αύξηση της πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγής σε σχέση με την αποδιδόμενη ισχύ. Το πιεσόμετρο συνδέεται σε ένα σημείο της πολλαπλής εισαγωγής που χρησιμεύει ήδη για λήψη υποπίεσης, μέσω ενός "T".
2. Να δημιουργούνται σταδιακά βλάβες στους ενεργοποιητές του συστήματος υπερπλήρωσης (διακοπή υποπίεσης, απομάκρυνση του ηλεκτρικού καλωδίου κλπ) και να διαπιστώνεται κατά την κίνηση του αυτοκινήτου ή επί του Δυναμομέτρου η αντίστοιχη ένδειξη βλάβης μέσω του διαγνωστικού μηχανήματος.
3. Να απομακρυνθεί το σωληνάκι υποπίεσης που ενεργοποιεί τη βαλβίδα περιορισμού της πίεσης του στροβιλοσυμπιεστή και να διαπιστωθεί η παρατηρούμενη αύξηση της. (Ο συγκεκριμένος έλεγχος απαιτεί προσοχή ως

# ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ BENZINOKΙΝΗΤΗΡΩΝ ΑΣΚΗΣΗ 3.1

## Υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου

### Λιδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να πραγματοποιούν τις απαραίτητες εργασίες για την εκτόνωση της πίεσης καυσίμου.
- Να ελέγχουν το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου για τυχόν διαρροές.
- Να ελέγχουν την πίεση του καυσίμου.
- Να αφαιρούν και να επανατοποθετούν τα εξαρτήματα του υποσυστήματος τροφοδοσίας καυσίμου.
- Να πραγματοποιούν ελέγχους στην ηλεκτρική αντλία καυσίμου.
- Να μετρούν την ποσότητα καυσίμου που ψεκάζουν τα μπεκ.

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τα ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού καυσίμου των σύγχρονων βενζινοκινητήρων αποτελούνται από τρία υποσυστήματα:

- Το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου
- Το υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης αέρα
- Το ηλεκτρονικό υποσύστημα ελέγχου

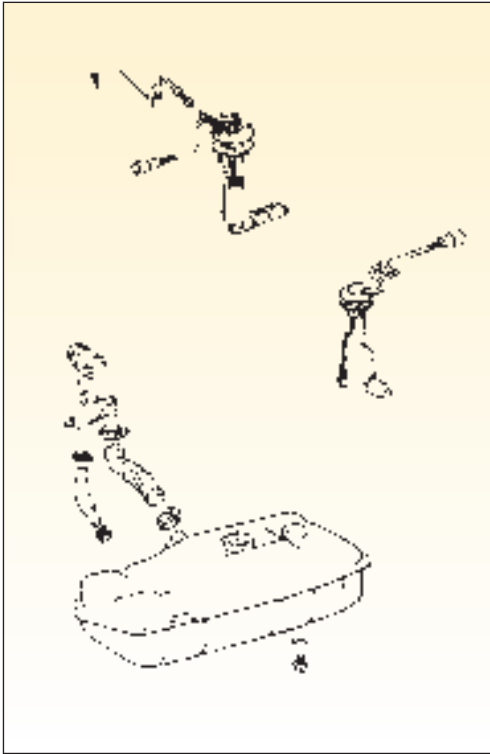
Το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα:

- Δεξαμενή καυσίμου:
- Συγκρότημα αντλίας καυσίμου -φλωτέρ
- Σωληνώσεις
- Φίλτρο καυσίμου
- Διακλαδωτήρα καυσίμου

- Αποσβεστήρα παλμικών ταλαντώσεων
- Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ψεκασμού (μπεκ)
- Ρυθμιστή πίεσης καυσίμου

Οι εργασίες ελέγχου που εκτελούνται σε αυτό το υποσύστημα είναι:

- Η εκτόνωση της πίεσης του υποσυστήματος τροφοδοσίας καυσίμου. Η εργασία αυτή είναι απαραίτητη να γίνει πριν την αφαίρεση κάποιου εξαρτήματος του υποσυστήματος.
- Ο έλεγχος για τυχόν εξωτερικές διαρροές καυσίμου από τις συνδέσεις των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων.
- Ο έλεγχος της πίεσης του καυσίμου.
- Ο έλεγχος της παροχής των μπεκ.



Εικ. 3.1.1 Δεξαμενή καυσίμου με συγκρότημα αντλίας και όργανο ένδειξης στάθμης καυσίμου

- Ο έλεγχος λειτουργίας της αντλίας καυσίμου
- Η εξαγωγή και επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο με σύστημα ψεκασμού σύγχρονης τεχνολογίας
- Τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου
- Πολύμετρο
- Όργανο μέτρησης πίεσης του υποστήματος τροφοδοσίας καυσίμου
- Ογκομετρικοί σωλήνες
- Καλώδια.

## Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Όταν εκτελούνται εργασίες εξαγωγής και επανατοποθέτησης εξαρτημάτων στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου πρέπει να γίνει αποσύνδεση του καλωδίου γείωσης από τη μπαταρία του αυτοκινήτου.

Ο χώρος πρέπει να εξαερίζεται επαρκώς ώστε να μην είναι δυνατή η συγκέντρωση των αναθυμιάσεων του καυσίμου.

Δεν πρέπει να υπάρχουν γυμνές φλόγες, καθώς και πιθανές πηγές θερμότητας ή σπινθήρων κοντά στο αυτοκίνητο.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### Διαδικασία εκτόνωσης της πίεσης του καυσίμου:

#### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Τοποθετούμε το μοχλό των ταχυτήτων στο "νεκρό", τραβάμε χειρόφρενο και μπλοκάρουμε τους τροχούς για αποτροπή τυχόν μετακίνηση του αυτοκινήτου.

#### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αφαιρούμε το ρελέ της αντλίας από τη θήκη του.

#### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Αφαιρούμε την τάπα πλήρωσης του ρεζερβουάρ για να εκτονωθούν οι αναθυμιάσεις και στη συνέχεια την επανατοποθετούμε.

#### ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Λειτουργούμε τον κινητήρα μέχρι να σβήσει από έλλειψη βενζίνης.



### ΣΤΑΔΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ενεργοποιούμε τη μίζα 2 -3 φορές, για 3-4 δευτερόλεπτα κάθε φορά, ώστε να μειωθεί η πίεση στους αγωγούς καυσίμου.

### ΣΤΑΔΙΟ ΕΚΤΟ

Εκτελούμε τις εργασίες αφαίρεσης εξαρτημάτων ή αποσύνδεσης σωληνώσεων του συστήματος.

### ΣΤΑΔΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Μετά το τέλος των εργασιών, επανατοποθετούμε το ρελέ της αντλίας στη θέση του.

### Έλεγχος υποσυστήματος τροφοδοσίας καυσίμου για τυχόν εξωτερικές διαρροές καυσίμου.

- Αφαιρούμε τυχόν καλύμματα που εμποδίζουν την οπτική επαφή με τα εξαρτήματα που συγκροτούν το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.
- Φροντίζουμε για την καθαριότητα των συνδέσεων των σωληνώσεων.
- Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα μέχρι να αποκτήσει τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας.
- Σβήνουμε τον κινητήρα.
- Εκτελούμε οπτικό έλεγχο των εξαρτημάτων και των σωληνώσεων στα εξαρτήματα και σωληνώσεις στα οποία υπάρχει δυνατότητα οπτικής επαφής όταν το αυτοκίνητο βρίσκεται στο δάπεδο.
- Εκτελούμε τις τυχόν αναγκαίες επισκευές.
- Ανυψώνουμε το αυτοκίνητο από το δάπεδο με τη χρήση ενός ανυψωτικού.
- Αφαιρούμε τα καλύμματα που εμποδίζουν την οπτική επαφή με τα εξαρτή-

ματα και τις σωληνώσεις του υποσυστήματος τροφοδοσίας καυσίμου.

- Εκτελούμε οπτικό έλεγχο στις συνδέσεις εξαρτημάτων και σωληνώσεων στα εξαρτήματα και σωληνώσεις, στα οποία η οπτική επαφή είναι δυνατή όταν το αυτοκίνητο είναι ανυψωμένο.
- Εκτελούμε τυχόν επισκευές και στη συνέχεια τοποθετούμε όποιο κάλυμμα αφαιρέσαμε.
- Κατεβάζουμε το αυτοκίνητο από το ανυψωτικό και ελέγχουμε την καλή λειτουργία του κινητήρα.

### Έλεγχος πίεσης της τροφοδοσίας καυσίμου και μέτρηση παροχής μπεκ ψεκασμού.

Η σωστή λειτουργία του υποσυστήματος τροφοδοσίας καυσίμου ενός βενζινοκινητήρα διαπιστώνεται:

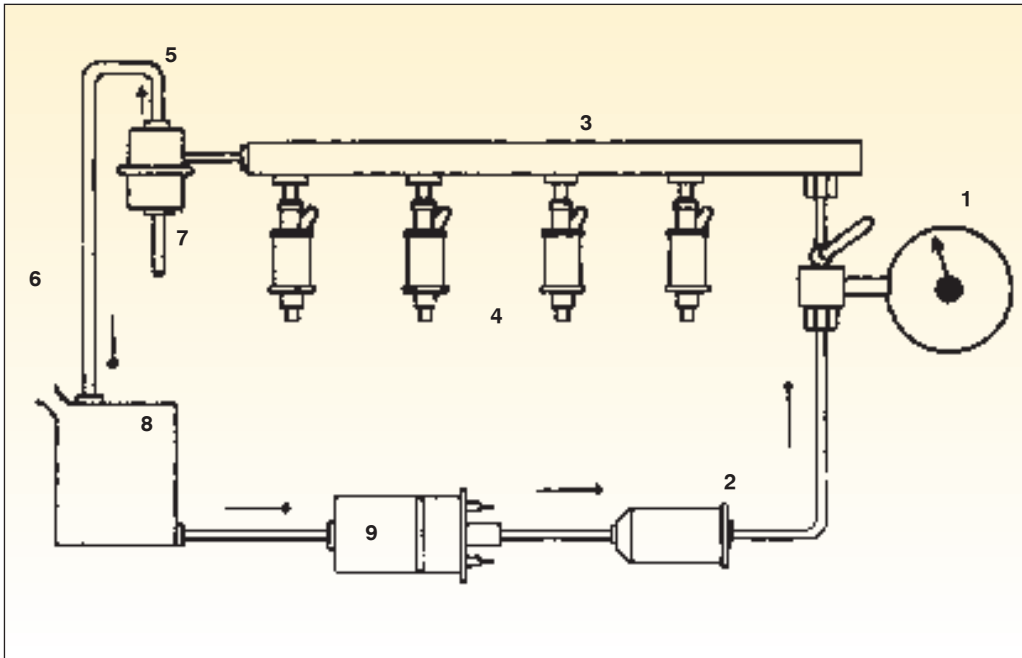
α) με τη μέτρηση της πίεσης τροφοδοσίας του καυσίμου.

β) με τη μέτρηση της παροχής των μπεκ ψεκασμού.

γ) με την ικανότητα διατήρησης της πίεσης για ορισμένο χρονικό διάστημα μετά το σβήσιμο του κινητήρα.

Με τη μέτρηση της πίεσης τροφοδοσίας του καυσίμου διαπιστώνεται η καλή λειτουργία της αντλίας καυσίμου καθώς και του ρυθμιστή πίεσης.

Με τη μέτρηση της παροχής του καυσίμου από τα μπεκ διαπιστώνεται η καλή λειτουργία των μπεκ.



Εικ.3.1.2 Μέτρηση της πίεσης του καυσίμου

1. Μετρητής πίεσης, 2. Φίλτρο καυσίμου, 3. Διακλαδωτήρας καυσίμου (φλογέρα), 4. Μπεκ,
5. Ρυθμιστής πίεσης καυσίμου, 6. Σωλήνας επιστροφής καυσίμου, 7. Σύνδεση υποπίεσης,
8. Ρεζερβουάρ καυσίμου.

Με τη διατήρηση της πίεσης διαπιστώνεται η καλή λειτουργία της βαλβίδας διατήρησης της πίεσης της αντλίας του καυσίμου.

### Μέτρηση της πίεσης του καυσίμου

- Συνδέουμε το όργανο μέτρησης της πίεσης στο σημείο μέτρησης της πίεσης, που υποδεικνύει ο κατασκευαστής.
- Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα και σημειώνουμε την ένδειξη της πίεσης όταν το σωληνάκι υποπίεσης είναι συνδεδεμένο στην ανάλογη υποδοχή του ρυθμιστή πίεσης του καυσίμου.
- Αποσυνδέουμε το σωληνάκι υποπίεσης από το ρυθμιστή πίεσης και σημειώνουμε την πίεση της τροφοδοσί-

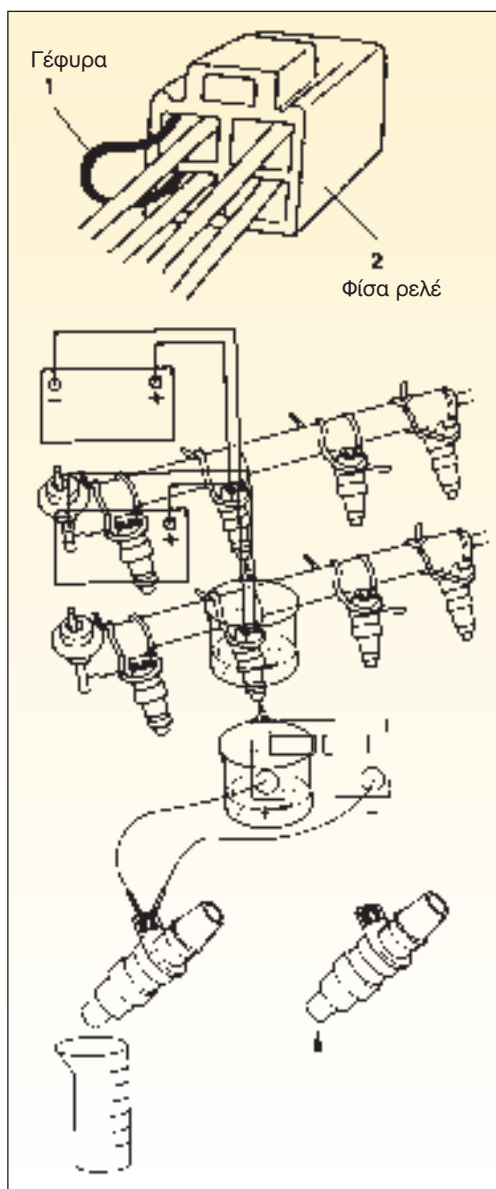
ας του καυσίμου.

- Συγκρίνουμε τις τιμές των μετρήσεων με τις πρότυπες τιμές του κατασκευαστή.
- Εάν οι τιμές των μετρήσεων είναι εκτός προδιαγραφών, προβαίνουμε σε διάγνωση και αποκατάσταση της βλάβης.
- Αποσυνδέουμε το όργανο μέτρησης της πίεσης από τα εξαρτήματα του κινητήρα.
- Ελέγχουμε για τυχόν διαρροές καυσίμου.

### Μέτρηση της παροχής του καυσίμου από τα μπεκ

#### Διαδικασία μέτρησης επί του αυτοκινήτου:

- Αφαιρούμε τα μπεκ από τα σημεία υ-



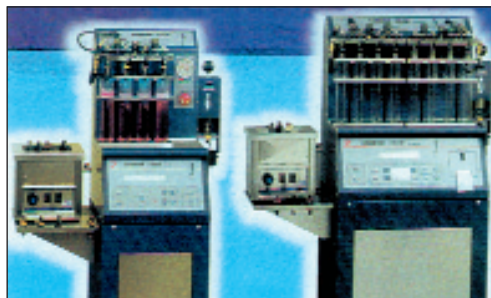
Εικ.3.1.2 Μέτρηση της παροχής του καυσίμου από τα μπεκ.

ποδοχής τους στον κινητήρα και τα συγκρατούμε στο διακλαδωτήρα σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.

- Προσαρμόζουμε στα άκρα των μπεκ βαθμονομημένους δοκιμαστικούς σωλήνες.
- Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα για το χρονικό διάστημα που προτείνει ο κατασκευαστής, προσέχοντας όλη η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζουν τα μπεκ να καταλήγει στους δοκιμαστικούς σωλήνες.
- Διακόπτουμε τη λειτουργία του κινητήρα και ελέγχουμε εάν η ποσότητα καυσίμου που ψεκάστηκε από τα μπεκ είναι ίση με την προβλεπόμενη και εάν η παροχή καυσίμου είναι ίση σε όλα τα μπεκ.
- Ελέγχουμε τη στεγανότητα των μπεκ σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.
- Σε περίπτωση απόκλισης από τις προδιαγραφές, εκτελούμε διάγνωση και αποκατάσταση της βλάβης.
- Επανατοποθετούμε τα μπεκ στα σημεία υποδοχής τους στον κινητήρα.

#### Διαδικασία μέτρησης εκτός του αυτοκινήτου με συσκευή υπερήχων

- Αφαιρούμε τα μπεκ από τον κινητήρα.
- Τοποθετούμε τα μπεκ στη βάση υποδοχής τους, στη συσκευή μέτρησης.
- Συνδέουμε τους αγωγούς τροφοδοσίας του υγρού και τις καλωδιώσεις.



Εικ. 3.1.4 Συσκευή υπερήχων

- Ενεργοποιούμε τη συσκευή μέτρησης σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή της.
- Ελέγχουμε την παροχή και τη στεγανότητα των μπεκ σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- Εάν είναι αναγκαίο, εκτελούμε καθαρισμό και αντικατάσταση του φίλτρου του μπεκ.
- Επανατοποθετούμε τα μπεκ στον κινητήρα.

### Έλεγχος λειτουργίας της αντλίας

Όταν ανοίγει ο διακόπτης ανάφλεξης του κινητήρα, η αντλία καυσίμου ενεργοποιείται για να αυξηθεί η πίεση του καυσίμου στα επίπεδα λειτουργίας. Η λειτουργία της αντλίας ελέγχεται από το ρελέ της αντλίας, το οποίο με τη σειρά

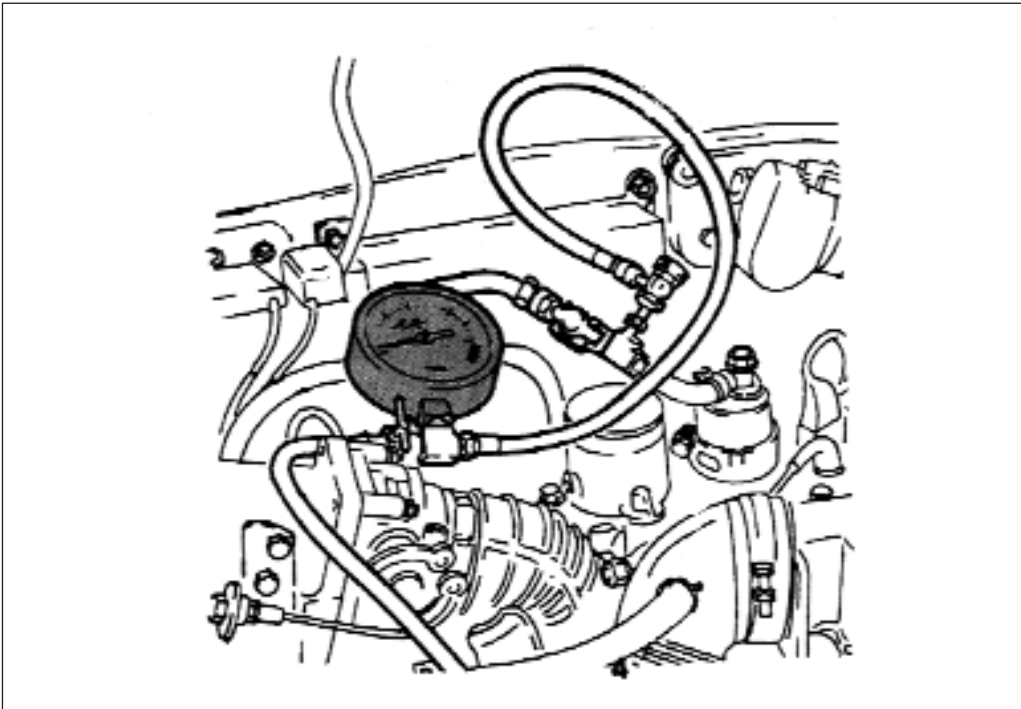
του στα σύγχρονα αυτοκίνητα ελέγχεται από τον εγκέφαλο του κινητήρα.

Η διαδικασία ελέγχου της λειτουργίας της αντλίας χωρίζεται σε δύο στάδια.

- Στον έλεγχο καλής λειτουργίας του ρελέ ελέγχου της αντλίας.
- Στον έλεγχο καλής λειτουργίας της αντλίας.

#### Α. Έλεγχος καλής λειτουργίας του ρελέ της αντλίας καυσίμου.

- Ανοίγουμε το διακόπτη ανάφλεξης χωρίς να βάλουμε μπροστά τον κινητήρα. Πρέπει να ακουστεί για λίγο ο χαρακτηριστικός θόρυβος λειτουργίας της αντλίας και στη συνέχεια να σταματήσει.
- Ένας άλλος τρόπος ελέγχου καλής λειτουργίας του ρελέ και της αντλίας καυσίμου είναι η ενεργοποίηση με



Εικ.3.1.5 Συνδεσμολογία μετρητή πίεσης για τον έλεγχο διατήρησης της πίεσης καυσίμου

πρόκληση γέφυρας μεταξύ του σχετικού ακροδέκτη της φίσας διάγνωσης και ενός ακροδέκτη τροφοδοσίας ρεύματος ή γείωσης, ανάλογα με τον κατασκευαστή, της ίδιας φίσας.

## **B. Έλεγχος διατήρησης της πίεσης**

- Πρέπει πρώτα να έχει διαπιστωθεί ότι τα μπεκ διατηρούν τη στεγανότητα που προβλέπει ο κατασκευαστής.
- Συνδέουμε το όργανο μέτρησης της πίεσης του καυσίμου στο σημείο λήψης της πίεσης που προτείνει ο κατασκευαστής του αυτοκινήτου.
- Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα και μετρούμε την πίεση του καυσίμου στο ρελαντί και κατά την προοδευτική αύξηση των στροφών του κινητήρα, έχοντας αποσυνδέσει το σωληνάκι υποπίεσης από το ρυθμιστή πίεσης. Η πίεση πρέπει να διατηρείται σταθερή και να ισούται με την προβλεπόμενη για αυτήν την περίπτωση λειτουργίας. Αν η συνθήκη αυτή ικανοποιείται, σημαίνει ότι η εκτονωτική βαλβίδα της αντλίας καυσίμου λειτουργεί κανονικά.
- Χωρίς να αποσυνδέσουμε το όργανο μέτρησης της πίεσης, σβήνουμε τον κινητήρα και παρατηρούμε για ένα χρονικό διάστημα 5-10 λεπτών την πίεση που δείχνει το όργανο. Η πίεση πρέπει να διατηρηθεί στην περιοχή πίεσης που εφαρμόζεται όταν λειτουργεί ο κινητήρας. Αν η συνθήκη αυτή ικανοποιείται, η ανεπίστροφη βαλβίδα της αντλίας λειτουργεί κανονικά.

## **Εξαγωγή και επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων**

Για την εξαγωγή και επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων απαιτείται να εκτελε-

στεί πρώτα η εκτόνωση της πίεσης του υποσυστήματος τροφοδοσίας καυσίμου.

Στη συνέχεια πρέπει να αποσυνδεθεί το καλώδιο γείωσης της μπαταρίας για να αποτραπούν τυχόν βραχυκυκλώματα κατά την εκτέλεση των εργασιών. Η αφαίρεση και η επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων πρέπει να εκτελεστούν αφού ληφθούν υπόψη τα μέτρα ασφαλείας που εφαρμόζονται στο χώρο του εργαστηρίου καθώς και τα πρόσθετα προληπτικά μέτρα που αναφέρονται στο επισκευαστικό βιβλίο του αυτοκινήτου.

Κατά την επανατοποθέτηση πρέπει να εφαρμόζονται οι συσφίξεις με τα κατάλληλα εργαλεία και να τηρούνται οι τιμές ροπής σύσφιξης.

## **ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ**

- Συγκεντρώστε πληροφορίες για το διακοπόμενο και το συνεχή ψεκασμό.
- Συγκεντρώστε τεχνικά στοιχεία για τα είδη των μπεκ
- Ανατρέξτε σε οδηγίες των τεχνικών εγχειριδίων που έχουν σχέση με τη τροφοδοσία καυσίμου.

## **ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ:**

Οι μαθητές να πραγματοποιήσουν επισκέψεις σε οργανωμένα συνεργεία καθώς και σε κέντρα εκπαίδευσης επιχειρήσεων αυτοκινήτων που είναι εφοδιασμένα με συστήματα νέας τεχνολογίας

## ΑΣΚΗΣΗ 3.2

### Υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης αέρα

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να γνωρίζουν τη λειτουργία του υποσυστήματος εισαγωγής και μέτρησης αέρα.
- Να γνωρίζουν τη λειτουργία της βαλβίδας ελέγχου στροφών ρελαντί.
- Να γνωρίζουν τη λειτουργία της βαλβίδας παροχής πρόσθετου αέρα.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Οι βασικές λειτουργίες του υποσυστήματος εισαγωγής και μέτρησης του αέρα είναι:

- Η μέτρηση της ποσότητας του εισερχόμενου αέρα στους θαλάμους καύσης του κινητήρα.
- Η διατήρηση των στροφών ρελαντί
- Η ενεργοποίηση του συστήματος πρόσθετης παροχής αέρα, όταν ο κινητήρας είναι κρύος και απαιτείται η λειτουργία του με αυξημένες στροφές ρελαντί.

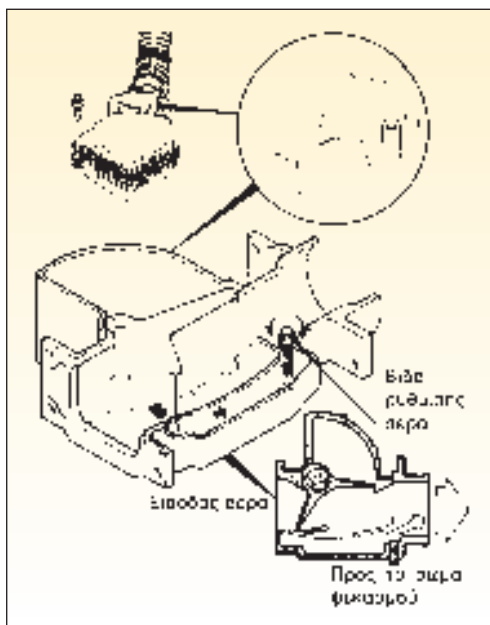
Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας καυσίμου που πρέπει να ψεκαστεί από τα μπεκ είναι απαραίτητη η μέτρηση της ποσότητας αέρα που εισέρχεται στους θαλάμους καύσης του κινητήρα.

Ο υπολογισμός της ποσότητας του αέρα μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

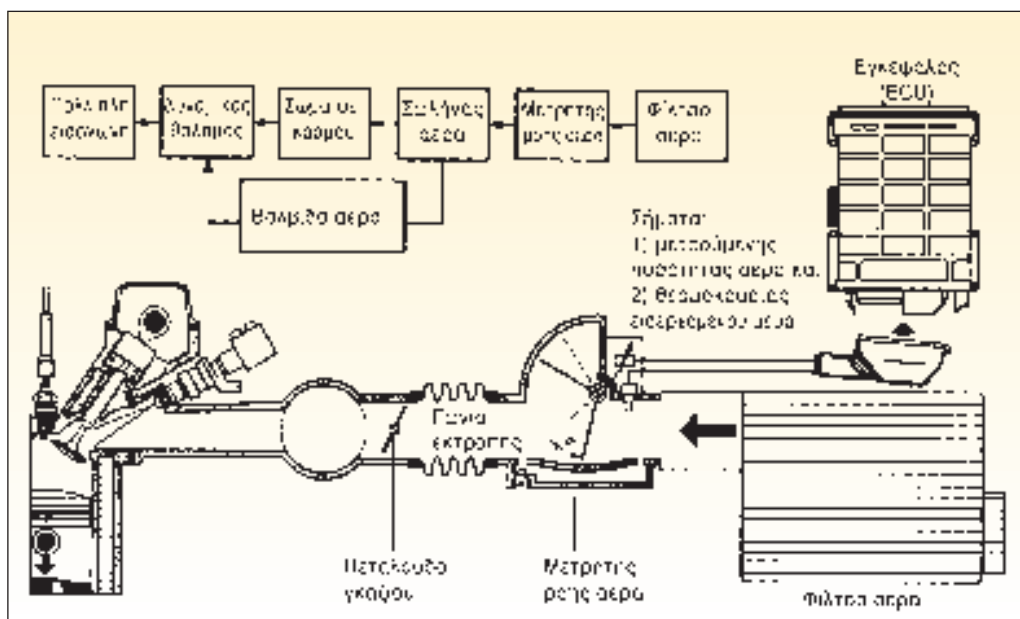
- Με τη μέτρηση του όγκου του αέρα που εισέρχεται στους θαλάμους καύσης και της θερμοκρασίας του. (σε

συστήματα με μετρητή όγκου αέρα)

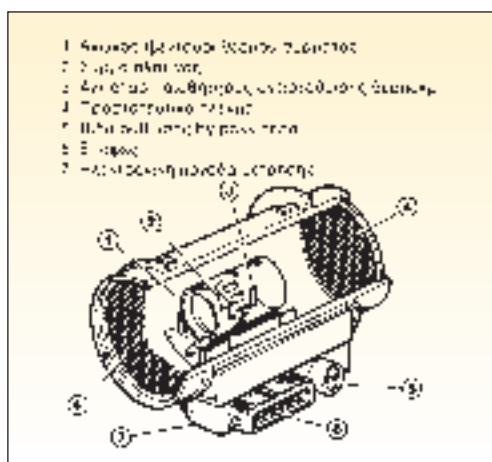
- Με την απευθείας μέτρηση της μάζας του εισερχόμενου αέρα (σε συστήματα με μετρητή μάζας αέρα).



Εικ. 3.2.2 Μετρητής όγκου αέρα



Εικ. 3.2.1 Σχηματικό διάγραμμα υποσυστήματος εισαγωγής και μέτρησης αέρα με μετρητή όγκου αέρα



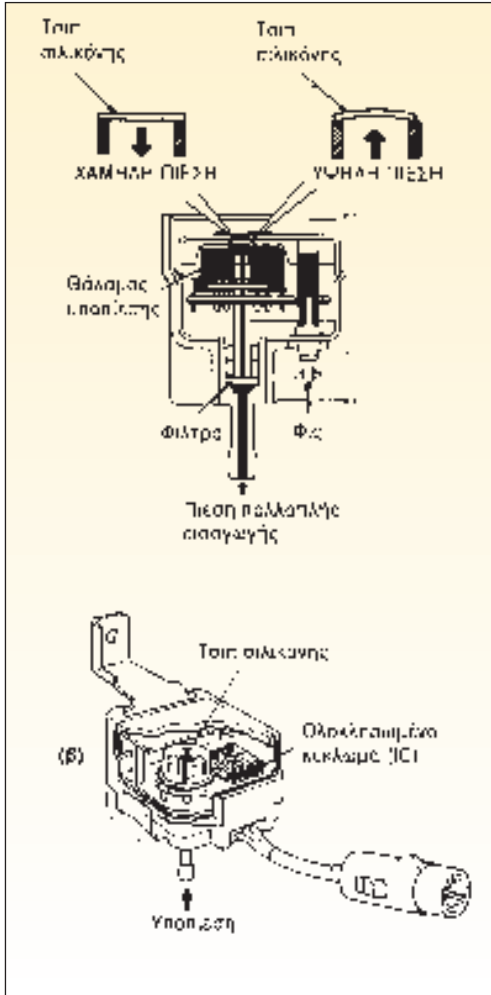
Εικ. 3.2.3 Μετρητής μάζας αέρα

Η διατήρηση των στροφών ρελαντί στους σύγχρονους κινητήρες γίνεται με τον έλεγχο της θέσης της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας που ελέγχει το άνοιγμα της διόδου του αέρα που εισέρχεται στους θαλάμους καύσης όταν ο κινητήρας λειτουργεί στις στροφές ρελαντί. Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία αυτή είναι η εφαρμογή πρόσθετων φορτίων στον κινητήρα όταν αυτός λειτουργεί στο ρελαντί.

Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς είναι:

- Οι ηλεκτρικές καταναλώσεις
- Η λειτουργία της αντλίας του υδραυλικού τιμονιού.
- Η λειτουργία του συμπιεστή του συστήματος κλιματισμού
- Με τη μέτρηση της υποπίεσης που αναπτύσσεται στην πολλαπλή εισαγωγής και των στροφών λειτουργίας του κινητήρα (σε συστήματα με αισθητήρα υποπίεσης πολλαπλής εισαγωγής).

- Οι αυξημένες εσωτερικές τριβές του κινητήρα όταν αυτός λειτουργεί στο ρελαντί και είναι κρύος.

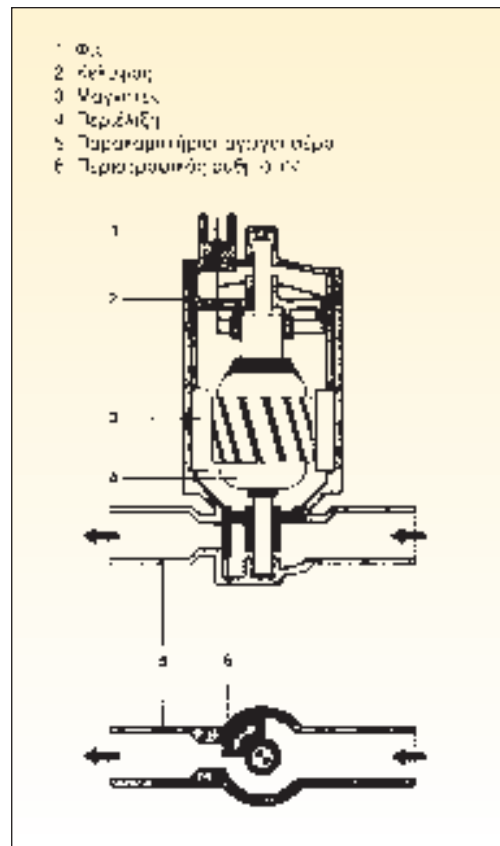


Εικ.3.2.4 Μειρητής υποπίεσης πολλαπλής εισαγωγής

Ο εγκέφαλος του κινητήρα αντιλαμβάνεται την εφαρμογή των διαφόρων φορτίων με την γείωση των ακροδεκτών συγκεκριμένων κυκλωμάτων ή με τη μεταβολή των στροφών.

Όταν οι στροφές λειτουργίας πέσουν

κάτω από ένα όριο, ο εγκέφαλος στέλνει την ανάλογη εντολή στο μηχανισμό που ελέγχει τη ροή του αέρα όταν η πεταλούδα γκαζιού είναι κλειστή, και η εισαγωγή μεγαλύτερης ποσότητας αέρα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του ψεκαζόμενου καυσίμου, άρα και των στροφών λειτουργίας του κινητήρα στην επιθυμητή περιοχή.



Εικ. 3.2.5 Διάταξη ελέγχου στροφών ρελαντί

Η ενεργοποίηση της διάταξης πρόσθετης παροχής αέρα ελέγχεται και αυτή από τον εγκέφαλο του κινητήρα με τη μεταβολή της θέσης του μηχανισμού, που ελέγχει το άνοιγμα ή το κλείσιμο της α-



νάλογης διόδου αέρα. Στους πλέον σύγχρονους κινητήρες με ψεκασμό καυσίμου ο εγκέφαλος του κινητήρα 'αποφασίζει' με βάση τη θερμοκρασία του κινητήρα, πληροφορία που λαμβάνει από τον αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού για την ακριβή θέση του μηχανισμού που ελέγχει τη ροή της πρόσθετης παροχής αέρα, λαμβάνοντας υπόψη και άλλες παραμέτρους λειτουργίας.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο με σύστημα ψεκασμού σύγχρονης τεχνολογίας
- Τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου
- Πολύμετρο
- Αντλία υποπίεσης

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Όταν εκτελούνται εργασίες εξαγωγής και επανατοποθέτησης εξαρτημάτων στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, πρέπει να γίνει αποσύνδεση του καλωδίου γείωσης από την μπαταρίας του αυτοκινήτου.

Ο χώρος πρέπει να εξαερίζεται επαρκώς ώστε να μην είναι δυνατή η συγκέντρωση των αναθυμιάσεων του καυσίμου.

Δεν πρέπει να υπάρχουν γυμνές φλόγες, ούτε και πιθανές πηγές θερμότητας ή σπινθήρων κοντά στο αυτοκίνητο.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή άλλες αξιόπιστες πηγές πληροφοριών, εντοπίστε στο αυτοκίνητο τα εξαρτήματα που αποτελούν το υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης αέρα.

Με βάση τα επισκευαστικά βιβλία ελέγξτε τη λειτουργία του εξαρτήματος μέτρησης του αέρα.

Σε περίπτωση που στο αυτοκίνητο χρησιμοποιείται μετρητής όγκου ή μετρητής μάζας αέρα, χρησιμοποιήστε πολύμετρο για τις μετρήσεις.

Σε περίπτωση που στο αυτοκίνητο χρησιμοποιείται αισθητήρας υποπίεσης για τον υπολογισμό της ποσότητας του αέρα χρησιμοποιήστε την αντλία υποπίεσης για να κάνετε προσομοίωση των συνθηκών λειτουργίας του κινητήρα.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή άλλες πηγές πληροφοριών, εντοπίστε στο αυτοκίνητο τα εξαρτήματα που αποτελούν τη διάταξη ελέγχου στροφών ρελαντί. Συλλέξτε πληροφορίες για τα σχετικά εξαρτήματα.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή άλλες πηγές πληροφοριών, εντοπίστε στο αυτοκίνητο τα εξαρτήματα που αποτελούν τη διάταξη πρόσθετης παροχής αέρα. Συλλέξτε πληροφορίες για τα σχετικά εξαρτήματα.

**ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**

Με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή άλλες πηγές πληροφοριών, εντοπίστε τους ακροδέκτες της φίσας του εγκεφάλου που αναλογούν στις επιμέρους διατάξεις του υποσυστήματος ελέγχου εισαγωγής αέρα.

**ΣΤΑΔΙΟ ΠΕΜΠΤΟ**

Με βάση τα ηλεκτρικά διαγράμματα και τις πληροφορίες των επισκευαστικών βιβλίων του αυτοκινήτου, ελέγξτε την καλή λειτουργία των επιμέρους διατάξεων του υποσυστήματος εισαγωγής αέρα. Μετρήστε τις τάσεις που εφαρμόζονται στους ανάλογους ακροδέκτες της φίσας του εγκεφάλου, στις διάφορες θέσεις του διακόπτη ανάφλεξης και στις διάφορες συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Ελέγξτε επίσης τις αντιστάσεις των επιμέρους κυκλωμάτων του υποσυστήματος εισαγωγής αέρα, σύμφωνα με τις πληροφορίες που αναφέρονται στο επισκευαστικό βιβλίο του αυτοκινήτου, με τη φίσσα του εγκεφάλου του κινητήρα να έχει αποσυνδεθεί.

**ΣΤΑΔΙΟ ΕΚΤΟ**

Διαχωρίστε τα κυκλώματα που καταλήγουν στη φίσσα του εγκεφάλου του κινητήρα σε κυκλώματα αισθητήρων και σε κυκλώματα ενεργοποιητών.

**ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ**

Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων και τις πληροφορίες που μπορείτε να βρείτε από τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή από άλλες πηγές, συντάξτε εκθέσεις για τη λειτουργία των επιμέρους διατάξεων του υποσυστήματος εισαγωγής και μέτρησης αέρα.

## ΑΣΚΗΣΗ 3.3

### Ηλεκτρονικό υποσύστημα ελέγχου του συστήματος ψεκασμού

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να εντοπίζουν τα εξαρτήματα του ηλεκτρονικού υποσυστήματος ελέγχου του συστήματος ψεκασμού ενός βενζινοκινητήρα.
- Να εντοπίζουν τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές του συστήματος ψεκασμού ενός βενζινοκινητήρα.
- Να εντοπίζουν τα κυκλώματα των αισθητήρων και των ενεργοποιητών του συστήματος ψεκασμού στο αυτοκίνητο.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Για την εκτέλεση των διαφόρων υπολογισμών που αφορούν τη λειτουργία του συστήματος ψεκασμού είναι αναγκαία η συλλογή πληροφοριών που αφορούν τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα από τον εγκέφαλο του κινητήρα.

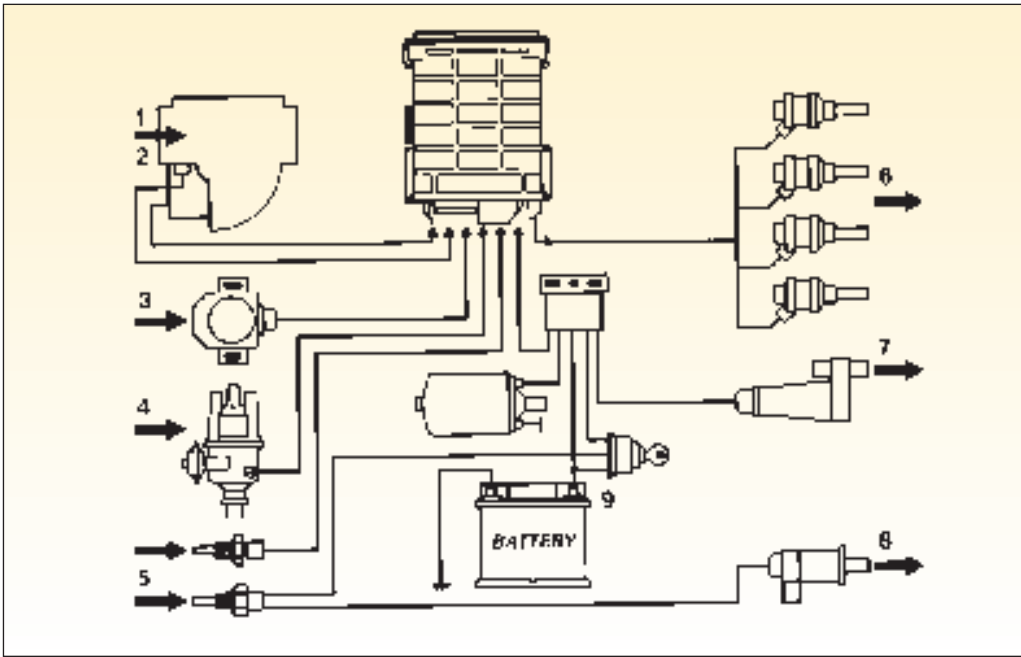
Ορισμένες από τις πληροφορίες αυτές, ανάλογα με το σύστημα ψεκασμού είναι:

- Οι στροφές του κινητήρα
- Η υποπίεση που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγής
- Η θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα
- Η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα
- Η θέση της πεταλούδας γκαζιού
- Η ατμοσφαιρική πίεση
- Η ενεργοποίηση του συστήματος των φρένων
- Το πάτημα του πεντάλ του συμπλέκτη

- Η στιγμή κατά την οποία κάποιος κύλινδρος βρίσκεται στο άνω νεκρό σημείο της διαδρομής του.
- Η εμφάνιση κρουστικής καύσης στους θαλάμους καύσης του κινητήρα

Οι πληροφορίες που αφορούν τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα συλλέγονται από τους αισθητήρες. Οι αισθητήρες μετατρέπουν τις πληροφορίες σε ηλεκτρική τάση. Η τάση αυτή εφαρμόζεται στα άκρα των κυκλωμάτων του εγκεφάλου του κινητήρα και με βάση τις πληροφορίες, που βρίσκονται στις μνήμες του εγκεφάλου, εκτελούνται οι υπολογισμοί για τις διάφορες επιμέρους λειτουργίες.

Στη συνέχεια, οι εντολές προς τα επιμέρους κυκλώματα δίδονται με τη μορφή τάσης στους ακροδέκτες των σχετικών ενεργοποιητών.



Εικ. 3.3.1 Διάγραμμα συστήματος ελέγχου 1. Αναρροφούμενος αέρας, 2. Θερμοκρασία αέρα, 3. Περιοχή φορτίου κινητήρα, 4. Αριθμός στροφών κινητήρα, 5. Θερμοκρασία κινητήρα, 6. Ψεκαζόμενη ποσότητα βενζίνης, 7. Πρόσθετη ποσότητα αέρα, 8. Πρόσθετη ποσότητα βενζίνης, 9. Τάση

Οι ενεργοποιητές ανάλογα με τις εντολές που δέχονται μεταβάλλουν την κατάσταση της διάταξης στην οποία ανήκουν.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο με σύστημα ψεκασμού σύγχρονης τεχνολογίας
- Τα επισκευαστικά και τα εκπαιδευτικά βιβλία του αυτοκινήτου
- Πολύμετρο
- Αντλία υποπίεσης.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Όταν εκτελούνται εργασίες εξαγωγής και επανατοποθέτησης εξαρτημάτων στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, πρέπει να γίνει αποσύνδεση του καλωδίου γείωσης από τη μπαταρία του αυτοκινήτου.

Δεν πρέπει να υπάρχουν γυμνές φλόγες, ούτε και πιθανές πηγές θερμότητας ή σπινθήρες κοντά στο αυτοκίνητο.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή άλλες πηγές πληροφοριών, εντοπίστε στο αυτοκίνητο τον εγκέφαλο του κινητήρα, καθώς και τους αισθητήρες του συστήματος τροφοδοσίας του συστήματος ψεκασμού. Ομαδοποιήστε τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές με βάση διάφορες επιμέρους διατάξεις. Τέτοιες διατάξεις μπορούν να είναι:

- Η διάταξη ελέγχου στροφών ρελαντί
- Η διάταξη ενεργοποίησης των μπεκ ψεκασμού καυσίμου.
- Η διάταξη μέτρησης της ποσότητας αέρα που εισέρχεται στους θαλάμους καύσης του κινητήρα.

Προσδιορίστε τους ακροδέκτες της φίσας του εγκεφάλου στους οποίους απολήγουν οι καλωδιώσεις διαφόρων αισθητήρων και ενεργοποιητών των διαφόρων διατάξεων.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Με βάση τα επισκευαστικά και εκπαιδευτικά βιβλία του αυτοκινήτου ή άλλες πηγές πληροφοριών, μεταβάλετε τα μεγέθη που μετρούν ορισμένοι αισθητήρες και παρατηρήστε πώς μεταβάλλονται τα σήματα που αποστέλλουν οι αισθητήρες στον εγκέφαλο του κινητήρα.

Π.χ. Μειώστε τη θερμοκρασία του αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού με τη χρήση ενός ψυκτικού και παρατηρήστε πώς μεταβάλλεται η διαφορά τά-

σης που εφαρμόζεται στους σχετικούς ακροδέκτες της φίσας του εγκεφάλου.

Μεταβάλετε τη θέση του αισθητήρα θέσης πεταλούδας και παρατηρήστε πώς μεταβάλλεται η τάση στους ανάλογους ακροδέκτες της φίσας του εγκεφάλου.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Εντοπίστε τα κυκλώματα των ενεργοποιητών ορισμένων διατάξεων και μεταβάλλοντας τα μεγέθη που μετρούν οι αισθητήρες των σχετικών διατάξεων παρατηρήστε τη μεταβολή των εντολών που δίδει ο εγκέφαλος στους ανάλογους ενεργοποιητές.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Συλλέξτε πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία διαφόρων διατάξεων του υποσυστήματος ηλεκτρονικού ελέγχου του συστήματος ψεκασμού ενός βενζινοκινητήρα. Συντάξτε εκθέσεις και παρουσιάστε τις στην τάξη.

## ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ

### ΑΣΚΗΣΗ 4.1

**Έλεγχος καλής λειτουργίας και διάγνωση βλαβών του συστήματος ελέγχου αναθυμιάσεων καυσίμου**

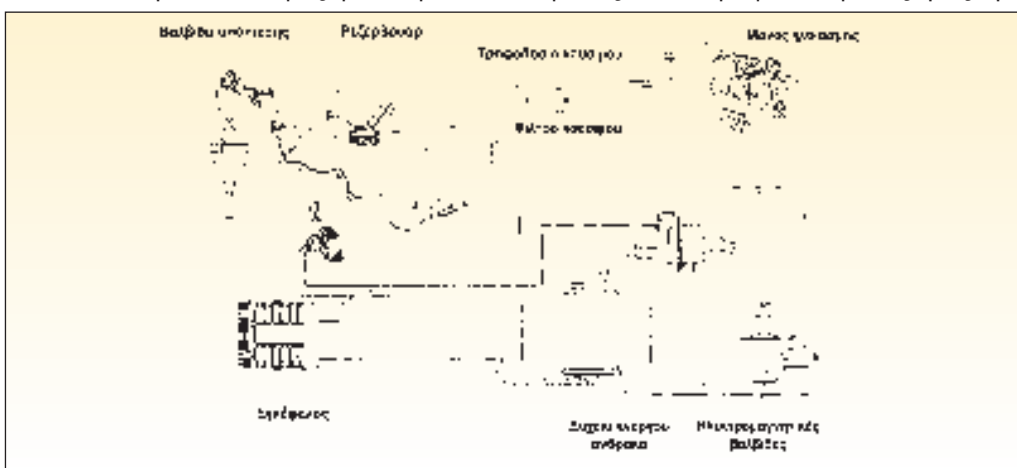
#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να πραγματοποιούν ελέγχους καλής λειτουργίας του συστήματος ελέγχου αναθυμιάσεων καυσίμου.
- Να πραγματοποιούν διάγνωση βλαβών του συστήματος ελέγχου αναθυμιάσεων καυσίμου.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Οι αναθυμιάσεις καυσίμου που αναπύσσονται μέσα στο ρεζερβουάρ καυσίμου αποτελούνται από υδρογονάνθρακες. Οι υδρογονάνθρακες μαζί με



Εικ. 4.1.1 Διάγραμμα και θέση εξαρτημάτων του συστήματος ελέγχου αναθυμιάσεων καυσίμου ενός κινητήρα με σύστημα ψεκασμού μονού σημείου

το μονοξείδιο του άνθρακα και τα οξείδια του αζώτου είναι μερικά από τα αέρια που παράγονται από τη λειτουργία των κινητήρων εσωτερικής καύσης και προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος.

Οι αναθυμιάσεις του καυσίμου δεν πρέπει να απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αλλά να προωθούνται στους θαλάμους καύσης του κινητήρα για να καούν, όταν οι συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα είναι συνθήκες λειτουργίας με πλούσιο καύσιμο μείγμα, όπως συμβαίνει κατά την επιτάχυνση.

Εάν οι αναθυμιάσεις καυσίμου οδηγηθούν στους θαλάμους καύσης του κινητήρα όταν αυτός λειτουργεί κάτω από συνθήκες στοιχειομετρικού μείγματος όπως στην λειτουργία με στροφές ρελαντί, θα επιδράσουν αισθητά στην αναλογία αέρα-καυσίμου με αποτέλεσμα να μειωθεί η απόδοση του καταλυτικού μετατροπέα του αυτοκινήτου.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με συνθήκες στοιχειομετρικού μείγματος ή στην περίπτωση που ο κινητήρας δε λειτουργεί, οι αναθυμιάσεις που συσσωρεύονται στο ρεζερβουάρ του αυτοκινήτου συλλέγονται στο δοχείο ενεργού άνθρακα. Η ροή των αναθυμιάσεων από το δοχείο ενεργού άνθρακα προς τους θαλάμους καύσης ελέγχεται από μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχεται από τον εγκέφαλο του κινητήρα. Η βαλβίδα αυτή ανοίγει και οι αναθυμιάσεις καυσίμου που έχουν συσσωρευτεί στο κέντρο ενεργού άνθρακα προωθούνται στους θαλάμους καύσης, όταν ο κι

νητήρας λειτουργεί μέσα σε ένα συγκεκριμένο εύρος στροφών.

Στα σύγχρονα αυτοκίνητα που φέρουν το σύστημα αυτό, η τάπα του ρεζερβουάρ είναι στεγανή. Καθώς η στάθμη του καυσίμου κατεβαίνει εξαιτίας της κατανάλωσης του από τον κινητήρα, εάν δεν υπήρχε η μονόφορος βαλβίδα που επιτρέπει τη ροή αέρα μόνο προς το ρεζερβουάρ, τότε το ρεζερβουάρ θα υφίστατο παραμόρφωση εξαιτίας της διαφοράς πίεσης που θα αναπτυσσόταν μεταξύ του εσωτερικού του και της ατμοσφαιρικής πίεσης.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο που να φέρει σύστημα ελέγχου αναθυμιάσεων καυσίμου
- Τα επισκευαστικά και εκπαιδευτικά βιβλία του αυτοκινήτου
- Διαγνωστικό κατάλληλο για το αυτοκίνητο
- Πολύμετρο.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Η μέτρηση τάσης στους ακροδέκτες γίνεται από την πίσω πλευρά της φίσας σύνδεσης, όταν αυτό είναι δυνατόν, για να αποφευχθεί χαλάρωση των συνδέσεων των ακροδεκτών.

Τυχόν αφαίρεση και επανατοποθέτηση εξαρτημάτων γίνεται με τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας αποσυνδεδεμένο.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Να γίνει εντοπισμός των εξαρτημάτων του συστήματος πάνω στο αυτοκίνητο.  
Να γίνει εντοπισμός των καλωδιώσεων του συστήματος.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Με βάση τις πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί από τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου ή από άλλες πηγές, να γίνει έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος.

Μετρώντας την τάση που εφαρμόζεται στους ακροδέκτες της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας ελέγχου του κάνιστρου ενεργού άνθρακα, να προσδιοριστούν οι συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα που η βαλβίδα ανοίγει.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Εάν το αυτοκίνητο φέρει σύστημα διάγνωσης καλής λειτουργίας του συστήματος να συλλεχθούν πληροφορίες σχετικά με τους κωδικούς βλαβών του συστήματος, να γίνει ενεργοποίηση του συστήματος διάγνωσης του συστήματος ελέγχου αναθυμιάσεων και στη συνέχεια να γίνει αποκατάσταση των βλαβών και μηδενισμός των κωδικών βλαβών, με βάση τις οδηγίες του διαγνωστικού μηχανήματος.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Να γίνει έλεγχος καλής λειτουργίας της μονόφορης βαλβίδας του ρεζερβουάρ καυσίμου, με βάση τις πληροφορίες του επισκευαστικού βιβλίου του αυτοκινήτου.





## Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο που να διαθέτει σύστημα θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου.
- Τα επισκευαστικά και εκπαιδευτικά βιβλία του αυτοκινήτου.
- Αντλία υποπίεσης.

## Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Τα συνήθη μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται στο εργαστήριο.

Η αφαίρεση και επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων να γίνεται με τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας αποσυνδεδεμένο.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Να γίνει εντοπισμός της θέσης της βαλβίδας θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου, με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

#### Έλεγχος κολλήματος βαλβίδας PCV

##### Βήματα

- Ζεσταίνουμε τον κινητήρα αφήνοντας τον να λειτουργεί στο ρελαντί.
- Βγάζουμε τη βαλβίδα θετικού εξαερισμού του στροφαλοθαλάμου από το κάλυμμα των εκκεντροφόρων.
- Παρατηρούμε εάν κάνει έναν χαρακτηριστικό θόρυβο.
- Κουνώντας τη βαλβίδα πρέπει να ακούγεται ένα κροτάλισμα.
- Ο θόρυβος αυτός δείχνει ότι η βαλβίδα λειτουργεί κανονικά και δεν έχει κολλήσει.
- Βάζουμε το δάχτυλο μας στην άκρη

της βαλβίδας και ελέγχουμε εάν αισθανόμαστε την υποπίεση.

- Ελέγχουμε αν όλες οι σωληνώσεις είναι στεγανές.
- Ελέγχουμε τη βαλβίδα με την αντλία υποπίεσης λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές του κατασκευαστή από το επισκευαστικό βιβλίο του αυτοκινήτου.
- Καθαρίζουμε τη βαλβίδα αν χρειάζεται, όπως και το φίλτρο της αν υπάρχει.

#### Έλεγχος καλής λειτουργίας βαλβίδας P.C.V.

##### Βήματα

- Θέστε σε λειτουργία τον κινητήρα και αφήστε τον να λειτουργήσει στο ρελαντί.
- Αφαιρέστε τη βαλβίδα PCV από το σωλήνα εξαερισμού.
- Μην αποσυνδέσετε το σωλήνα παροχής του αέρα.
- Βάλτε το δάκτυλό σας για δευτερόλεπτα πάνω στο στόμιο της βαλβίδας PCV.
- Πρέπει να αισθανθείτε την αντίσταση από τον αέρα και η βαλβίδα πρέπει να κλείνει.  
Αυτό δηλώνει ότι η βαλβίδα βρίσκεται σε καλή κατάσταση.
- Διαφορετικά πρέπει να γίνει αντικατάσταση της βαλβίδας.

## ΑΣΚΗΣΗ 4.3

### Έλεγχος και διάγνωση του συστήματος επανακυκλοφορίας των καυσαερίων

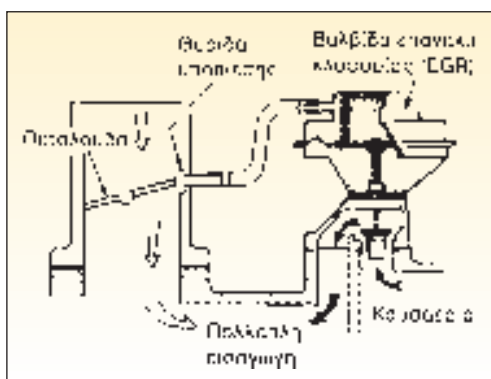
#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να πραγματοποιούν τους ελέγχους του συστήματος επανακυκλοφορίας των καυσαερίων.
- Να περιγράφουν τη λειτουργία του συστήματος.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τα οξείδια του αζώτου, ενώσεις που ανήκουν στους ρύπους του περιβάλλοντος που δημιουργούν οι κινητήρες εσωτερικής καύσης, δημιουργούνται κατά την καύση όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Για να σταματήσει ο σχηματισμός τους, μειώνεται η θερμοκρασία που επικρατεί μέσα στους θαλάμους καύσης του κινητήρα.



Εικ. 4.3.1 Σχηματικό διάγραμμα συστήματος επανακυκλοφορίας καυσαερίων

Αυτό επιτυγχάνεται με την παροχή μιας μικρής ποσότητας καυσαερίων, που έχουν θερμοκρασία μικρότερη των 500 °C περίπου, προς τους θαλάμους καύσης όταν ο κινητήρας λειτουργεί με μεγάλο φορτίο. Σε αυτή τη φάση, η θερμοκρασία που αναπτύσσεται μέσα στους θαλάμους καύσης φτάνει τους 2000 °C περίπου. Η ροή των καυσαερίων ελέγχεται από τη βαλβίδα επανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR), η οποία όταν είναι ανοικτή επιτρέπει τη ροή των καυσαερίων από τον αγωγό μεταφοράς των καυσαερίων από την πολλαπλή εξαγωγής προς την πολλαπλή εισαγωγής. Το άνοιγμα της βαλβίδας επανακυκλοφορίας καυσαερίων ελέγχεται από την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα επανακυκλοφορίας καυσαερίων, η οποία με τη σειρά της ελέγχεται από τον εγκέφαλο του κινητήρα.

Ο εγκέφαλος του κινητήρα δίνει εντολή για την ενεργοποίηση της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας ελέγχου, όταν ο κινητήρας λειτουργεί έχοντας αποκτήσει

τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας, πάνω από ένα ελάχιστο όριο στρωφών και με ένα ελάχιστο φορτίο.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο με σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων
- Τα επισκευστικά και εκπαιδευτικά βιβλία του αυτοκινήτου
- Το διαγνωστικό μηχάνημα του αυτοκινήτου,
- Υποπιεσόμετρο
- Πολύμετρο.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Οι μετρήσεις τάσης στους ακροδέκτες πρέπει να γίνονται από την πίσω πλευρά των φισών για να μη χαλαρώσουν οι συνδέσεις των ακροδεκτών.

Η τυχόν αφαίρεση και επανατοποθέτηση μηχανολογικών εξαρτημάτων πρέπει να γίνεται με τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας αποσυνδεδεμένο.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Να γίνει εντοπισμός όλων των εξαρτημάτων του συστήματος επανακυκλοφορίας καυσαερίων στο αυτοκίνητο με βάση τις πληροφορίες των τεχνικών εγχειριδίων, καθώς και όλων των ηλεκτρικών συνδέσεων και κυκλωμάτων του συστήματος.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Να γίνει έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος με τη χρήση του διαγνωστικού μηχανήματος, εάν το σύστημα επανακυκλοφορίας ελέγχεται από το σύστημα διάγνωσης.

Αν όχι, να γίνει έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος με βάση τις τεχνικές πληροφορίες των τεχνικών εγχειριδίων και με τη χρήση του πολύμετρου και της αντλίας υποπίεσης.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Να γίνει εξαγωγή και επανατοποθέτηση των εξαρτημάτων του συστήματος επανακυκλοφορίας καυσαερίων με βάση τις πληροφορίες των τεχνικών εγχειριδίων.

## ΑΣΚΗΣΗ 4.4

### Καταλύτες καυσαερίων

#### Λιδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αντιλαμβάνονται πλήρως και να μπορούν να περιγράψουν τη δομή και τη λειτουργία των συστημάτων αντιρρύπανσης με καταλυτικούς μετατροπείς.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες, τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους μετρήσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία μηχανής - συστήματος.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της μηχανής ή του συστήματος, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται καθώς και τα σχετικά μέσα που χρησιμοποιούνται.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Στα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας χρησιμοποιούμε τους **καταλυτικούς μετατροπείς** (χάριν συντομίας "καταλύτες") προκειμένου να οξειδώσουμε, δηλαδή να κάψουμε ολοκληρωτικά όσους υδρογονάνθρακες (βενζίνη) δεν πρόφτασαν να καούν μέσα στο χώρο καύσης των κυλίνδρων και να μειώσουμε το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

Όταν οι υδρογονάνθρακες που αποτελούν τη βενζίνη καούν πλήρως, τα καυσαέρια που βγαίνουν από την εξάτμιση είναι διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και νερό (H<sub>2</sub>O).

Οι υψηλές στροφές λειτουργίας των σύγχρονων κινητήρων όμως δεν αφήνουν τα απαιτούμενα χρονικά περιθώρια για μία τέλεια καύση. Έτσι μέσα στο λί-

γο χρόνο που διατίθεται και παρόλα τα κατασκευαστικά μέτρα, μια μικρή ποσότητα βενζίνης (υδρογονανθράκων) δεν προφταίνει να καεί. Για τον ίδιο λόγο ο άνθρακας δεν βρίσκει μερικές φορές σύντομα ένα δεύτερο άτομο οξυγόνου για ενωθεί και να ολοκληρώσει την καύση του και παραμένει με ένα μόνο άτομο σχηματίζοντας το δηλητηριώδες μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

#### Οξειδωτικός καταλύτης

Ένας καταλυτικός μετατροπέας με τον οποίο ολοκληρώνεται η καύση εκτός των κυλίνδρων του κινητήρα είναι ο **οξειδωτικός καταλύτης** που συναντάται σε παλαιότερα αυτοκίνητα.

### Τα μειονεκτήματά του είναι:

- Η αδυναμία του να εξουδετερώσει τα οξείδια του αζώτου, που περιέχονται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων.
- Η ανάγκη για πρόσθετη παροχή αέρα (συνήθως από μια χωριστή αντλία) στον καταλύτη για να μπορεί να ολοκληρωθεί η οξείδωση.

### Τριοδικός καταλύτης.

Οι τριοδικοί καταλύτες επενεργούν σε τρία αέρια, γιαυτό και η ονομασία τριοδικοί (Εικ. 4.4.1).



Εικ. 4.4.1 Τριοδικός καταλύτης

Στο χώρο καύσης ενός σύγχρονου βενζινοκινητήρα ή πετρελαιοκινητήρα και στις συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, που επικρατούν εκεί, δημιουργούνται βλαβερές ενώσεις του αζώτου με το οξυγόνο, τα οξείδια του αζώτου

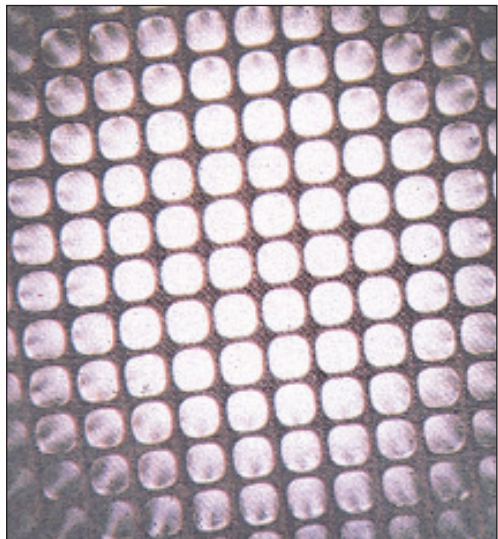
Η εξουδετέρωση τους είναι σκόπιμο να γίνει στον καταλύτη με την αφαίρεση του οξυγόνου από τις ενώσεις αυτές, διότι έτσι μας προσφέρεται ταυτόχρονα και το απαιτούμενο οξυγόνο, που θα χρησιμοποιηθεί για την οξείδωση των άκαυτων υδρογονανθράκων και του μονοξειδίου του άνθρακα.

Η αφαίρεση του οξυγόνου από τα οξεί-

δια του αζώτου λέγεται **αναγωγή** και πραγματοποιείται με την παρουσία ενός καταλύτη από **ρόδιο (Rh)**.

Εάν το μείγμα καυσίμου - βενζίνης είναι στοιχειομετρικό, δηλαδή περιέχει ακριβώς τόσον αέρα όσος χρειάζεται για την καύση της συγκεκριμένης ποσότητας βενζίνης, τότε το οξυγόνο που αφαιρείται από το άζωτο είναι ακριβώς αυτό που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η οξείδωση των δύο άλλων ρυπαντών.

Τρία επομένως ρυπογόνα αέρια εξουδετερώνονται με τη χρήση ενός καταλυτικού μετατροπέα που περιέχει πλατίνα για τις οξειδωτικές αντιδράσεις και ρόδιο για την αναγωγή. Οι άκαυτοι υδρογονάνθρακες HC, το μονοξείδιο του άνθρακα CO και τα οξείδια του αζώτου, τα οποία μπορεί να είναι NO, NO<sub>2</sub> και άλλα.



Εικ. 4.4.2 Κανάλια κεραμικού μονόλιθου

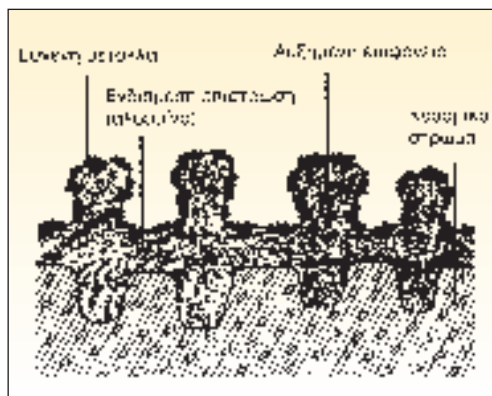
Αν ανοίξουμε το κέλυφος ενός καταλυ-

τικού μετατροπέα, εντοπίζουμε ένα κεραμικό στοιχείο, το οποίο διαπερνούν πολλά μικρά κανάλια με τετραγωνική διατομή, (Εικ. 4.4.2), τον **κεραμικό μονόλιθο** (Εικ. 4.4.3). Το κεραμικό αυτό στοιχείο αποτελεί την επιφάνεια στην οποία ψεκάζονται τα καταλυτικά υλικά σε ένα ιδιαίτερα λεπτό στρώμα, για λόγους εξοικονόμησης υλικού.



Εικ. 4.4.3 Κεραμικός μονόλιθος

Με τα πολλά μικρά κανάλια επιτυγχάνεται η αύξηση της ενεργού επιφάνειας του καταλυτικού μετατροπέα. Μία σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση της ενεργού επιφάνειας του καταλύτη επιτυγχάνεται με την επίστρωση στην επιφάνεια των καναλιών ενός στρώματος **αλουμίνας** (οξείδιο του αλουμινίου -  $Al_2O_3$ ) η οποία συρρικνώνεται (ζαρώνει) και δημιουργεί με τον τρόπο αυτό μία πολύ μεγάλη ενεργό επιφάνεια, (Εικ. 4.4.4). Η αύξηση που προκύπτει από το σύνολο των παραπάνω μέτρων είναι τόσο μεγάλη που επιτυγχάνεται ενεργός επιφάνεια στο μέγεθος ενός γηπέδου ποδοσφαίρου. Στη μεγάλη αυτή επιφάνεια ψεκάζεται ένα λεπτό στρώμα καταλυτικού υλικού, σε μοριακό σχεδόν πάχος, που το συνολικό του βάρος δεν ξεπερνά συχνά τα 2,5 γραμμάρια.



Εικ. 4.4.4 Επίστρωση αλουμίνας

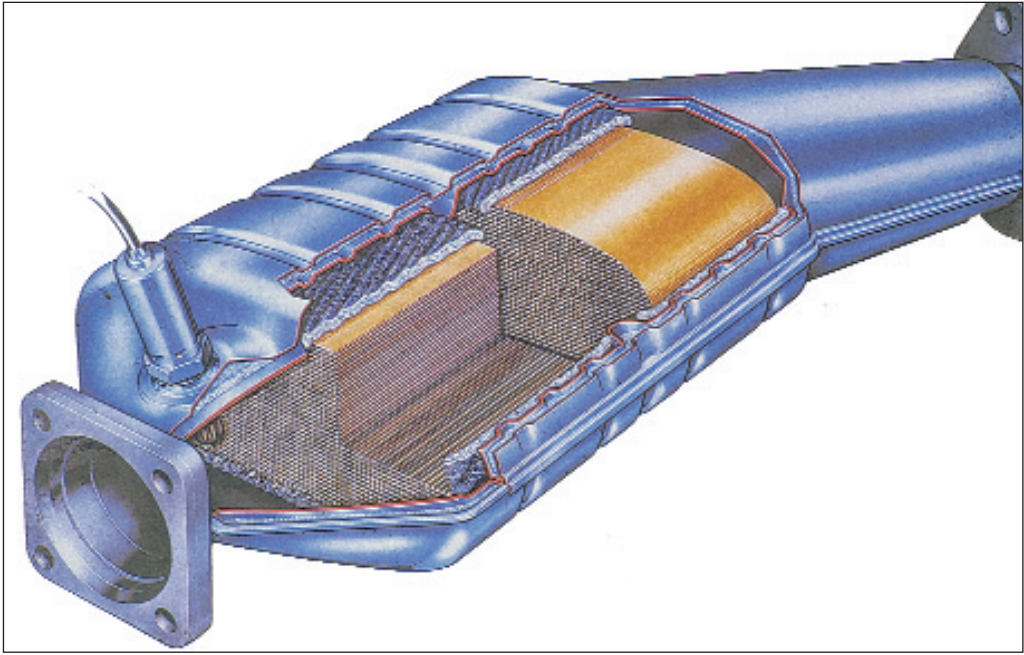
Ένα δεύτερο ευγενές μέταλλο που χρησιμοποιείται αντί της πλατίνας ως οξειδωτικός καταλύτης είναι το **παλλάδιο** (Pd).

Οι καταλυτικοί μετατροπείς διαχωρίζονται κατασκευαστικά σε διπλής ή μονής κλίνης και σε κεραμικούς ή μεταλλικούς.

Στους καταλύτες διπλής κλίνης ο αναγωγικός και ο οξειδωτικός καταλύτης είναι χωρισμένοι μεταξύ τους. Το ρόδιο δηλαδή και η πλατίνα βρίσκονται σε διαφορετικά κεραμικά στοιχεία, που αν και είναι τοποθετημένα μέσα στο ίδιο κέλυφος απέχουν μεταξύ τους και συγκρατούνται στη δεδομένη απόσταση από ένα εγκάρσιο λούκι που υπάρχει σε αυτό (Εικ. 4.4.5).

Παλαιότερα ο αναγωγικός καταλύτης τοποθετιόταν πριν από τον οξειδωτικό, (διπλής κλίνης), ώστε να προηγείται η αναγωγή και στη συνέχεια με το οξυγόνο που απελευθερωνόταν να εξασφαλίζεται η οξείδωση. Σήμερα, θεωρείται αποτελεσματικότερη η ανάμειξη της πλατίνας με το ρόδιο σε όλο το ενεργό μήκος του καταλυτικού μετατροπέα (μονής κλίνης). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όλο και περισσότερο.





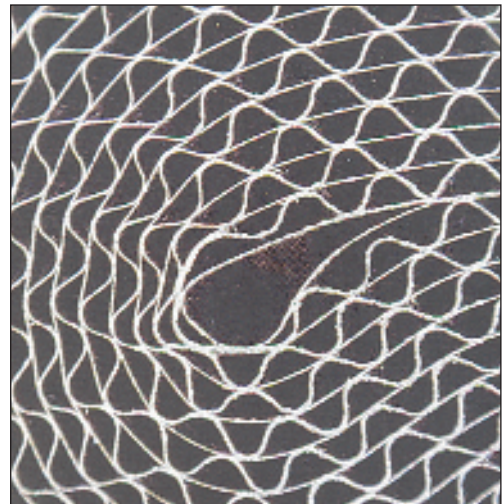
Εικ. 4.4.5 Καταλύτης διπλής κλίνης

Επειδή το κεραμικό υλικό είναι ευαίσθητο στα κτυπήματα, υπάρχει μεταξύ του κελύφους και του κεραμικού μονόλιθου ένα ελαστικό υλικό. Συνήθως είναι ένα συρμάτινο πλέγμα ή μία ψάθα από κεραμικές ίνες ή ρητίνη με αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες.

Οι μεταλλικοί καταλύτες υπερτερούν των κεραμικών, λόγω της 10πλάσιας θερμοαγωγιμότητάς τους, στην αποβολή υψηλών θερμοκρασιών, στους μικρότερους χρόνους προθέρμανσης στη ψυχρή εκκίνηση και δεν είναι ευαίσθητοι σε τυχόν κτυπήματα (Εικ. 4.4.6).

Αποτελούνται στο σύνολό τους από μεταλλικά υλικά. Τα διαμήκη κανάλια είναι τριγωνικής διατομής και διαμορφώνονται από μία κυματοειδή λαμαρίνα που είναι τυλιγμένη ομοκεντρικά.

Τα τοιχώματα των καναλιών έχουν πάχος μόλις 0,07 έως και 0,04 χιλ., ώστε να παρουσιάζουν τη μικρότερη δυνατή αντίθλιψη.



Εικ. 4.4.6 Μεταλλικός καταλύτης



Στα μεταλλικά αυτά κανάλια ψεκάζεται η αλουμίνα και το καταλυτικό υλικό, όμοια όπως και στους κεραμικούς καταλύτες.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την οξείδωση και την αναγωγή πέραν της παρουσίας των καταλυτών είναι η σωστή θερμοκρασία λειτουργίας που για τους περισσότερους από τους καταλύτες είναι υψηλότερη από 250 °C. Για να περιοριστεί η χρονική διάρκεια της απαιτούμενης προθέρμανσης, χρησιμοποιείται μία ηλεκτρική αντίσταση η οποία ενεργοποιείται από τον κεντρικό εγκέφαλο (ECU).

Ο τριοδικός καταλύτης συνεργάζεται με κινητήρες που εξασφαλίζουν στοιχειομετρικά μείγματα βενζίνης - αέρα. Στα στοιχειομετρικά μείγματα το εκάστοτε βάρος της βενζίνης αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο βάρος αέρα Συνήθως χρησιμοποιούμε έναν μέσον όρο που είναι **14,7**.

Δηλαδή 14,7 μέρη αέρα αντιδρούν (ή καίνε ή οξειδώνουν) ένα μέρος βενζίνης, μετρούμενα πάντοτε σε βάρος, ώστε να μην επηρεάζεται η στοιχειομετρία από τις εναλλαγές της θερμοκρασίας και της πίεσης που μεταβάλλουν τον όγκο του αέρα.

Ο λόγος της πραγματικής σχέσης αέρα-βενζίνης, προς τη θεωρητικά απαιτούμενη ονομάζεται **συντελεστής "λ"**. Προκειμένου να εξασφαλισθεί η στοιχειομετρική σύσταση του μείγματος αέρα - βενζίνης χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σχεδόν συστήματα μονού ή πολλαπλού ψεκασμού, που ελέγχονται από τους ηλεκτρονικούς εγκεφάλους, τις λεγόμενες **κεντρικές μονάδες ελέγχου του κινητήρα (ECU)**, ανάλογα με τις

πληροφορίες που δίδονται από έναν ή δύο **αισθητήρες "λ"**. Συγκεκριμένα, σε αυτοκίνητα πρόσφατων ευρωπαϊκών προδιαγραφών τοποθετείται ένας δεύτερος αισθητήρας "λ" μετά τον καταλύτη, ώστε η σύγκριση των δεδομένων του καυσαερίου πριν και μετά από αυτόν να χαρακτηρίζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος αντιρρύπανσης και να μπορεί να ελέγχεται από τον οδηγό μέσω μιας ενδεικτικής λυχνίας.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αναλυτής καυσαερίων
- Αυτοκίνητο καταλυτικής τεχνολογίας με δυνατότητα πρόσβασης για μετρήσεις πριν από τον καταλύτη (υποδοχή με βίδα στην πολλαπλή εισαγωγής)
- Καταλυτικοί μετατροπείς διαφόρων τύπων, κεραμικοί και μεταλλικοί.
- Κατεστραμμένοι καταλυτικοί μετατροπείς και τεμάχια κεραμικών μονόλιθων που έχουν λειώσει.
- Τομές κατεστραμμένων και μη καταλυτικών μετατροπών

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Για τις παρακάτω ασκήσεις δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας, πέραν των ενδεδειγμένων, για μαθητές σε εργαστηριακούς χώρους.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### A. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Παρατηρώντας στο φως διαφορετικούς τύπους καταλυτών, να διαπιστωθούν τα κανάλια στους μονολίθους και οι διαφορές μεταξύ μεταλλικών και κεραμικών καταλυτών.
- Με τον ίδιο τρόπο, να διαπιστωθούν οι βλάβες σε κατεστραμμένους καταλυτικούς μετατροπείς (ανυπαρξία καναλιών ή βουλωμένα κανάλια).
- Παρατηρώντας κομμάτια από λειωμένους κεραμικούς μονόλιθους καταλυτών, να αναφερθούν όλες οι πιθανές αιτίες που οδήγησαν στη θερμική καταστροφή του καταλύτη.
- Παρατηρώντας την τομή ενός κατεστραμμένου καταλύτη, να εξηγηθεί η επενέργειά του στη δυσλειτουργία του κινητήρα.

### B. ΕΛΕΓΧΟΙ

1. Με τον αναλυτή καυσαερίων να ελεγχθούν τα καυσαέρια ενός αυτοκινήτου νέας τεχνολογίας
2. Να μετρηθούν τα καυσαέρια ενός μη καταλυτικού αυτοκινήτου και να συγκριθούν οι μετρήσεις αυτές με τις προηγούμενες
3. Να μετρηθούν με τον αναλυτή καυσαερίων τα καυσαέρια στην έξοδο της εξάτμισης και στην πολλαπλή εξαγωγής πριν από τον καταλύτη και να σημειωθούν και να εξηγηθούν οι διαφορές που εντοπίστηκαν.

4. Να ελεγχθούν όλα τα ηλεκτρικά συστήματα, η δυσλειτουργία των οποίων θα μπορούσε να οδηγήσει σε δυσλειτουργία ή στην καταστροφή του καταλύτη.

Αυτά είναι :

- Τα μπουζοκαλώδια
- Ο πολλαπλασιαστής
- Τα μπουζί (αναφλεκτήρες)
- Ο διανομέας

5. Να ελεγχθούν ως προς την επίδρασή τους στον Καταλυτικό Μετατροπέα :
  - Η πολλαπλή εξαγωγής (αν έχει εσωτερικά πολλές σκουριές)
  - Η κατανάλωση λαδιού του κινητήρα (από την τάπα λαδιού πχ που δείχνει διαρροές από τα ελατήρια και επηρεάζει δυσμενώς τα καυσαέρια)
6. Να διαπιστωθεί ότι τα μπουζί ενός καταλυτικού αυτοκινήτου έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι δυσλειτουργίες τους που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε "διακοπές" και στην καταστροφή του καταλύτη.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Απαριθμήστε τις αιτίες που οδηγούν στην καταστροφή ενός καταλυτικού μετατροπέα.

## ΑΣΚΗΣΗ 4.5

### 4.2.6 Ρυθμιζόμενα συστήματα καταλυτικών μετατροπών καυσαερίων

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αντιλαμβάνονται πλήρως και να μπορούν να περιγράψουν τη δομή και τη λειτουργία των συστημάτων αντιρρύπανσης με καταλυτικούς μετατροπείς.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες, τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους μετρήσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία μηχανής - συστήματος.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που απαιτούνται σε ένα αυτοκίνητο για τη σωστή οικολογική λειτουργία του κινητήρα του, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται, καθώς και τα σχετικά μέσα που χρησιμοποιούνται.
- Να εντοπίζουν τις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων αξιολογώντας τα αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

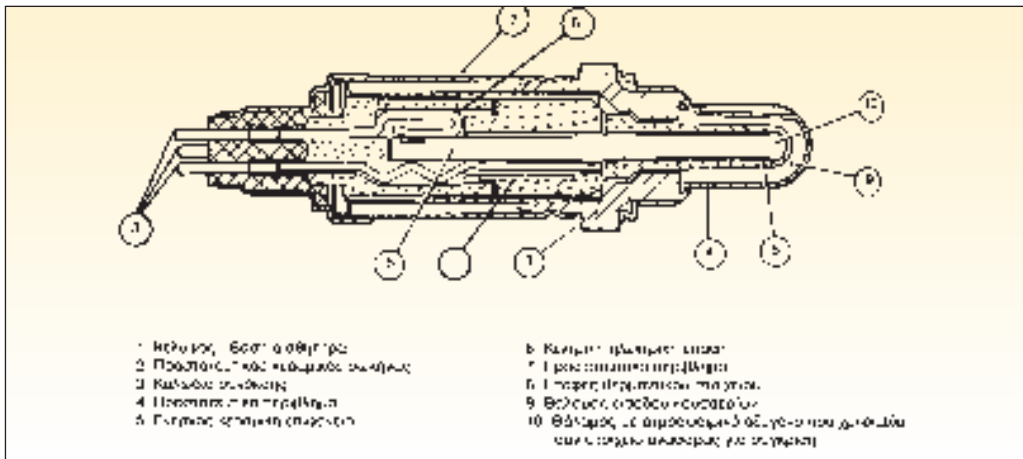
#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ο τριοδικός καταλύτης, συνεργάζεται με κινητήρες που εξασφαλίζουν στοιχειομετρικά μείγματα βενζίνης - αέρα, τα οποία κατά το θεωρητικό μέσο όρο είναι 14,7 μέρη αέρα που αντιδρούν (ή καίνε ή οξειδώνουν) ένα μέρος βενζίνης, μετρούμενα πάντοτε σε βάρος. Ο λόγος της πραγματικής σχέσης αέρα-βενζίνης, προς τη θεωρητικά απαιτούμενη, ονομάζεται **συντελεστής "λ"**.

Προκειμένου να εξασφαλισθεί η στοιχειομετρική σύσταση του μείγματος αέρα-βενζίνης χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σχεδόν συστήματα μονού ή πολλαπλού ψεκασμού, που ελέγχονται από τους ηλεκτρονικούς εγκεφάλους, τις λε-

γόμενες **κεντρικές μονάδες ελέγχου του κινητήρα (ECU)**, ανάλογα με τις πληροφορίες που δίδονται από έναν ή δύο **αισθητήρες "λ"**.

Ο αισθητήρας "λ" μετρά συνεχώς το οξυγόνο που περιέχεται στα καυσαέρια, όπως αυτά βγαίνουν από την πολλαπλή εξαγωγής. Όταν το οξυγόνο είναι λίγο, σημαίνει ότι το μείγμα κατά την καύση ήταν πλούσιο σε βενζίνη και καταναλώθηκε όλο σχεδόν το οξυγόνο του αέρα που εισήλθε μαζί του στους κυλίνδρους. Όταν το οξυγόνο στην πολλαπλή εξαγωγής είναι πολύ, τότε το μείγμα ήταν φτωχό σε βενζίνη, περιείχε δηλαδή περισσότερο αέρα από ό,τι απαιτούσε η χημική αντίδραση, με συνέπεια να περισσέψει μεγάλη ποσότητα οξυγόνου μετά την καύση.



Εικ. 4.5.1 Θερμαινόμενος αισθητήρας "λ"

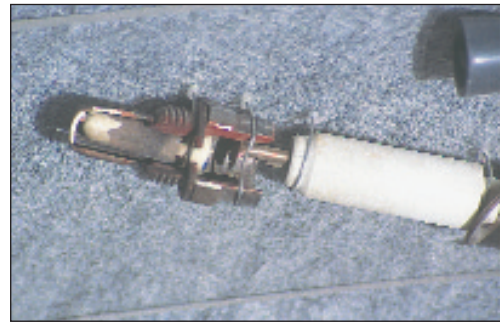
Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία του αισθητήρα είναι η σωστή θερμοκρασία που για τους περισσότερους πρέπει να είναι υψηλότερη από 250ο C. Για να περιοριστεί η χρονική διάρκεια της απαιτούμενης προθέρμανσης, χρησιμοποιείται μία ηλεκτρική αντίσταση, η οποία ενεργοποιείται από τον κεντρικό εγκέφαλο (ECU).

Οι "θερμαινόμενοι" αυτοί αισθητήρες διακρίνονται από τα τρία ή τέσσερα ηλεκτρικά καλώδια που έχουν, σε αντίθεση με τους μη θερμαινόμενους που έχουν μόνο ένα ή δύο. Το δεύτερο ή το τέταρτο καλώδιο (στους θερμαινόμενους αισθητήρες) χρησιμοποιείται ως γείωση για ασφαλέστερη λειτουργία του λήπτη λ (Εικ. 4.5.1).

Ο αισθητήρας "λ" βιδώνεται στο σωλήνα της εξάτμισης, μετά την πολλαπλή εξαγωγής και πριν από τον καταλύτη (Εικ. 4.5.2).

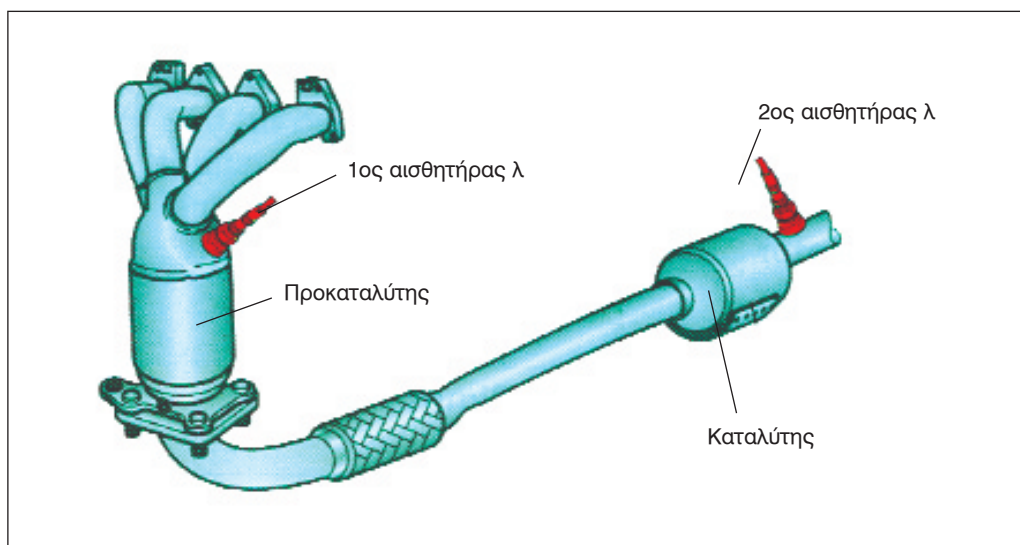
Αποτελείται από ένα κυλινδρικό κεραμικό υλικό, το εσωτερικό του οποίου έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό

αέρα. Η εξωτερική του πλευρά, που βρίσκεται μέσα στην εξάτμιση, προστατεύεται από ένα μεταλλικό περίβλημα με τρύπες μέσα από τις οποίες εισέρχεται το καυσαέριο.



Εικ. 4.5.2 Αισθητήρας "λ"

Σε αυτοκίνητα πρόσφατων ευρωπαϊκών προδιαγραφών τοποθετείται ένας δεύτερος αισθητήρας "λ" μετά τον καταλύτη, ώστε η σύγκριση των δεδομένων του καυσαερίου πριν και μετά από αυτόν να χαρακτηρίζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος αντιρρύπανσης (Εικ. 4.5.3).



Εικ. 4.5.3 Εξάτμιση με 2 καταλύτες και 2 αισθητήρες "λ"

Οι διαπιστώσεις του λήπτη "λ" εκφράζονται σε VOLT (V) με τιμές από 0 (φτωχό μείγμα) έως 1 V (πλούσιο μείγμα) και μεταφέρονται σαν τιμές ηλεκτρικής τάσης στην κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU) που ρυθμίζει ανάλογα το μείγμα.



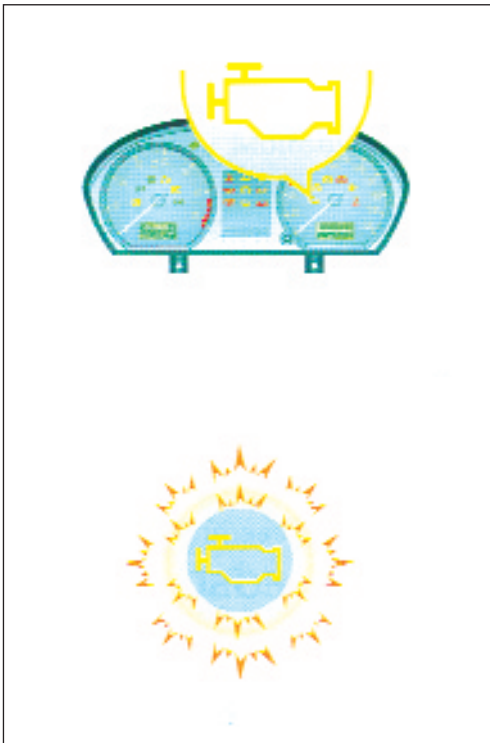
Εικ. 4.5.4 Θερμαινόμενος αισθητήρας "λ"

## Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Παλμογράφος
- Πολύμετρο
- Αναλυτής καυσαερίων
- Αυτοκίνητο καταλυτικής τεχνολογίας
- Αισθητήρες λ διαφόρων τύπων
- Τομές αισθητήρων λ διαφόρων τύπων

## Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Για τις παρακάτω ασκήσεις δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας πέραν των ενδεδειγμένων για μαθητές σε εργαστηριακούς χώρους.



Εικ. 4.5.5 Ενδεικτική λυχνία ποιότητας καυσαερίων

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### A. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Να διαπιστωθούν τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά διαφορετικών αισθητήρων λ, σε τομή και μη.
- Να διαπιστωθεί η χρήση των διαφόρων καλωδίων σε διαφορετικής κατασκευής αισθητήρες λ και η χρήση των τεσσάρων καλωδίων στο θερμαινόμενο αισθητήρα (Εικ. 4.5.4).

### B. ΕΛΕΓΧΟΙ

- Με παλμογράφο (ή πολύμετρο) ελέγξετε κατά τη λειτουργία ενός αυτοκινήτου το σήμα σε Volt, που δίδεται από τον αισθητήρα λ προς την κεντρική μονάδα ECU του οχήματος. Για το σκοπό αυτόν πρέπει να συνδέσουμε τα όργανα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στους ακροδέκτες της αντίστοιχης φίσας στην οποία καταλήγουν τα καλώδια του αισθητήρα.
- Με τον αισθητήρα λ εκτός οχήματος, να διαπιστωθεί η τάση που αυτός δίδει όταν τοποθετηθεί στα καυσάερια μιας ανοικτής φλόγας (πχ από φλόγιστρο προπανίου).
- Η ίδια άσκηση να επαναληφθεί με ένα θερμαινόμενο αισθητήρα, σε κρύα και θερμή λειτουργία και να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές στην τάση του σήματος. Για τον σκοπό αυτό συνδέουμε, για μικρό χρονικό διάστημα, τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρική προθέρμανση του αισθητήρα σε ένα συσσωρευτή με τάση 12 Volt.
- Να γίνει μέτρηση καυσαερίων σε ένα όχημα που λειτουργεί κανονικά.
- Η ίδια μέτρηση να γίνει έχοντας διακόψει τη διαδρομή του σήματος προς την κεντρική μονάδα ECU.

- Σε όχημα σύγχρονης τεχνολογίας με δύο αισθητήρες λ να γίνει μέτρηση καυσαερίων σε κανονική λειτουργία και σε λειτουργία μετά από επέμβαση στον κινητήρα ή σε έναν από τους αισθητήρες λ και να παρατηρηθούν οι μεταβολές των σημάτων και η προειδοποίηση του οδηγού μέσω της ενδεικτικής λυχνίας (Εικ. 4.5.5)

### **ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ**

Απαριθμήστε τις αιτίες που οδηγούν στην καταστροφή ενός αισθητήρα λ και τον τρόπο διαπίστωσης της βλάβης



## ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΚΩΔΙΚΩΝ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΑΣΚΗΣΗ 5.1

**Ανάγνωση κωδικών βλαβών, αποκωδικοποίηση και μηδενισμός μνήμης βλαβών**

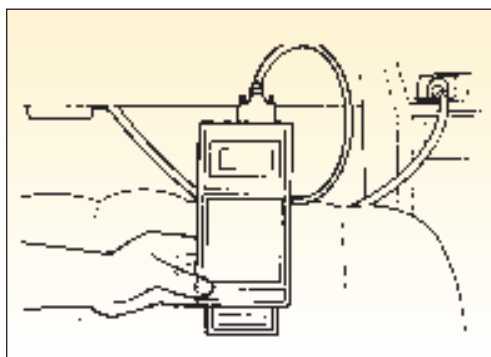
### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να εκτελούν τη διαδικασία ανάγνωσης των κωδικών των βλαβών.
- Να αποκωδικοποιούν τους κωδικούς των βλαβών.
- Να μηδενίζουν τη μνήμη αποθήκευσης των κωδικών των βλαβών.

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Οι βλάβες του συστήματος διαχείρισης ενός σύγχρονου κινητήρα, που διαθέτει λειτουργία αυτοδιάγνωσης, αποθηκεύονται με τη μορφή κωδικών στη μνήμη αποθήκευσης κωδικών των βλαβών του εγκεφάλου. Ταυτόχρονα, με την καταγραφή της βλάβης, για να ενημερωθεί ο οδηγός σχετικά με την ύπαρξη της βλάβης, ανάβει η προειδοποιητική λυχνία βλαβών στον πίνακα οργάνων. Όταν συμβεί μια βλάβη για να είναι δυνατή η λειτουργία του κινητήρα, ενεργοποιείται το πρόγραμμα έκτακτης ανάγκης (SOS). Στην περίπτωση αυτή, είναι μεν δυνατή η λειτουργία του κινητήρα αλλά η απόδοσή του ως προς την ισχύ είναι μειωμένη και οι εκπομπές των καυσαερίων είναι αυξημένες.



Εικ. 5.1.1 Σύνδεση διαγνωστικής συσκευής

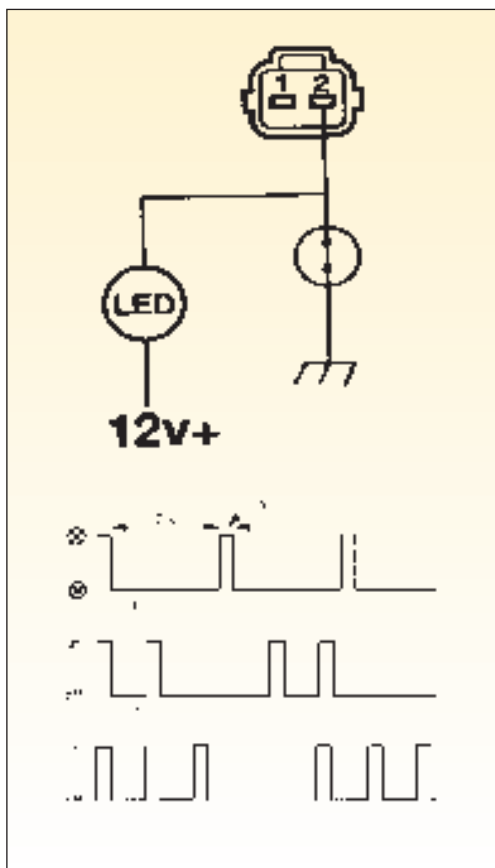
Σκοπός του συστήματος αυτοδιάγνωσης είναι η άμεση ενημέρωση του οδηγού για την εμφάνιση μιας βλάβης και η υποστήριξη του τεχνικού για τον εύκολο εντοπισμό της βλάβης. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για τη διάγνωση.



Η αποκωδικοποίηση των κωδικών των βλαβών γίνεται συνήθως με δύο τρόπους.

**A. Με τη σύνδεση μιας διαγνωστικής συσκευής που να μπορεί να επικοινωνήσει με τον εγκέφαλο του συστήματος διαχείρισης.** Σε αυτήν την περίπτωση, ο κωδικός βλάβης εμφανίζεται στην οθόνη της διαγνωστικής συσκευής συνοδευόμενος από σύντομα μηνύματα.

**B. Με την ενεργοποίηση της λειτουργίας αποκωδικοποίησης της βλάβης με τη χρήση της ενδεικτικής λυχνίας βλαβών.**



Εικ. 5.1.2 Αποκωδικοποίηση κωδικού βλάβης με ενεργοποίηση ενδεικτικής λυχνίας

Όταν η αποκωδικοποίηση τεθεί σε λειτουργία, η προειδοποιητική λυχνία αναβοσβήνει ανά ορισμένα διαστήματα. Τότε, εάν είναι διαθέσιμες οι σχετικές πληροφορίες, ο τεχνικός μπορεί να εντοπίσει γρήγορα το κύκλωμα στο οποίο ο έχει συμβεί η βλάβη.

Μετά την ενεργοποίηση του συστήματος διάγνωσης, την αποκωδικοποίηση του κωδικού βλάβης, την αποκατάσταση της βλάβης και την επιβεβαίωση της αποκατάστασης της βλάβης είναι αναγκαία η διαδικασία μηδενισμού της μνήμης αποθήκευσης βλαβών. Διαφορετικά, ο κωδικός βλάβης θα εξακολουθήσει να είναι καταχωρημένος στη μνήμη βλαβών και θα συνεχίσει να είναι σε ισχύ το πρόγραμμα έκτακτης ανάγκης (SOS) του κινητήρα.

Ο μηδενισμός της μνήμης αποθήκευσης βλαβών γίνεται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τον κατασκευαστή του συστήματος.

**Ορισμένοι από τους τρόπους αυτούς είναι:**

**A.** Η αποσύνδεση του αρνητικού πόλου της μπαταρίας και το πάτημα του πεντάλ των φρένων για ορισμένα δευτερόλεπτα.

**B.** Η αφαίρεση μιας συγκεκριμένης ασφαλείας από την ασφαλειοθήκη του κινητήρα (συνήθως είναι η ασφάλεια του εγκεφάλου του κινητήρα).

**Γ.** Η χρήση της διαγνωστικής συσκευής.

**Δ.** Ο μηδενισμός της μνήμης αποθήκευσης βλαβών να γίνεται αυτόματα μετά τη λειτουργία του κινητήρα κάτω από όλες τις πιθανές συνθήκες λειτουργίας και το άνοιγμα και κλείσιμο του διακόπτη ανάφλεξης.

## Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο με σύστημα αυτοδιάγνωσης
- Διαγνωστική συσκευή
- Το επισκευαστικό βιβλίο του αυτοκινήτου
- Σετ εργαλείων.

## Μέτρα ασφαλείας και προστασίας

- Εάν έχει καταγραφεί κάποια βλάβη στην μνήμη βλαβών του κινητήρα, δεν πρέπει να γίνει η αποσύνδεση του αρνητικού πριν από την αποκωδικοποίηση του κωδικού βλάβης γιατί υπάρχει κίνδυνος να μηδενιστεί η μνήμη αποθήκευσης των βλαβών.
- Η αποσύνδεση και σύνδεση των φισών πρέπει να γίνεται όταν ο διακόπτης ανάφλεξης είναι κλειστός.
- Η τυχόν εξαγωγή και επανατοποθέτηση εξαρτημάτων πρέπει να γίνεται με αποσυνδεδεμένο τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας.
- Δεν επιτρέπεται να γίνει αποσυναρμολόγηση εξαρτημάτων, πέραν του σημείου που ορίζει ο κατασκευαστής τους.
- Στη διαδικασία της διάγνωσης δεν επιτρέπεται η χρήση δοκιμαστικών λυχνιών μεγάλης ισχύος, υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του εγκεφάλου. Συμβουλευτείτε το βιβλίο του κατασκευαστή.
- Πρέπει να τηρούνται οι συστάσεις του κατασκευαστή σε ό,τι αφορά τις συνθήκες γείωσης κυκλωμάτων και εξαρτημάτων.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

- Προκαλέστε την καταγραφή κάποιας βλάβης με την αποσύνδεση της φίσας κάποιου αισθητήρα, αφού έχετε πρώτα συμβουλευτεί το επισκευαστικό βιβλίο του αυτοκινήτου σχετικά με το κύκλωμα.

- Ανοίξτε το διακόπτη ανάφλεξης και βάλτε μπροστά τον κινητήρα.

- Ελέγξτε εάν ανάψει η προειδοποιητική λυχνία βλαβών.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

- Ενεργοποιήστε το σύστημα αυτοδιάγνωσης του κινητήρα.

- Αποκωδικοποιήστε τον κωδικό βλάβης παρατηρώντας τη συχνότητα αναβοσβήματος της προειδοποιητικής λυχνίας βλαβών και συμβουλευόμενοι τα επισκευαστικά βιβλία.

- Κάνετε αποκωδικοποίηση του κωδικού βλάβης χρησιμοποιώντας διαγνωστική συσκευή και συμβουλευόμενοι τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου και τις οδηγίες χρήσης της διαγνωστικής συσκευής.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

- Μηδενίστε τη μνήμη αποθήκευσης κωδικών των βλαβών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του αυτοκινήτου.

---

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

- Βάλτε μπροστά τον κινητήρα και βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει κωδικός βλάβης καταγραφμένος στην μνήμη αποθήκευσης βλαβών παρατηρώντας την προειδοποιητική λυχνία βλαβών στον πίνακα οργάνων και χρησιμοποιώντας τη διαγνωστική συσκευή.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Οι μαθητές να συγκεντρώσουν πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα συστήματα αυτοδιάγνωσης όπως το OBD, OBD-II και να παρουσιάσουν τις εργασίες τους.

## ΑΣΚΗΣΗ 5.2

### Εξομοίωση συνθηκών υπό τις οποίες παρατηρούνται ορισμένες βλάβες

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να συλλέγουν πληροφορίες που αφορούν τις συνθήκες εμφάνισης των βλαβών
- Να δημιουργούν συνθήκες εξομοίωσης συνθηκών και να εκτελούν διάγνωση βλαβών κάτω από τις συνθήκες αυτές.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΞ

Η ακριβής καταγραφή των συνθηκών στις οποίες παρατηρούνται οι βλάβες και καταγράφονται στην μνήμη των βλαβών του εγκεφάλου, βοηθά στον πιο γρήγορο εντοπισμό τους.

Όμως, η εμφάνιση ορισμένων βλαβών γίνεται μόνο όταν δημιουργηθούν συγκεκριμένες συνθήκες. Αυτού του είδους οι βλάβες είναι δυνατόν να μην καταγράφονται με τη μορφή κωδικού βλάβης στην μνήμη των βλαβών του εγκεφάλου και να εμφανίζονται με τη μορφή στιγμιαίας δυσλειτουργίας. Για να γίνει εντοπισμός των αιτιών αυτού του είδους των βλαβών, απαιτείται η συλλογή πληροφοριών για τις διάφορες συνθήκες που εμφανίζονται οι βλάβες και η τεχνητή αναπαραγωγή των συνθηκών αυτών ώστε να γίνει δυνατός ο εντοπισμός της αιτίας της βλάβης.

**Οι βλάβες αυτού του είδους ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:**

- Βλάβες που οφείλονται σε κακή κατάσταση επαφών ή καλωδιώσεων ηλεκτρικών κυκλωμάτων. (Αυξημένη αντίσταση ενός κυκλώματος)
- Βλάβες που οφείλονται σε ειδικές συνθήκες λειτουργίας όπως εμφάνιση κραδασμών ή λειτουργία σε συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος όπως π.χ. όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι αυξημένη ή μόνο όταν βρέχει. Βλάβη τέτοιας μορφής μπορεί να οφείλεται, παραδείγματος χάρη, σε κακή επαφή ενός ρελέ που παρατηρείται μόνο όταν αυξηθεί η θερμοκρασία του ή όταν το αυτοκίνητο κινείται σε ανώμαλο οδόστρωμα.

Η εξομοίωση των συνθηκών κατά τις οποίες παρατηρούνται βλάβες αυτού του είδους μπορεί να γίνει στο εργαστήριο

μετά από λεπτομερή συλλογή πληροφοριών για τις βλάβες που παρατηρούνται και με τη χρήση συσκευών ή μηχανισμών όπως είναι ένα πιστολάκι θερμού αέρα, η υποβολή σε συνθήκες κραδασμών, η μεταβολή της θερμοκρασίας με τη χρήση ψυκτικού σε κάποιον αισθητήρα κ.λπ.

- Μία τρίτη κατηγορία βλαβών ή εννοητικών καταστάσεων είναι οι βλάβες ή οι δυσάρεστες καταστάσεις που οφείλονται σε συνθήκες συντονισμού. Π.χ. οι λεγόμενοι αεροδυναμικοί θόρυβοι που εμφανίζονται μόνο όταν το αυτοκίνητο κινείται σε μια συγκεκριμένη περιοχή ταχυτήτων, ή η εμφάνιση κραδασμών στο τιμόνι ή στο αμάξωμα όταν το αυτοκίνητο κινείται με ορισμένη ταχύτητα. Για να γίνει εξομοίωση των συνθηκών στις οποίες παρατηρούνται αυτές οι καταστάσεις, πολλές φορές είναι αναγκαία η κίνηση του αυτοκινήτου με την ταχύτητα στις οποίες παρατηρούνται οι καταστάσεις αυτές

### **Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός**

- Εκπαιδευτικό όχημα
- Διαγνωστική συσκευή

### **Μέτρα ασφαλείας και προστασία**

Μην ρίχνετε νερό στον ζεστό κινητήρα.

## **ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

### **ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ**

Δημιουργήστε ελεγχόμενες τεχνητές συνθήκες για την εμφάνιση βλαβών αυτού του είδους, όπως χαλάρωση μιας γείωσης, ή χαλάρωση της επαφής των ακροδεκτών κάποιας φίσας.

### **ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

Δημιουργήστε και συμπληρώστε τη δική σας φόρμα καταγραφής των συνθηκών που παρατηρείται η βλάβη.

### **ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ**

Προσπαθήστε να δημιουργήσετε τις συνθήκες που ισχύουν όταν εμφανίζεται η βλάβη.

Κάνετε διάγνωση και επιβεβαίωση της βλάβης με τη χρήση οργάνων, όπως η διαγνωστική συσκευή ή το πολύμετρο.

### **ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**

Κάνετε αποκατάσταση της βλάβης

### **ΣΤΑΔΙΟ ΠΕΜΠΤΟ**

Επιβεβαιώστε την αποκατάσταση της βλάβης εξομοιώνοντας άλλη μια φορά τις συνθήκες στις οποίες παρατηρείται η βλάβη.

## **ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ**

Οι μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες για βλάβες που οφείλονται σε κραδασμούς, σε κακές επαφές ηλεκτρικών κυκλωμάτων και στο φαινόμενο του συντονισμού, και να παρουσιάσουν τις εργασίες τους.

## Παράδειγμα φόρμας

Όνομα Πελάτη:	Μοντέλο:	Αριθμός πλαισίου αυτοκινήτου:	
Ημερομηνία έκδοσης:	Ημ/νία κυκλοφορίας:	Ημ/νία εμφάνισης προβλήματος:	Διανυθέντα χιλιόμετρα:

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	
<input type="checkbox"/> <b>Δύσκολη εκκίνηση</b> <input type="checkbox"/> Ο κινητήρας δεν μιζάρει <input type="checkbox"/> Δεν υπάρχει αρχική καύση <input type="checkbox"/> Δεν υπάρχει καύση <input type="checkbox"/> Δυσκολία εκκίνησης σε ( <input type="checkbox"/> κρύο <input type="checkbox"/> ζέστη <input type="checkbox"/> πάντα) <input type="checkbox"/> Άλλα _____	<input type="checkbox"/> <b>Κακή συμπεριφορά κατά την λειτουργία</b> <input type="checkbox"/> Δισταγμός κατά την επιτάχυνση <input type="checkbox"/> Επιστροφή φλογών (Καρμπυρασιόν) <input type="checkbox"/> Μετάκαυση (φλόγες στην εξάτμιση) <input type="checkbox"/> Έλλειψη ισχύος <input type="checkbox"/> Διακύμανση <input type="checkbox"/> Ασυνήθιστοι θόρυβοι <input type="checkbox"/> Άλλα _____
<input type="checkbox"/> <b>Μη κανονικό ρελαντί</b> <input type="checkbox"/> Μη κανονική ανύψωση ρελαντί <input type="checkbox"/> Ασυνήθιστο ρελαντί ( <input type="checkbox"/> Υψηλό <input type="checkbox"/> Χαμηλό ) ( _____ r/min.) <input type="checkbox"/> Ασταθές <input type="checkbox"/> Διακύμανση ( _____ r/min. έως _____ r/min.) <input type="checkbox"/> Άλλα _____	<input type="checkbox"/> <b>Ο κινητήρας σταματά όταν</b> <input type="checkbox"/> Αμέσως μετά την εκκίνηση <input type="checkbox"/> Πατημένο το πεντάλ του γκαζιού <input type="checkbox"/> Το πεντάλ του γκαζιού έχει αφαιρεθεί ελεύθερο) <input type="checkbox"/> Εφαρμόσκει φορτίο <input type="checkbox"/> Κλιματιστικό <input type="checkbox"/> Ηλεκτρικό φορτίο <input type="checkbox"/> Υδραυλικό τιμόνι <input type="checkbox"/> Άλλα _____ <input type="checkbox"/> Άλλα _____
<input type="checkbox"/> ΑΛΛΑ:	

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	
Συνθήκες περιβάλλοντος	
Καιρός Θερμοκρασία Συχνότητα Δρόμος	<input type="checkbox"/> Καλός <input type="checkbox"/> Νεφελώδης <input type="checkbox"/> Βροχερός <input type="checkbox"/> Χιόνι <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/> Άλλα _____ <input type="checkbox"/> Ζέστη <input type="checkbox"/> Θερμός καιρός <input type="checkbox"/> Κρύος καιρός <input type="checkbox"/> Ψύχος ( °F/ °C) <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/> Μερικές φορές ( φορές/ ημέρα, μήνα) <input type="checkbox"/> Μόνο μια φορά <input type="checkbox"/> Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες <input type="checkbox"/> Μέσα στη πόλη <input type="checkbox"/> Σε προαστιακές συνθήκες <input type="checkbox"/> Σε αυτοκινητόδρομους <input type="checkbox"/> Σε ορεινές περιοχές ( <input type="checkbox"/> Σε ανηφόρα <input type="checkbox"/> Σε κατηφόρα) <input type="checkbox"/> Σε ασφαλτοστρωμένο δρόμο <input type="checkbox"/> Σε δρόμο με χαλίκια <input type="checkbox"/> Άλλα _____
Κατάσταση αυτοκινήτου	
Κατάσταση κινητήρα	<input type="checkbox"/> Κρύος <input type="checkbox"/> Σε φάση προθέρμανσης <input type="checkbox"/> Ζεστός <input type="checkbox"/> Πάντα <input type="checkbox"/> Άλλα κατά την εκκίνηση <input type="checkbox"/> Αμέσως μετά την εκκίνηση <input type="checkbox"/> Σε λειτουργία χωρίς φορτίο <input type="checkbox"/> Στροφές κινητήρα ( _____ r/min.)
Κατάσταση αυτοκινήτου	<input type="checkbox"/> Κατά την οδήγηση: <input type="checkbox"/> Με σταθερή ταχύτητα <input type="checkbox"/> Κατά την επιτάχυνση <input type="checkbox"/> Κατά την επιβράδυνση <input type="checkbox"/> Στις δεξιές στροφές <input type="checkbox"/> Στις αριστερές στροφές <input type="checkbox"/> Κατά την αλλαγή ταχυτήτων (θέση μοχλού ) <input type="checkbox"/> Κατά την ακινητοποίηση <input type="checkbox"/> Η ταχύτητα του αυτοκινήτου όταν το πρόβλημα εμφανίζεται είναι ( _____ km/h, Mile/h) <input type="checkbox"/> Άλλα _____
Κατάσταση της ενδεικτικής λυχνίας βλαβών	<input type="checkbox"/> Πάντα αναμένη <input type="checkbox"/> Μερικές φορές ανάβει <input type="checkbox"/> Πάντα σβηστή <input type="checkbox"/> Σε καλή κατάσταση
Διαγνωστικός Κωδικός Βλάβης	Πρώτος έλεγχος: <input type="checkbox"/> Δεν υπάρχει κωδικός <input type="checkbox"/> Κανονικός κωδικός <input type="checkbox"/> Κωδικός δυσλειτουργίας ( _____ ) Δεύτερος έλεγχος: <input type="checkbox"/> Δεν υπάρχει κωδικός <input type="checkbox"/> Κανονικός κωδικός <input type="checkbox"/> Κωδικός δυσλειτουργίας ( _____ )



## ΑΣΚΗΣΗ 5.3

### Αναλυτές και ανάλυση καυσαερίων

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να προετοιμάζουν το αυτοκίνητο για ανάλυση καυσαερίων.
- Να προετοιμάζουν τον αναλυτή καυσαερίων.
- Να εφαρμόζουν τις απαιτούμενες διαδικασίες πριν από και κατά τον έλεγχο των καυσαερίων.
- Να πραγματοποιούν έλεγχο καυσαερίων στα αυτοκίνητα.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τα παράγωγα της καύσης της βενζίνης από τον βενζινοκινητήρα είναι:

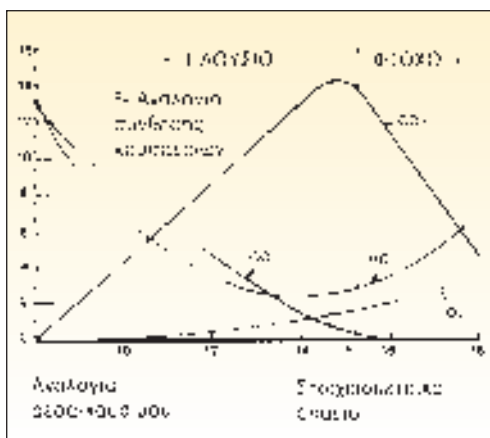
- Το μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ )
- Τα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ )
- Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες ( $\text{HC}$ )
- Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ )
- Οι υδρατμοί ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Επίσης μια μικρή ποσότητα οξυγόνου βγαίνει από την εξάτμιση του αυτοκινήτου χωρίς να έχει λάβει μέρος στις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα μέσα στους θαλάμους καύσης.

Από τα παράγωγα αυτά, το μονοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια του αζώτου και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες θεωρούνται ρύποι και έχουν θεσπιστεί όρια για τις εκπομπές τους.

Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), αν και έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δε θεωρείται προς το παρόν ρύπος.

Με την ανάλυση των καυσαερίων είναι δυνατή η διάγνωση της κατάστασης λειτουργίας ενός βενζινοκινητήρα. Θεωρητικά, οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των ρύπων των καυσαερίων, ανάλογα με τις στροφές λειτουργίας ενός κινητήρα, ακολουθούν τις καμπύλες της παρακάτω εικόνας.



Εικ. 5.3 Διάγραμμα πλούσιου - φτωχού μείγματος σε σχέση με τα ελεγχόμενα αέρια.



Με ένα σύγχρονο αναλυτή καυσαερίων γίνεται η μέτρηση των παρακάτω παραγώγων της καύσης της βενζίνης.

- Του μονοξειδίου του άνθρακα
- Του διοξειδίου του άνθρακα
- Των άκαυστων υδρογονανθράκων
- Του οξυγόνου

Ένας σύγχρονος αναλυτής καυσαερίων μετρά επίσης τις παρακάτω παραμέτρους λειτουργίας του κινητήρα:

- Τις στροφές λειτουργίας του κινητήρα
- Τη θερμοκρασία λαδιού του κινητήρα
- Το λόγο αέρα-καυσίμου

Οι αναλυτές που μετρούν τα παραπάνω ονομάζονται αναλυτές τεσσάρων αερίων και επτά παραμέτρων.

Για να γίνει μέτρηση των οξειδίων του αζώτου, ο κινητήρας πρέπει να λειτουργεί με φορτίο. Η μέτρηση αυτή γίνεται σε ειδικά εργαστήρια όπου χρησιμοποιούνται ειδικοί αναλυτές σε συνδυασμό με δυναμόμετρο και ειδικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Για να είναι σε θέση να εκτελέσει σωστά τις μετρήσεις ο αναλυτής καυσαερίων πρέπει να τηρεί τις εξής προϋποθέσεις σωστής λειτουργίας:

- Οι θάλαμοι μέτρησης του αναλυτή καυσαερίων πρέπει να έχουν αποκτήσει τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας. Η διαδικασία προθέρμανσης ελέγχεται από τον ίδιο τον αναλυτή, και στη διάρκεια αυτής της περιόδου στην οθόνη συνήθως εμφανίζεται ένα μήνυμα με το χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της δια-

δικασίας. Οι μετρήσεις, που τυχόν θα εκτελεστούν σε αυτήν την περίοδο, δεν είναι ακριβείς.

- Οι μετρήσεις του μονοξειδίου του άνθρακα, του διοξειδίου του άνθρακα και των άκαυστων υδρογονανθράκων βασίζονται σε σύγκριση των φασμάτων εκπομπής των καυσαερίων με το φάσμα ενός πρότυπου αερίου που είναι αποθηκευμένο μέσα σε έναν ειδικό θάλαμο του αναλυτή καυσαερίων. Για να εκτελεστούν σωστά οι μετρήσεις, δεν πρέπει να έχει υπάρξει αλλοίωση ως προς τη σύσταση του αερίου αυτού. Συνήθως εάν υπάρξει κάποια αλλοίωση στη σύσταση του προτύπου αερίου, εμφανίζεται ένα σχετικό μήνυμα στην οθόνη του αναλυτή. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να εκτελεστεί η διαδικασία πλήρωσης με πρότυπο αέριο.

- Η μέτρηση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο γίνεται από έναν αισθητήρα οξυγόνου. Ο αισθητήρας αυτός έχει ημερομηνία λήξης και ο χρόνος αρχίζει να μετρά από τη στιγμή που ο αισθητήρας θα εκτεθεί στην ατμόσφαιρα. Εάν οι μετρήσεις του αισθητήρα οξυγόνου είναι εκτός των προδιαγραφών, εμφανίζεται ένα σχετικό μήνυμα στην οθόνη του αναλυτή και πρέπει πλέον να γίνει αντικατάσταση του αισθητήρα οξυγόνου με άλλον χρησιμοποιήσιμο. Μία μέθοδος ελέγχου καλής λειτουργίας του αισθητήρα οξυγόνου είναι η μέτρηση του αέρα της ατμόσφαιρας. Η ένδειξη περιεκτικότητας σε οξυγόνο πρέπει να είναι στην περιοχή του 20,9 %.

- Επίσης, για τη σωστή εκτέλεση των μετρήσεων πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία «καλιμπραρίσματος» των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του αναλυτή. Η διαδικασία αυτή εκτελείται αυτόματα από τον ίδιο τον αναλυτή κατά την έναρξη της λειτουργίας του και ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα της λειτουργίας. Όταν εκτελείται η διαδικασία 'καλιμπραρίσματος' του αναλυτή καυσαερίων, η διαδικασία ανάλυσης των καυσαερίων διακόπτεται.
- Εάν ο αναλυτής διαθέτει λειτουργία επιλογής της αναλογίας αέρα-καυσίμου, τότε πρέπει να έχει εκτελεστεί η σωστή ρύθμιση για το καύσιμο που χρησιμοποιείται. Για τη βενζίνη χρησιμοποιείται η αναλογία 14,7:1 και για το υγραέριο η αναλογία 15,5:1.
- Για το σωστό υπολογισμό των στροφών λειτουργίας του κινητήρα πρέπει να έχει επιλεγεί η κατάλληλη ρύθμιση για τον κινητήρα. Οι δυνατότητες επιλογής είναι: 4-χρονος κινητήρας, 2-χρονος κινητήρας και κινητήρας Wankel
- Για τη σωστή λειτουργία του αναλυτή καυσαερίων αλλά και για τη μακροχρόνια χρήση του χωρίς προβλήματα, πρέπει να γίνεται αντικατάσταση του φίλτρου σωματιδίων και άδειασμα της υδατοπαγίδας του σε τακτά χρονικά διαστήματα.
- Ο κινητήρας πρέπει να έχει αποκτήσει τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας.
- Δεν πρέπει να υπάρχουν διαρροές στο σύστημα της εξάτμισης.
- Ο κινητήρας πρέπει να είναι καλά ρυθμισμένος και να λειτουργεί σύμφωνα με τις συνθήκες που ορίζει ο κατασκευαστής του. Παραδείγματος χάρη, πρέπει να έχει τη σωστή προπορεία ανάφλεξης, το σωστό χρονισμό, το σωστό διάκενο βαλβίδων κ.λπ.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Εκπαιδευτικό όχημα
- Αναλυτής καυσαερίων NDIR.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασίας

Να τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή ως προς τη χρήση, τη ρύθμιση, και τη συντήρηση των αναλυτών καυσαερίων.

Να αντικαθίσταται, όποτε απαιτείται, το φίλτρο και να γίνεται εκκένωση της υδατοπαγίδας.

Όταν δε διεξάγονται μετρήσεις, ο αναλυτής πρέπει να βρίσκεται στην κατάσταση αναμονής.

Η διαδικασία προετοιμασίας του αυτοκινήτου για την ανάλυση των καυσαερίων που παράγει ο κινητήρας του περιλαμβάνει τα εξής:

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

- Θέστε τον αναλυτή καυσαερίων σε κατάσταση λειτουργίας. Ελέγξτε τη σωστή λειτουργία του και τη σωστή επιλογή ρυθμίσεων.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

- Ελέγξτε τις τυχόν ρυθμίσεις του κινητήρα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή (προπορεία ανάφλεξης, διάκενο βαλβίδων κ.λπ.)
- Θέστε το αυτοκίνητο στο οποίο θέλετε να κάνετε ανάλυση καυσαερίων στις σωστές συνθήκες μέτρησης. (Ο κινητήρας να έχει αποκτήσει τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας)
- Ελέγξτε για τυχόν διαρροές στο σύστημα της εξάτμισης.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

- Εκτελέστε τη διαδικασία της μέτρησης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του αναλυτή σε διάφορες στροφές λειτουργίας του κινητήρα.
- Ελέγξτε εάν ο κινητήρας λειτουργεί σωστά σύμφωνα με το διάγραμμα μεταβολής συγκεντρώσεων των καυσαερίων. Εάν δεν λειτουργεί σωστά, εντοπίστε τις αιτίες.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Οι μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες για τη διαδικασία και τα όρια εκπομπής των ρύπων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία για την έκδοση κάρτας καυσαερίων για αυτοκίνητα συμβατικής τεχνολογίας, για οχήματα καταλυτικής τεχνολογίας με οξειδωτικό καταλύτη χωρίς αισθητήρα οξυγόνου και για οχήματα καταλυτικής τεχνολογίας με αισθητήρα οξυγόνου.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣ)	
Τίτλος Έργου	
ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ	
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	
ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΤΕΤΡΩΤΑ	
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣ)	
Τίτλος Έργου	
ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ	
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εικ. 5.4.2 Πίσω όψη κάρτας  
ελέγχου καυσαερίων

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

- Οι μαθητές να προσδιορίσουν τα όρια εκπομπής ρύπων για τους διάφορους τύπους αυτοκινήτων που θα μετρήσουν χρησιμοποιώντας επίσημα έγγραφα, όπως την άδεια κυκλοφορίας του αυτοκινήτου, τις σχετικές υπουργικές αποφάσεις, κ.λπ.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

- Οι μαθητές να εκτελέσουν μετρήσεις καυσαερίων στα παραπάνω οχήματα

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

- Οι μαθητές να αποφασίσουν ποια από τα παραπάνω οχήματα ικανοποιούν τις προϋποθέσεις για απόκτηση κάρτας καυσαερίου και ποια όχι.

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Οι μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες για τις ποινές που επιβάλλονται στον ιδιοκτήτη αυτοκινήτου που δεν έχει κάρτα καυσαερίων και για το συνεργείο που εκδίδει πλαστές κάρτες καυσαερίων. Να παρουσιάσουν σχετικές εκθέσεις στην τάξη τους.

# ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

## ΑΣΚΗΣΗ 6.1

### Περιστροφική αντλία πετρελαίου

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας των περιστροφικών αντλιών.
- Να εντοπίζουν στο σχέδιο τα διάφορα εξαρτήματά και να εξηγούν τη λειτουργία τους.
- Να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που πρέπει να γίνονται πριν, κατά και μετά τη λειτουργία της μηχανής και της αντλίας, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται καθώς και τα σχετικά μέσα.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους ρυθμίσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία της μηχανής και της αντλίας.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν το σκοπό, τον τρόπο και τα μέσα της συντήρησης που απαιτούνται για τη μηχανή ή την αντλία καθώς και την περιοδικότητά της ώστε να εξασφαλίζεται η καλή, ασφαλής και αποδοτική λειτουργία και η ικανοποιητική διάρκεια ζωής τους.
- Να αντιλαμβάνονται πλήρως τις οδηγίες των σχετικών τεχνικών εγχειριδίων.
- Να αναφέρονται στις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα σχετικά συμπτώματα και αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ο πετρελαιοκινητήρας (κινητήρας DIESEL) είναι ένας παλινδρομικός κινητήρας εσωτερικής καύσης, στον οποίο το καύσιμο μείγμα σχηματίζεται μέσα στο θάλαμο καύσης.

Το καύσιμο ψεκάζεται στο θάλαμο καύσης, υπό τη μορφή πολύ μικρών σταγονιδίων, που πρέπει να έχουν διάμετρο της τάξης των 5-40  $\mu\text{m}$ . Ο έλεγχος του φορτίου του πετρελαιοκινητήρα επιτυγχάνεται μόνο με την αύξηση ή τη μείωση της ποσότητας του καυσίμου που

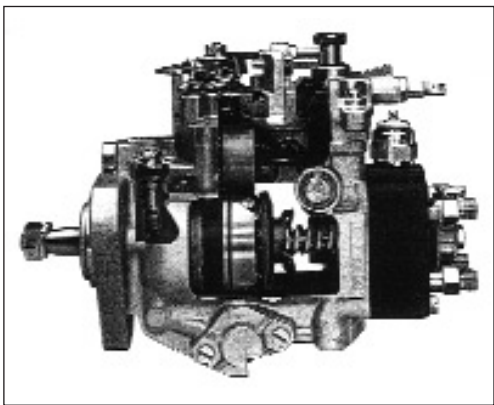
ψεκάζεται και όχι με την συνολική ποσότητα του μείγματος αέρα - καυσίμου, όπως στην περίπτωση των βενζινοκινητήρων.

Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται από την αντλία ρυθμίζεται με το πάτημα του πεντάλ του γκαζιού και καθορίζει την ισχύ που ο οδηγός ζητά από τον κινητήρα. Η έναρξη της καύσης καθορίζεται επίσης από την αντλία ψεκασμού και αντιστοιχεί στην ανάφλεξη μέ-

σω των μπουζί (αναφλεκτήρες) των βενζινοκίνητων κινητήρων. Στους πετρελαιοκίνητους, όμοια όπως και στους βενζινοκίνητους, ή ρύθμιση της προπορείας (δηλαδή η χρονική στιγμή της ανάφλεξης) πρέπει να γίνεται με μεγάλη ακρίβεια και καθορίζεται επίσης από την αντλία ψεκασμού πετρελαίου.

Οι αντλίες ψεκασμού διακρίνονται σε παλινδρομικές και περιστροφικές και σε μηχανικά ή ηλεκτρονικά ελεγχόμενες. Η παρούσα άσκηση αναφέρεται στις περιστροφικές αντλίες πετρελαίου (Εικ. 6.1.1).

*Οι περιστροφικές αντλίες διανέμουν το καύσιμο, μέσω ενός και μόνο εξαρτήματος υψηλής πίεσης, σε όλους τους κυλίνδρους του κινητήρα.*



Εικ. 6.1.1 Περιστροφική αντλία πετρελαίου

Τα συστήματα έγχυσης πετρελαίου με περιστροφική αντλία αποτελούνται από :

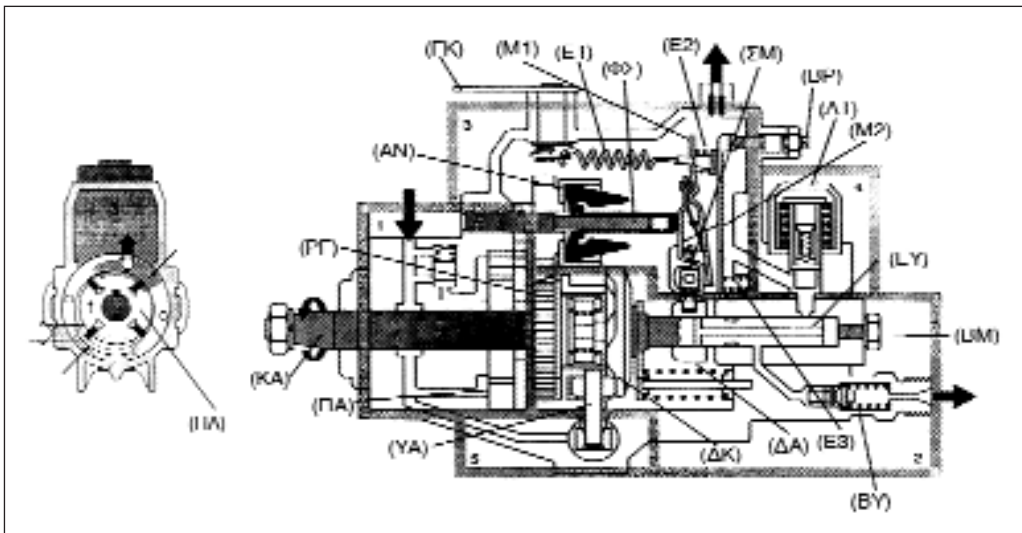
- Την περιστροφική αντλία
- Το φίλτρο καυσίμου
- Τις σωληνώσεις μεταφοράς καυσίμου
- Τα μπεκ (εγχυτήρες) με τη βάση στήριξής τους.

Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται και για την απομάκρυνση της υγρασίας, που οδηγεί στη διάβρωση των ευαίσθητων εξαρτημάτων της αντλίας. Υγρασία και μικρές ποσότητες νερού βρίσκονται πάντοτε στα ρεζερβουάρ ή στις δεξαμενές καυσίμων των πρατηρίων. Προέρχονται από την συμπύκνωση υδρατμών, που επικάθονται στα τοιχώματά τους. Το νερό αυτό, ως βαρύτερο καυσίμου, καταλήγει στον πυθμένα των δεξαμενών ή του ρεζερβουάρ. Για την απομάκρυνση του νερού χρησιμοποιούνται υδατοπαγίδες διαφόρων κατασκευών, που μπορούν να τοποθετηθούν στο κύκλωμα παροχής καυσίμου και εκ των υστέρων.

Η περιστροφική αντλία (Εικ. 6.1.2) αποτελείται από:

- Τον κινητήριο άξονα (ΚΑ)
- Την πτερωτή αντλία τροφοδοσίας (ΠΑ)
- Το παλινδρομικό σύστημα περιστροφής για την κίνηση του εμβόλου (δίσκος με κάμες) (ΔΚ)
- Το έμβολο υψηλής πίεσης (ΕΥ)
- Το σύστημα μοχλών που ρυθμίζει την ποσότητα του καυσίμου (ΣΜ)
- Τον φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών (ΦΣ)
- Το υδραυλικό ρυθμιστή της αρχικής έγχυσης (χρονισμός) (ΥΑ)
- Πρόσθετα διορθωτικά συστήματα (αν προβλέπεται)

Στον κινητήριο άξονα είναι προσαρμοσμένη η πτερωτή αντλία (ΠΑ) για την προώθηση του καυσίμου, το ρυθμιστικό γρανάζι (ΡΓ) και ο δίσκος (ΔΚ) με τις καμπύλες (κάμες) που εφάπτεται στον δακτύλιο με τους τροχίσκους.



Εικ. 6.1.2 Σχίμα περιστροφικής αντλίας

Στην κεφαλή του διανομέα βρίσκεται το έμβολο υψηλής πίεσης (ΕΥ), το υδραυλικό ρυθμιστικό στοιχείο (ΥΑ) και το ηλεκτρικό σύστημα διακοπής της λειτουργίας του κινητήρα (ΔΙ).

Υπάρχουν επίσης ενσωματωμένες οι βαλβίδες παροχής (ΒΥ) που είναι βαλβίδες υψηλής πίεσης.

Ο ρυθμιστής στροφών είναι φυγοκεντρικός και αποτελείται από τα αντίβαρα (ΑΝ) και το ρυθμιστικό δακτυλίδι (ΔΑ).

Ο δακτύλιος, μέσω ενός συστήματος μοχλών (Μ1, Μ2), επηρεάζει τη θέση και τη λειτουργία του ολισθαίνοντος επί του άξονα δακτυλίου ΔΑ.

Το υδραυλικό σύστημα χρονισμού (ΥΑ) βρίσκεται κάτω από την αντλία, κάθετα στον άξονα κίνησης. Αποτελείται από έναν κύλινδρο (1) με το έμβολό του (2). Μέσω ισχυρών ελατηρίων (3) επιτυγχάνεται η απαραίτητη προφόρτιση (Εικ. 6.1.3).

Στην επάνω πλευρά της αντλίας υπάρχει ο μοχλός αλλαγής στροφών (ΓΚ), που είναι συνδεδεμένος με το πεντάλ γκα-

ζιού, και οι βίδες ρύθμισης ρελαντί (ΒΡ) και μέγιστης ισχύος (ΒΜ).

### Τρόπος λειτουργίας:

#### Α. Χαμηλή πίεση:

Η αντλία τροφοδοσίας αναρροφά με την πτερωτή της καύσιμο από το ρεζερβουάρ και τροφοδοτεί με σταθερή ποσότητα καυσίμου (100 έως 180 λίτρα την ώρα) το τμήμα υψηλής πίεσης της αντλίας. Σε ορισμένες κατασκευές, μία ηλεκτρική αντλία στέλνει το καύσιμο από το ρεζερβουάρ έως την αντλία τροφοδοσίας, οπότε δεν χρειάζεται να γίνεται η αναρρόφηση από αυτήν.

Η ποσότητα του καυσίμου που διακινείται από την αντλία τροφοδοσίας είναι μεγαλύτερη από ό,τι απαιτείται. Όσο πετρέλαιο δε χρησιμοποιείται επιστρέφει μέσω μιας βαλβίδας by pass, στο ρεζερβουάρ, ενώ μία δεύτερη βαλβίδα διατηρεί σταθερή την εσωτερική πίεση στην ίδια την αντλία,



ανεξάρτητα από τις στροφές της.

### **B. Υψηλή πίεση:**

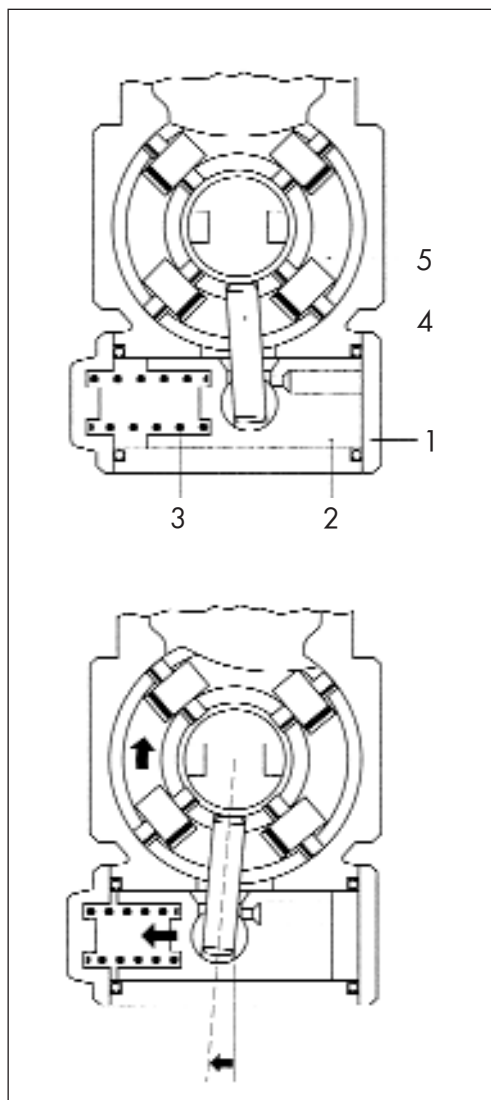
Το πετρέλαιο περνά μέσα από μία οπή (τρύπα) και μία εγκοπή του εμβόλου, στο χώρο υψηλής πίεσης. Το ίδιο το έμβολο περιστρέφεται από τον κινητήριο άξονα, και ταυτόχρονα παλινδρομεί (μετακινείται δηλαδή μέσα-έξω). Μαζί του περιστρέφεται ο δίσκος με τις καμπύλες (κάμες), οι οποίες εφάπτονται στους τροχίσκους του δακτύλιου. Οι κάμες και οι τροχίσκοι αντιστοιχούν στον αριθμό των κυλίνδρων του συγκεκριμένου κινητήρα, ενώ η κίνηση της κάμας επάνω στον τροχίσκο επιφέρει την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου. Αυτή δημιουργεί, με τη σειρά της, την υψηλή πίεση, που διατηρείται όσο η οπή εκτόνωσης είναι κλειστή.

Το έμβολο με την περιστροφή του ελευθερώνει τη μία μετά την άλλη τις εξόδους της υψηλής πίεσης προς τους κυλίνδρους. Όταν ταυτόχρονα επιτευχθεί η οριακή πίεση, τότε ανοίγει η αντίστοιχη βαλβίδα υψηλής πίεσης και το καύσιμο μεταφέρεται, μέσω των σωληνώσεων στο ανάλογο μπεκ. Έτσι, δηλαδή με την περιστροφή του εμβόλου από έξοδο σε έξοδο, διανέμεται το καύσιμο στα μπεκ των κυλίνδρων.

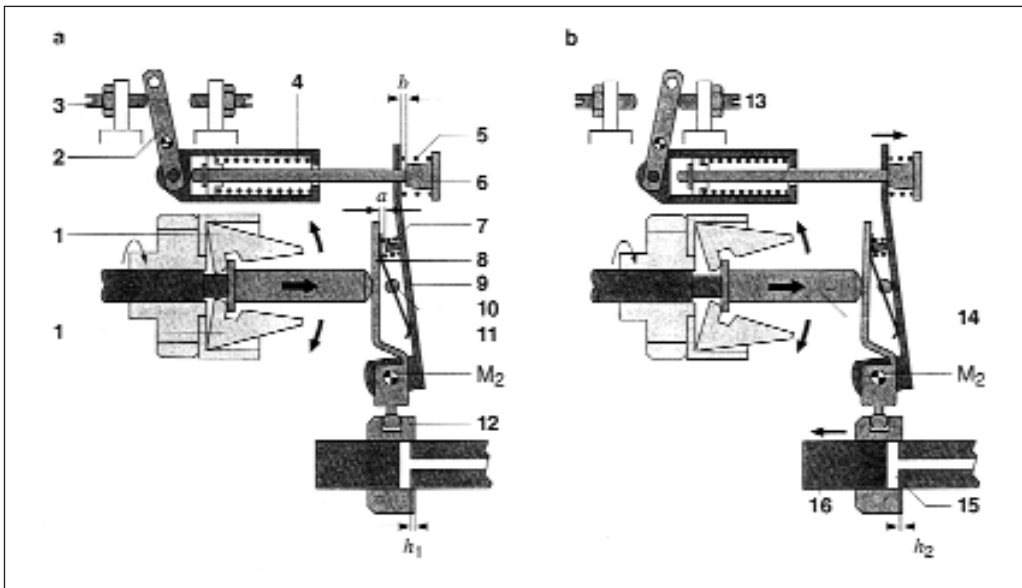
### **Υδραυλικό ρυθμιστικό στοιχείο (Υδραυλική διάταξη χρονισμού):**

Αντιστοιχεί στα κλασικά συστήματα αβάνς. Με τη διάταξη αυτή καθορίζεται η προπορεία, δηλαδή η ακριβής στιγμή έγχυσης του καυσίμου στους κυλίνδρους. Αυτό επιτυγχάνεται με το υδραυλικό έμβολο (2) που μέσω του πύρου (4) περιστρέφει το δακτύλιο (5) με τους

τροχίσκους, όσο αυξάνεται η υδραυλική πίεση, η οποία είναι συνάρτηση των στροφών του άξονα. Όταν ο δακτύλιος περιστραφεί, τότε οι τροχίσκοι εφάπτονται ενωρίτερα στις κάμες με αποτέλεσμα και το έμβολο να αναπτύσσει ενωρίτερα την υψηλή πίεση ψεκασμού (Εικ. 6.1.3).



Εικ. 6.1.3 Υδραυλικό ρυθμιστικό στοιχείο



Εικ. 6.1.4 Ρυθμιστής στροφών

**Ο ρυθμιστής στροφών:** Πρόκειται για ένα φυγοκεντρικό ρυθμιστή (Εικ. 6.1.4).

#### • Ρύθμιση ρελαντί.

Με σβηστό τον κινητήρα, το δακτυλίδι (12) βρίσκεται εντελώς δεξιά. Το έμβολο πρέπει να διανύσει ένα μεγάλο διάστημα πριν ελευθερώσει την οπή εκτόνωσης. Με την εκκίνηση του κινητήρα και την αύξηση των στροφών, τα αντίβαρα (1) μετακινούνται μέσω του πίσου (14) και του μοχλού ( $M_2$ ) ενάντια στην αντίσταση του ελάσματος (8) το δακτυλίδι (12) προς τα αριστερά, έτσι ώστε η διαδρομή του εμβόλου μέχρι την αποκάλυψη της οπής εκτόνωσης να μικραίνει. Η ποσότητα έγχυσης μειώνεται. Εάν μειωθούν οι στροφές, τότε ο δακτύλιος μετακινείται πάλι προς την αρχική του θέση και η ποσότητα της έγχυσης αυξάνει. Έτσι ρυθμίζονται οι στροφές του ρελαντί.

#### • Μεσαίες στροφές.

Στο επόμενο φάσμα στροφών το δακτυλίδι μετακινείται μόνο από το μοχλό (2), που βρίσκεται στο επάνω μέρος της περιστροφικής αντλίας και είναι συνδεδεμένος με το πεντάλ του γκαζιού. Στην περιοχή αυτή δεν υπάρχει αυτόματη ρύθμιση.

#### • Αυτόματη ρύθμιση ανωτάτων στροφών (κόφτης).

Η αυτόματη ρύθμιση επανέρχεται όταν με την περαιτέρω αύξηση των στροφών, τα δύο ελατήρια (4 και 5) συμπιεστούν μέχρι τέλους. Τότε τα αντίβαρα μετακινούν τον μοχλό ( $M_2$ ) ενάντια στο προεταμένο ελατήριο (7) και το δακτυλίδι (12) μετακινείται προς τα αριστερά, μειώνοντας την ποσότητα ψεκασμού. Σε ορισμένες κατασκευές υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης και ε-

κτός των περιοχών ανώτατων στροφών και ρελαντί, μέσω ενός δευτερεύοντος ελατηρίου.

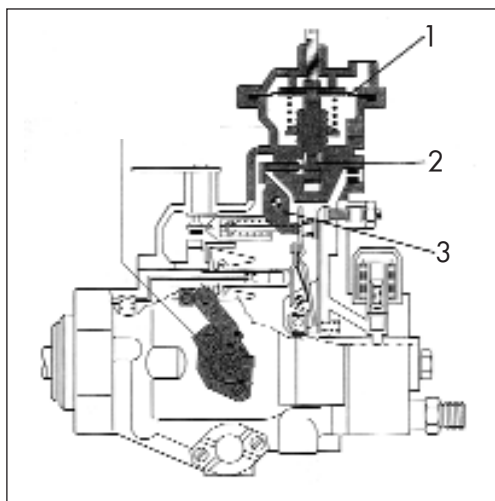
### Βοηθητικές διατάξεις:

- **Θετικός έλεγχος ροπής.**

Χρησιμοποιείται για να μειωθεί η ποσότητα ψεκασμού σε υψηλές στροφές.

- **Αρνητικός έλεγχος ροπής.**

Χρησιμοποιείται συνήθως σε κινητήρες με υπερπλήρωση (Turbo) για να βελτιωθεί η σύνθεση του μείγματος. Η ρύθμιση πραγματοποιείται με την μεμβράνη (1) η οποία μετακινείται από την πίεση που επικρατεί μετά την τουρμπίνα και μέσω της καμπύλης (2) επεμβαίνει στη μετακίνηση του μοχλού (3), ο οποίος με τη σειρά του μετακινεί το ρυθμιστικό δακτυλίδι και ρυθμίζει την ποσότητα του ψεκασμού.

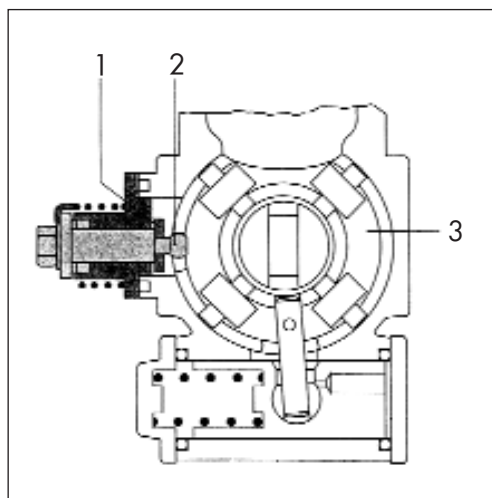


Εικ. 6.1.5 Εξάρτημα ελέγχου ροπής

- **Ψυχρή εκκίνηση.**

Με κρύο κινητήρα, η έναρξη του ψε-

κασμού πρέπει να γίνεται ενωρίτερα. Αυτό επιτυγχάνεται με το εξάρτημα (1) που λειτουργεί αυτόματα μέσω ενός αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού ή με απλή ντίζα που ενεργοποιείται από τον οδηγό. Η μετακίνηση του μοχλού (1) περιστρέφει το έκκεντρο (2) έτσι ώστε να περιστραφεί ο δακτύλιος (3) με τους τροχίσκους και να επιδράσει στην προπορεία. Με τη ρύθμιση αυτή βελτιώνεται η ομοιομορφία του μείγματος και ελαττώνεται ο χαρακτηριστικός θόρυβος του Diesel, που είναι ιδιαίτερα έντονος με κρύο κινητήρα.



Εικ. 6.1.6 Σύστημα ψυχρής εκκίνησης

- **Αύξηση των στροφών ρελαντί.**

Η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού επιδρά στη ρύθμιση των στροφών ρελαντί μέσω του σχετικού ρυθμιστικού στοιχείου, που αναλύθηκε στις προηγούμενες σελίδες.

- **Διακοπή λειτουργίας του κινητήρα.**

Με μηχανικό τρόπο (π.χ. ντίζα) ή μέσω μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβί-

δας, διακόπεται η δίοδος του πετρελαίου προς το χώρο υψηλής πίεσης οπότε η παροχή καυσίμου προς τους κυλίνδρους σταματά και ο κινητήρας σβήνει.

- **Αντιστάθμιση πίεσης πολλαπλής εισαγωγής.**

Είναι απαραίτητη σε κινητήρες τουρβο και ρυθμίζει την ποσότητα καυσίμου σε σχέση με την πίεση υπερπλήρωσης που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγής.

- **Αντιστάθμιση ατμοσφαιρικής πίεσης.**

Εφόσον δεν υπάρχει πρόβλεψη στην ίδια την ηλεκτρονική μονάδα ψεκασμού ή στον κεντρικό υπολογιστή του οχήματος ECU, τοποθετείται στην αντλία μία διάταξη παρόμοια με αυτή της αντιστάθμισης πίεσης πολλαπλής εισαγωγής της προηγούμενης παραγράφου, ώστε η κίνηση του οχήματος σε βουνά με μεγάλο υψόμετρο να μη δημιουργεί προβλήματα.

- **Αντιστάθμιση φορτίου κινητήρα.**

Χρησιμοποιείται από ορισμένους κατασκευαστές για να μετακινείται χρονικά η έναρξη του ψεκασμού, σε σχέση με το στιγμιαίο φορτίο του κινητήρα. Η ρύθμιση συντελείται παρόμοια με την υδραυλική διάταξη χρονισμού, που εξηγείται στις προηγούμενες σελίδες.

ριστροφική αντλία πετρελαίου,

- Διαγνωστικό μηχανήμα κατάλληλο για το παραπάνω όχημα,
- Επισκευαστικό βιβλίο,
- Μικρόμετρο.

## Μέτρα ασφαλείας και προστασία

1. Κατά τις εργασίες στον εργαστηριακό πάγκο δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας πέραν των ενδειγμένων για μαθητές σε εργαστηριακούς χώρους.
2. Η λειτουργία όμως του κινητήρα σε κλειστό εργαστηριακό χώρο απαιτεί την ύπαρξη και λειτουργία ενός συστήματος απαγωγής καυσαερίων.
3. Οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν ότι δεν επιτρέπεται να πλησιάζουν τα κινούμενα εξαρτήματα του κινητήρα, όσο αυτός λειτουργεί και ότι πρέπει να αποφεύγουν φαρδιά ρούχα που μπορεί να παρασυρθούν από περιστρεφόμενα εξαρτήματα.

## Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Περιστροφική αντλία μηχανικά ελεγχόμενη,
- Περιστροφική αντλία ηλεκτρικά ελεγχόμενη,
- Αυτοκίνητο με κινητήρα Diesel και πε-

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### Α. ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.

Οι περιστροφικές αντλίες επισκευάζονται μόνο σε εξειδικευμένα συνεργεία των κατασκευαστών τους. Αυτό επειδή η επανασυναρμολόγησή τους απαιτεί συγκεκριμένα ειδικά εργαλεία προκειμένου να τηρηθούν οι πολύ μικρές ανοχές και η ακριβής τοποθέτηση των διαφόρων εξαρτημάτων. Ο επισκευαστής πρέπει να περιορισθεί στην εξαγωγή της αντλίας και τη ρύθμιση συγκεκριμένων λειτουργιών.

Στο εργαστήριο, ορισμένες αντλίες πρέπει να αποσυναρμολογούνται και να επανασυναρμολογούνται προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές την κατασκευή και τη λειτουργία τους.

### Β. ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

#### Εξαγωγή της αντλίας.

Φέρνουμε τον 1ο κύλινδρο στο Άνω Νεκρό του Σημείο (ΑΝΣ). Σημειώνουμε τα σημεία χρονισμού, για να τα χρησιμοποιήσουμε κατά την επανατοποθέτηση και απομακρύνουμε την αντλία.

#### Επανατοποθέτηση της αντλίας

Εργαζόμαστε με την αντίθετη σειρά. Μετά την τοποθέτηση της αντλίας ελέγχουμε το χρονισμό της, δηλαδή ελέγχουμε την αρχή του ψεκασμού.

#### Ρύθμιση της αρχής του ψεκασμού.

Χρησιμοποιούμε μικρόμετρο. Φέρνουμε τον 1ο κύλινδρο στο ΑΝΣ, ώστε η εγκο-

πή στο βολάν να αντιστοιχεί στο σημάδι, που υπάρχει στην "χελώνα" του συμπλέκτη. Απομακρύνουμε την τάπα και βιδώνουμε το απαραίτητο ρακόρ και το μικρόμετρο. Γυρίζουμε τον κινητήρα αντίθετα από την κατεύθυνση περιστροφής του, έως ότου η βελόνα του μικρόμετρου ακινητοποιηθεί, πράγμα που σηματοδοτεί το ΚΝΣ (κάτω νεκρό σημείο) του εμβόλου υψηλής πίεσης. Ρυθμίζουμε το μικρόμετρο στο μηδέν. Περιστρέφουμε τον κινητήρα στην κατεύθυνση της περιστροφής του μέχρι το δεδομένο σημάδι του κατασκευαστή. Το μικρόμετρο πρέπει να δείχνει ακριβώς τα δεδομένα του κατασκευαστή (από το επισκευαστικό βιβλίο) σε χιλιοστά διαδρομής του εμβόλου. Εάν υπάρχει απόκλιση, χαλαρώνουμε τις βίδες στήριξης και περιστρέφουμε ανάλογα την αντλία.

#### Ρελαντί και μέγιστες στροφές κινητήρα.

Με τη βοήθεια ενός στροφόμετρου και με ζεστό κινητήρα αποσυνδέουμε τη ψυχή εκκίνηση. Ρυθμίζουμε το ρελαντί με τη βίδα 3 (Εικ.6.1.4). Αντίστοιχα ρυθμίζονται οι ανώτερες στροφές, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### Β. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- Αποσυναρμολόγηση επί του πάγκου της περιστροφικής αντλίας από τους μαθητές
- Εντοπισμός των διαφόρων εξαρτημάτων που αναφέρονται στις τεχνικές πληροφορίες.
- Εξαγωγή των διαφόρων συστημάτων

και αναφορά στις εξειδικευμένες λειτουργίες τους. Π.χ.

*Τον κινητήριο άξονα (ΚΑ).*

*Την περρωτή αντλία τροφοδοσίας (ΠΑ).*

*Το παλινδρομικό σύστημα περιστροφής για την κίνηση του εμβόλου (δίσκος με κάμες) (ΔΚ).*

*Το έμβολο υψηλής πίεσης (ΕΥ).*

*Το σύστημα μοχλών που ρυθμίζει την ποσότητα του καυσίμου (ΣΜ).*

*Το φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών (ΦΣ).*

*Τον υδραυλικό ρυθμιστή της αρχικής έγχυσης (χρονισμός) (ΥΑ) (Εικ.6.1.2).*

- Η ίδια διαδικασία να ακολουθηθεί και για την ηλεκτρικά ελεγχόμενη περιστροφική αντλία.
- Επανασυναρμολόγηση των δύο αντλιών από τους μαθητές.

## Γ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- Με το αυτοκίνητο σε λειτουργία οι μαθητές διενεργούν τους προβλεπόμενους από το επισκευαστικό βιβλίο ελέγχους με το διαγνωστικό μηχανήμα.
- Με το αυτοκίνητο σε λειτουργία οι μαθητές δοκιμάζουν τις ρυθμίσεις που προβλέπονται, όπως του ρελαντί, της προπορείας κλπ.
- Προκαλούνται τεχνητές βλάβες με αποσύνδεση καλωδίων από τους διάφορους αισθητήρες, που περιγράφονται στο Επισκευαστικό Βιβλίο, και διαπιστώνεται ο εντοπισμός τους από το διαγνωστικό μηχανήμα.

## Δ. ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΗΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΑΣ

Η επίσκεψη ενός εξειδικευμένου εργαστηρίου της αντίστοιχης Αντιπροσωπείας που αναλαμβάνει τις επισκευές των αντλιών της παρούσας άσκησης θεωρείται απαραίτητη, επειδή οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να γνωρίσουν τα ειδικά μηχανήματα που απαιτούν οι ρυθμίσεις και να παρακολουθήσουν μία ρύθμιση.

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Περιγράψτε το μηχανήμα ρύθμισης αντλιών που γνωρίσατε στο εργαστήριο που επισκεφθήκατε.



## ΑΣΚΗΣΗ 6.2

### Σύστημα αντλίας - μπεκ

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας της αντλίας - μπεκ.
- Να εντοπίζουν στο σχέδιο τα διάφορα εξαρτήματά και να εξηγούν τη λειτουργία τους.
- Να περιγράφουν τους απαραίτητους ελέγχους που πρέπει να γίνονται πριν, κατά και μετά τη λειτουργία της μηχανής, το σκοπό και τον τρόπο που γίνονται καθώς και τα σχετικά μέσα.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους και τα μέσα των κάθε είδους ρυθμίσεων που είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία της μηχανής και του συστήματος.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν το σκοπό, τον τρόπο και τα μέσα της συντήρησης που απαιτούνται για τη μηχανή ή το σύστημα καθώς και την περιοδικότητά της ώστε να εξασφαλίζεται η καλή, ασφαλής και αποδοτική λειτουργία και η ικανοποιητική διάρκεια ζωής τους.
- Να αντιλαμβάνονται πλήρως τις οδηγίες των σχετικών τεχνικών εγχειριδίων.
- Να αναφέρονται στις βλάβες των μηχανών και των βοηθητικών συστημάτων, αξιολογώντας τα σχετικά συμπτώματα και αποτελέσματα ελέγχων και μετρήσεων.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

##### Σύστημα αντλίας - μπεκ.

Στο σύστημα αυτό, τα ειδικής κατασκευής μπεκ περιλαμβάνουν το έμβολο υψηλής πίεσης και την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.

Το έμβολο υψηλής πίεσης ενεργοποιείται από ένα φαρδύ (λόγω των μεγάλων δυνάμεων που επενεργούν σε αυτό) έκκεντρο. (Εικ. 6.2.1).

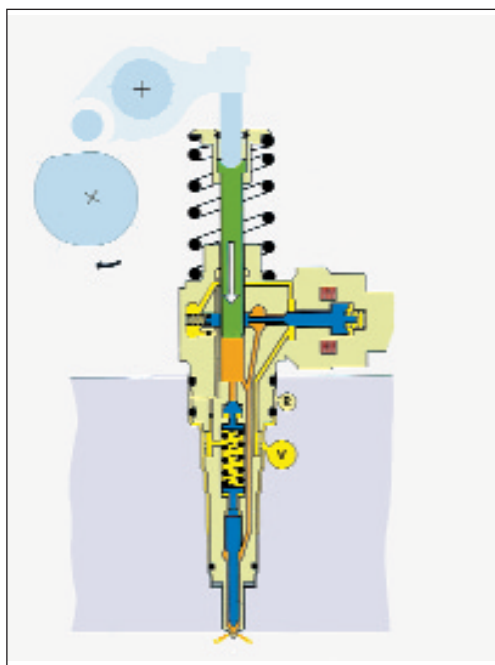
##### Λειτουργία.

Μία αντλία χαμηλής πίεσης στέλνει το καύσιμο στα μπεκ (ΑΜ) και συγκεκριμέ-

να στο χώρο υψηλής πίεσης (ΧΥ) ο οποίος είναι προσβάσιμος, όσο η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (ΗΒ) είναι ανοικτή. Μόλις κλείσει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, το κατερχόμενο έκκεντρο (ΕΚ) πιέζει το έμβολο (ΕΥ), οπότε αναπτύσσονται οι απαιτούμενες υψηλές πιέσεις που ανοίγουν τη βελόνα του μπεκ ώστε να πραγματοποιηθεί ο ψεκασμός.

Η αρχή και η διάρκεια του ψεκασμού δεν εξαρτάται από την κίνηση του έκκεντρου αλλά από τη λειτουργία της ηλε-



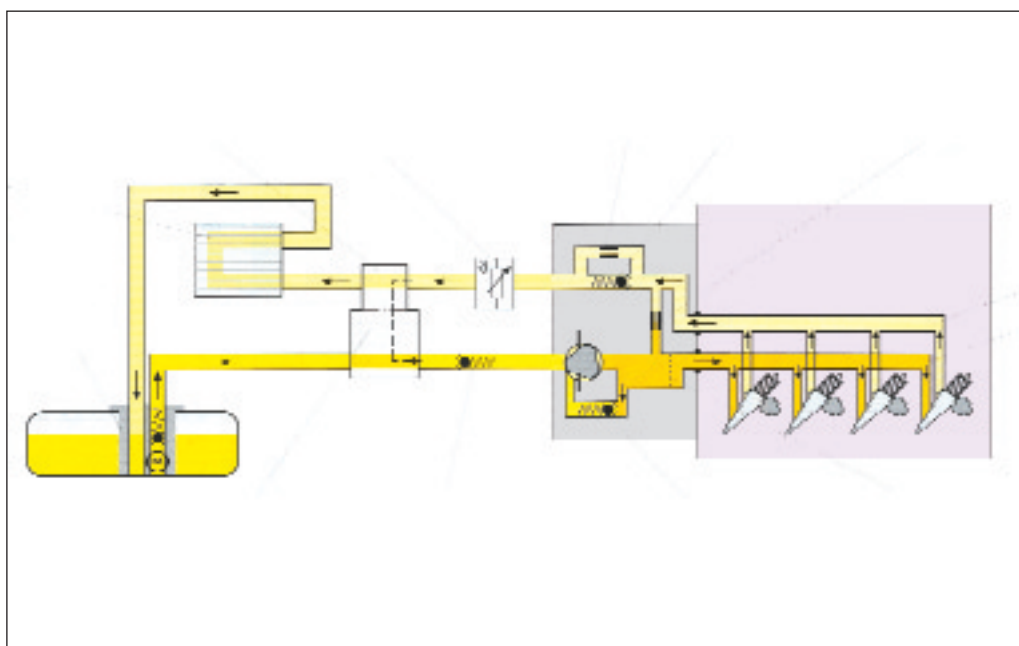


Εικ. 6.2.1 Ψεκασμός με αντλία - μπεκ

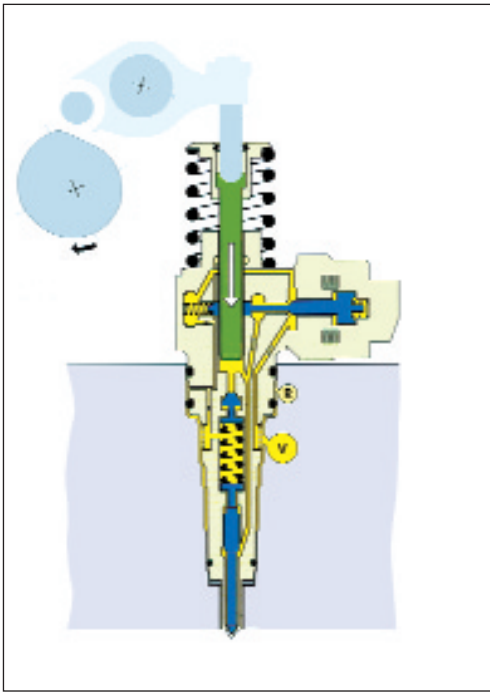
κτρομαγνητικής βαλβίδας. (Εικ. 6.2.2) Όταν δε χρειάζεται ψεκασμός ενώ ο κινητήρας λειτουργεί, π.χ. λειτουργία επιβράδυνσης με τον κινητήρα (λειτουργία cut off), η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παραμένει ανοικτή και ο ψεκασμός δε μπορεί να πραγματοποιηθεί. (Εικ. 6.2.3). Το ίδιο συμβαίνει και όταν πρέπει να σταματήσει η λειτουργία του κινητήρα (σβήσιμο μηχανής).

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αντλίες-μπεκ για αποσυαρμολόγηση επί του πάγκου,
- Αυτοκίνητο με κινητήρα Diesel και εξοπλισμό με σύστημα αντλίας-μπεκ,
- Διαγνωστικό μηχανήμα κατάλληλο για το παραπάνω όχημα,
- Φίλλερ,
- Πιεσόμετρο,
- Πιστόλι θερμού αέρα,
- Επισκευαστικό βιβλίο.



Εικ. 6.2.2 Λειτουργικό διάγραμμα αντλίας - μπεκ



Εικ. 6.2.3 Τέλος ψεκασμού

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

1. Κατά τις εργασίες στον εργαστηριακό πάγκο δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας πέραν των ενδειγμένων για μαθητές σε εργαστηριακούς χώρους.
2. Η λειτουργία όμως του κινητήρα σε κλειστό εργαστηριακό χώρο απαιτεί την ύπαρξη και λειτουργία ενός συστήματος απαγωγής καυσαερίων.
3. Οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν ότι δεν επιτρέπεται να πλησιάζουν τα κινούμενα εξαρτήματα του κινητήρα, όσο αυτός λειτουργεί, και ότι πρέπει να αποφεύγουν φαρδιά ρούχα που μπορεί να παρασυρθούν από περιστρεφόμενα εξαρτήματα.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### Α. ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Οι αντλίες-μπεκ δεν επισκευάζονται. Αυτό συμβαίνει επειδή η συναρμολόγησή τους απαιτεί συγκεκριμένα ειδικά εργαλεία προκειμένου να τηρηθούν οι πολύ μικρές ανοχές και η ακριβής τοποθέτηση των διαφόρων εξαρτημάτων. Ο επισκευαστής πρέπει να περιορισθεί στην εξαγωγή της αντλίας και τη μέτρηση και ρύθμιση συγκεκριμένων λειτουργιών.

Στο εργαστήριο, διάφορες αντλίες πρέπει να αποσυναρμολογούνται και να επανασυναρμολογούνται προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές την κατασκευή και τη λειτουργία τους.

### Β. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- Αποσυναρμολόγηση επί του πάγκου μιας αντλίας-μπεκ από τους μαθητές
- Εντοπισμός των διαφόρων εξαρτημάτων που αναφέρονται στις τεχνικές πληροφορίες.
- Εξαγωγή των διαφόρων συστημάτων και αναφορά στις εξειδικευμένες λειτουργίες τους.
- Επανασυναρμολόγηση των αντλιών από τους μαθητές.

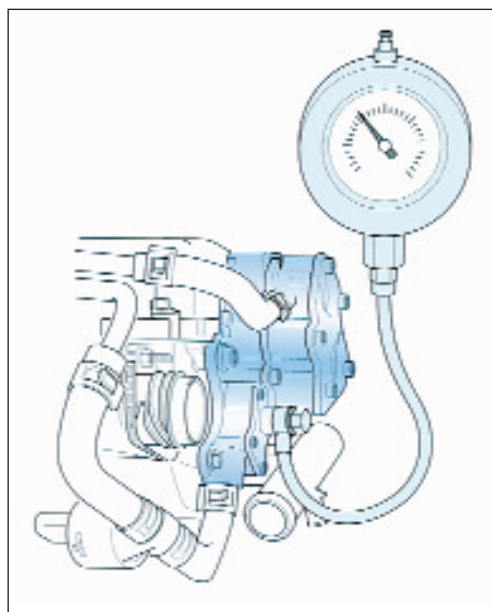
### Γ. ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- Εξαγωγή του καπακιού βαλβίδων.
- Ρύθμιση των βαλβίδων με φίλλερ

- Παρατήρηση των χαρακτηριστικών μεγάλων εκκέντρων που κινούν τις αντλίες - μπεκ
- Περιστροφή του κινητήρα και παρατήρηση της κίνησης των αντλιών-μπεκ.

#### Δ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

- Με το αυτοκίνητο σε λειτουργία οι μαθητές διενεργούν τους προβλεπόμενους από το επισκευαστικό βιβλίο ελέγχους με το διαγνωστικό μηχάνημα.
- Με το αυτοκίνητο σε λειτουργία οι μαθητές δοκιμάζουν τις ρυθμίσεις που προβλέπονται, όπως του ρελαντί, της προπορείας κλπ.
- Προκαλούνται τεχνητές βλάβες με αποσύνδεση καλωδίων από τα διάφορα εξαρτήματα, που περιγράφονται στις Τεχνικές Πληροφορίες και διαπιστώνεται ο εντοπισμός τους από το διαγνωστικό μηχάνημα.
- Μέτρηση της πίεσης καυσίμου. Για το σκοπό αυτόν συνδέεται το πιεσόμετρο στην ειδική τάπα που υπάρχει στη δίδυμη αντλία (Εικ. 6.2.4). Σε θερμοκρασία ψυκτικού υγρού 85 °C και με 1500 στροφές ανά λεπτό του κινητήρα, η πίεση πρέπει να ανέρχεται στα 0,35 Μpa (3,5 Bar).
- Με ένα Ωμόμετρο διαπιστώνουμε τη λειτουργικότητα του αισθητήρα θερμοκρασίας καυσίμου. Θερμαίνουμε τον αισθητήρα με μία εξωτερική πηγή θερμότητας (πχ. με το πιστόλι θερμού αέρα) και παρατηρούμε τη μείωση της



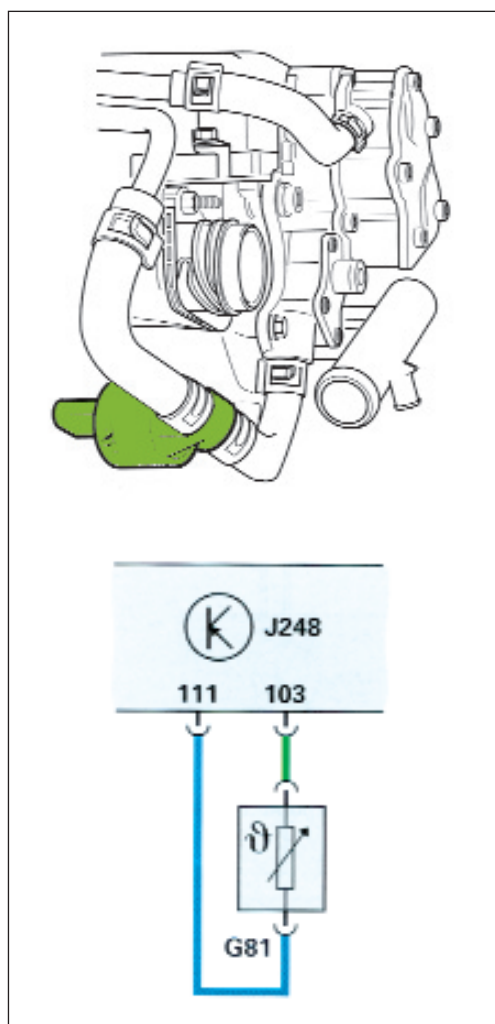
Εικ. 6.2.4 Έλεγχος πίεσης καυσίμου

αντίστασης σε αναλογία με την αύξηση της θερμοκρασίας του αισθητήρα (Εικ. 6.2.5).

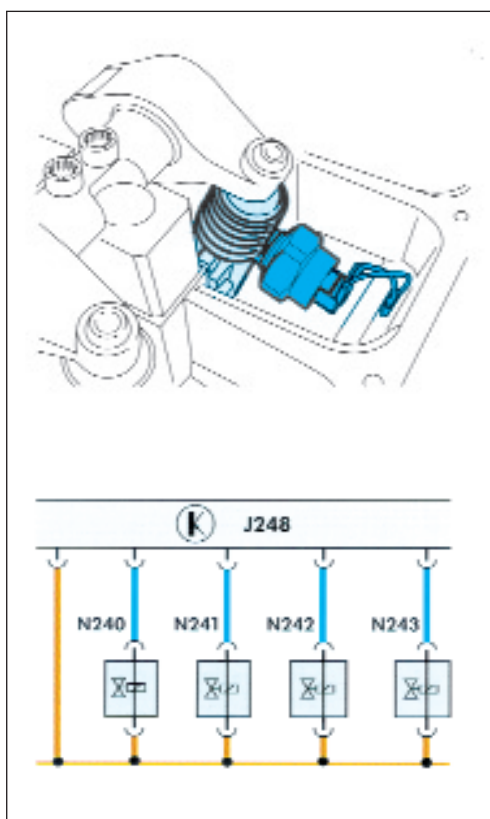
- Με τον παλμογράφο καταγράφουμε την καμπύλη λειτουργίας της ηλεκτρονικής βαλβίδας που βρίσκεται στην κάθεμία από τις αντλίες μπεκ. (Εικ. 6.2.6 και 6.2.7).

#### ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

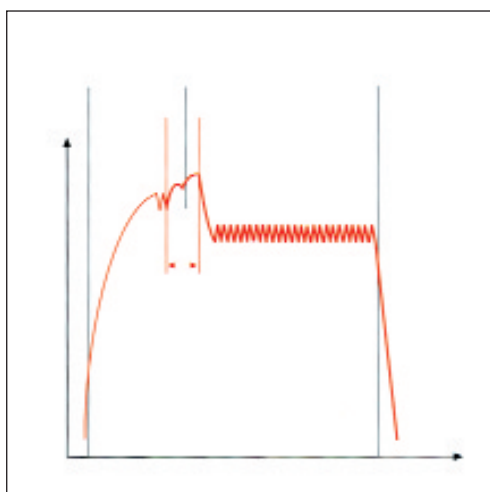
Περιγράψτε τα πλεονεκτήματα των συστημάτων αντλίας - μπεκ σε σύγκριση με μία περιστροφική αντλία πετρελαίου.



Εικ. 6.2.5 Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου



Εικ. 6.2.6 Βαλβίδα αντλίας - μπεκ



Εικ. 6.2.7 Κυματομορφή παλμογράφου



## ΑΣΚΗΣΗ 6.3

### Αναγνώριση, ταξινόμηση και ομαδοποίηση εξαρτημάτων του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI)

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού.
- Να ταξινομούν τα διάφορα εξαρτήματα του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου σε αισθητήρες, ενεργοποιητές, μονάδες επικοινωνίας και μονάδες επεξεργασίας, καθώς και να τα ομαδοποιούν με βάση τα διάφορα υποσυστήματα.
- Να συλλέγουν πληροφορίες για το σύστημα αυτό και να τις αξιοποιούν στις εργασίες τους.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ο πετρελαιοκινητήρας άμεσου ψεκασμού (TDI) είναι εφοδιασμένος με μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Όλα τα επιμέρους συστήματα ελέγχου του κινητήρα είναι συνδεδεμένα με αυτήν τη μονάδα ελέγχου. Αποτέλεσμα του ηλεκτρονικού ελέγχου του κινητήρα και ειδικά της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου είναι η δυνατότητα διόρθωσης της ποσότητας του καυσίμου, που ψεκάζεται στους θαλάμους καύσης ανάλογα με:

- Την πίεση του αέρα.
- Την θερμοκρασία του αέρα.
- Την θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα.
- Την θερμοκρασία του καυσίμου.

Στους συμβατικούς πετρελαιοκινητήρες, όπου γίνεται χρήση μηχανικών συστημάτων ελέγχου, δεν είναι δυνατή η ρύθμιση της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου με τις παραπάνω παραμέτρους.

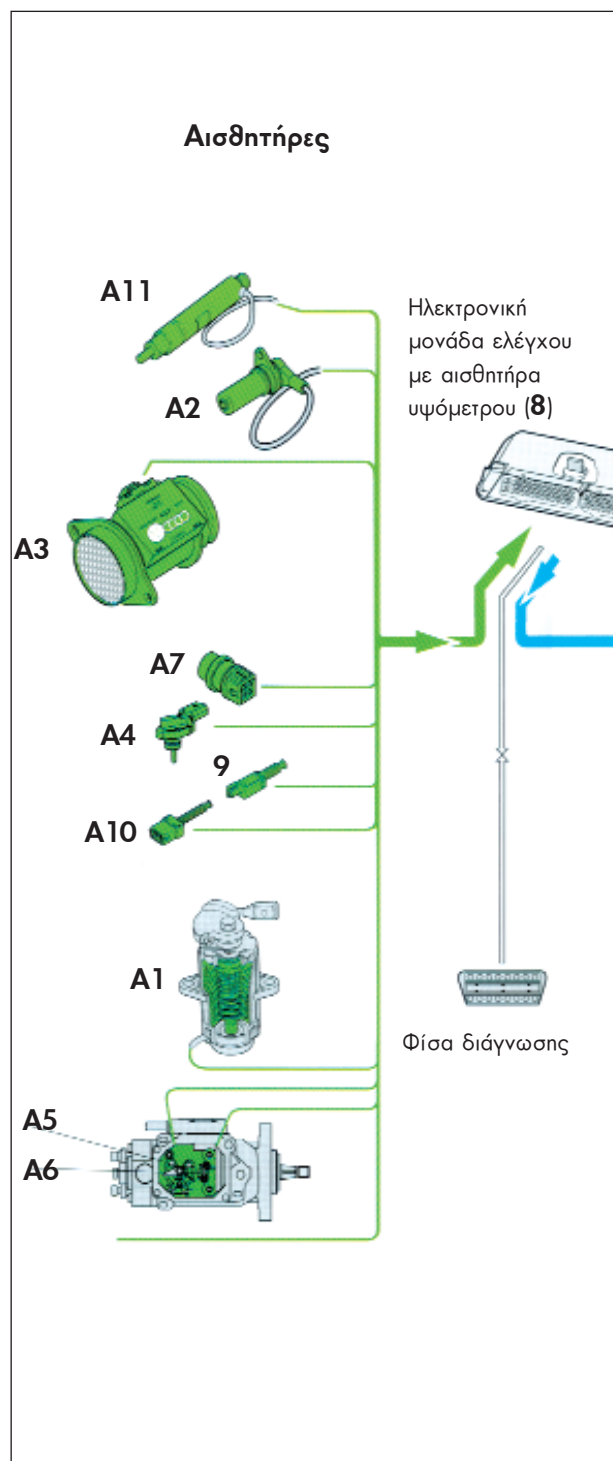
Αυτή η δυνατότητα διόρθωσης με βάση τις παραπάνω παραμέτρους της ρύθμισης έχει ως αποτελέσματα:

- Τη μειωμένη κατανάλωση καυσίμου.
- Τις μειωμένες εκπομπές καυσαερίων.
- Τη γρηγορότερη απόκριση του κινητήρα σε συνθήκες αλλαγής στροφών και φορτίου, σε σχέση με ένα συμβατικό υπερτροφοδοτούμενο κινητήρα.

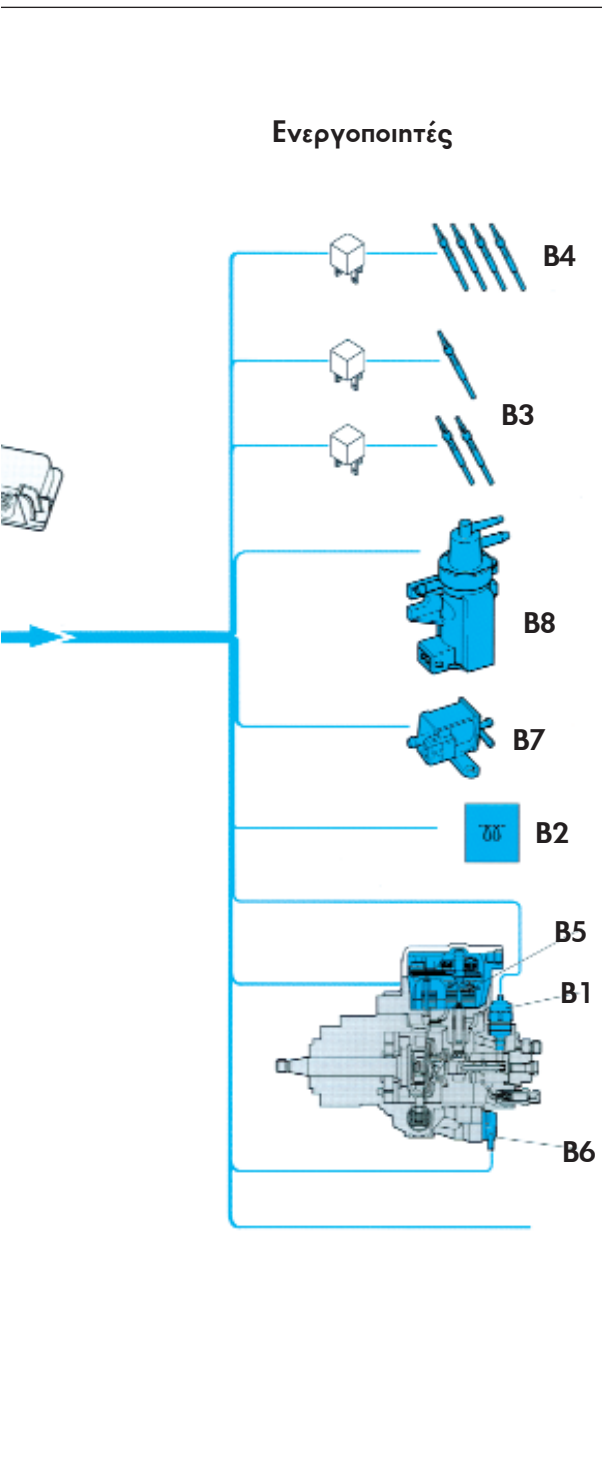
**Τα επιμέρους συστήματα ελέγχου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού είναι:**

- Το σύστημα ελέγχου της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου.
- Το σύστημα ελέγχου προπορείας του ψεκασμού.
- Το σύστημα ελέγχου ανακυκλοφορίας καυσαερίων.
- Το σύστημα ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή.
- Το σύστημα ελέγχου πρόσθετης λειτουργίας των προθερμαντήρων ψυκτικού.
- Το σύστημα ελέγχου προθερμαντήρων θαλάμων καύσης.
- Το σύστημα αυτοδιάγνωσης.

Για την εκτέλεση όλων των παραπάνω ελέγχων χρησιμοποιούνται ενεργοποιητές και αισθητήρες. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου συλλέγει τις πληροφορίες από τους αισθητήρες και, με βάση τις πληροφορίες που έχει αποθηκευμένες στη μνήμη του σε διάφορους χάρτες, δίδει τις ανάλογες εντολές στους ενεργοποιητές.



Εικ. 6.3.1 Αισθητήρες και ενεργοποιητές συστήματος ψεκασμού καυσίμου κινητήρα TDI



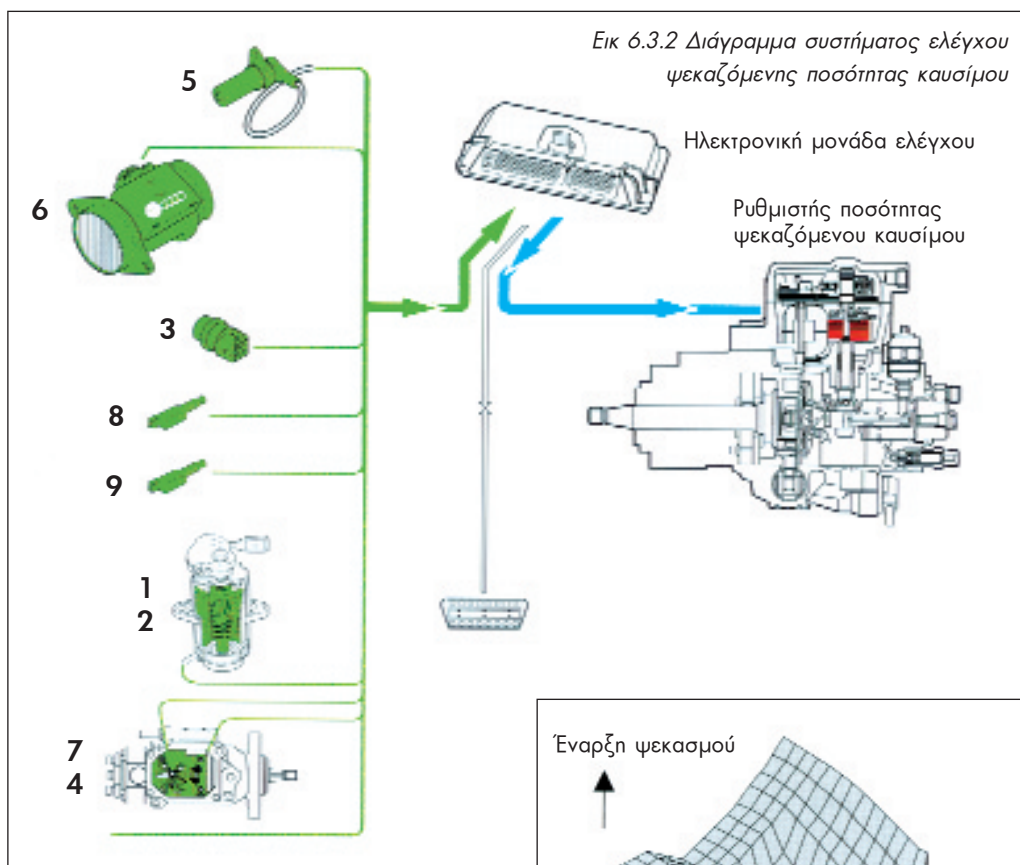
**Οι αισθητήρες του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού είναι:**

- A1** Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού.
- A2** Αισθητήρας στροφών κινητήρα.
- A3** Μετρητής μάζας αέρα.
- A4** Συγκρότημα αισθητήρα πίεσης πολλαπλής εισαγωγής και αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα πολλαπλής εισαγωγής.
- A5** Αισθητήρας μετακίνησης εμβόλου διαμόρφωσης (στην αντλία ψεκασμού).
- A6** Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου (στην αντλία ψεκασμού).
- A7** Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού.
- A8** Αισθητήρας υψόμετρου (μέσα στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου).
- A9** Διακόπτης πεντάλ φρένων.
- A10** Διακόπτης πεντάλ συμπλέκτη.
- A11** Αισθητήρας αύξησης βελόνας (π.χ. ταχύτητας αυτοκινήτου, καλωδίωση W για το immobilizer).

**Οι ενεργοποιητές είναι:**

- B1** Βαλβίδα διακοπής τροφοδοσίας καυσίμου (στην αντλία καυσίμου).
- B2** Ενδεικτική λυχνία λειτουργίας προθέρμανσης - προειδοποιητική λυχνία.
- B3** Προθερμαντήρες ψυκτικού κινητήρα.
- B4** Προθερμαντήρες χώρων καύσης.
- B5** Ρυθμιστής ποσότητας (στην αντλία ψεκασμού).
- B6** Βαλβίδα έναρξης ψεκασμού (στην αντλία ψεκασμού).
- B7** Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου πίεσης υπερσυμπίεστή.
- B8** Βαλβίδα ελέγχου EGR.
- B9** Πρόσθετοι έξοδοι (σήμα κατανάλωσης καυσίμου, σήμα στροφών κινητήρα).

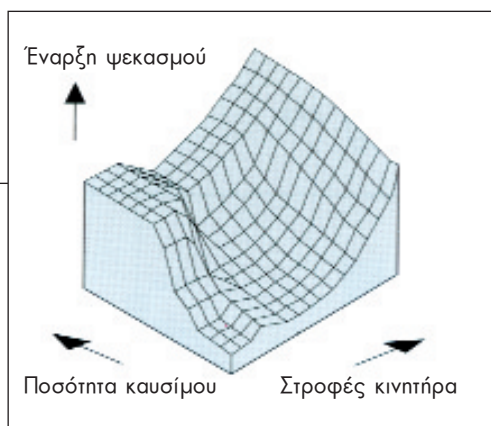




### Σύστημα ελέγχου της ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου (Εικ. 6.3.2)

Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του κινητήρα ελέγχει το ρυθμιστή ποσότητας ψεκαζόμενου καυσίμου με βάση τις παρακάτω παραμέτρους:

- 1 Τη θέση πεντάλ γκαζιού (Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού).
- 2 Τη θέση του διακόπτη θέσης ρελαντί (Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού).
- 3 Τη θερμοκρασία του ψυκτικού κινητήρα.
- 4 Τη θερμοκρασία του καυσίμου.
- 5 Τις στροφές του κινητήρα.
- 6 Τη μάζα του εισερχόμενου αέρα (Μετρητής μάζας αέρα).
- 7 Τη θέση του εμβόλου διαμόρφωσης (Αντλία ψεκασμού καυσίμου).
- 8 Τη θέση του πεντάλ φρένων.
- 9 Τη θέση του πεντάλ συμπλέκτη.
- 10 Το σήμα της ταχύτητας (πρόσθετο σήμα).

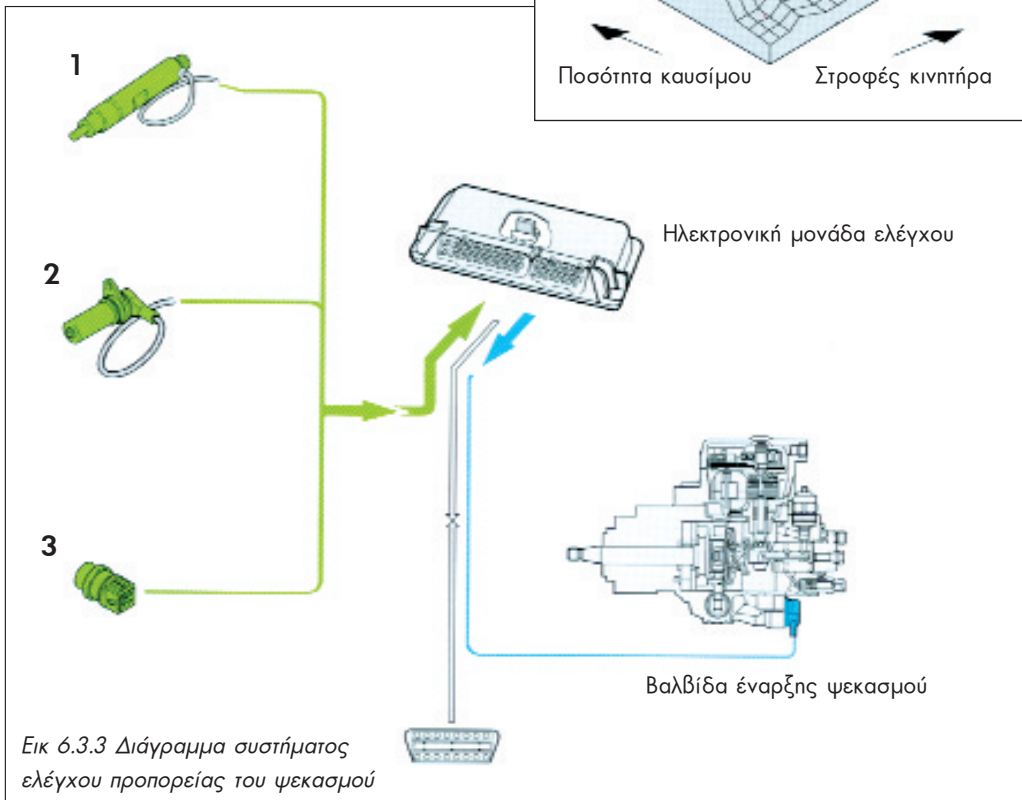
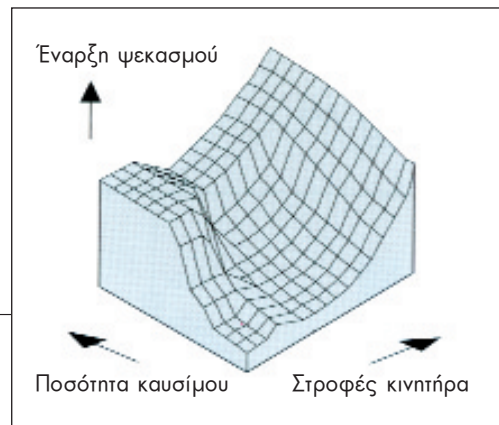


**Οι επιμέρους λειτουργίες που εκτελούνται με βάση αυτό το σύστημα είναι:**

- Ο υπολογισμός της βασικής ποσότητας ψεκασμού με βάση τις τιμές που είναι αποθηκευμένες στη μνήμη και διόρθωση με βάση τις παραμέτρους.
- Ο έλεγχος των στροφών ρελαντί και μέγιστων στροφών λειτουργίας του κινητήρα.
- Η διακοπή της τροφοδοσίας καυσίμου λόγω υπερβολικών στροφών λειτουργίας.
- Ο έλεγχος της ποσότητας ψεκαζόμενου καυσίμου κατά την εκκίνηση.
- Ο περιορισμός της εκπομπής αιθάλης
- Ο έλεγχος της ομαλής λειτουργίας κινητήρα (αποτροπής κραδασμών).

### Σύστημα ελέγχου προπορείας του ψεκασμού (Εικ. 6.3.3)

Η προπορεία του ψεκασμού επηρεάζει πολλές χαρακτηριστικές ιδιότητες λειτουργίας ενός πετρελαιοκινητήρα. Μεταξύ αυτών είναι η κατανάλωση καυσίμου και η εκπομπή υπερβολικής αιθάλης (καυσαερίων).



Στόχος του συστήματος ελέγχου προπορείας του ψεκασμού είναι ο προσδιορισμός της πλέον κατάλληλης στιγμής για την παροχή του καυσίμου στους εγχυτήρες.

Ο υπολογισμός της κατάλληλης προπορείας ψεκασμού γίνεται με βάση τα σήματα από:

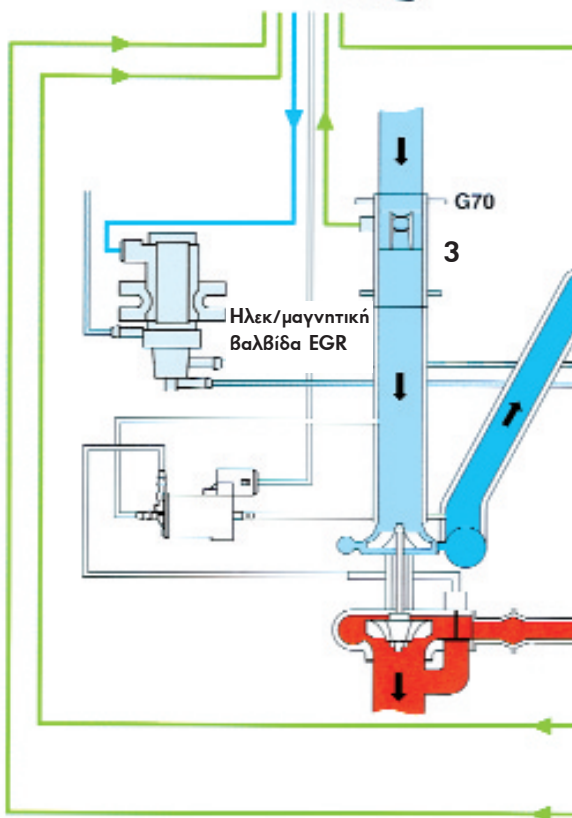
- 1 Τον αισθητήρα ανύψωσης βελόνης του 1ου μπεκ.
- 2 Τις στροφές του κινητήρα.
- 3 Τη θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα.

**Οι επιμέρους λειτουργίες που εκτελούνται με βάση αυτό το σύστημα είναι:**

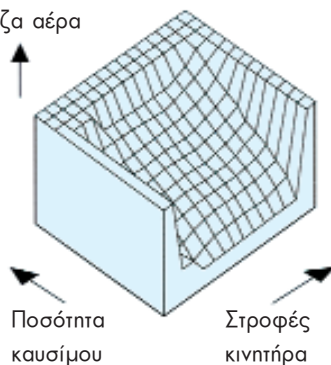
- Ο υπολογισμός της βασικής τιμής για την έναρξη του ψεκασμού σύμφωνα με τις τιμές που είναι αποθηκευμένες στη μνήμη, η σύγκριση με την πραγματική τιμή έναρξης που λαμβάνεται από τον αισθητήρα ανύψωσης βελόνης του 1ου μπεκ και ο μηδενισμός της διαφοράς μεταξύ βασικής και πραγματικής τιμής.
- Η διόρθωση της προπορείας του ψεκασμού στη φάση της προθέρμανσης σύμφωνα με τη θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα, ώστε να βελτιωθούν οι ιδιότητες ανάφλεξης του καυσίμου σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Ο έλεγχος της προπορείας του ψεκασμού κατά την εκκίνηση του κινητήρα με βάση τη θερμοκρασία του ψυκτικού

Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου

J248

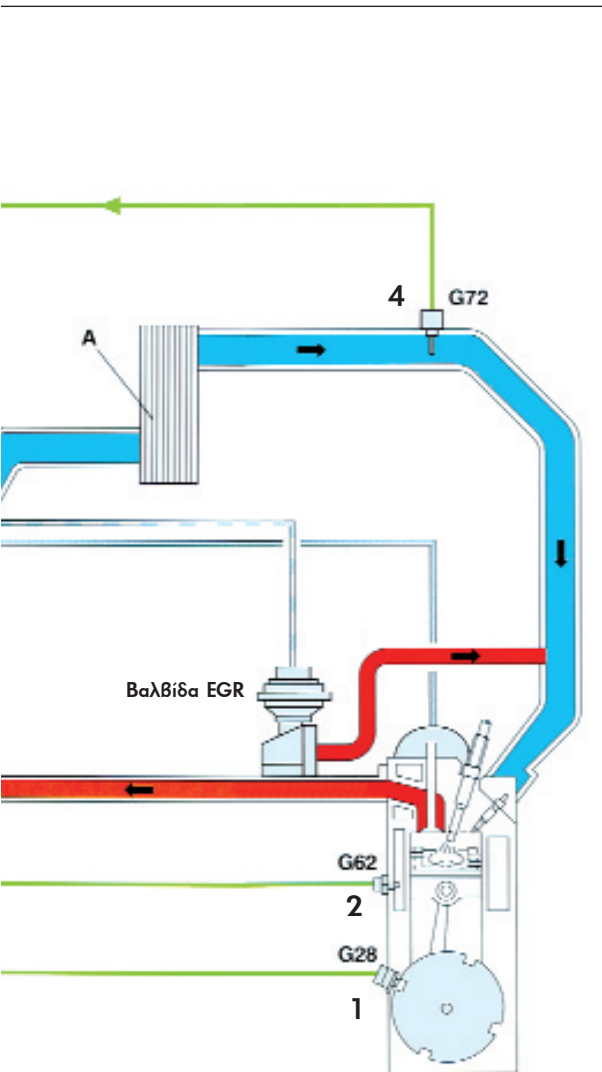


Μάζα αέρα



Ποσότητα καυσίμου

Στροφές κινητήρα



- G28** Αισθητήρας στροφών κινητήρα  
**G62** Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού  
**G70** Μετρητής μάζας αέρα  
**G72** Αισθητήρας θερμοκρασίας της πολλαπλής εισαγωγής

### Σύστημα ελέγχου επανακυκλοφορίας καυσαερίων (Εικ. 6.3.4)

Ο πετρελαιοκινητήρας άμεσου ψεκασμού παρουσιάζει υψηλότερες θερμοκρασίες καύσης από ό,τι ένας πετρελαιοκινητήρας με προθάλαμο καύσης. Οι υψηλές θερμοκρασίες καύσης και η περίσσεια του αέρα ευνοούν τη δημιουργία υψηλότερων συγκεντρώσεων οξειδίων του αζώτου (NOx) στα καυσαέρια. Φαινόμενο που είναι ιδιαίτερα έντονο στις χαμηλές στροφές λειτουργίας του πετρελαιοκινητήρα. Για να μειωθεί η περίσσεια του αέρα στις χαμηλές στροφές, το σύστημα ανακυκλοφορίας των καυσαερίων (EGR) επιτρέπει την εισαγωγή καυσαερίων στην πολλαπλή εισαγωγής. Κατά συνέπεια, μειώνεται η παραγωγή των οξειδίων του αζώτου αλλά και η ισχύς του κινητήρα.

Για την εκτέλεση αυτής της λειτουργίας, το σύστημα χρησιμοποιεί σήματα από:

- 1 Τις στροφές του κινητήρα.
- 2 Τη θερμοκρασία του ψυκτικού.
- 3 Το μετρητή μάζας αέρα.
- 4 Τον αισθητήρα θερμοκρασίας της πολλαπλής εισαγωγής.

Στη συνέχεια, υπολογίζει την ποσότητα των καυσαερίων που πρέπει να εισαχθούν στην πολλαπλή εισαγωγής, στέλνει το ανάλογο σήμα στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου EGR, η οποία στη συνέχεια ανοίγει ανάλογα τη βαλβίδα ανακυκλοφορίας EGR.

Εικ. 6.3.4 Σύστημα ελέγχου ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR)

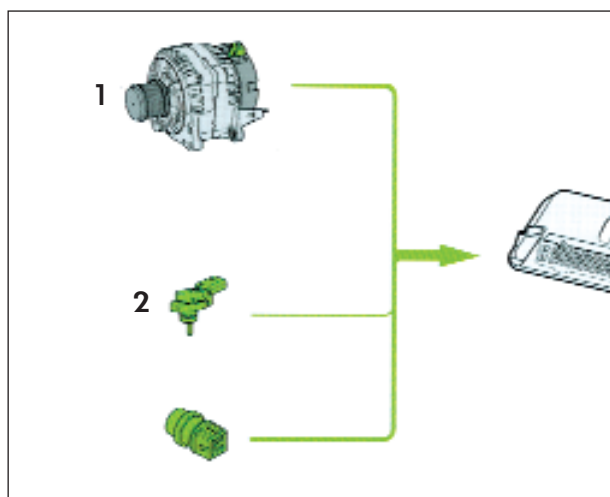
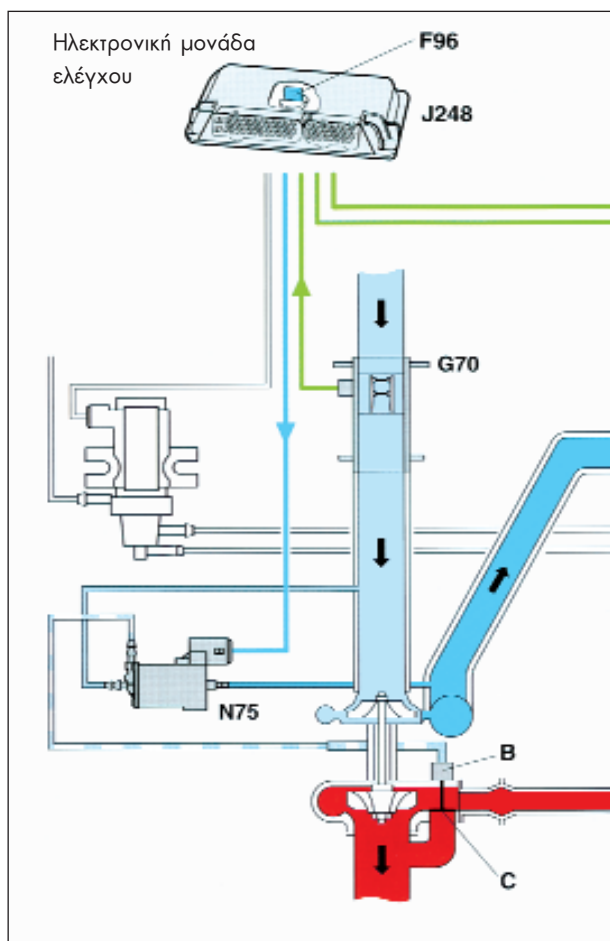
### Σύστημα ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή (Εικ. 6.3.5)

Για να γίνεται η εισαγωγή της βέλτιστης ποσότητας αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής αλλά και για να μην παρατηρείται το φαινόμενο της καθυστέρησης αλλαγής στροφών του υπερσυμπιεστή (turbo lag), η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος λαμβάνει σήματα από:

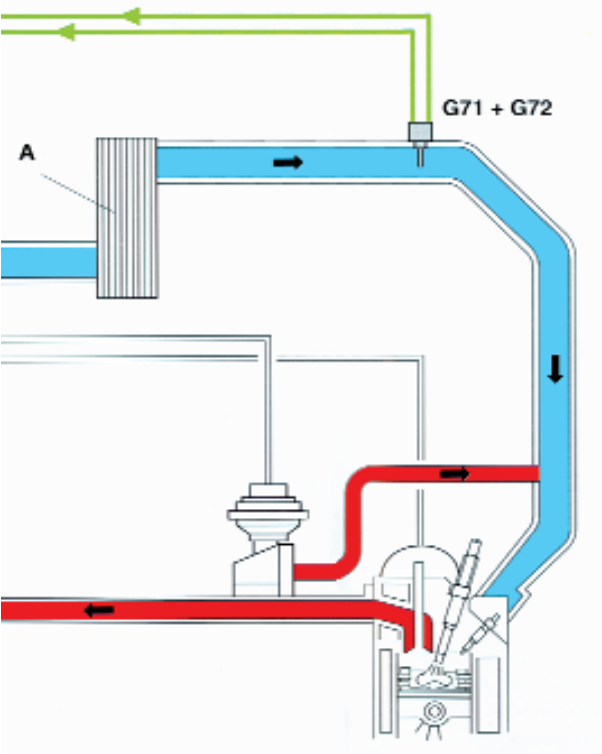
- 1 Τον αισθητήρα υψομέτρου **F96**
- 2 Το μετρητή μάζας αέρα **G70**
- 3 Τον αισθητήρα πίεσης της πολλαπλής εισαγωγής **G71**
- 4 Τον αισθητήρα θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα **G72**

Στη συνέχεια, κάνοντας τους υπολογισμούς για την αναγκαία ποσότητα αέρα τροφοδοτεί με σήμα την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου της πίεσης του υπερσυμπιεστή. Η βαλβίδα αυτή μεταβάλλει τη θέση του μηχανισμού ελέγχου της πίεσης (μονάδα με διάφραγμα) η οποία μεταβάλλει τη θέση του πτερυγίου. Ανάλογα με τη θέση του πτερυγίου, μία ποσότητα καυσαερίων περνά προς την πολλαπλή εξαγωγής των καυσαερίων χωρίς η ενέργειά τους να προκαλεί την περιστροφή του συμπιεστή.

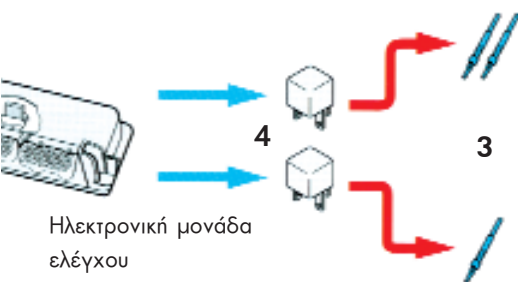
Το αποτέλεσμα είναι μία συνεχής μεταβολή των στροφών του υπερσυμπιεστή, άρα και της ποσότητας του εισερχόμενου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες πίεσης, θερμοκρασίας και του υψομέτρου.



Εικ 6.3.5 Σύστημα ελέγχου πίεσης  
του υπερσυμπιεστή



Εικ 6.3.6 Σύστημα ελέγχου πρόσθετης  
λειτουργίας των προθερμαντήρων ψυκτικού



### Σύστημα ελέγχου πρόσθετης λειτουργίας των προθερμαντήρων ψυκτικού (Εικ. 3.6.6)

Οι πετρελαιοκινητήρες άμεσου ψεκασμού παρουσιάζουν υψηλό βαθμό απόδοσης. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι η διάχυση θερμότητας προς το ψυκτικό υγρό να είναι μειωμένη, και ειδικά, όταν ο καιρός είναι πολύ κρύος το αποτέλεσμα είναι να παρατηρείται μεγάλη χρονική περίοδος προθέρμανσης, δηλαδή, μια μεγάλη περίοδος έως ότου ο κινητήρας αποκτήσει τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας.

Για να μειωθεί αυτός ο χρόνος λειτουργίας σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας, προθερμαντήρες ψυκτικού υγρού θερμαίνουν το ψυκτικό.

Οι προθερμαντήρες αυτοί ενεργοποιούνται όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι χαμηλότερη των 5°C και εφόσον ο εναλλάκτης παράγει ρεύμα ικανό να τροφοδοτήσει τη λειτουργία τους. Αυτό γίνεται για να αποτραπεί η εκφόρτιση της μπαταρίας. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου για τη λειτουργία του συστήματος αυτού λαμβάνει σήματα από τον ακροδέκτη DF του εναλλάκτη (1) και τον αισθητήρα θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής (2) (για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος).

Ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του ψυκτικού υγρού αλλά και με το ρεύμα που παράγει ο εναλλάκτης ενεργοποιούνται ένας, δύο ή και οι τρεις προθερμαντήρες (3) του ψυκτικού υγρού του κινητήρα μέσα από τα ανάλογα ρελέ (4).



### Σύστημα ελέγχου προθερμαντήρων θαλάμων καύσης (Εικ. 3.6.7)

Στους πετρελαιοκινητήρες άμεσου ψεκασμού, η διάχυση θερμότητας από τους θαλάμους καύσης προς το ψυκτικό υγρό του κινητήρα είναι μικρότερη από αυτήν των συμβατικών προθερμαντήρων, εξαιτίας του υψηλότερου βαθμού απόδοσης του κινητήρα.

Το γεγονός αυτό επιδρά αρνητικά στην εξέλιξη της καύσης με αποτέλεσμα την αυξημένη εκπομπή ρύπων και τη μειωμένη απόδοση του κινητήρα.

Στους πετρελαιοκινητήρες άμεσου ψεκασμού, η χρονική περίοδος λειτουργίας των προθερμαντήρων των θαλάμων καύσης διαιρείται σε τρεις φάσεις.

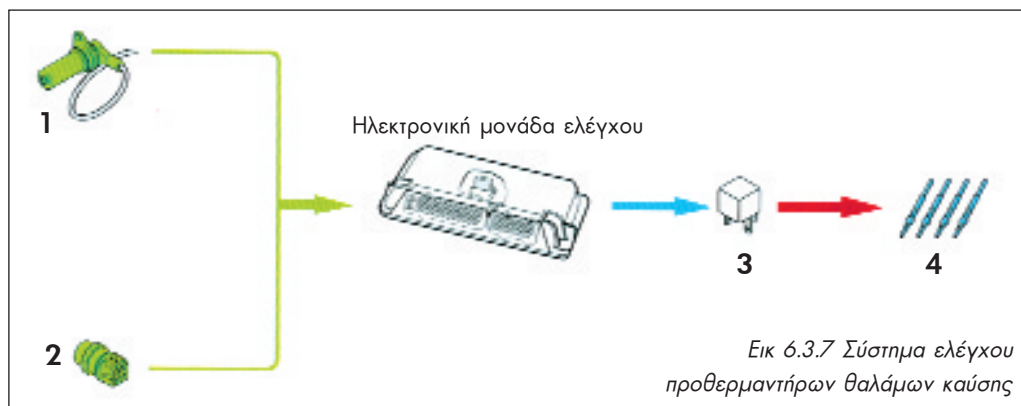
- Την περίοδο προθέρμανσης (πριν τεθεί σε λειτουργία ο κινητήρας)
- Την περίοδο θέρμανσης (όταν τίθεται σε λειτουργία ο κινητήρας)
- Την περίοδο μετά τη θέρμανση (μετά την έναρξη λειτουργίας του κινητήρα)

Το σύστημα των προθερμαντήρων των θαλάμων καύσης ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα. Η περίοδος της προθέρμανσης ενεργοποιείται μόνο όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι κάτω των 10 °C και η διάρκειά της εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού του κινητήρα.

Στη συνέχεια, ενεργοποιείται η περίοδος της θέρμανσης που διαρκεί 5 δευτερόλεπτα και δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ψυκτικού.

Η περίοδος μετά τη θέρμανση ενεργοποιείται εάν η θερμοκρασία του ψυκτικού του κινητήρα είναι κάτω από 20 °C, όταν ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία και διαρκεί περίπου από 30 έως 90 δευτερόλεπτα. Η λειτουργία αυτή τερματίζεται εάν οι στροφές του κινητήρα ξεπεράσουν τις 2500 στροφές ανά λεπτό.

Για τη λειτουργία του συστήματος αυτού, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί τα σήματα από τον αισθητήρα στροφών του κινητήρα (1) και τον αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού (2). Στη συνέχεια, εκτελεί τους κατάλληλους υπολογισμούς και ενεργοποιεί ανάλογα το ρελέ (3) των προθερμαντήρων του ψυκτικού υγρού (4).



Εικ 6.3.7 Σύστημα ελέγχου προθερμαντήρων θαλάμων καύσης

## Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο με κινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI)
- Τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου.

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Να συλλέξουν πληροφορίες για τα παραπάνω συστήματα και εξαρτήματα από επισκευαστικά βιβλία, το διαδίκτυο ή από όπου αλλού μπορούν.

## Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Όλα τα προβλεπόμενα μέτρα για την ασφαλή λειτουργία μέσα σε εργαστήριο όπου υπάρχει αυτοκίνητο το οποίο τίθεται σε λειτουργία.

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ

Οι μαθητές πρέπει να εντοπίσουν τη θέση των εξαρτημάτων των επιμέρους συστημάτων ελέγχου του πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού, χρησιμοποιώντας πληροφορίες από τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου.

### ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ

Οι μαθητές να ομαδοποιήσουν τα παραπάνω εξαρτήματα σε αισθητήρες, ενεργοποιητές, μονάδα ελέγχου με βάση τα στοιχεία που δίδονται στις τεχνικές πληροφορίες.

### ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ

Οι μαθητές να σχηματίσουν τα διαγράμματα των παραπάνω συστημάτων ελέγχου (αισθητήρες, μονάδα ελέγχου, ενεργοποιητές





## ΑΣΚΗΣΗ 6.4

### Σύστημα διάγνωσης, έλεγχος καλής λειτουργίας και μηδενισμός μνήμης βλαβών ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI)

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να κατανοούν και να εφαρμόζουν τις πληροφορίες των τεχνικών σχεδίων και των ηλεκτρικών διαγραμμάτων που αφορούν έναν κινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI).
- Να εκτελούν την εξαγωγή και επανατοποθέτηση ή την αποσύνδεση και σύνδεση διαφόρων εξαρτημάτων του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI).
- Να εκτελούν έλεγχο καλής λειτουργίας του συστήματος.
- Να ενεργοποιούν τη λειτουργία διάγνωσης ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού και να προκαλούν το μηδενισμό της καταγραφής βλάβης της λειτουργίας μετά την αποκατάσταση των βλαβών.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Μια λειτουργία της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI) είναι η λειτουργία της διάγνωσης.

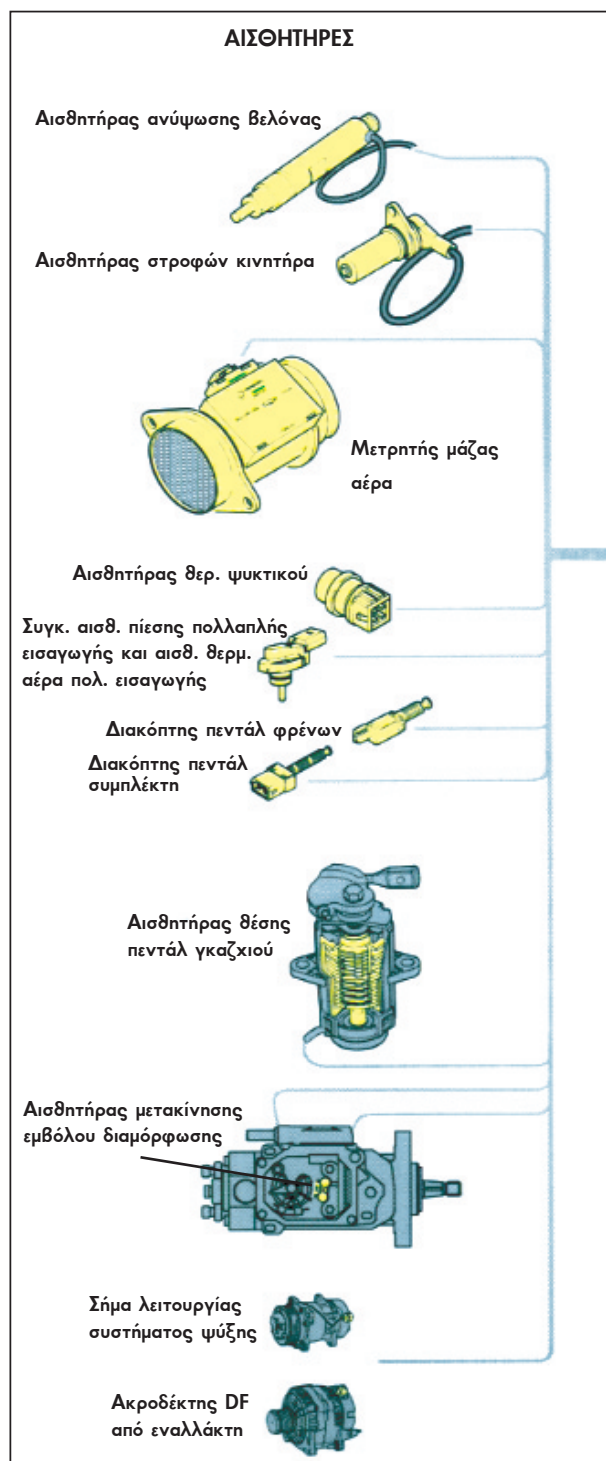
**Η λειτουργία αυτή διαιρείται σε τρεις επιμέρους λειτουργίες:**

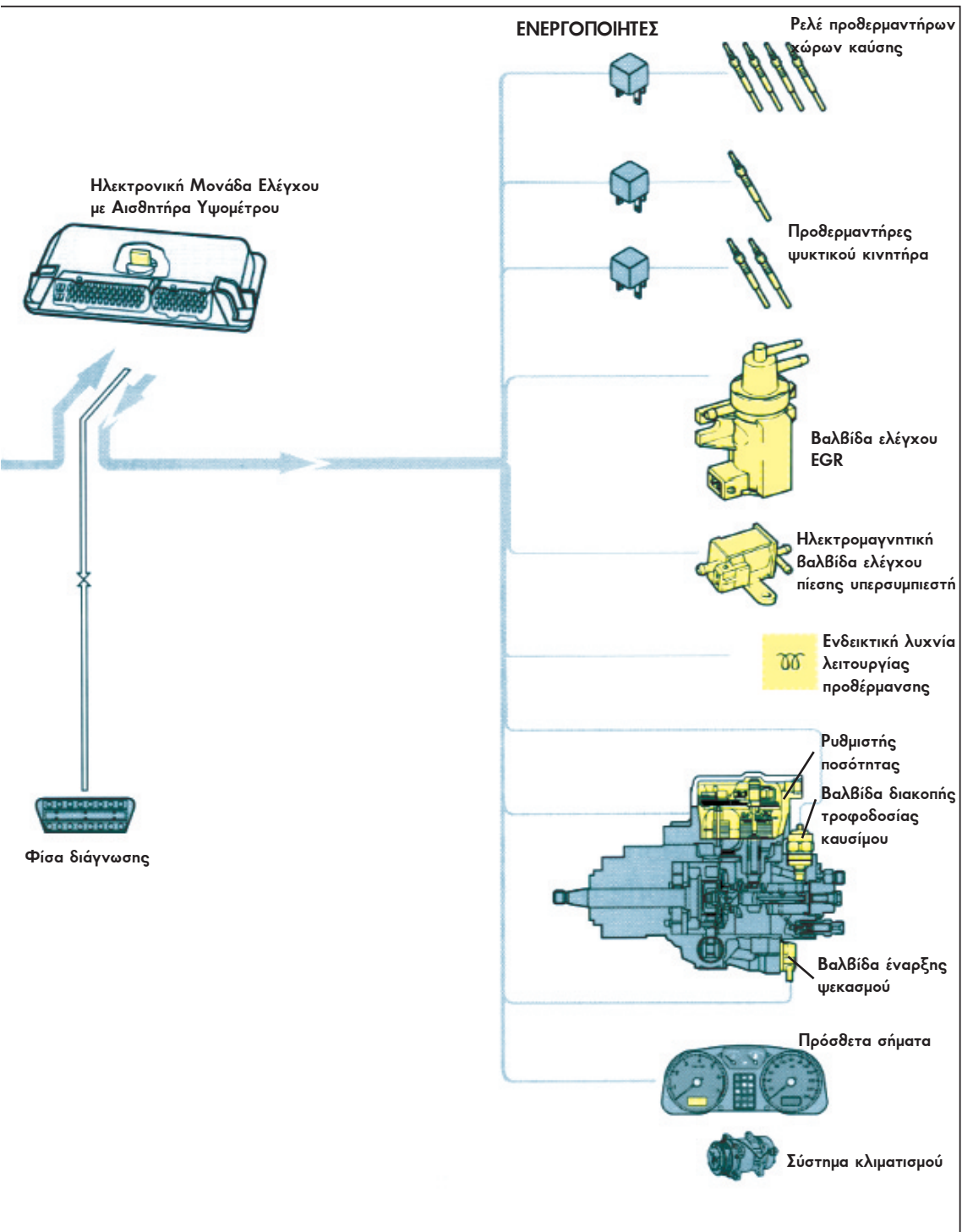
- Στον έλεγχο των τιμών που παρέχουν οι διάφοροι αισθητήρες προς την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ως προς την αλήθεια. (Εάν οι τιμές που δίδουν οι αισθητήρες βρίσκονται μέσα σε ένα πεδίο τιμών).

- Στη παρακολούθηση της ηλεκτρικής και μηχανικής λειτουργίας των ενεργοποιητών. Αυτό γίνεται με σύγκριση των πραγματικών και θεωρητικών θέσεων των ενεργοποιητών.
- Στη παρακολούθηση των ηλεκτρικών καλωδιώσεων για διακοπή συνέχειας και βραχυκυκλώματα ή υψηλή αντίσταση.

Εάν κάποια βλάβη καταγραφεί, το σύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου του πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού αντιδρά με τους παρακάτω τρόπους.

- Εάν παρουσιαστεί βλάβη σε κάποιον από τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για διορθώσεις υπολογισμών και δεν επηρεάζουν άμεσα τις επιμέρους λειτουργίες ή δεν επιδρούν στον έλεγχο της ισχύος του κινητήρα, το σύστημα συνεχίζει να λειτουργεί, χρησιμοποιώντας τιμές υποκατάστασης από άλλους αισθητήρες. (Πρόγραμμα SOS, ή πρόγραμμα λειτουργίας σε κατάσταση ανάγκης). Η βλάβη δεν τίθεται υπόψη του οδηγού, αλλά καταγράφεται στη μνήμη βλαβών της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.
- Εάν συμβεί μια σημαντική βλάβη που έχει επίδραση στη λειτουργία των υποσυστημάτων του κινητήρα με αποτέλεσμα τη μείωση της ισχύος του, τότε η προειδοποιητική λυχνία βλαβών - λυχνία προθερμαντήρων αναβοσβήνει.
- Εάν έχει συμβεί μια βλάβη με αποτέλεσμα ο οδηγός να μην μπορεί να ελέγξει την ισχύ του κινητήρα από το πεντάλ του γκαζιού, τότε η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ελέγχει τη λειτουργία του κινητήρα μόνη της στις υψηλές στροφές ρελαντί για να είναι δυνατή η απομάκρυνση του αυτοκινήτου από το ρεύμα κυκλοφορίας.
- Εάν δεν είναι εξασφαλισμένη η αξιοπιστη λειτουργία του κινητήρα για κάποιο λόγο, ο κινητήρας σβήνει από το ρυθμιστή ψεκαζόμενης ποσότητας καυσίμου. Εάν δεν μπορεί να διακοπεί η λειτουργία του κινητήρα από το ρυθμιστή, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα αποκοπής τροφοδοσίας καυσίμου της αντλίας ψεκασμού.





Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου χρησιμοποιεί τιμές υποκατάστασης, εάν συμβεί βλάβη στους παρακάτω αισθητήρες:

- Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού. Αν συμβεί βλάβη στο εξάρτημα αυτό, η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί την τιμή υποκατάστασης των 1300 rpm. (Το σύστημα ειδοποιεί τον οδηγό).
- Αισθητήρας στροφών κινητήρα. Η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί το σήμα του αισθητήρα ανύψωσης βελόνης. Το σύστημα ειδοποιεί τον οδηγό, αν και η βλάβη γίνεται αμέσως αισθητή από την ανύψωση των στροφών του ρελαντί.
- Ο μετρητής μάζας αέρα. Αν συμβεί βλάβη στον αισθητήρα αυτόν, το σύστημα περιορίζει αυτόματα την πίεση του υπερσυμπιεστή, άρα παρατηρείται πτώση της ισχύος του κινητήρα, και η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί τιμές που είναι αποθηκευμένες στη μνήμη του με τη μορφή διαφόρων 'χαρτών'.
- Ο αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής. Αν συμβεί βλάβη σε αυτόν τον αισθητήρα, το σύστημα χρησιμοποιεί μια σταθερή τιμή που είναι αποθηκευμένη στη μνήμη του για να συνεχιστεί η λειτουργία του συστήματος ελέγχου πίεσης του υπερσυμπιεστή.
- Ο αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής. Αν συμβεί βλάβη στον αισθητήρα αυτό, η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί μία σταθερή τιμή των 20 °C περίπου για να συνεχιστεί ο έλεγχος της πίεσης του υπερσυμπιεστή και της βοηθητικής θέρμανσης του ψυκτικού του κινητήρα.
- Αν συμβεί βλάβη στον αισθητήρα του εμβόλου διαμόρφωσης, ο κινητήρας σβήνει αμέσως για λόγους ασφαλείας.
- Αν συμβεί βλάβη στον αισθητήρα θερμοκρασίας καυσίμου, η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί μια σταθερή τιμή για την εκτέλεση των υπολογισμών.
- Αν συμβεί βλάβη στον αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού του κινητήρα, η μονάδα ελέγχου του κινητήρα χρησιμοποιεί μία τιμή υποκατάστασης για να μεγιστοποιηθεί ο χρόνος της περιόδου θέρμανσης των θαλάμων καύσης. Ταυτόχρονα ενεργοποιείται η λειτουργία θέρμανσης του ψυκτικού του κινητήρα.
- Αν συμβεί βλάβη στον αισθητήρα υψομέτρου, η πίεση του υπερσυμπιεστή ελέγχεται με βάση μια σταθερή τιμή υποκατάστασης για να αποτραπεί τυχόν ζημιά από υπερβολικές στροφές λειτουργίας.
- Αν συμβεί ζημιά στο διακόπτη του πεντάλ φρένων, ενεργοποιείται το πρόγραμμα επείγουσας λειτουργίας για να διορθώσει τον έλεγχο της ποσότητας του ψεκαζόμενου καυσίμου.
- Αν συμβεί βλάβη στο διακόπτη του πεντάλ συμπλέκτη, η βλάβη γίνεται αισθητή μόνο από τη μη εκτέλεση της μείωσης της ποσότητας ψεκαζόμενου καυσίμου όταν πατηθεί το πεντάλ του συμπλέκτη. Η μονάδα ελέγχου δε χρησιμοποιεί καμία τιμή υποκατάστασης.

Οι βλάβες καταχωρούνται στη μνήμη βλαβών της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου. Η ανάγνωση της μνήμης αυτής μπορεί να γίνει με τη χρήση διαγνωστικού μηχανήματος, σύμφωνα με τις οδηγίες που το συνοδεύουν.

Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας όλων των ενεργοποιητών του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου, εκτός από τη βαλβίδα αποκοπής τροφοδοσίας καυσίμου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού, μπορεί να γίνει όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο ρελάντι. Ο έλεγχος της βαλβίδας αποκοπής τροφοδοσίας καυσίμου γίνεται με την ενεργοποίησή της. Εάν αυτή λειτουργεί σωστά, τότε ο κινητήρας πρέπει να σβήσει. Για εξοικονόμηση χρόνου αλλά και την αποφυγή δημιουργίας αθέλητων βλαβών, ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη χρήση του διαγνωστικού μηχανήματος, ενεργοποιώντας την ανάλογη λειτουργία.

#### **Οι ενεργοποιητές που ελέγχονται με βάση αυτήν τη διαδικασία είναι:**

- Η βαλβίδα έναρξης ψεκασμού
- Η βαλβίδα ελέγχου EGR
- Η κατάσταση αναμονής λειτουργίας του συμπιεστή
- Η βαλβίδα αποκοπής τροφοδοσίας καυσίμου
- Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου της πίεσης του υπερσυμπιεστή
- Το ρελέ των προθερμαντήρων των θαλάμων καύσης
- Η ενδεικτική λυχνία προθέρμανσης - προειδοποιητική λυχνία
- Το ρελέ των προθερμαντήρων ψυκτικού υγρού χαμηλής θερμοκρασίας (ρελέ ενεργοποίησης του ενός προθερμαντήρα ψυκτικού υγρού)

- Το ρελέ των προθερμαντήρων ψυκτικού υγρού υψηλής θερμοκρασίας (ρελέ ενεργοποίησης του δύο προθερμαντήρων ψυκτικού υγρού)

#### **Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός**

- Αυτοκίνητο με κινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI)
- Τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου
- Κατάλληλη διαγνωστική συσκευή.

#### **Μέτρα ασφαλείας και προστασία**

Όλα τα προβλεπόμενα μέτρα για την ασφαλή λειτουργία μέσα σε εργαστήριο όπου υπάρχει αυτοκίνητο το οποίο τίθεται σε λειτουργία.

Όταν εκτελούνται εργασίες (αποσυνδέσεις, συνδέσεις φισών, μετρήσεις) στο ηλεκτρικό κύκλωμα πρέπει να ληφθούν όλα τα σχετικά μέτρα ασφαλείας (μετρήσεις από τη σωστή πλευρά της φίσας, να μη γίνονται γεφυρώσεις με μεταλλικά αντικείμενα, (π.χ. δακτυλίδια, βραχιόλια κ.λπ.)

Όταν περιστρεφόμενα μέρη λειτουργούν να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα (προσοχή στα μανίκια του ρουχισμού, στα μακριά μαλλιά κ.λπ.)

---

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν τη διαδικασία σύνδεσης της διαγνωστικής συσκευής και να εκτελέσουν τη διαδικασία ανάγνωσης και μηδενισμού της μνήμης βλαβών σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρονται στα επισκευαστικά εγχειρίδια του αυτοκινήτου ή και της διαγνωστικής συσκευής.

### ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν έλεγχο καλής λειτουργίας των ενεργοποιητών σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρονται στα επισκευαστικά εγχειρίδια του αυτοκινήτου ή και της διαγνωστικής συσκευής.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΡΙΤΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν επιβεβαίωση των λειτουργιών εκτάκτου ανάγκης αφαιρώντας τις φίστες διαφόρων αισθητήρων για τους οποίους η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί τιμές υποκατάστασης, χρησιμοποιώντας κατάλληλη διαγνωστική συσκευή.

### ΣΤΑΔΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Οι μαθητές να εκτελέσουν πάλι έλεγχο της μνήμης βλαβών της μονάδας ελέγχου και, αν τυχόν υπάρχουν βλάβες, να τις διορθώσουν και να προβούν σε μηδενισμό της μνήμης βλαβών με τη διαγνωστική συσκευή.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Να συλλέξουν πληροφορίες για τους διάφορους κωδικούς βλαβών που αποθηκεύονται στη μνήμη βλαβών της μονάδας ελέγχου.

## ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΣΚΗΣΗ 7.1

### Εξαγωγή και τοποθέτηση εξαρτημάτων συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου κινητήρα αερίου

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου ενός κινητήρα αερίου.
- Να ταξινομούν τα διάφορα εξαρτήματα του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου με βάση τα επιμέρους συστήματα λειτουργίας του κινητήρα.
- Να συλλέγουν πληροφορίες για το σύστημα αυτό και να τις αξιοποιούν στις εργασίες τους.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η καύση αερίων καυσίμων (υγραερίου, φυσικού αερίου) προϋποθέτει την ύπαρξη πρόσθετων εξαρτημάτων ή τη διαφοροποίηση άλλων σε σχέση με ένα συμβατικό βενζινοκινητήρα.

#### Οι κύριες διαφορές εντοπίζονται στα εξής εξαρτήματα:

Στη δεξαμενή αποθήκευσης καυσίμου. Αυτή είναι ένα χαλύβδινο δοχείο υψηλής αντοχής, που τοποθετείται σε τέτοιο σημείο του αυτοκινήτου τέτοιο ώστε να υπόκειται στα λιγότερα δυνατά φορτία σε περίπτωση σύγκρουσης καθώς και να επιτρέπει τη διαφυγή του αερίου προς την ατμόσφαιρα, χωρίς να σχηματίζεται αναφλέξιμο μείγμα σε περι-

πτωση διαφυγής-διαρροής αερίου.

Για τη δημιουργία καυσίμου μείγματος, όταν δε χρησιμοποιείται σύστημα ψεκασμού του καυσίμου είτε σε υγρή είτε σε αέρια μορφή, απαιτείται η τοποθέτηση του πνεύμονα (υποβιβαστή πίεσης) για τη μείωση της πίεσης του αερίου κάτω από την πίεση της ατμόσφαιρας, καθώς και για τη ρύθμιση της ποσότητας του καυσίμου μείγματος ανάλογα με τη στιγμιαία ζήτηση ισχύος από τον κινητήρα.

Μετά τον πνεύμονα, το αέριο προωθείται προς τον αναμείκτη για την ανάμειξη του αερίου με τον αέρα του συστήματος εισαγωγής αέρα.

Σε περίπτωση συνύπαρξης και των δύο συστημάτων τροφοδοσίας (αερίου και



βενζίνης) ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες επιτρέπουν τη λειτουργία του συστήματος καυσίμου που είναι σε λειτουργία ανά πάσα στιγμή.

### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο που να χρησιμοποιεί αέριο για καύσιμο χωρίς όμως να υπάρχει καύσιμο στις δεξαμενές του. Επίσης, οι δεξαμενές αυτές πρέπει να έχουν εξασφαλιστεί σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Τα επισκευαστικά εγχειρίδια του αυτοκινήτου.

### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Τα συνήθη μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται στο εργαστήριο οχημάτων

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α΄

Σε περίπτωση που είναι δυνατή η εκτέλεση της άσκησης στο σχολείο

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Οι μαθητές να αναγνωρίσουν όλα τα εξαρτήματα του συστήματος τροφοδοσίας αερίου.

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

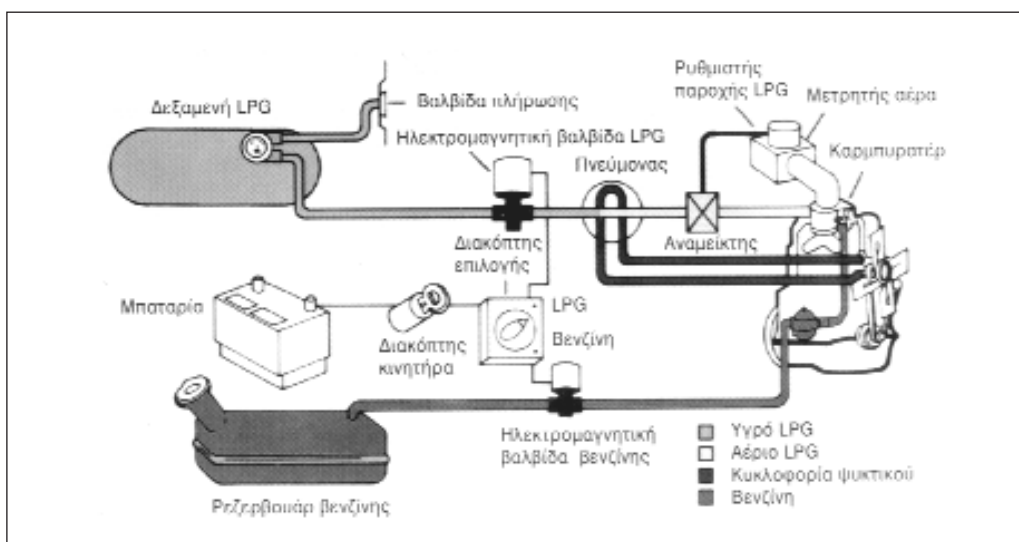
Οι μαθητές να ομαδοποιήσουν τα παραπάνω συστήματα με βάση τα επιμέρους συστήματα. Δηλαδή, σύστημα εισαγωγής αέρα, σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, σύστημα επιλογής καυσίμου.

### ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β΄

Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εκτέλεση της άσκησης μέσα στο σχολείο να πραγματοποιηθεί εκπαιδευτική εκδρομή σε χώρο ανεφοδιασμού αυτοκινήτων με αέρια καύσιμα, ή σε συνεργείο επισκευής αυτοκινήτων αυτού του είδους. Οι μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες και να παρουσιάσουν εκθέσεις στο επόμενο μάθημα.

### ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Οι μαθητές να συντάξουν εκθέσεις με βάση τις πληροφορίες που συνέλεξαν από το χώρο επίσκεψης.



## ΑΣΚΗΣΗ 7.2

### Έλεγχος σωστής τοποθέτησης εξαρτημάτων συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου κινητήρα αερίου

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να κατανοούν και να εφαρμόζουν τις πληροφορίες των τεχνικών σχεδίων και των ηλεκτρικών διαγραμμάτων που αφορούν έναν κινητήρα αερίου.
- Να εκτελούν την εξαγωγή και επανατοποθέτηση διαφόρων εξαρτημάτων του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου ενός κινητήρα αερίου.

#### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Αυτοκίνητο που να χρησιμοποιεί αέριο για καύσιμο, χωρίς όμως να υπάρχει καύσιμο στις δεξαμενές του. Επίσης, οι δεξαμενές αυτές πρέπει να έχουν εξαεριστεί σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Τα επισκευαστικά εγχειρίδια του αυτοκινήτου.

#### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Τα συνήθη μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται στο εργαστήριο οχημάτων

#### ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

##### ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Α΄

Σε περίπτωση που είναι δυνατή η εκτέλεση της άσκησης στο σχολείο

##### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Οι μαθητές να ελέγξουν τη σωστή τοποθέτηση των εξαρτημάτων του συστήματος τροφοδοσίας αερίου με βάση τα επισκευαστικά βιβλία του αυτοκινήτου

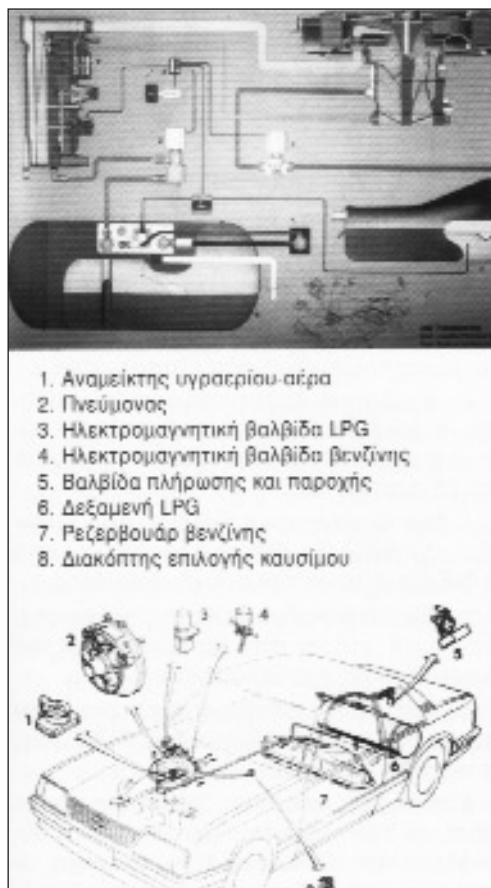
##### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Εφόσον είναι δυνατή η εξαγωγή και η επανατοποθέτηση της δεξαμενής και του πνεύμονα να γίνει εξαγωγή και επανα-

τοποθέτηση των εξαρτημάτων αυτών σύμφωνα με τις οδηγίες που πρέπει να συλλέξουν από τα επισκευαστικά βιβλία του κατασκευαστή.

### **ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ Β΄**

Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εκτέλεση της άσκησης στο σχολείο, οι μαθητές να παρουσιάσουν τις εκθέσεις του από την εκπαιδευτική εκδρομή.



Εικ. 7.2 Σχηματικό διάγραμμα εγκατάστασης υγραερίου

## ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

## ΑΣΚΗΣΗ 8.1

Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας  
κινητήρα εσωτερικής καύσης

## Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

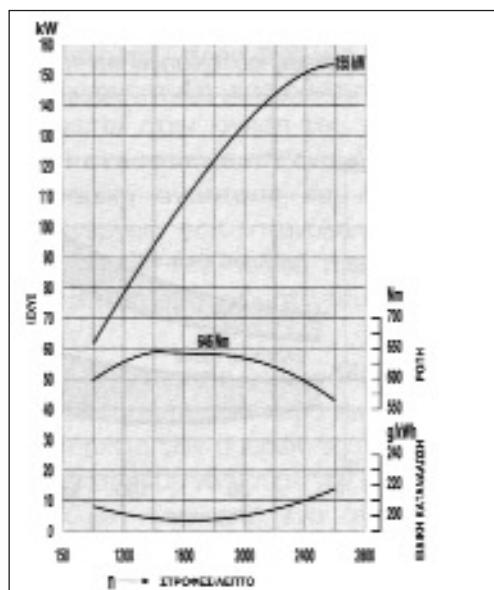
- Να μπορούν να συλλέγουν πληροφορίες που αφορούν τις παραμέτρους λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης (καμπύλη ισχύος, ροπής και ειδικής κατανάλωσης).
- Να εντοπίζουν την περιοχή βέλτιστης λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης σε ό,τι αφορά την ισχύ, ροπή και ειδική κατανάλωση.
- Να επιλέγουν έναν κατάλληλο κινητήρα εσωτερικής καύσης για απλές εφαρμογές παραγωγής και μετάδοσης ισχύος.

## ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Από το διάγραμμα ισχύος - στροφών λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης μπορούμε να βρούμε τις ελάχιστες και μέγιστες στροφές λειτουργίας του κινητήρα, καθώς και την περιοχή που ο κινητήρας εμφανίζει τη μέγιστη απόδοση ισχύος.

Από το διάγραμμα ροπής - στροφών λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης μπορούμε να βρούμε την περιοχή που ο κινητήρας εμφανίζει τη μέγιστη ροπή στρέψης.

Από το διάγραμμα ειδικής κατανάλωσης καυσίμου - στροφών λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης μπορούμε να βρούμε την περιοχή της ελά-



Εικ. 8.1 Διάγραμμα ροπής ισχύος και ειδικής κατανάλωσης καυσίμου

χιστης κατανάλωσης καυσίμου σε σχέση με την ισχύ που αποδίδει ο κινητήρας.

Κατά την επιλογή ενός κινητήρα για μία εφαρμογή παραγωγής και μετάδοσης ισχύος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι παραπάνω παράμετροι λειτουργίας του κινητήρα.

## **Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός**

- Κινητήρας με διαγράμματα ισχύος, ροπής και ειδικής κατανάλωσης ισχύος.

## **Μέτρα ασφαλείας και προστασία**

Τα συνήθη μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται στο εργαστήριο οχημάτων

## **ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

### **ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ**

Οι μαθητές με βάση τα παραπάνω διαγράμματα να εντοπίσουν τις περιοχές μέγιστης απόδοσης ισχύος, μέγιστης απόδοσης ροπής και ελάχιστης κατανάλωσης καυσίμου ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης.

### **ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

Με βάση μια κατανάλωση ισχύος, π.χ. την κίνηση μιας γεννήτριας ή μιας αντλίας, οι μαθητές να επιλέξουν έναν κατάλληλο κινητήρα με βάση τη μέγιστη ισχύ.

## ΑΣΚΗΣΗ 8.2

### Εύρεση στροφών εξόδου και ισχύος εξόδου ενός συστήματος μετάδοσης

#### Διδακτικοί στόχοι

Μετά τη μελέτη της ενότητας αυτής οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να υπολογίζουν τις ενδιάμεσες σχέσεις μετάδοσης ενός συμβατικού συστήματος, μετάδοσης κίνησης (Σφόνδυλος κινητήρα, συμβατικός ξηρός συμπλέκτης, κιβώτιο ταχυτήτων, διαφορικό).
- Να υπολογίζουν το συνολικό βαθμό μετάδοσης ενός συστήματος μετάδοσης με βάση τα κατασκευαστικά στοιχεία του συστήματος.
- Να εντοπίζουν τις βέλτιστες περιοχές λειτουργίας του συστήματος.

#### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Όταν η ισχύς που παράγει ένας κινητήρας μεταδίδεται σε μια κατανάλωση, π.χ. τους τροχούς ενός αυτοκινήτου, συμβαίνουν τα εξής:

- Η ισχύς που μεταδίδεται στην έξοδο του συστήματος μετάδοσης είναι πάντα μικρότερη από την ισχύ που παράγει ο κινητήρας. Αυτό οφείλεται στις απώλειες ισχύος που παρουσιάζει πάντα ένα μηχανικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Ο λόγος της ισχύος εξόδου προς την ισχύ εισόδου του συστήματος δίδει το συντελεστή απόδοσης του συστήματος.
- Συνήθως τα συστήματα μετάδοσης που αποτελούνται από ζεύγη γραναζιών, διαφορικά κ.λπ, μεταβάλλουν και τις στροφές εξόδου σε σχέση με τις στροφές εισόδου. Ο λόγος που

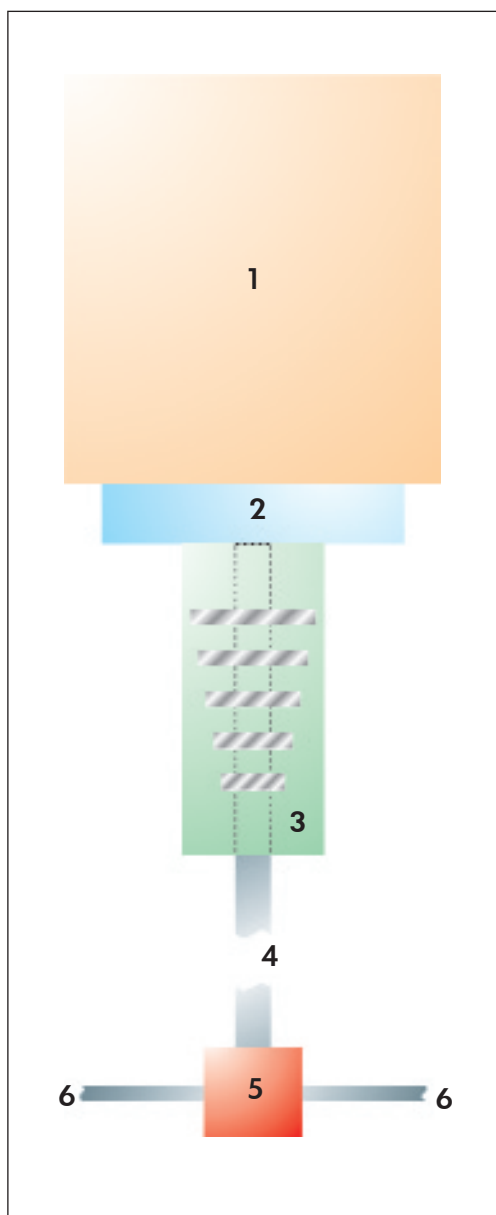
δημιουργείται από τις στροφές εξόδου προς τις στροφές εισόδου ονομάζεται συντελεστής σχέσης μετάδοσης του συστήματος.

#### Απαιτούμενα μέσα και εξοπλισμός

- Ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης που να είναι μετρήσιμες οι ενδιάμεσες σχέσεις μετάδοσης. Π.χ. ένα ανοικτό κιβώτιο ταχυτήτων και ένα ανοικτό διαφορικό.

#### Μέτρα ασφαλείας και προστασία

Τα συνήθη μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται στο εργαστήριο οχημάτων



Εικ. 8.2 Σχηματικό διάγραμμα μετάδοσης ισχύος ενός αυτοκινήτου. 1. Κινητήρας, 2. Συμπλέκτης, 3. Μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, 4. Κεντρικός άξονας, 5. Διαφορικό, 6. Ημιαξόνια

## ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

### ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΩΤΟ

Με την προϋπόθεση ότι:

- Α) είναι μετρήσιμες οι σχέσεις μετάδοσης του κιβωτίου ταχυτήτων και του διαφορικού.
- Β) είναι μετρήσιμη η σχέση μετάδοσης του διαφορικού.
- Γ) η σχέση μετάδοσης στο στάδιο του συμπλέκτη είναι ίση με τη μονάδα.

Οι μαθητές να υπολογίσουν τη συνολική σχέση μετάδοσης του συστήματος

### ΣΤΑΔΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Με βάση το παραπάνω σύστημα μετάδοσης και το διάγραμμα ροπής και ισχύος ενός κινητήρα και με την προϋπόθεση ότι ο συντελεστής απόδοσης του συστήματος είναι ίσος με 0,95, οι μαθητές να υπολογίσουν τις στροφές εξόδου του συστήματος καθώς και την ισχύ στα εξής σημεία:

- Α) στις στροφές λειτουργίας ρελαντί του κινητήρα.
- Β) στις μέγιστες στροφές λειτουργίας του κινητήρα.
- Γ) στις στροφές απόδοσης μέγιστης ισχύος του κινητήρα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- 1.** BOSCH - AUTOMOTIVE HANDBOOK Germany  
ROBERT BOSCH A.E. Αθήνα - Εκπαιδευτικά βιβλία Κέντρου Τεχνικής Εκπαίδευσης.
- 2.** Τεχνικά Εγχειρίδια Skoda - BIAMAP ΑΕ - Αθήνα.
- 3.** ENGINE BLUEPRINTING - CarTech Auto Books & Manuals - England
- 4.** LUCAS - Workshop Manual for Injection Pump (operation of Injection Pump)
- 5.** Καραμπίλας Π. Ιντζέκσιον - Καταλύτες και αναλυτές καυσαερίων  
Εκδόσεις Μηχανοεκδοτική ,1994.
- 6.** Τεχνολογία Αυτοκινήτου - Πέρα από το 2000  
Ζαχμάνογλου, Καπετανάκης, Καραμπίλας, Πατσιαβός  
Εκδόσεις Ι.Δ.Ε.Ε.Α., 6η Έκδοση, 1998



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>Εργαλεία και Εξοπλισμός Διάγνωσης Βλαβών.....</b>	<b>7</b>
Άσκηση 1.1	Εργαλεία και εξοπλισμός διάγνωσης και ελέγχου σύγχρονων κινητήρων.....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	<b>Σύστημα Εισαγωγής Αέρα.....</b>	<b>13</b>
Άσκηση 2.1	Κυλινδροκεφαλή.....	13
Άσκηση 2.2	Οδηγοί βαλβίδων.....	17
Άσκηση 2.3	Μετρήσεις ανοχών και φθοράς κυλίνδρου, εμβόλου - στροφαλοφόρου άξονα.....	20
Άσκηση 2.4	Αυτορυθμιζόμενες βαλβίδες - μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων.....	25
Άσκηση 2.5	Στροβιλοσυμπιεστής.....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	<b>Σύστημα Σύστημα Ψεκασμού Βενζινοκινητήρων.....</b>	<b>38</b>
Άσκηση 3.1	Υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.....	38
Άσκηση 3.2	Υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης αέρα.....	45
Άσκηση 3.3	Ηλεκτρονικό υποσύστημα ελέγχου του συστήματος ψεκασμού.....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	<b>Διαγνωστικός Έλεγχος Συστημάτων Ελέγχου Εκπομπής Ρύπων.....</b>	<b>53</b>
Άσκηση 4.1	Έλεγχος καλής λειτουργίας και διάγνωση βλαβών του συστήματος ελέγχου αναθυμιάσεων καυσίμου.....	53
Άσκηση 4.2	Έλεγχος του συστήματος θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου.....	56
Άσκηση 4.3	Έλεγχος και διάγνωση του συστήματος επανακυκλοφορίας των καυσαερίων.....	58
Άσκηση 4.4	Καταλύτες καυσαερίων.....	60
Άσκηση 4.5	Ρυθμιζόμενα συστήματα καταλυτικών μετατροπών καυσαερίων.....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	<b>Ενεργοποίηση Συστήματος Αυτοδιάγνωσης και Διάγνωση Βλαβών - Ανάγνωση των Κωδικών των Βλαβών.....</b>	<b>71</b>
Άσκηση 5.1	Ανάγνωση κωδικών βλαβών, αποκωδικοποίηση και μηδενισμός μνήμης βλαβών.....	71
Άσκηση 5.2	Εξομοίωση συνθηκών υπό τις οποίες παρατηρούνται ορισμένες βλάβες.....	75
Άσκηση 5.3	Αναλύτες και ανάλυση καυσαερίων.....	79
Άσκηση 5.4	Μετρήσεις καυσαερίων Βενζινοκινητήρων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία για την έκδοση κάρτας καυσαερίων.....	83
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	<b>Σύγχρονοι Πετρελαιοκινητήρες.....</b>	<b>85</b>
Άσκηση 6.1	Περιστροφική αντλία πετρελαίου.....	85
Άσκηση 6.2	Σύστημα αντλίας - μπεκ.....	95
Άσκηση 6.3	Αναγνώριση, ταξινόμηση και ομαδοποίηση εξαρτημάτων του συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου ενός πετρελαιοκινητήρα άμεσου ψεκασμού (TDI).....	101
Άσκηση 6.4	Σύστημα διάγνωσης, έλεγχος καλής λειτουργίας και μηδενισμός μνήμης βλαβών ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.....	113
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>	<b>Αυτοκίνητα Εναλλακτικών Καυσίμων.....</b>	<b>119</b>
Άσκηση 7.1	Εξαγωγή και τοποθέτηση εξαρτημάτων συστήματος τροφοδοσίας και προετοιμασίας καυσίμου κινητήρα αερίου.....	119
Άσκηση 7.2	Έλεγχος σωστής τοποθέτησης εξαρτημάτων συστήματος τροφοδοσίας.....	121
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8</b>	<b>Δυναμική Οχημάτων.....</b>	<b>123</b>
Άσκηση 8.1	Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας κινητήρα εσωτερικής καύσης.....	123
Άσκηση 8.2	Εύρεση στροφών εξόδου και ισχύος εξόδου ενός συστήματος μετάδοσης.....	125