



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΟΡΗΤΟΥ ΑΠΑΓΩΓΕΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ  
ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ.



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΣΑΒΒΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ      Α.Μ. : 4542

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:      ΚΟΥΔΟΥΜΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2011

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κατασκευή φορητού απαγωγέα καυσαερίων ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο των Μηχανών Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ). Για την υλοποίηση της παραπάνω κατασκευής είναι απαραίτητη η θεωρητική ανάλυση 4 σταδίων που συνδέονται άμεσα με τη λειτουργία του φορητού απαγωγέα καυσαερίων:

- 1) Καταρχήν θα αναλυθεί ο κύκλος του τετράχρονου κινητήρα και η καύση του καυσίμου και θα αναλυθεί η γενική λειτουργία του καταλύτη και ο τρόπος βελτίωσης του καυσαερίου, μαζί με μια σύντομη ιστορική αναδρομή για αυτόν.
- 2) Έπειτα θα γίνει αναφορά στην παραγωγή καυσαερίων ενός κινητήρα και θα αναλυθούν τα στοιχεία που περιέχονται σε αυτά.
- 3) Θα ακολουθήσει ενότητα για τα όρια των ρύπων, όπως αυτά προβλέπονται από τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

Το εργαστηριακό μέρος της εργασίας κατασκευής του φορητού απαγωγέα καυσαερίων θα αναλυθεί στα παρακάτω στάδια:

1. Μελέτη διαστάσεων της βάσης
2. Επιλογή moter με βάση την παροχή καυσαερίων
3. Ηλεκτρική σύνδεση, υπολογισμός καλωδίων.
4. Κατασκευή βάσης με στρανζαριστή λαμαρίνα με ρύθμιση του moter κατά ύψος
5. Τοποθέτηση του moter, τοποθέτηση ηλεκτρικού κυκλώματος, τοποθέτηση σωλήνα απαγωγέα

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Δεδομένου ότι αυτή η πτυχιακή εργασία είναι η τελευταία μου ως σπουδαστής, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν μέχρι τώρα.

Αρχικά θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου σε αυτή την πτυχιακή εργασία τον κύριο Κουδουμά Γεώργιο για τη βοήθεια του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη τους κατά τη διάρκεια της εργασίας μου.

Τέλος θα επιθυμούσα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους καθηγητές για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της τετραετούς φοίτησης μου στο Τ.Ε.Ι. καθώς και στους σπουδαστές : Μπουρναζάκη Κώστα, Τρουλάκη Δημήτρη και Χαραλαμπάκη Μιχάλη για τη βοήθεια που μου προσέφεραν για την υλοποίηση της κατασκευής.



ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....	52
6.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	52
6.2 ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	52
6.3 ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΒΕΝΖ/ΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....	56
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	56
7.1 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	56
7.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΟΤΕΡ INDOLEC.....	59
7.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣ ΤΟΥ ΜΟΤΕΡ,.....	61
7.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ-ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	62
7.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΑΓΩΓΕΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ.....	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	65
• Θεοδόσιου Κ. Παπαθεοδοσίου, Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως Ι έκδοση Ε' .....	65
WEB SITES.....	65

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.**

### **ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΟΤΤΟ**

#### **1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΟΤΤΟ**

Ο βενζινοκινητήρας ΟΤΤΟ είναι ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης , ο οποίος μετατρέπει τη θερμική ενέργεια του καυσίμου σε κινητική ενέργεια .

Η καύση και η παραγωγή του έργου γίνονται σε ενιαίο χώρο και ως εκ τούτου ο κινητήρας ΟΤΤΟ ονομάζεται κινητήρας εσωτερικής καύσης (Κ.Ε.Κ) .

Η μετατροπή της θερμογόνου δύναμης του καυσίμου σε μηχανική στηρίζεται σ'έναν από τους νόμους της φυσικής , ο οποίος , λέει ότι το αέριο θερμαινόμενο διαστέλλεται ή αν η θέρμανση του γίνεται με συνθήκες σταθερού όγκου αυξάνει η πίεση του .

Έτσι , στις μηχανές εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ) , η πίεση που προέρχεται από τη θέρμανση του αερίου , ασκείται και πάνω στην κεφαλή ενός εμβόλου , το οποίο αναγκάζεται να κινηθεί και να δώσει , ακριβώς , με την κίνηση του αυτή , ευκαιρία εκτονώσεως στο αέριο , με αποτέλεσμα να μετατραπεί η θερμική σε μηχανική ενέργεια .

Στις μηχανές εσωτερικής καύσης , χρησιμοποιείται σαν εργαζόμενη ουσία , δηλαδή σαν ουσία που υποβάλλεται στις αναγκαίες για τη λειτουργία αλλαγές καταστάσεως , ο ατμοσφαιρικός αέρας .

Αν πχ θερμάνουμε τον αέρα που βρίσκεται μέσα στον κύλινδρο, θα αυξηθεί η θερμοκρασία και η πίεση του. Η πίεση θα ενεργήσει πάνω στο έμβολο και θα το ωθήσει προς τα κάτω και έτσι θα αποδώσει μηχανικό έργο.

Αντίθετα , αν ψύξουμε τον αέρα θα επέλθει ελάττωση της θερμοκρασίας και της πιέσεως του και έτσι το έμβολο θα επανέλθει στην αρχική του θέση .

Στην πράξη βέβαια η θέρμανση και η ψύξη του αέρα πραγματοποιείται με την καύση ορισμένων άλλων ουσιών, των καυσίμων, και με την αντικατάσταση μετά από την καύση του περιεχομένου του κυλίνδρου , με καθαρό (νέο) αέρα.

Τα καύσιμα εισάγονται , σε μια ορισμένη φάση της λειτουργίας της μηχανής , στον κύλινδρο , αναμιγμένα με τον αέρα ή εμφυσούνται ή εγχύνονται στον αέρα που υπάρχει στον κύλινδρο. Με την καύση των καυσίμων μέσα στον κύλινδρο της μηχανής δημιουργούνται τα καυσαέρια , που έχουν υψηλή θερμοκρασία , πίεση και δρουν πάνω στο έμβολο. Αποτέλεσμα της ασκήσεως πιέσεως πάνω στο έμβολο , είναι η οπισθοχώρηση του και με τον τρόπο αυτό η παραγωγή μηχανικού έργου.

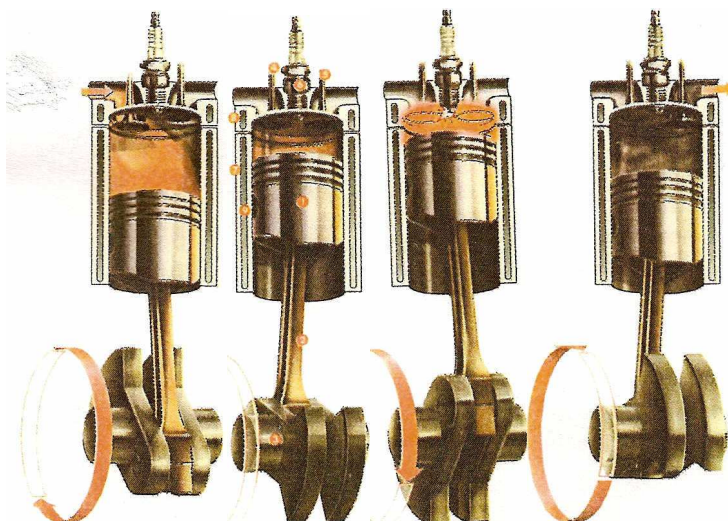
Σε άλλη φάση λειτουργίας της μηχανής επιβάλλεται η έξοδος των καυσαερίων , που είναι ακόμα σχετικά θερμά , κι έτσι αποβάλλεται ποσό θερμότητας , για να επακολουθήσει νέα εισαγωγή μίγματος , (ή αέρα και καυσίμου) , καύση κ.τ.λ. Η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση των παραπάνω υγρών ή αερίων είναι, κατά περίπτωση καυσίμου , διαφορετική και ανάλογη του χρησιμοποιούμενου καυσίμου και μετρίεται σε μονάδες θερμότητας (Kcal,Χιλιοθερμίδες).

Το σύνολο των μονάδων που απελευθερώνεται κατά την καύση ενός (1) χιλιόγραμμου καυσίμου ονομάζεται θερμότητα καύσεως ή , σε άλλη διατύπωση , θερμογόνος δύναμη του καυσίμου. Η θερμότητα καύσεως μετριέται σε  $Kcal/mm^3$  , αν έχουμε αέριο καύσιμο , (τα παραπάνω ισχύουν μόνο για την θεωρητική λειτουργία των κινητήρων) στην πράξη ένα μόνο μέρος εκμεταλλεύεται ο κινητήρας ΟΤΤΟ για την παραγωγή του έργου . Αυτό είναι περίπου το 25%, το υπόλοιπο απορροφάται από τα μέταλλα , το σύστημα ψύξης του κινητήρα, την ακτινοβολία του κινητήρα ή απάγεται από τα αέρια της καύσης.

Όταν η παραπάνω διαδικασία ολοκληρώνεται σε τέσσερις φάσεις (χρόνους), ο κινητήρας ονομάζεται τετράχρονος.

### 1.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ένα αναφλέξιμο μίγμα αέρα-βενζίνης αναφλέγεται και καίγεται στο χώρο καύσης του κυλίνδρου . Η απελευθερωμένη θερμότητα της καύσης , αυξάνει την πίεση των προσυμπιεσμένων καυσαερίων , που προστιθέμενης της πίεσης της συμπίεσης , προξενεί επάνω στο έμβολο και στο στροφαλοφόρο άξονα μηχανικό έργο.



**Εικόνα (1.1) χρόνος λειτουργίας 4-χρονης μηχανής**

- |                     |                    |              |
|---------------------|--------------------|--------------|
| 1.Εμβολο            | 2.Μπιέλα           | 3.Στρόφαλος  |
| 4.Βαλβίδα Εισαγωγής | 5.Βαλβίδα Εξαγωγής | 6.Μπουζί     |
| 7.Κύλινδρος         | 8.Κεφαλή           | 9.Υγρά ψύξης |

Σε κάθε διαδρομή καύσης αντικαθίστονται τα καυσαέρια από νέο μίγμα αέρα-βενζίνης. Αυτή η αντικατάσταση των καυσαερίων πραγματοποιείται στις μηχανές των αυτοκινήτων, κυρίως με την μέθοδο των 4-χρόνων.

Οι 4 χρόνοι ενός κύκλου λειτουργίας είναι:

- 1) Εισαγωγή
- 2) Συμπίεση
- 3) Ανάφλεξη-Καύση –Εκτόνωση(Έργο)
- 4) Εξαγωγή

Η διαδικασία της αντικατάστασης των καυσαερίων με νέο μίγμα στις 4-χρονες μηχανές ΟΤΤΟ επιτυγχάνεται μέσω βαλβίδων , οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν τα κανάλια εισόδου και εξόδου των κυλίνδρων , σε εξάρτηση της θέσης του στροφαλοφόρου άξονα.

1ος χρόνος : Εισαγωγή

Βαλβίδα εισαγωγής	: ανοικτή
Βαλβίδα εξαγωγής	: κλειστή
Κίνηση εμβόλου	: προς τα κάτω
Καύση	: όχι

Κατεβαίνοντας το έμβολο προς τα κάτω μεγαλώνει ο χώρος του κυλίνδρου και αναρροφά το νέο μίγμα, το οποίο περνά από την αρχική βαλβίδα της εισαγωγής.

2ος χρόνος: Συμπίεση

Βαλβίδα εισαγωγής	: κλειστή
Βαλβίδα εξαγωγής	: κλειστή
Κίνηση εμβόλου	: προς τα επάνω
Καύση	: φάση ανάφλεξης

Ανεβαίνοντας το έμβολο προς τα επάνω μικραίνει ο χώρος του κυλίνδρου και το μίγμα αέρα-βενζίνης συμπιέζεται. Ο συντελεστής συμπίεσης κυμαίνεται ανάλογα της μηχανής 7 έως 12.

3ος χρόνος: Ανάφλεξη – Καύση – Εκτόνωση (Έργο)



Βαλβίδα εισαγωγής	: κλειστή
Βαλβίδα εξαγωγής	: κλειστή
Κίνηση εμβόλου	: προς τα κάτω
Καύση	: ναι

Το συμπιεσμένο μίγμα αναφλέγεται μέσω του σπινθήρα ενός αναφλεκτήρα . Η καύση του μίγματος ανεβάζει τη θερμοκρασία και η πίεση στον κύλινδρο αυξάνεται .

Μέσω της πίεσης των καυσαερίων , το έμβολο κινείται προς τα κάτω και συγχρόνως η μπιέλα μεταφέρει την κίνηση (έργο) στον στροφαλοφόρο άξονα.

#### 4ος χρόνος: Εξαγωγή

Βαλβίδα εισαγωγής	: κλειστή
Βαλβίδα εξαγωγής	: ανοιχτή
Κίνηση εμβόλου	: προς τα πάνω
Καύση	: όχι

Ανεβαίνοντας το έμβολο προς τα επάνω μικραίνει ο χώρος του κυλίνδρου , αναγκάζοντας έτσι τα καυσαέρια να οδηγηθούν έξω , μέσω της ανοιχτής βαλβίδας εξαγωγής . Μετά το τέλος του τέταρτου χρόνου , ο κύκλος των χρόνων επαναλαμβάνεται . Στην πραγματικότητα στον κύκλο λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης , οι χρόνοι ανοίγματος των βαλβίδων προπορεύονται κατά κάτι , για να μπορούν να αδειάζουν και να γεμίζουν οι κύλινδροι καλύτερα .

### **1.3 ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ**

Ο βαθμός απόδοσης της μηχανής ΟΤΤΟ εξαρτάται εκτός της μηχανικής διαμόρφωσης και από τα ακόλουθα κριτήρια:

- 1) Συμπίεση
- 2) Διαδικασία καύσης
- 3) Μίγμα αέρα βενζίνης

#### **1) Συμπίεση**

Όσο μεγαλύτερη είναι η συμπίεση , τόσο μεγαλώνει ο βαθμός απόδοσης της μηχανής και τόσο καλύτερα καίγεται η βενζίνη . Το ύψος της συμπίεσης οριοθετείται από τα όρια των χτυπημάτων (πηράκια) . Όταν λέμε χτυπήματα (πηράκια) εννοούμε τις ακανόνιστες καύσεις του αναφλεγμένου μίγματος , οι οποίες οδηγούν σε ζημιές της μηχανής . Μέσω ενός ομοιόμορφου μίγματος αέρα-βενζίνης και καλύτερης χρήσης των φαινομένων της ροής των ρευμάτων κατά την διαδρομή της αναρρόφησης , είναι δυνατόν να μετατοπίσουν τα όρια των χτυπημάτων , προς όφελος υψηλότερων συμπίεσεων.

#### **2) Διαδικασία της καύσης**

Για να πραγματοποιηθεί μια τέλεια καύση στη μηχανή ΟΤΤΟ , βασικότερη προϋπόθεση είναι η σωστή ανάμιξη της βενζίνης με τον αέρα , έτσι που κατά το χρόνο της καύσης να καεί όσο το δυνατόν καλύτερα .

Άλλη σοβαρή προϋπόθεση είναι το μέτωπο της φλόγας , το οποίο πρέπει να είναι μέσα στο χώρο έναντι του σημείου της καύσης έτσι , που να μεταδίδεται η φλόγα ομοιόμορφα και γρήγορα , ώσπου το μίγμα να καεί εντελώς . Η διαδικασία της καύσης λοιπόν , επηρεάζεται κυρίως από τη θέση στο χώρο της καύσης , από την οποία θα αναφλεχθεί το μίγμα , από τη σχέση του μίγματος και από τον τρόπο που θα οδηγηθεί το μίγμα στο χώρο καύσης.

### **1.4 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΑΕΡΑ- ΚΑΥΣΙΜΟΥ**

Για να γίνεται τέλεια καύση της βενζίνης , πρέπει αυτή να αεριοποιείται και να αναμιγνύεται ομοιομερώς με τον καυσιγόνο αέρα , ώστε να σχηματίζεται το μίγμα βενζίνης – αέρα . Το μίγμα αυτό στη συνηθισμένη του (κατά βάρος) σύνθεση , αποτελείται από 1 μέρος βενζίνης και 14,7 μέρη αέρα . Η αναλογία αυτή του μίγματος μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα .

Σε ειδικές περιπτώσεις (πχ). κατά την εκκίνηση ή επιτάχυνση , το μίγμα γίνεται πλουσιότερο σε βενζίνη , με αποτέλεσμα ο κινητήρας να μπορεί να αποδώσει για λίγο την πρόσθετη ισχύ που απαιτείται . Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, το μίγμα δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ πλούσιο ούτε πολύ φτωχό , αλλά στοιχειομετρικό. Η αναλογία αέρα - καυσίμου AFR για την τέλεια καύση της βενζίνης , ονομάζεται στοιχειομετρική αναλογία μίγματος και ισούται με 14,7 : 1 ή 14,7 Kg βενζίνης (σε βάρος) ή 10.000 λίτρα αέρα προς ένα λίτρο βενζίνης (σε όγκο) .

Αναλογία	AFR= 14,7	: 1 (Kg αέρα : βενζίνης) σε βάρος
Αέρα καυσίμου	AFR= 10.000	: 1 ( λίτρα αέρα : βενζίνη) σε όγκο

Πλούσιο μίγμα καυσίμου ( $\lambda < 1$ ) ονομάζεται το μίγμα που περιέχει μεγαλύτερη αναλογία βενζίνης προς αέρα απ' αυτή που χρειάζεται για την πλήρη καύση.

Φτωχό μίγμα καυσίμου ( $\lambda > 1$ ) ονομάζεται το μίγμα που περιέχει μικρότερη αναλογία βενζίνης προς αέρα απ' αυτή που απαιτείται για την πλήρη καύση.

Στην περίπτωση που η καύση γίνεται με πλούσιο μίγμα , παρουσιάζεται αυξημένη κατανάλωση καυσίμου εξαιτίας της ατελούς καύσης , ενώ σε περίπτωση καύσης φτωχού μίγματος παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου , εξαιτίας της μεγαλύτερης ποσότητας θερμού αέρα.

Ο αέρας αυτός εξάγεται με τη μορφή καυσαερίων από την εξάτμιση και απομακρύνει έτσι μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας στην ατμόσφαιρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

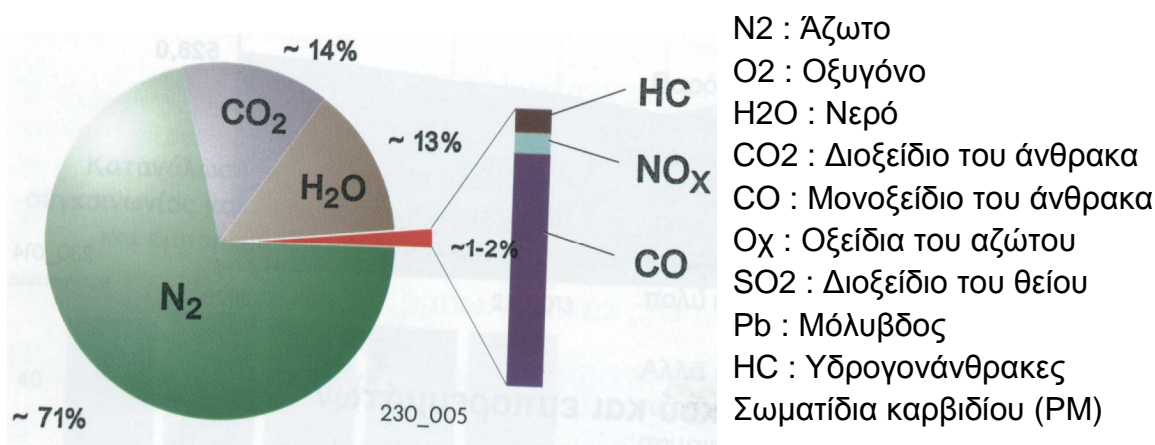
### ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

#### 2.1 Τι είναι καυσαέριο;

Καυσαέριο ονομάζουμε τα αέρια που δημιουργούνται από την καύση διαφόρων υλών , είτε αυτή η ύλη είναι αέρια , είτε στερεή , είτε υγρή και βγαίνουν στην ατμόσφαιρα από καπνοδόχους ή από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων . Όταν η καύση είναι τέλεια τα καυσαέρια δεν έχουν χρώμα .

#### 2.2 Ποια η σύνθεση των καυσαερίων;

Πάντα όταν μιλάμε για σύσταση των καυσαερίων οχημάτων (σχ.2.1) , γίνεται χρήση ιδίων ορολογιών . Μονοξείδιο του άνθρακα , οξείδια του αζώτου , σωματίδια και υδρογονάνθρακες . Πολύ σπάνια γίνεται αναφορά και σε άλλα συστατικά καυσαερίων , μια και αυτά τα αναφερθέντα συστατικά αποτελούν μόνο μέρος της σύστασης των καυσαερίων . Στη συνέχεια κατά την περιγραφή των επιμέρους συστατικών καυσαερίων θα αναφερόμαστε σε μια χονδρική σύσταση καυσαερίων στους βενζινοκινητήρες .

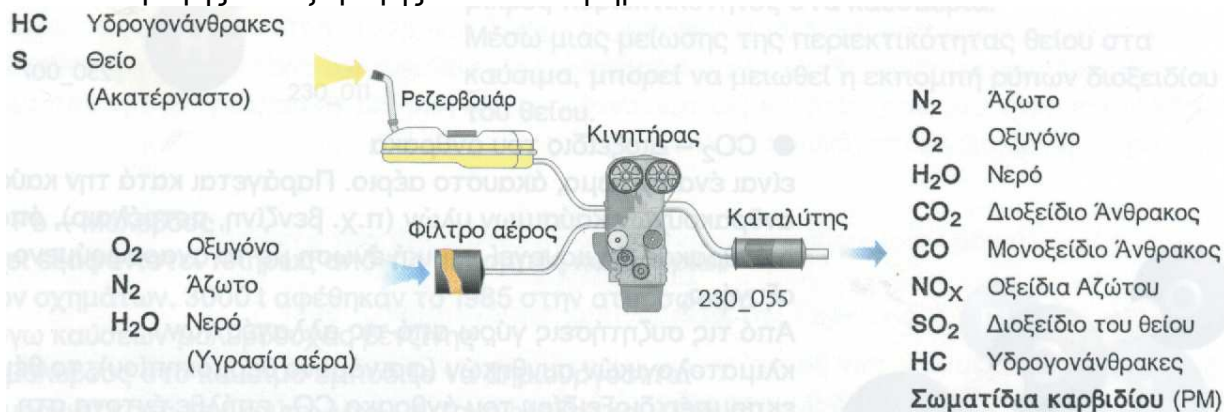


Σχήμα2.1 Σύνθεση καυσαερίων βενζινοκινητήρων

Στους κινητήρες εσωτερικής καύσης Otto εκπέμπονται σε μικρές ποσότητες και διοξείδιο του θείου SO<sub>2</sub>.

#### 2.3 Συστατικά εισαγωγής και εξαγωγής κατά την καύση

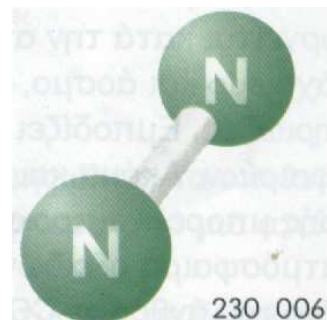
Στη συνέχεια (σχ. 2.2) βλέπουμε μια σύντομη σύνοψη σχετικά με τα συστατικά εισαγωγής και εξαγωγής σε ένα κινητήρα.



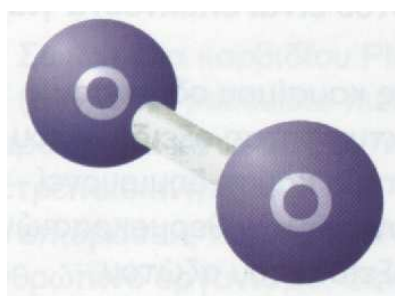
Σχήμα 2.2 Εισαγωγή και εξαγωγή αερίων κατά την καύση

## 2.4 Περιγραφή των συστατικών καυσαερίων

- **N<sub>2</sub> – Άζωτο** : είναι ένα άκαυστο, άχρωμο και άοσμο αέριο. Το άζωτο είναι ένα βασικό στοιχείο της ατμόσφαιρας που αναπνέουμε (78% άζωτο, 21% οξυγόνο, 1% άλλα αέρια) και τροφοδοτείται για καύση μέσω του αναρροφούμενου αέρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό του αναρροφούμενου αζώτου εξαγεται πάλι σε καθαρή μορφή μέσα στο καυσαέριο και μόνο ένα μικρό ποσοστό κάνει χημική ένωση με το O<sub>2</sub> οξυγόνο (οξειδία του αζώτου NO<sub>x</sub>).



Σχήμα 2.3



Σχήμα 2.4

- **O<sub>2</sub>- Οξυγόνο** : είναι ένα άοσμο, άχρωμο και άγευστο αέριο. Αποτελεί το πιο σημαντικό συστατικό της ατμόσφαιρας (21%). Και αυτό, όπως και το άζωτο, αναρροφάται μέσω του φίλτρου αέρα.

**H<sub>2</sub>O- Νερό** : κατά ένα ποσοστό αναρροφάται από τον κινητήρα (υγρασία του αέρα) ή δημιουργείται κατά την "κρύα" καύση (φάση προθέρμανσης). Αποτελεί ένα ακίνδυνο συστατικό καύσης.



Σχήμα 2.5



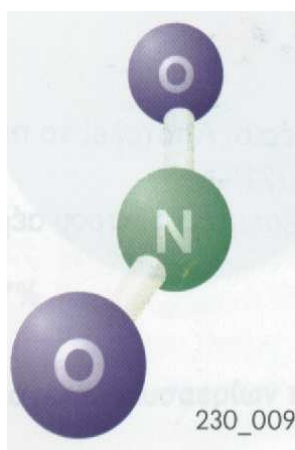
Σχήμα 2.6

**CO<sub>2</sub>– Διοξείδιο του άνθρακα** : είναι ένα άχρωμο , άκαυστο αέριο. Παράγεται κατά την καύση ανθρακούχων καύσιμων υλών (π.χ. βενζίνη , πετρέλαιο) όπου ο άνθρακας δημιουργεί χημική ένωση με το αναρροφούμενο οξυγόνο. Από τις συζητήσεις γύρω από τις αλλαγές των κλιματολογικών συνθηκών (φαινόμενο του θερμοκηπίου) το θέμα εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> επήλθε έντονα στη συνείδηση της ανθρωπότητας . Το διοξείδιο του άνθρακα καταστρέφει τη ζώνη προστασίας της γης που αντανακλά τις UV- υπεριώδεις ακτίνες του Ήλιου .

• **CO – Μονοξείδιο του άνθρακα** : δημιουργείται κατά ατελή καύση ανθρακούχων καύσιμων υλών . Είναι άχρωμο , άοσμο , εκρηκτικό και σε μεγάλες ποσότητες δηλητηριώδες . Εμποδίζει τη μεταφορά οξυγόνου των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Ακόμα και σε σχετικά μικρή περιεκτικότητα στον αέρα εισπνοής μπορεί να προκαλέσει θάνατο . Σε κανονική περιεκτικότητα στην ατμόσφαιρα οξειδώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα σε διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> .



Σχήμα 2.7



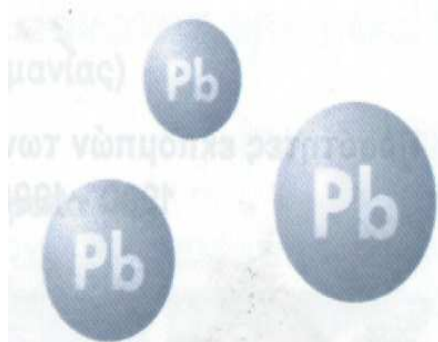
Σχήμα 2.8

**NO<sub>x</sub>- Οξειδία του αζώτου** : είναι ενώσεις αζώτου N<sub>2</sub> και οξυγόνου O<sub>2</sub>. Τα οξειδία του αζώτου δημιουργούνται λόγω μεγάλης πίεσης , υψηλής θερμοκρασίας και περίσσιου οξυγόνου κατά την καύση . Μερικά από τα οξειδία του αζώτου είναι επικίνδυνα για την υγεία . Μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου οδήγησαν δυστυχώς συχνά σε αύξηση της περιεκτικότητας οξειδίων του αζώτου , αφού μια καλή και αποδοτικότερη καύση δημιουργεί υψηλές θερμοκρασίες . Λόγω αυτών των υψηλών θερμοκρασιών δημιουργούνται λοιπόν περισσότερα οξειδία του αζώτου .

**SO<sub>2</sub>- Διοξείδιο του θείου** : είναι ένα άχρωμο , με έντονη οσμή , άκαυστο αέριο. Το διοξείδιο του θείου επιφέρει ασθένειες της αναπνευστικής κοιλότητας , συναντάται όμως σε πολύ μικρές περιεκτικότητες στα καυσαέρια . Μέσω μιας μείωσης της περιεκτικότητας θείου στα καύσιμα , μπορεί να μειωθεί η εκπομπή ρύπων διοξειδίου του θείου .



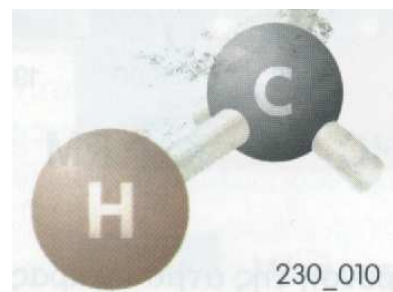
Σχήμα 2.9



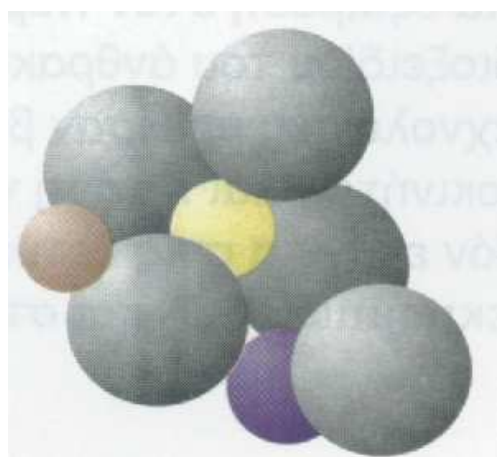
- **Pb- Μόλυβδος** : έχει εξαφανιστεί πλήρως από τις εκπομπές καυσαερίων των οχημάτων. 3000 t αφήθηκαν το 1985 στην ατμόσφαιρα λόγω καύσεων μολυβδούχας βενζίνης. Ο μόλυβδος στο καύσιμο εμπόδιζε να δημιουργούνται "πυράκια" κατά την καύση λόγω αυτανάφλεξης και λίπαινε συγχρόνως τις βαλβίδες .Με την προσθήκη οικολογικών προσθετικών στην αμόλυβδη βενζίνη μπόρεσε να διατηρηθεί σε πολύ καλό βαθμό η καύση χωρίς "πυράκια.

Σχήμα 2.10

- **HC- Υδρογονάνθρακες** : είναι άκαυστα μέρη της καύσιμης ύλης , τα όποια συναντώνται στα καυσαέρια ύστερα από μια ατελή καύση . Οι υδρογονάνθρακες HC συναντώνται σε διάφορες χημικές ενώσεις και επηρεάζουν ο καθένας διαφορετικά τον οργανισμό. Άλλοι καταστρέφουν εγκεφαλικά όργανα και άλλοι δημιουργούν καρκινώματα.



Σχήμα 2.11



Σχήμα 2.12

- **PM -Σωματίδια του καρβιδίου** : Παράγονται κατά μεγαλύτερο ποσοστό από πετρελαιοκινητήρες. Οι επιδράσεις που προκαλούν στον ανθρώπινο οργανισμό, δεν έχουν εξακριβωθεί ακόμα πλήρως.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ**

#### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η πρώτη εμφάνιση του καταλύτη έγινε στην Αμερική . Η πρώτη μορφή του ήταν ο οξειδωτικός καταλύτης και συνδυάστηκε με τα τότε συστήματα ψεκασμού .

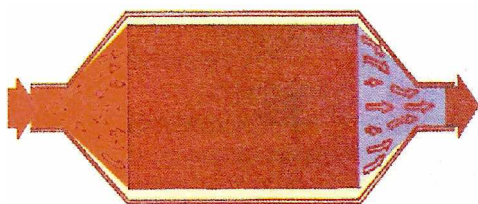
Ο συνδυασμός των συστημάτων ψεκασμού με τον καταλύτη δεν έγινε μόνο για να εξασφαλιστεί η καλύτερη απόδοση , αλλά και επειδή οι εκπομπές επιβλαβών ρυπαντών προκαλούσαν το έντονο νομοθετικό ενδιαφέρον , ιδιαίτερα στην πολιτεία της Καλιφόρνιας , για τη μείωση των ορίων εκπομπών καυσαερίων των αυτοκινήτων.

Έτσι οι αμερικανικές εταιρίες Gm και Ford άρχισαν την εφαρμογή των καταλυτών στη χώρα τους . Η τεχνολογία των καταλυτών εφαρμόστηκε στην Ευρώπη με καθυστέρηση τουλάχιστον 10 χρόνων , περίπου το 1985 .

#### **3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Ο καταλύτης είναι μία κατασκευή που τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής καυσαερίων των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων και έχει στόχο τη μετατροπή των εκπεμπόμενων ρυπαντών σε αβλαβή για την ατμόσφαιρα καυσαέρια .

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω χημικών αντιδράσεων (π.χ. οξείδωσης και αναγωγής) που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του καταλύτη (όταν πρόκειται για τριοδικό καταλύτη) . Στις αντιδράσεις αυτές οξειδώνονται οι ρυπαντές , μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC - βενζίνη που δεν κάηκε στο χώρο καύσης του κινητήρα) σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) , υδρατμούς (H<sub>2</sub>O - νερό) , ενώ τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>) ανάγονται σε ατμοσφαιρικό άζωτο (N<sub>2</sub>) . (Τα NO<sub>x</sub> δεν επηρεάζονται στους οξειδωτικούς καταλύτες) .



Εικόνα 3.1 Μετατροπή των HC ,NO, CO σε CO<sub>2</sub> N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

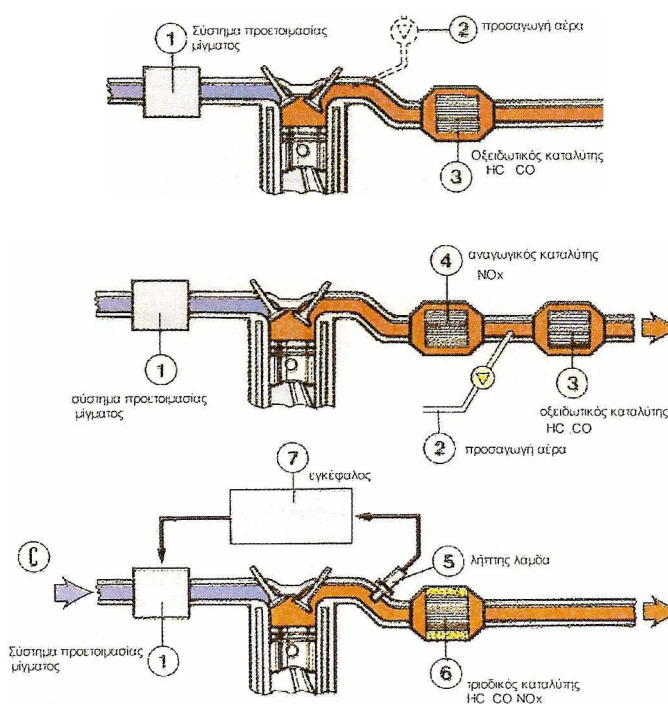


Όπως είναι γνωστό από τη Χημεία, ο καταλύτης είναι ένα χημικό στοιχείο, που με την παρουσία του βοηθάει μια αντίδραση χωρίς να μεταβάλλεται η σύστασή του, κάτω από την παρουσία υψηλής θερμοκρασίας (πάνω από 250°C) .

Στο δάπεδο (πάτωμα) του αυτοκινήτου υπάρχει ειδική γι' αυτό υποδοχή και το ίδιο προστατεύεται με ενισχυτικές λαμαρίνες και σχάρες , εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται και η οποία φθάνει τους 900 βαθμούς °C και παραπάνω.

Η ακριβής έννοια του όρου "καταλύτης" καθορίζει μόνο το πολύ σπουδαίο στοιχείο της κατάλυσης π.χ. πλατίνα, παλλάδιο, ρόδιο ή μίγματα πλατίνας παλλαδίου και πλατίνας – ροδίου. Παρ' όλα αυτά ο χαρακτηρισμός του όρου "καταλύτης" επεκράτησε να δηλώνει όλο το σύστημα "καθαρισμού" των καυσαερίων.

Η τοποθέτηση του καταλύτη γίνεται στο σωλήνα της εξάτμισης, κοντά στην πολλαπλή εξαγωγής και πριν το σιλανσιέ.



Εικόνα 3.2 Συστήματα καταλυτών ανάλογα με τη λειτουργία τους

### 3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ (ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ)

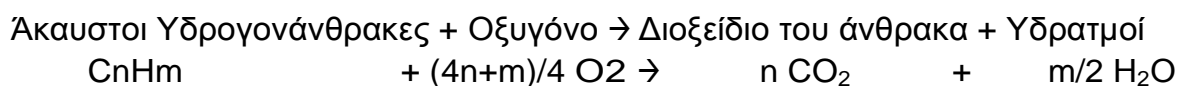
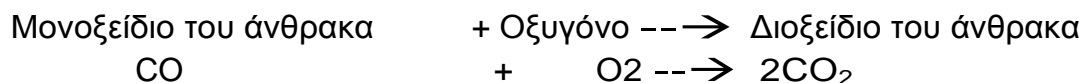
Τρία είναι τα κυριότερα συστήματα καταλυτών ανάλογα με τη λειτουργία τους :

- α) Ο οξειδωτικός καταλύτης
- β) Ο καταλύτης οξειδωτικός και αναγωγικός σε σειρά
- γ) Ο τριοδικός καταλύτης αρρύθμιστος και ρυθμιζόμενος

#### α) Οξειδωτικός καταλύτης (oxidation catalyst)

Ο οξειδωτικός καταλύτης τيران είναι ο καταλύτης που αρχικά πρωτοεμφανίστηκε το 1975 στα αμερικάνικα αυτοκίνητα με αρκετή επιτυχία . Μείωνε (οξειδωνε) το μονοξειδίο του άνθρακα (CO) και τους άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC) κατά 60 - 80% . Ο κινητήρας λειτουργούσε με περίσσιο αέρα , δηλ. φτωχό μίγμα χωρίς λήπτη λάμδα και προαιρετική έγχυση αέρα από πρόσθετο σύστημα παροχής αέρα πριν τον καταλύτη . Το πρόβλημα , όμως , μ' αυτόν τον τύπο του καταλύτη , ήταν ότι άφηνε ανεπηρέαστα τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>). Έτσι γρήγορα οδηγηθήκαμε στον τριοδικό καταλύτη (εύλογη και η ονομασία του). Η κατανάλωση καυσίμου για τον οξειδωτικό καταλύτη δε μεταβάλλονταν σημαντικά, ενώ η μικρή μείωση της ιπποδύναμης βρήκε γρήγορα λύση από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων με τη μικρή αύξηση του κυβισμού. Σε κάποιες δε άλλες περιπτώσεις η χρήση καταλύτη με μεταλλικό μονόλιθο αποτελεί σήμερα την τεχνολογική εξέλιξη του καταλύτη με μεταλλικό κεραμικό μονόλιθο.

#### Χημικές αντιδράσεις οξείδωσης



**β) Καταλύτες διπλής κλίνης (Duel bed catalyst)**

Ο καταλύτης διπλής κλίνης ουσιαστικά αποτελείται από δύο καταλύτες τοποθετημένους σε σειρά . Ένας αναγωγικός καταλύτης για το  $\text{NO}_x$  και ένας οξειδωτικός καταλύτης για τα  $\text{HC}$  και  $\text{CO}$  (γι' αυτό και ονομάζεται διπλής κλίνης).

Στον καταλύτη διπλής κλίνης το μεταλλικό δοχείο έχει δύο ξεχωριστούς θαλάμους, μεταξύ των οποίων υπάρχει ένας ενδιάμεσος χώρος, όπου εγχύεται αέρας με τη βοήθεια ενός συστήματος αέρα από μια αεραντλία . Τα καυσαέρια περνούν πρώτα από την πρώτη κλίνη, στην οποία ανάγονται τα  $\text{NO}_x$  και οξειδώνονται ορισμένοι  $\text{HC}$  και  $\text{CO}$ . Στη συνέχεια τα καυσαέρια διέρχονται δια μέσου του χώρου προσαγωγής αέρα στη δεύτερη κλίνη, όπου η αντλία αέρα (σύστημα έγχυσης αέρα) προσάγει ικανοποιητική ποσότητα αέρα για την τελική οξείδωση του  $\text{CO}$  και των  $\text{HC}$  . Ο αέρας αυτός ονομάζεται δευτερεύων αέρας. Με το οξυγόνο του δευτερεύοντα αέρα οξειδώνονται τελικά ολόκληρες οι ποσότητες των  $\text{HC}$  και του  $\text{CO}$  .

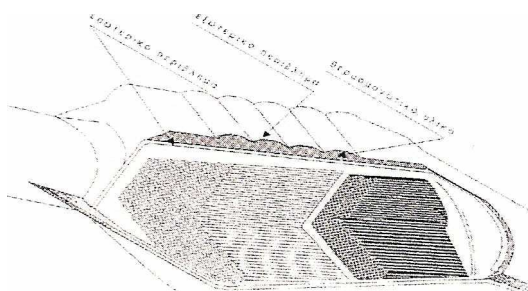
Η λειτουργία του καταλύτη γίνεται με πλούσιο μίγμα (δηλαδή το  $\lambda < 1$ ) κάτω από τη στοιχειομετρική αναλογία . Αυτό φυσικά σημαίνει αυξημένη κατανάλωση καυσίμου . Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι η δημιουργία (κατά την αναγωγή των οξειδίων του αζώτου) αμμωνίας  $\text{NH}_3$ , η οποία μερικώς μόνο οξειδώνεται ξανά από την εν συνεχεία έγχυση αέρα .

Πρακτικά το σύστημα καταλύτη διπλής κλίνης δεν εφαρμόστηκε από τους Ευρωπαίους κατασκευαστές αυτοκινήτων . Στην Αμερική όμως είχε εφαρμογή από τους εκεί κατασκευαστές αυτοκινήτων . Το σύστημα διπλής κλίνης , μάλιστα , συνδυάστηκε και με συστήματα ψεκασμού και λήπτη λάμδα (κλειστά συστήματα ρύθμισης) . Το μίγμα όμως σ' αυτά τα αυτοκίνητα (λόγω του λήπτη λάμδα " $\lambda$ ") ήταν το στοιχειομετρικό και όχι πλούσιο, όπως αναφέραμε παραπάνω. Το σύστημα πάντως , γενικότερα , ήταν χειρότερο από αυτό του τριοδικού καταλύτη και γι' αυτό δεν επικράτησε .

**γ) Τριοδικός καταλύτης (Three way catalyst)**

Ο τριοδικός καταλύτης είναι σήμερα το επικρατέστερο σύστημα καταλύτη, είτε αυτό εφαρμόζεται σαν ρυθμιζόμενο είτε σαν αρρύθμιστο σύστημα, όπως θα δούμε παρακάτω. Έχει τον ηλεκτρονικό έλεγχο προετοιμασίας του μίγματος, καθώς και τη συνεχή διόρθωση αυτού στα επιθυμητά όρια της περιοχής του " $\lambda$ " = 1.

Κλειδί στην όλη ρύθμιση, όπως ήδη προαναφέραμε, για ένα κλειστό σύστημα ρύθμισης είναι ο λήπτης λάμδα (ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης) όμως ακόμα και για τα ανοικτά συστήματα ρύθμισης (χωρίς λήπτη λάμδα), ο τριοδικός καταλύτης (αρρύθμιστος) είναι η επικρατέστερη λύση.



Εικόνα3.3 Τύπος Τριοδικού καταλύτη

- ΑΡΡΥΘΜΙΣΤΟΣ ΤΡΙΟΔΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ

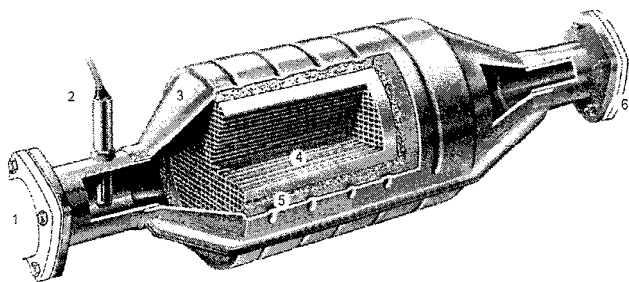
Ο τριοδικός καταλύτης είναι ο καταλύτης που μειώνει και τους τρεις ρυπαντές CO, HC και NO<sub>x</sub>. Αξίζει όμως να σταθούμε στον όρο αρρύθμιστος καθώς και ρυθμιζόμενος (που θα δούμε παρακάτω) , αφού αυτή ουσιαστικά είναι και η βασική διαφορά τους .

Κατασκευαστικά ο αρρύθμιστος τριοδικός καταλύτης δε διαφέρει από το ρυθμιζόμενο . Ο αρρύθμιστος , τριοδικός καταλύτης δεν απαιτεί την ύπαρξη κλειστού ρυθμιστικού συστήματος με ανατροφοδότηση πληροφοριών από το γνωστό μας αισθητήρα οξυγόνου ή λήπτη λάμδα (λάμδα από το ελληνικό γράμμα λ - λόγος) για την προετοιμασία και ηλεκτρονική ρύθμιση του μίγματος αέρα - καυσίμου στο στοιχειομετρικό 14,7 : 1 (περιοχή του λ "" 1) . Αυτή η εξήγηση μας κάνει φανερό ότι στους αρρύθμιστους καταλύτες το πολύ - πολύ αυτοί να δουλεύουν κοντά στη σχέση λ "" 1 (π.χ 0,8 - 1,2) . Άρα σε κάθε άλλη περίπτωση δε θα έχουν τον ίδιο βαθμό απόδοσης σε σύγκριση με ένα ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλύτη .

- ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟΣ ΤΡΙΟΔΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ

Ο ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης , όπως ήδη αναφέραμε , μειώνει και τους τρεις ρυπαντές CO, HC και NO<sub>x</sub> . Το ποσοστό μείωσης είναι εκπληκτικό , αφού κυμαίνεται γύρω στο 90% . Σε ένα σύστημα τροφοδοσίας με ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ ή ψεκασμό (κεντρικό ή πολλαπλό) και καταλύτη , υπάρχει κλειστό σύστημα ρύθμισης . Το κλειστό αυτό σύστημα στηρίζει τη λειτουργία του στην ύπαρξη του αισθητήρα οξυγόνου ή λήπτη λάμδα . Αυτός με τη βοήθεια του υπολογιστή στέλνει πληροφορίες στην αντίστοιχη είσοδο για την επικρατούσα κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα , κάνει την ανάλογη επεξεργασία της πληροφορίας και στη συνέχεια διορθώνει την αναλογία μίγματος αέρα - καυσίμου στο στοιχειομετρικό (14,7 : 1) .

Ο ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης είναι ο καταλύτης που συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον γιατί παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης των βλαβερών για το περιβάλλον ρυπαντών .



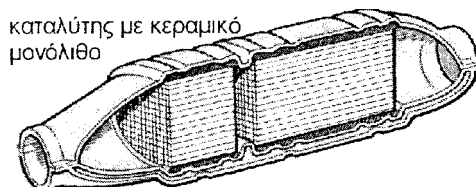
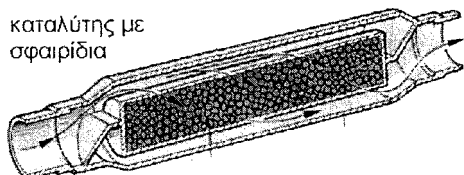
**Εικόνα 3.4 Καταλύτης τριών δρόμων**

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Σωλήνας καυσαερίων από κινητήρα | 4. Ιστός σιδήρου                        |
| 2. Αισθητήρας λ                    | 5. Κεραμικός μονόλιθος                  |
| 3. Θήκη ειδικού μετάλλου           | 6. Σωλήνας καυσαερίων προς το σιγαστήρα |

### **3.4 ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ (ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΣ)**

Τρεις είναι οι βασικοί τύποι καταλυτών ανάλογα με την κατασκευή τους (εσωτερικό υλικό καταλύτη) :

- α) Καταλύτης με αντικαθιστούμενα σφαιρίδια
- β) Καταλύτης με κεραμικό μονόλιθο
- γ) Καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο



**Εικόνα 3.5 Τύποι καταλυτών ανάλογα με την κατασκευή τους**

#### α) Καταλύτες με αντικαθιστούμενα σφαιρίδια

Ο καταλύτης με αντικαθιστούμενα σφαιρίδια αρχικά εφαρμόστηκε στην Αμερική και στην Ιαπωνία , αλλά αργότερα σταμάτησε η εφαρμογή του . Πρακτικά δε χρησιμοποιήθηκε από τους Ευρωπαίους κατασκευαστές αυτοκινήτων , γι' αυτό δεν είναι τόσο γνωστός και διαδεδομένος .

Οι καταλύτες είναι γεμάτοι με σφαιρίδια , τα οποία είναι από αδρανές υλικό και έχουν μία λεπτή επικάλυψη από πλατίνα ή άλλο παρόμοιο καταλυτικό μέταλλο . Τα σφαιρίδια δημιουργούν μέσα στο δοχείο του καταλύτη μια πορώδη μάζα , δια μέσου της οποίας διέρχονται τα καυσαέρια . Δημιουργούν όμως και μεγάλη αντίθλιψη καθώς επίσης παρουσιάζουν και αργή ενεργοποίηση . Όπως τα καυσαέρια διέρχονται δια μέσου των σφαιριδίων , εφάπτονται με την πλατίνα και γίνονται οι σχετικές χημικές αντιδράσεις . Αν "δηλητηριαστεί" ο καταλύτης με σφαιρίδια , τότε αυτά μπορούν να αντικατασταθούν . Αν όμως αυτό συμβεί σε καταλύτη με κεραμικό μονόλιθο , τότε θα πρέπει ν' αντικατασταθεί ολόκληρος ο καταλύτης .

#### β) Καταλύτες με κεραμικό μονόλιθο

Ο καταλύτης με κεραμικό μονόλιθο σήμερα είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος από τους περισσότερους κατασκευαστές αυτοκινήτων. Ο κεραμικός μονόλιθος, που έχει εξωτερικά κυψελοειδή μορφή , είναι ένα ευαίσθητο σε κραδασμούς, δονήσεις και θερμοκρασιακές καταπονήσεις υλικό. Την όλη κατασκευαστική και εσωτερική δομή του καταλύτη αυτού θα εξετάσουμε παρακάτω συνολικά .

#### γ) Καταλύτες με μεταλλικό μονόλιθο

Ο καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο αποτελεί τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων χρόνων. Χρησιμοποιείται από εργοστάσια κατασκευής αυτοκινήτων, που τον τοποθετούν στα κορυφαία τους μοντέλα. Ο μεταλλικός καταλύτης είναι πολύ ακριβότερος από τον κεραμικό. Στην αρχή της εμφάνισής τους τοποθετούνταν κοντά στον κινητήρα , γι' αυτό ονομάστηκαν προ καταλύτες, συμπληρώνοντας έτσι τον κυρίως καταλυτικό μετατροπέα. Η τοποθέτηση αυτή δεν ήταν καθόλου τυχαία , αφού οι κατασκευαστές αυτοκινήτων ήθελαν πιο γρήγορη καταλυτική διεργασία, κυρίως στα κρύα ξεκινήματα και αφού ήταν φυσικό ο μεταλλικός μονόλιθος να αντέχει περισσότερο από τον κεραμικό στις θερμικές καταπονήσεις.

Επειδή όμως οι μεταλλικοί καταλύτες συνδυάζουν και μερικά άλλα πλεονεκτήματα, άρχισε η εφαρμογή τους σαν κυρίως καταλύτες, ανεξάρτητα από το υψηλό κόστος. Το πάχος των τοιχωμάτων του μεταλλικού μονόλιθου είναι μόλις 0,05 - 0,07 mm .

0,05-0,07 mm



Μεταλλικός μονόλιθος ή μεταλλικός φορέας. Εδώ ο φορέας αποτελείται από ένα μεταλλικό πλέγμα με μεταβλητή πληθώρα κυψελών, διαφόρων σχημάτων. Η συνηθέστερη μορφή αποτελείται από δύο ελασμάτινα στρώματα (κυματοειδή ελάσματα) τοποθετημένα σ' ένα άλλο ενδιάμεσο κυκλικό έλασμα.

Η όλη κατασκευή, που θυμίζει σερπαντίνα, είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει στα κυματοειδή ελάσματα να περιτυλίσσονται, να διαμορφώνονται σε στρώσεις, μέσω δε μιας σκληρής συγκόλλησης να αποτελούν ένα συμπαγές σώμα, το μεταλλικό μονόλιθο. Το χρησιμοποιούμενο υλικό είναι χάλυβας υψηλής θερμότητας και ανθεκτικότητας σε διάβρωση, με ιδιαίτερη καταλληλότητα για συγκόλληση και επίστρωση του "ευγενούς" καταλυτικού υλικού . Το πάχος του κυμαίνεται από 0,04 - 0,07 mm . Η τοποθέτηση του μεταλλικού μονόλιθου στο κέλυφος είναι πιο απλή απ' ότι στον κεραμικό μονόλιθο. Ο λόγος είναι ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη διαστολή μεταξύ μονόλιθου και κελύφους και έτσι δε χρειάζεται το ενδιάμεσο εξισωτικό στοιχείο , που είναι η αντίστοιχη προστατευτική ψάθα στον κεραμικό καταλύτη.

### **3.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΜΙΚΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Η κατασκευή του καταλύτη εξωτερικά μοιάζει με αυτή του σιλανσιέ (καζανάκι εξάτμισης). Στην πραγματικότητα όμως , αποτελείται από τρία βασικά μέρη που θα αναφέρουμε παρακάτω .

Το εξωτερικό κέλυφος ή μεταλλικό κάλυμμα περικλείει τον κεραμικό μονόλιθο του καταλύτη. Αποτελείται από δύο μισά μεταλλικά τμήματα κατασκευασμένα συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα για την αποφυγή οξειδώσεων. Τα δύο τμήματα συγκολλούνται μεταξύ τους κάτω από ακριβείς ελεγχόμενες συνθήκες .

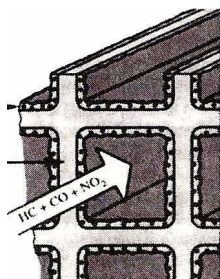
- ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΜΟΝΟΛΙΘΟΣ Ή ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ

Το βασικό στοιχείο του καταλύτη είναι το κεραμικό υλικό που ονομάζεται μονόλιθος και είναι συνήθως κυλινδρικής μορφής . Η κατασκευή του μονόλιθου είναι κυψελοειδούς μορφής με διαμήκη κανάλια (περάσματα), παράλληλα προς τη ροή των καυσαερίων . Ο αριθμός αυτών των καναλιών ανέρχεται σε μερικές εκατοντάδες , αφού σε μία τετραγωνική ίντσα υπολογίζεται ότι περιέχονται 240 περίπου τέτοια κανάλια ροής καυσαερίων . Ανά ένα, δηλαδή , τετραγωνικό χιλιοστό της κυλινδρικής τομής του κεραμικού μονόλιθου αντιστοιχεί περίπου 1 κανάλι. Σε κάθε τετραγωνική ίντσα αντιστοιχούν πάνω από 200 κανάλια ροής καυσαερίων .

Τα τοιχώματα έχουν τετραγωνική μορφή και το πάχος έχει μειωθεί σε 0,15-0,20 mm, για μικρότερη αντίθλιψη των καυσαερίων στον καταλύτη [εικόνα 3.6]. Το τοίχωμα του καναλιού του μονόλιθου, αποτελείται από τα εξής μέρη :

- Το κεραμικό στρώμα του μονόλιθου .
- Την ενδιάμεση επίστρωση (wash coat), που είναι μία βάση οξειδίου του αλουμινίου ( $Al_2O_3$ ), εμποτισμένο στην επιφάνεια των καναλιών ροής καυσαερίων .

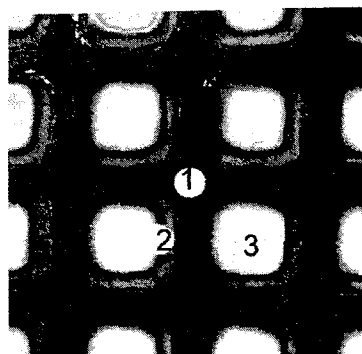
Η ενδιάμεση επίστρωση, λόγω της υψηλής ειδικής επιφάνειας 10-25  $m^2/g$ , αυξάνει κατά πολύ την ενεργό επιφάνεια (10 - 25 φορές), στην οποία γίνονται οι αντιδράσεις .



Εικόνα 3.6 Τριοδικός καταλύτης με τετραγωνικής μορφής κανάλια ροής

Το πάχος της ενδιάμεσης επίστρωσης (wash coat) κυμαίνεται από 20μ στις εξωτερικές επιφάνειες και γωνίες, μέχρι 150μ (μ= μικρά) στις εσωτερικές γωνίες του κυψελωτού κεραμικού μονόλιθου .





Εικόνα (3.7) Τοιχώματα κεραμικού μονόλιθου και επιστρώσεις στην επιφάνεια των τοιχωμάτων

1. Κεραμικός μονόλιθος
2. Ενδιάμεσο στρώμα
3. Κανάλι καυσαερίων

Την επίστρωση ευγενούς μετάλλου , που τοποθετείται στην ενδιάμεση επίστρωση και που είναι ο κυρίως καταλύτης με τον οποίο έρχονται σ' επαφή τα καυσαέρια του κινητήρα . Τα "ευγενή" μέταλλα , που χρησιμοποιούνται συνήθως στην επίστρωση , είναι πλατίνα (λευκόχρυσος) Pt, ρόδιο Rh και παλλάδιο Pd για τις αντιδράσεις της οξειδωσης και τις αντιδράσεις της αναγωγής . Η ιδανική σχέση επικάλυψης των "ευγενών" μετάλλων πλατίνας - ροδίου σ'ένα τριοδικό καταλύτη είναι 5 : 1 . Μπορεί όμως, ανάλογα με τις απαιτήσεις στη διαδικασία των αντιδράσεων, οι αναλογίες να διαφοροποιηθούν, γιατί με την πλατίνα διεξάγονται οι οξειδωτικές αντιδράσεις , ενώ με το ρόδιο οι αναγωγικές.

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί δοκιμές σε παραπάνω από 1000 μίγματα. Η ποσότητα των "ευγενών" αυτών μετάλλων, ανέρχεται σε μερικά μόνο γραμμάρια (1-3 gr) για τις πολύ μεγάλες επιφάνειες του καταλύτη, που ξεπερνάνε την επιφάνεια ενός γηπέδου ποδοσφαίρου . Συνήθως δίνεται η συνολική περιεκτικότητα των ευγενών μετάλλων στην επίστρωση σε γραμμάρια ανά κυβικό πόδι ( $g / ft^3$ ) και μία τέτοια περιεκτικότητα είναι περίπου 30 - 50  $g / ft^3$  . Τα "ευγενή" μέταλλα είναι αυτά που χρησιμεύουν στο να οξειδώνουν τα CO και HC και να ανάγουν τα  $NO_x$  .

#### *Προστατευτική ψάθα (πλέγμα)*

Η προστατευτική ψάθα είναι ένα θερμοανθεκτικό ελαστικό πλέγμα κατασκευασμένο από κεραμικές ίνες . Αντέχει σε θερμοκρασίες άνω των 300°C . Σκοπός της είναι η στερέωση και προστασία από τους κραδασμούς του αυτοκινήτου του κεραμικού μονόλιθου, μονώνοντάς τον παράλληλα από το εξωτερικό κέλυφος μέσα στο οποίο περικλείεται .

### **3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ**

Μία σύγκριση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του μεταλλικού έναντι του κεραμικού καταλύτη, δίνει την παρακάτω εικόνα:

- Ο μεταλλικός καταλύτης παρουσιάζει μικρότερη αντίθλιψη των καυσαερίων στον κινητήρα (άρα αύξηση απόδοσης ισχύος) , για ίση καταλυτική επένδυση λόγω κατασκευής . Τα τοιχώματα του μεταλλικού καταλύτη είναι λεπτότερα (0,05 mm κατά μέσο όρο) , απ' ότι στον κεραμικό καταλύτη (0,2 mm κατά μέσο όρο, περίπου) .

- Ο φόβος δημιουργίας τήξεως (λιώσιμο) σε εμφάνιση "αιχμών θερμότητας" είναι μικρότερος γιατί, λόγω της 10πλάσιας θερμοαγωγιμότητας του μετάλλου, απάγεται γρηγορότερα η θερμοκρασία στο κρύο περιβάλλον . Η περίπτωση βλάβη , συνεπώς, μειώνεται και αυξάνεται η διάρκεια ζωής.

- Για ίδια αντίθλιψη αλλά μεγαλύτερο αριθμό κυψελών , μπορεί να επιτευχθεί επιπλέον υψηλότερη καταλυτική επίδραση με αμετάβλητη ισχύ κινητήρα.

- Αντίστροφα, ο όγκος του καταλύτη μπορεί να μειωθεί κατά το 30% περίπου από τον αντίστοιχο κεραμικό και να αποτελέσει μια πιο "συμπιεσμένη ή συμπαγή" κατασκευή με αμετάβλητη την ισχύ του κινητήρα και την καταλυτική επίδραση .

- Η ενεργοποίηση στο μεταλλικό μονόλιθο γίνεται γρηγορότερα γιατί η ειδική θερμοχωρητικότητά του είναι περίπου η μισή απ' ότι στον κεραμικό μονόλιθο . Έτσι επιτυγχάνεται γρηγορότερα η θερμοκρασία λειτουργίας του καταλύτη, ώστε μετά την εκκίνηση να επιτευχθεί μία καλύτερη καταλυτική αντίδραση.

Τα πλεονεκτήματα όμως του μεταλλικού μονόλιθου :

- μικρότερη αντίθλιψη
- μεγαλύτερη ειδική επιφάνεια
- μικρότερη και συμπαγέστερη κατασκευή
- μεγαλύτερη θερμοαγωγιμότητα
- χαμηλή ειδική θερμοχωρητικότητα

αντιπαραθέτονται στα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Το υλικό κατασκευής του μεταλλικού μονόλιθου είναι ακριβότερο από αυτό του κεραμικού .

- Μετά τους 1100<sup>0</sup>C (κι αυτή η θερμοκρασία μπορεί να δημιουργηθεί από εσφαλμένη λειτουργία του κινητήρα), προκύπτουν προβλήματα, όπως αυτό της θερμικής διάβρωσης.

- Η μηχανική αντοχή του μεταλλικού μονόλιθου είναι μικρότερη από αυτή του κεραμικού μονόλιθου. Τα μεταλλικά ελασμάτινα στρώματα μπορεί να διαχωριστούν, κάτι που δεν παρουσιάζεται στον κεραμικό μονόλιθο.

- Η μικρή θερμοχωρητικότητα, που επιδρά στη γρήγορη ενεργοποίηση του καταλύτη, επιδρά αρνητικά στην περίπτωση "κυκλοφοριακού προβλήματος", αφού ο μεταλλικός καταλύτης ψύχεται γρηγορότερα.

### **3.7 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Για τη σωστή λειτουργία του καταλύτη χωρίς προβλήματα, πρέπει να ξεπεραστούν κάποιες δυσκολίες. Οι κυριότερες από τις δυσκολίες, που πρέπει να ξεπεραστούν για την επιτυχή λειτουργία του καταλύτη και τη μείωση των επικίνδυνων ρυπαντών για την υγεία και το περιβάλλον, είναι οι εξής :

1. Η διαδικασία της μετατροπής των ρυπαντών μπορεί να πραγματοποιηθεί κάτω από μία μίνιμουμ επικρατούσα θερμοκρασία 300°C περίπου .

2. Η πλατίνα ή και τα μίγματα αυτής, πλατίνα - παλλάδιο ή πλατίνα - ρόδιο, είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στον πρόσθετο μόλυβδο της βενζίνης που χρησιμοποιείται για την αύξηση του βαθμού αντικροτικότητας .

3. Η διαδικασία αναγωγής των οξειδίων του αζώτου είναι αποτελεσματική μόνο όταν η καύση είναι η προβλεπόμενη (ρύθμιση στην περιοχή "λ" 1). Μετά απ' αυτό, η θερμοκρασία κρατιέται σε υψηλές περιοχές με τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του καταλύτη . Μία μέση θερμοκρασία λειτουργίας, όταν το αυτοκίνητο κινείται εκτός πόλης, είναι 430 480°C. Στην πόλη όμως, λόγω του ότι ο κινητήρας εργάζεται παρατεταμένα στο ρελαντί αναπτύσσεται μεγαλύτερη θερμοκρασία, που φθάνει μέχρι και 800 ή και 900°C.

4. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να ξεπεράσει τους 1000<sup>0</sup>C φθάνοντας οριακά στους 1300<sup>0</sup>C ή 1400 C .

5. Ένας στόχος βελτίωσης στη λειτουργία του καταλύτη, είναι η μεγαλύτερη δυνατή μείωση του χρόνου προθέρμανσής του, που σήμερα είναι λίγο μικρότερη από 5 λεπτά.

### **3.8 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Οι εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, όπως ήδη αναφέραμε, μειώνουν σημαντικά τη ζωή του καταλύτη και των κεραμικών υλικών, προξενώντας ραγδαία θερμοκρασιακή γήρανση .

Σε οριακές καταστάσεις οδηγούν στην πρόωρη καταστροφή του. Σε κάθε περίπτωση, που ο κινητήρας λειτουργεί σε πολύ φτωχό μίγμα και μάλιστα με συνθήκες φορτίου, παρουσιάζονται προβλήματα κακής ανάφλεξης στους κυλίνδρους και υψηλότερες θερμοκρασίες από τις φυσιολογικές, που φθάνουν

μέχρι και το κέλυφος του καταλύτη . Σ' αυτή την περίπτωση απαιτείται αξιόπιστο σύστημα ανάφλεξης και φυσικά ρύθμιση του κινητήρα .

Αν στον καταλύτη φθάνει ένα πολύ πλούσιο μίγμα καυσίμου, λόγω κακής λειτουργίας του κινητήρα, αρχίζει τότε ο καταλύτης να θυμίζει υψικάμινο αφού σ' αυτόν "καίγεται" το μίγμα. Για παράδειγμα ένας ή δύο κύλινδροι αν δεν σπινθηροδοτούνται, λόγω βραχυκυκλωμένων μπουζί, για κάποιο χρονικό διάστημα, είναι αρκετό να ανεβάσουν τη θερμοκρασία πάνω από 900°C ή 1000°C.

Αυτή η αφύσικη υψηλή θερμοκρασία μπορεί να καταστρέψει τον καταλύτη.

Κάτω από αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες , είναι δυνατόν να αλλάξει η σύσταση των "ευγενών" μετάλλων, ενώ σε ακόμα πιο υψηλές θερμοκρασίες οι πόροι της ενδιάμεσης επίστρωσης του κεραμικού υλικού "κλείνουν" (θερμική προσκόλληση των μορίων του υλικού και δημιουργία νέας παραμορφωμένης μοριακής δομής) μέχρι και της διάλυσης του υλικού αυτού. Στην περίπτωση αυτή ο καταλύτης έχει γίνει ανενεργός και απαιτείται η αντικατάστασή του.

### **3.9 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Η πιο σημαντική προϋπόθεση μεγάλης διάρκειας ζωής του καταλύτη, είναι η χρήση απαλλαγμένης από μόλυβδο βενζίνης, η πιο γνωστή σαν αμόλυβδη βενζίνη (UNLEADED GASOLINE) .

Ο μόλυβδος (Pb) σαν πρόσθετο βενζίνης, ανεβάζει τον αριθμό οκτανίων και λιπαίνει κάποια μέρη του θαλάμου καύσης, κυρίως όμως τις βαλβίδες και τις έδρες του κινητήρα. Αυτός είναι και ο βασικότερος λόγος για τον οποίο συνιστάται η χρήση βενζίνης με μόλυβδο στους συμβατικούς κινητήρες παλαιάς τεχνολογίας (λίπανση εδρών - βαλβίδων) .

Οι κινητήρες που καίνε αμόλυβδη βενζίνη έχουν ενισχυμένες έδρες βαλβίδων. Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης σε κινητήρες συμβατικούς έχει σαν αποτέλεσμα την πρόωρη φθορά των παραπάνω σημείων.

Γι' αυτήν ακριβώς την περίπτωση, τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική, τα καταλυτικά αυτοκίνητα εφοδιάζονται μ' ένα ειδικό σωλήνα (στόμιο) πλήρωσης του ρεζερβουάρ. Ο σωλήνας αυτός είναι μικρότερης διαμέτρου απ' αυτές που χρησιμοποιούνται στα μη καταλυτικά αυτοκίνητα. Αυτό επιτρέπει την είσοδο ενός νέου μικρότερου σωλήνα παροχής (μάνικα) από την αντλία αμόλυβδης βενζίνης. Ακόμα και στις περιπτώσεις εκ των υστέρων τοποθέτησης καταλύτη , στο προς πώληση σε καταλύτη περιλαμβάνεται ο περιορισμός παροχής σωλήνα βενζίνης με μόλυβδο, που τοποθετείται στο λαιμό του ρεζερβουάρ .

### **3.10 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Προκειμένου να αποφευχθούν κάποιες ανεπανόρθωτες βλάβες στον καταλύτη, οι κατασκευαστές προτείνουν κάποια μέτρα προστασίας του, τόσο για τους οδηγούς όσο και για τους μηχανικούς συντήρησης.

Τα μέτρα αυτά είναι τα εξής :

- Μη χρησιμοποιείτε άλλη βενζίνη εκτός από αμόλυβδη.
- Αν για οποιοδήποτε λόγο το αυτοκίνητο δεν παίρνει εμπρός, μην επιχειρείτε να ξεκινήσετε τον κινητήρα με τη μίζα πάνω από τρεις φορές.
- Μην πατάτε το πεντάλ του γκαζιού κατά την προθέρμανση του κινητήρα σε κρύο ξεκίνημα (σταματημένο αυτοκίνητο) .
- Κλείνετε το τσοκ του κινητήρα (όταν αυτό είναι χειροκίνητο) μόλις ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί ομαλά.
- Αν μετά από πλύσιμο του αυτοκινήτου δεν παίρνει εμπρός, το πιθανότερο είναι ότι έχει βραχεί η ηλεκτρονική ανάφλεξη ή το καπάκι του διανομέα με τα μπουζοκαλώδια. Αφαιρέστε τις φίσες και φυσήξτε τους ακροδέκτες της ηλεκτρονικής, αλλιώς αφήστε το να στεγνώσει .
- Μη σπρώχνετε ή μη ρυμουλκείτε το αυτοκίνητο για να πάρει εμπρός.
- Μη σβήνετε με το κλειδί της ανάφλεξης τον κινητήρα όταν αυτός λειτουργεί σε υψηλές στροφές .
- Μη χρησιμοποιείτε πρόσθετα καυσίμου (Additives - αν δεν προτείνονται από τον κατασκευαστή τους σε αυτοκίνητο με καταλύτη) .
- Μην οδηγείτε το αυτοκίνητο αν αυτό καίει λάδι .
- Μην ελέγχετε την ύπαρξη σπινθήρα αφαιρώντας από κάποιο κύλινδρο το μπουζοκαλώδιο.
- Μην παρκάρετε το αυτοκίνητο πάνω από ξερά κλαδιά και χόρτα, υπάρχει κίνδυνος πυρκαϊάς.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.**

### **ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ-“TECNOTEST” MOD 488**

#### **4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Ο αναλυτής καυσαερίων MOD.488 του εργοστασίου TECNOTEST είναι μια φορητή συσκευή που λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα 220 V. Η συσκευή περιλαμβάνει εύκαμπτο σωλήνα αναρρόφησης καυσαερίων μήκους πλέον των 3m , με ειδικό στέλεχος δειγματοληψίας το οποίο εισέρχεται μέσα στον σωλήνα της εξάτμισης σε βάθος πλέον των 30 cm χωρίς να επηρεάζεται από τις υψηλές θερμοκρασίες των καυσαερίων και από την παρουσία τοξικών αέριων .

Ο αναλυτής μετρά τα εξής :

- Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)
- Τους υδρογονάνθρακες (HC)
- Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Το οξυγόνο (O<sub>2</sub>)
- Το διορθωμένο μονοξείδιο του άνθρακα
- Τον συντελεστή << λ >>
- Τις στροφές του κινητήρα σε rpm
- Τη θερμοκρασία του κινητήρα σε βαθμούς C

Η συσκευή δεν μετρά κατά την διάρκεια της προθέρμανσης της και αυτομηδενισμού η όποια διαρκεί ως και 15 λεπτά εξαρτώμενη από την θερμοκρασία στην όποια βρίσκεται η συσκευή.

Ο αναλυτής χρησιμοποιεί την τεχνολογία της μη διασποράς υπέρυθρης ακτινοβολίας για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) , το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) , και για τους υδρογονάνθρακες (HC) . Για την μέτρηση του οξυγόνου (O<sub>2</sub>) χρησιμοποιεί αισθητήρα που βασίζεται στην αρχή του ηλεκτροχημικού γαλβανικού στοιχείου .

Ο έλεγχος στα καυσαέρια των τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) , του διοξειδίου (CO<sub>2</sub>) και υδρογονανθράκων (HC) είναι απαραίτητος ώστε να ρυθμιστεί σωστά η μηχανή ή για να γίνει η διάγνωση πιθανών βλαβών του κινητήρα .

Εάν οι τιμές εξαγωγής δεν έχουν ρυθμιστεί σωστά είναι απολύτως αδύνατο να επιτευχθεί καλή λειτουργία της μηχανής ιδιαίτερα όταν αυτή είναι εξοπλισμένη με τροφοδοσία ηλεκτρονικού ψεκασμού injection .

Είναι επίσης σημαντικό να ανιχνευτεί το περιεχόμενο του οξυγόνου (O<sub>2</sub>) και η σχέση λάμδα σε μηχανές με καταλυτικούς μετατροπείς και αισθητήρες λάμδα .

## 4.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Πεδίο μέτρησης :

CO	0 έως 9,99% Vol	(+ -0.01)
CO <sub>2</sub>	0 έως 9,99% Vol	(+ -0,01)
HC	0 έως 10000 ppm	(+ -1)
O <sub>2</sub>	0 έως 25,0% Vol	(+ -0.1)
NO <sub>x</sub>	0 έως 4000 ppm	(+ -10)
ΛΑΜΔΑ	0 έως 2000	

Επαγωγικό στροφόμετρο : 0 έως 9000 rpm (+ -20)

Θερμόμετρο : 0 έως 150°C (+ -1)

Λειτουργική θερμοκρασία : +5 °C έως +40 °C (+ -2)

Διαφορά πίεσης : μέγιστο λάθος 0.2% για διαφορές των 5 kPascal

Μέτρηση ροής αερίου : 15 lt/min (περίπου)

Έλεγχος ροής : εσωτερικός και αυτόματος

Έλεγχος διαρροής : αυτόματος

Εκκένωση υγρών : αυτόματη

Χρόνος αναμονής : 10 sec (για σωλήνα αναρρόφησης 3m)

Χρόνος προθέρμανσης : μέγιστο 15 min

Παροχή ρεύματος : 220 V + - 15% ,50 Hz , 100W (αυτόματο σήμα με κωδικό βλάβης που εκτυπώνεται για διαφορές μικρότερες του +- 15%)

Μηδενισμός : ηλεκτρονικός και αυτόματος

Ρύθμιση : ηλεκτρονική και αυτόματη (με προαιρετική φιάλη πρότυπου αερίου για την περίπτωση που απαιτείται ειδική πιστοποίηση από την νομοθεσία του κράτους)

Ελάχιστη συχνότητα ρύθμισης : αυτόματη

Ελάχιστη συχνότητα περιοδικού έλεγχου : ετησίως

Δυνατότητα επικοινωνίας με PC : RS232 standard (1200 Baud)

Ρολόι : απεικόνιση ημερομηνίας και ώρας

Εκτυπωτής : 24 col. (το όνομα και η διεύθυνση του συνεργείου αποτελούν τον τίτλο της κάθε κάρτας όπως απαιτεί η ελληνική νομοθεσία)

Διαστάσεις : 400 x 200 x 350 mm

Βάρος: 12 kg (περίπου)

#### **4.3 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Ο αναλυτής αυτός ανιχνεύει την περιεκτικότητα του καυσαερίου σε CO/CO<sub>2</sub>/HC σύμφωνα με αρχή βάσει της οποίας μετράται η απορρόφηση ακτινοβολίας από κάθε αέριο μέσα στο υπέρυθρο πεδίο.

Το δείγμα του καυσαερίου το περνούμε από την εξάτμιση του αυτοκίνητου μέσω του σωλήνα αναρρόφησης , ενώ έχει απαλλαγεί από το νερό που περιέχει μέσω του διαχωριστή υγρών και έχει μεταφερθεί στο χώρο μέτρησης.

Εδώ μια ακτίνα υπέρυθρου φωτός κατευθυνόμενη πάνω στα όργανα μέτρησης εξασθενεί σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος εξαιτίας των αέριων που βρίσκονται στο χώρο μέτρησης. Η εξασθένιση συμβαίνει σε προσδιοριζόμενα μήκη κύματος ανάλογα με τον τύπο του αερίου που ζητούμε κάθε φορά.

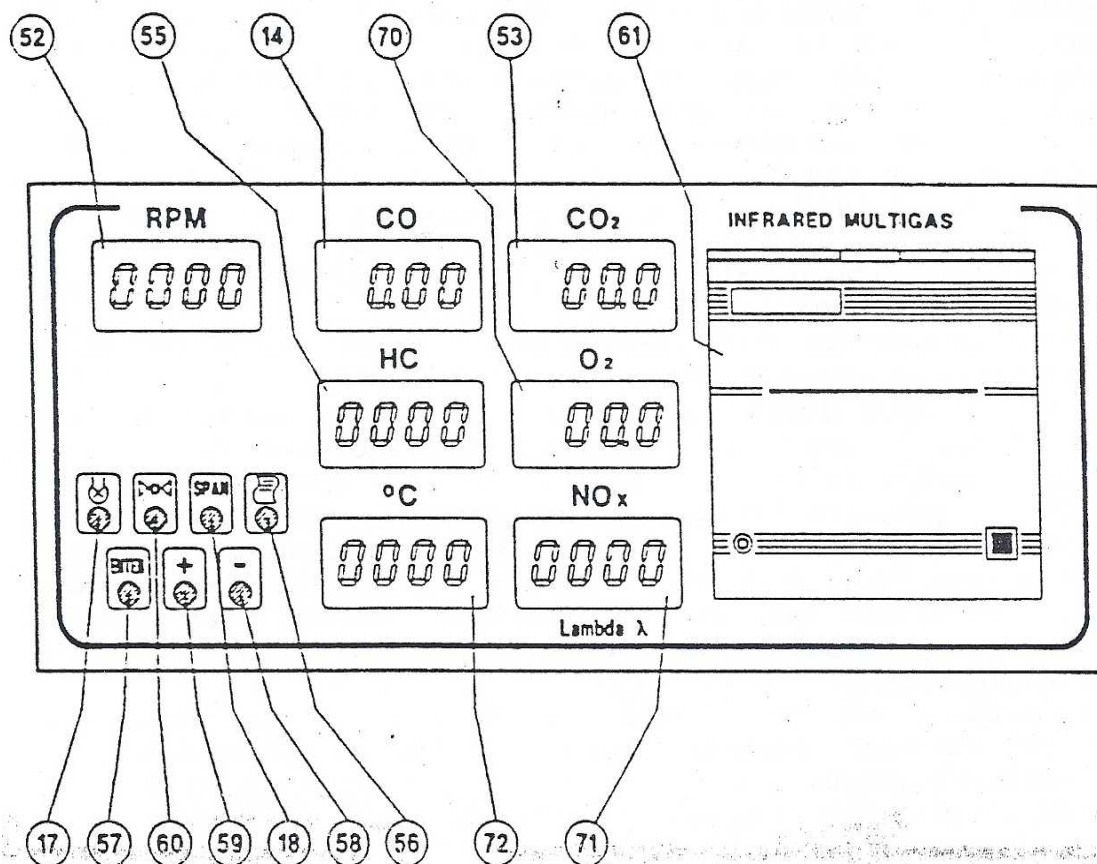
Μόρια με τον ίδιο αριθμό ατόμων δεν προκαλούν απορρόφηση μέσα στο υπέρυθρο πεδίο. Από την άλλη μεριά , μόρια με διαφορετικό αριθμό ατόμων απορροφούν διαφορετικές δεσμίδες φωτός μέσα στο υπέρυθρο πεδίο. Όσο μεγαλύτερη είναι η απορρόφηση , τόσο μεγαλύτερη συγκέντρωση αερίου θα υπάρχει . Αυτές οι διαφορές μπορούν να ανιχνευτούν χάρη στη βοήθεια ηλεκτρονικών αισθητήρων που συνοδεύουν ανάλογα οπτικά φίλτρα τα όποια επιτρέπουν μόνο στις υπέρυθρες ακτίνες να περάσουν από τα γνωστά μήκη κύματος.

Το ποσοστό επί τοις εκατό του οξυγόνου, ανιχνεύεται μέσω ενός σενιόρα χημικού τύπου ο οποίος μεταδίδει ένα ηλεκτρικό γραμμικό σήμα που αλλάζει ανάλογα με το ποσοστό του οξυγόνου που περιέχει το καυσαέριο.

#### **4.4 ΟΨΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΗ TECNOTEST MOD 488**

ΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ

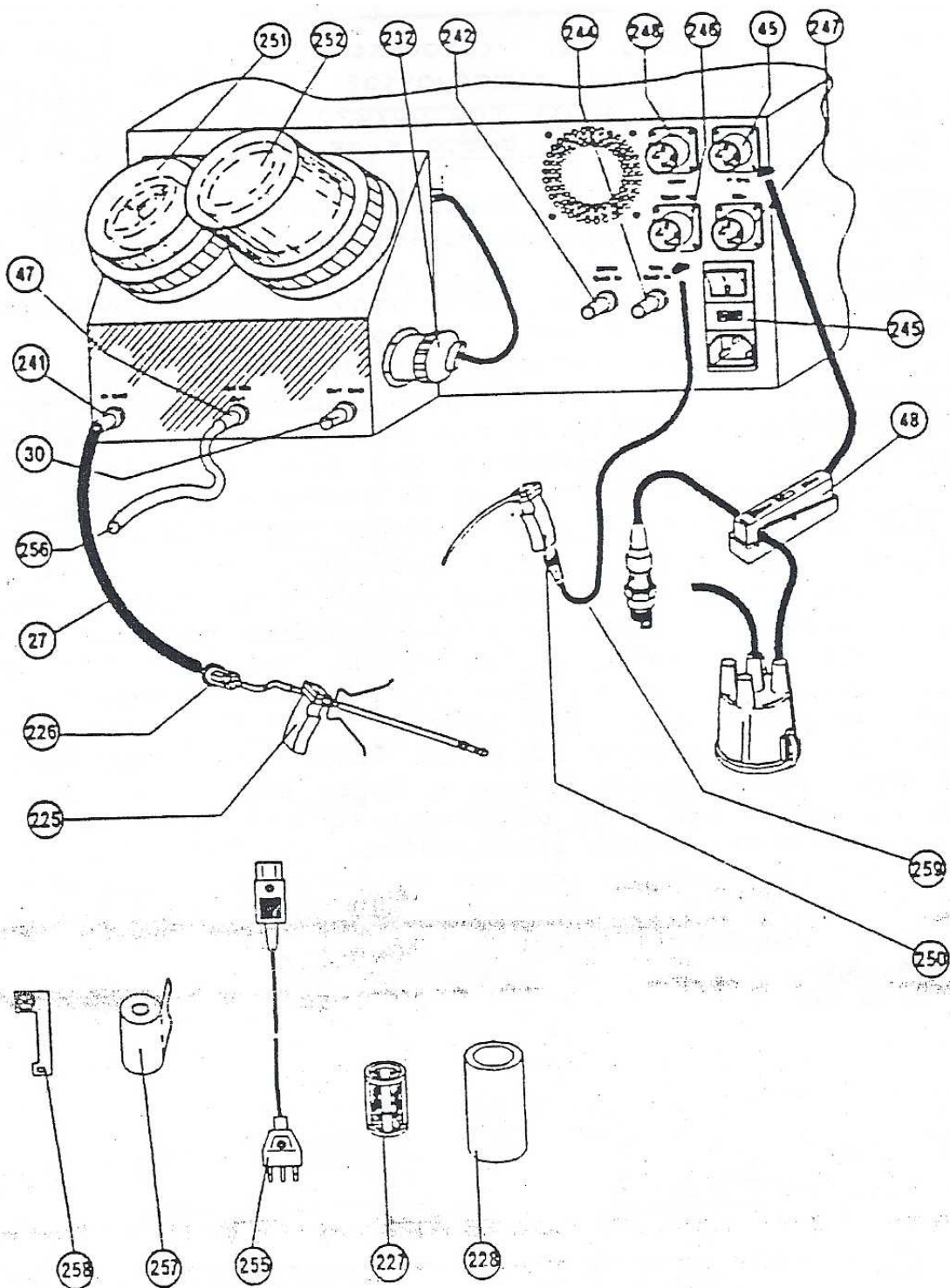




Σχήμα 4.1

- 14 – ΟΘΟΝΗ CO
- 17 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ
- 18 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ SPAN
- 52 – ΟΘΟΝΗ RPM
- 53 – ΟΘΟΝΗ CO ( ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ )
- 55 – ΟΘΟΝΗ HC ( ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ )
- 56 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΤΗ
- 57 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ( ENTER )
- 58 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ( - )
- 59 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ( + )
- 60 – ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΥ
- 61 – ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ
- 70 – ΟΘΟΝΗ O<sub>2</sub> ( ΟΞΥΓΟΝΟΥ )
- 71 – ΟΘΟΝΗ ΣΧΕΣΕΩΣ ( λ ) ή NO<sub>x</sub> ( ΑΝΑΜΟΝΗ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΑΖΩΤΟΥ )
- 72 – ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ



**Σχήμα 4.2**

- 27 – ΣΩΛΗΝΑΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ
- 30 – ΕΞΟΔΟΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ
- 45 – ΦΙΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΛΙΠ ΣΑΛ
- 47 – ΕΞΟΔΟΣ ΥΓΡΩΝ
- 48 – ΕΠΑΓΩΓΙΚΟ ΜΑΝΤΑΛΑΚΙ
- 225 – ΣΕΝΣΟΡΑΣ ΣΩΛΗΝΑΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ
- 226 – ΦΙΛΤΡΟ ΣΩΛΗΝΑ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ
- 227 – ΦΙΛΤΡΟ ΥΓΡΩΝ

- 228 – ΦΙΛΤΡΟ ΓΑΖΑΣ
- 232 – ΣΕΝΣΟΡΑΣ Ο<sub>2</sub>
- 241 – ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΟΥ
- 242 – ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΕΡΑ
- 244 – ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ( ΑΝ ΑΠΑΙΤΕΙ Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ )
- 245 – ΑΣΦΑΛΕΙΑ 220 V
- 246 – ΦΙΣΑ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ
- 247 – ΦΙΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ ΝΟχ (ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ )
- 248 – ΣΥΝΔΕΣΗ RS 232 ( ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ PC )
- 250 – ΣΕΝΣΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
- 251 – ΚΑΠΑΚΙ ΠΛΕΚΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ
- 252 – ΚΑΠΑΚΙ ΦΙΛΤΡΟΥ ΓΑΖΑΣ
- 255 – ΒΑΣΙΚΟ ΚΑΛΩΔΙΟ
- 256 – ΑΓΩΓΟΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΓΡΩΝ
- 257 – ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΧΑΡΤΙΟΥ ΕΚΤΥΠΩΤΗ
- 258 – ΜΕΛΑΝΟΤΑΙΝΙΑ
- 259 – ΚΑΛΩΔΙΟ ΣΕΝΣΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

#### **4.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

Ο αναλυτής τοποθετείται πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια διατηρώντας μια απόσταση 30 cm ανάμεσα στην πλάτη του οργάνου και στα τυχόν εμπόδια . Αυτό θα εξασφαλίσει σωστό εξαερισμό για την λειτουργία του ανεμιστήρα . Επίσης προσοχή , να μην είναι η εισαγωγή αέρα κοντά σε πηγή εξόδου ρυπαντικού αερίου ή υδρογονανθράκων. Τοποθετούμε το σωλήνα στην εξαγωγή των υγρών για να τα απομακρύνει από το όργανο .

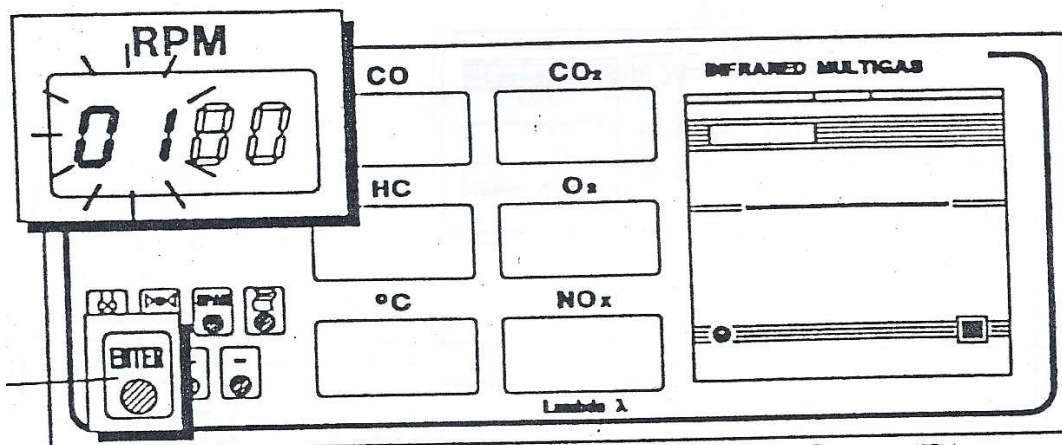
Πρέπει να σημειωθεί ότι ο σένσορας οξυγόνου είναι χημικού τύπου και έχει περιορισμένη διάρκεια ζωής, περίπου 2 χρόνια.

#### **4.6 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ-ΕΛΕΓΧΟΙ**

##### **ΡΥΘΜΙΣΗ ΡΟΛΟΓΙΟΥ**

Το όργανο είναι εξοπλισμένο με ημερολογιακό ρολόι που λειτουργεί με μπαταρία λίθου επαναφορτιζόμενη αυτόματα. Οι πληροφορίες για μέρα / μήνα / χρόνο /ώρα / λεπτά, εγγράφονται πάνω στην καρτέλα της κάθε εκτύπωσης .

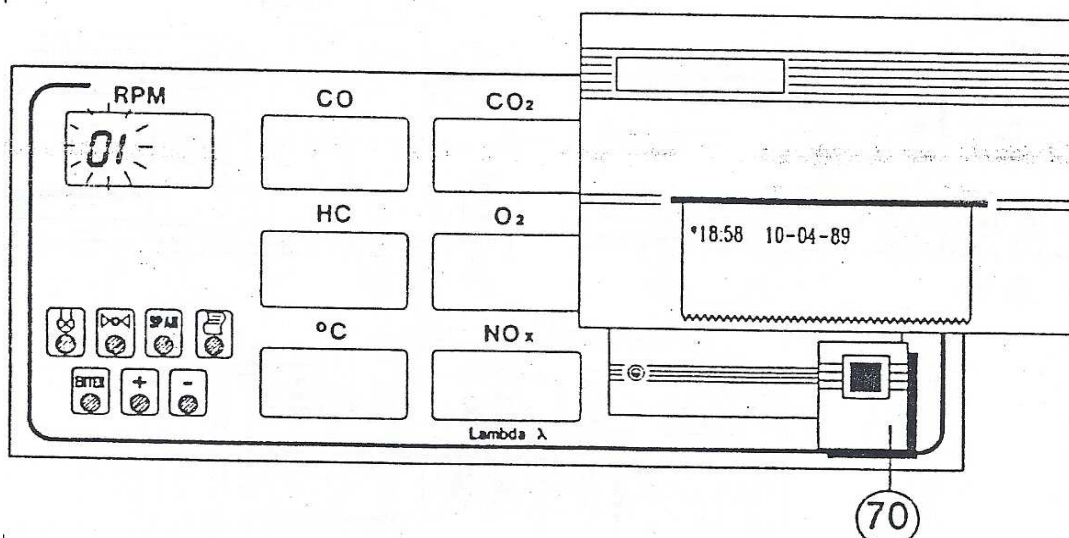
Το ρολόι ρυθμίζεται μόνο όταν το όργανο βρίσκεται της φάσης της προθέρμανσης πατώντας ENTER .



Σχήμα 4.3

Αμέσως η οθόνη του RPM θα φωτιστεί (σχ. 4.3): χρησιμοποιώντας του διακόπτες (+) (-) εγγράφουμε την αντίστοιχη ημερομηνία. Πατάμε ENTER για να απομνημονεύσει το όργανο την ημερομηνία και συνεχίζουμε με την οθόνη του CO όπου απεικονίζεται ο μήνας.

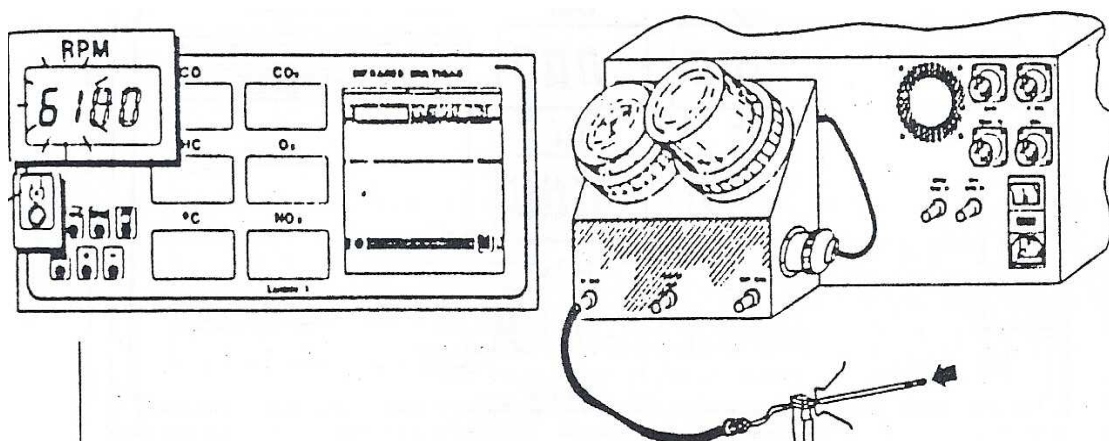
Την ίδια διαδικασία επαναλαμβάνουμε και για όλες τις παραμέτρους που πρέπει να ρυθμιστούν και τέλος πατάμε ENTER για να επιστρέψει ο αναλυτής στην αρχική του φάση. Για να ελέγξουμε αν οι ρυθμίσεις έχουν εκτελεστεί σωστά, κάνουμε μια εκτύπωση, (σχ. 4.4).



Σχήμα 4.4

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

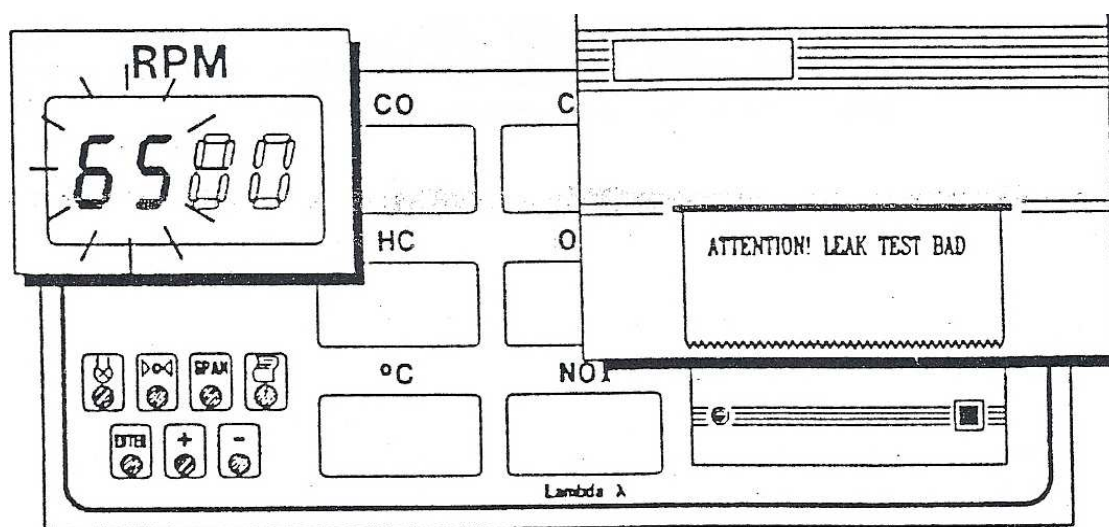
Ο έλεγχος διαρροής γίνεται για να βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχουν διαρροές μέσα στο δίκτυο εισαγωγής του καυσαερίου που μπορούν να καταστήσουν λανθασμένη την μέτρηση του καυσαερίου.



Σχήμα 4.5

Ο έλεγχος πρέπει να διεξάγεται μόνο κατά την διάρκεια της φάσης της προθέρμανσης. Πριν πραγματοποιηθεί ο έλεγχος, πρέπει να ταπωθεί το ακροφύσιο του σωλήνα αναρρόφησης του καυσαερίου με την ειδική τάπα και μετά πατάμε τον διακόπτη της αντλίας. Αμέσως εμφανίζεται ο φωτεινός κώδικας "61", (σχ. 4.5) .

Το όργανο θα υπολογίσει την στεγανότητα ολόκληρου του κυκλώματος για 10 sec περίπου . Εάν ανιχνευτεί διαρροή θα τυπωθεί το μήνυμα "ATTENTION! LEAK TEST BAD" και θα ανάψει ο κώδικας "65", (σχ. 4.6).



Σχήμα 4.6

Σε περίπτωση που ανάψει αυτός ο κώδικας εξετάζουμε αν :

- I. Τα καπάκια του φίλτρου υγρών και του φίλτρου γάζας είναι καλά βιδωμένα .
- II. Τα λαστιχάκια των παραπάνω καπακιών είναι καλά τοποθετημένα μέσα στο κέλυφος τους και σε καλή κατάσταση .
- III. Ο σωλήνας αναρρόφησης έχει συνδεθεί καλά και κανένα σημείο του δεν είναι κομμένο .

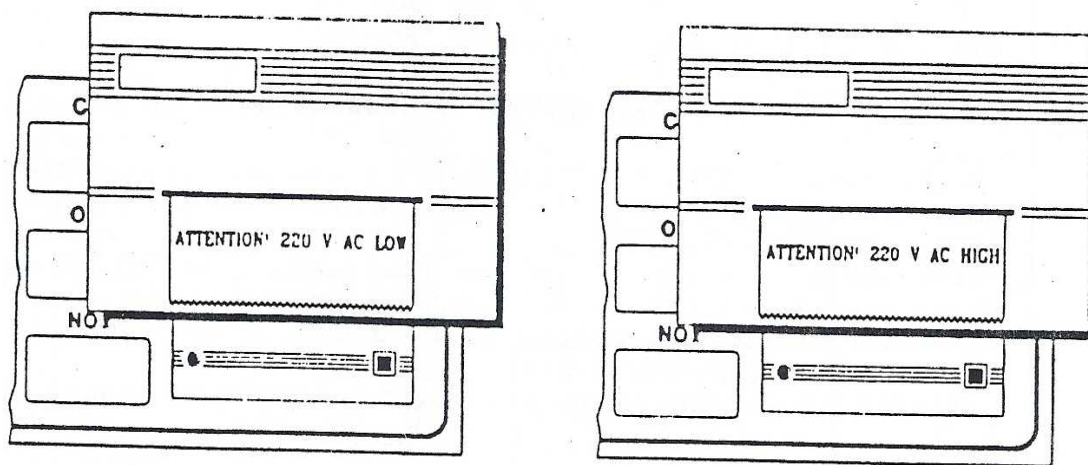
#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ 220 V

Η τάση παροχής ρεύματος αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την σωστή λειτουργία του οργάνου . Για τον λόγο αυτό ο αναλυτής έχει ανάλογα συστήματα ειδοποίησης του χειριστή σε περίπτωση που η παροχή ρεύματος είναι εσφαλμένη . Όταν η τάση του ρεύματος υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια (220V +-15%) τότε τυπώνονται 2 μηνύματα ( σχ. 4.7):

“ATTENTION! 220V AC LOW”

“ATTENTION! 220V AC HIGH”

Εάν κάποιο από αυτά τα μηνύματα εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της μέτρησης, η μέτρηση πρέπει να επαναληφθεί μόλις η παροχή ρεύματος του οργάνου επιστρέψει στις κανονικές της τιμές .



Σχήμα 4.7

#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ

Ο έλεγχος ροής γίνεται αυτόματα μέσω του οργάνου , το οποίο ελέγχει την τιμή του κενού στο δίκτυο εισαγωγής . Κάθε φορά που παρεκκλίνει από τη σταθερή τιμή , το όργανο θα τυπώσει τα εξής μηνύματα βλαβών (σχ. 2.20):

“ATTENTION! VACUUM LOW”

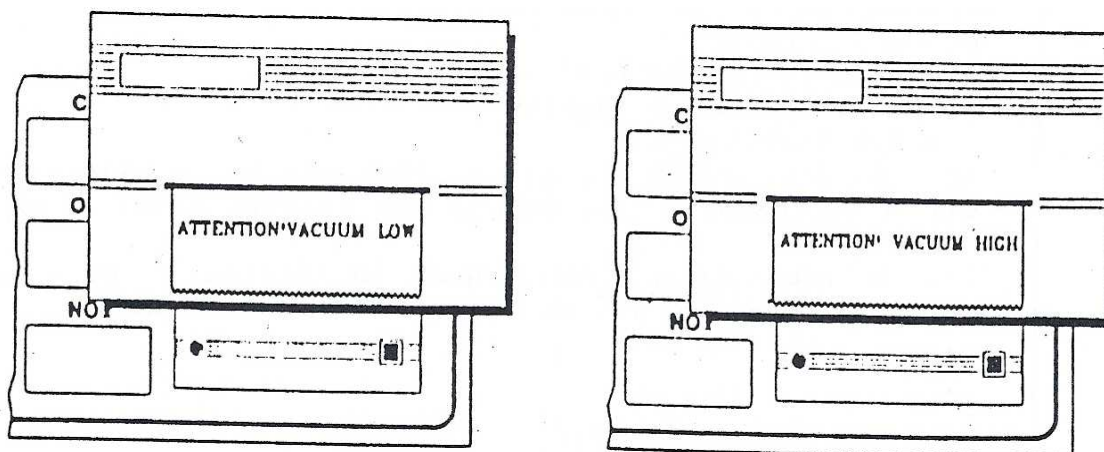
“ATTENTION! VACUUM HIGH”

Αν εμφανιστεί το πρώτο μήνυμα τότε πρέπει:

- να γίνει έλεγχος διαρροής
- να ελεγχθεί το καπάκι του φίλτρου υγρών αν είναι σφιχτά βιδωμένο
- να ελεγχθεί το καπάκι του φίλτρου γάζας αν είναι σφιχτά βιδωμένο
- να ελεγχθούν τα λαστιχάκια αν είναι σωστά τοποθετημένα μέσα στο κέλυφος τους ή αν βρίσκονται σε καλή κατάσταση

Αν εμφανιστεί το δεύτερο μήνυμα τότε πρέπει:

- να εξακριβωθεί αν ο ελαστικός σωλήνας αναρρόφησης καυσαερίου δεν είναι τσακισμένος
- να εξακριβωθεί ότι το φίλτρο του ελαστικού σωλήνα δεν είναι τσακισμένο
- να εξακριβωθεί ότι το φίλτρο υγρών είναι καθαρό
- να γίνει αλλαγή του φίλτρου γάζας



Σχήμα 4.8

#### ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

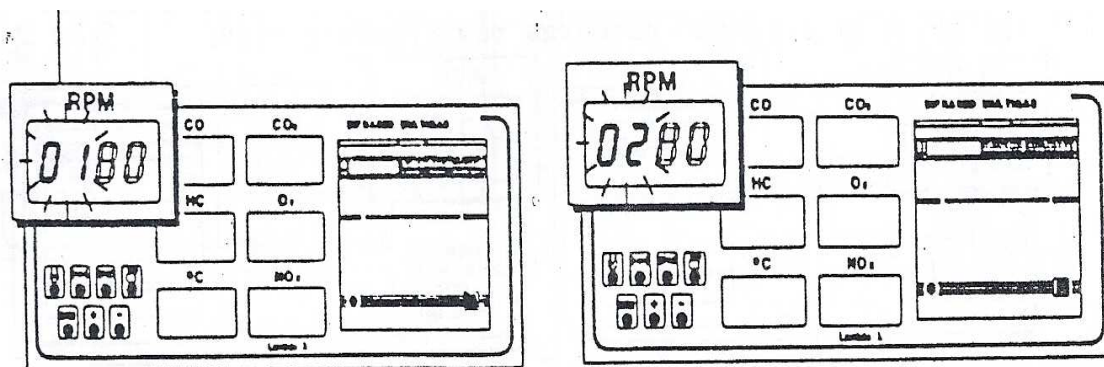
Αμέσως μόλις εκτελεστούν οι προκαταρκτικές λειτουργίες πρέπει να ελεγχθούν, αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεταξύ +5 και +30 °C, αν η εξάτμιση του αυτοκινήτου είναι στεγανή, αυτό θα γίνει αν φράξουμε την εξάτμιση ενώ η μηχανή είναι στο ρελαντί, αν η θερμοκρασία του λαδιού της μηχανής είναι πάνω από 60 °C και αν ο ηλεκτρικός ανεμιστήρας έχει αποσυνδεθεί, για να μην προκληθεί αυξομείωση στροφών. Ακόμα πρέπει να βεβαιωθούμε για τις τιμές των στροφών ρελαντί, την τιμή της γωνίας ΝΤΟΥΕΛ, τις μοίρες της ανάφλεξης και τα διάκενα βαλβίδων, όπου αυτές οι τιμές πρέπει να είναι ίδιες με αυτές που έχει δώσει ο κατασκευαστής .

## 4.7 ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

### ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Όταν το όργανο τεθεί σε λειτουργία μέσω του διακόπτη ON/OFF, η οθόνη θα εμφανίσει το φωτεινό κωδικό "01" για να δείξει ότι το μηχάνημα βρίσκεται στην φάση της προθέρμανσης. Ο χρόνος προθέρμανσης μπορεί να διαρκέσει μέχρι 15 λεπτά.

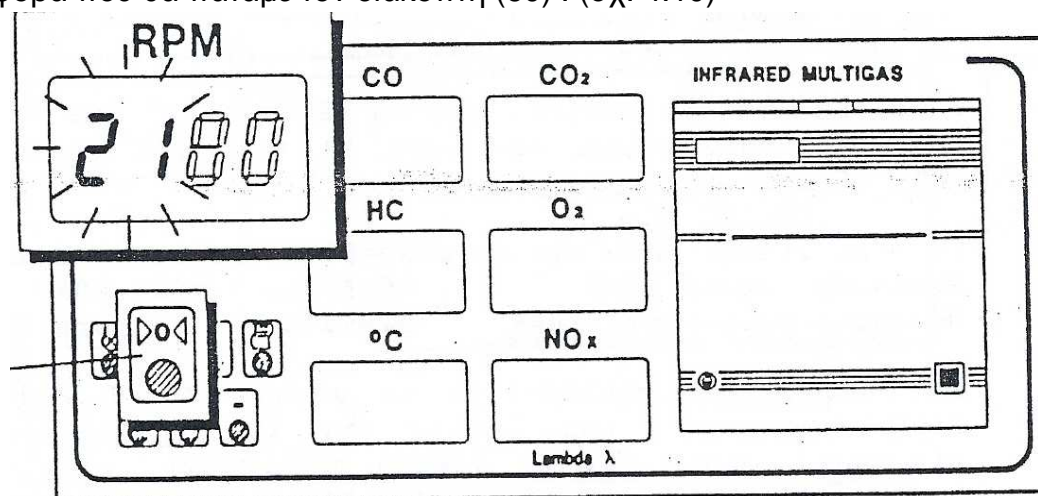
Μετά την φάση της προθέρμανσης ο φωτεινός κωδικός "01" θα αντικατασταθεί από τον φωτεινό κωδικό "02". Αυτός ο κωδικός θα διατηρηθεί για 5 λεπτά περίπου και μετά από το διάστημα αυτό το όργανο θα βρίσκεται σε τέλεια λειτουργία και θα είναι έτοιμο για χρήση (σχ. 4.9).



Σχήμα 4.9

### ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ

Ο φωτεινός κώδικας "21" αποτελεί ένδειξη ότι οι τιμές του οργάνου είναι μηδενισμένες. Αυτός ο κωδικός μπορεί να εμφανιστεί αυτόματα, καθώς και κάθε φορά που θα πατάμε τον διακόπτη (60). (σχ. 4.10)

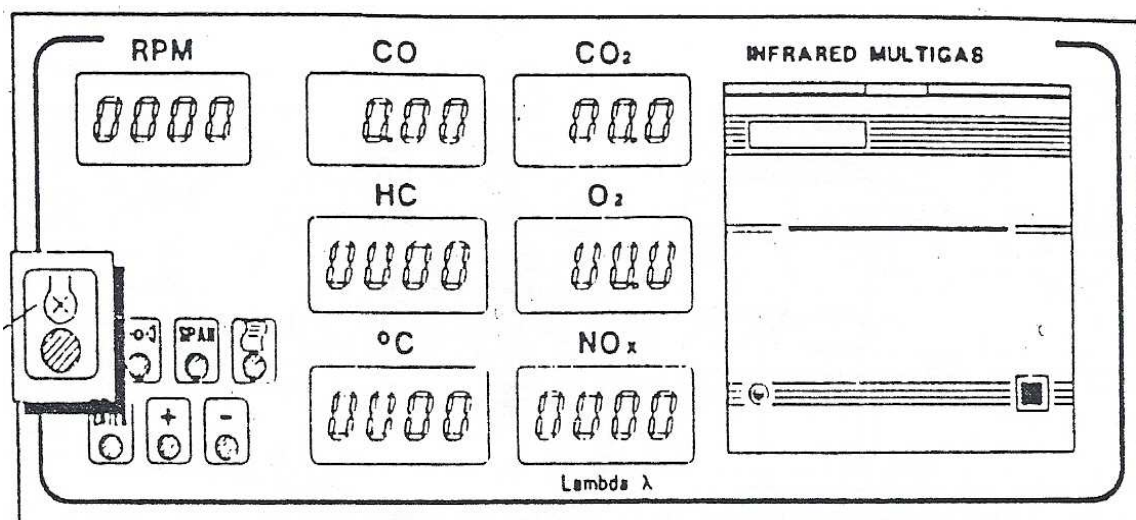


Σχήμα 4.10



#### 4.8 ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ

Η λειτουργία της αντλίας επιτυγχάνεται πατώντας τον διακόπτη (17). Μετά από 5 λεπτά από το τέλος του έλεγχου η αντλία αυτόματα παύει να λειτουργεί . Αυτό το διάστημα των 5 λεπτών είναι απαραίτητο για να επιτρέψει στο κύκλωμα να καθαρίσει από τα καυσαέρια μέσω της ροής καθαρού αέρα , καθώς και για να βρίσκεται η αντλία σε λειτουργία μόνο κατά τον απαιτούμενο χρόνο ελέγχου και τον καθαρισμό που ακολουθεί (σχ. 4.11).



Σχήμα 4.11

#### 4.9 ΧΡΗΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΣΤΡΟΦΟΜΕΤΡΟΥ

Πραγματοποιώντας τον έλεγχο ανάλυσης του καυσαερίου είναι αναγκαίο η τιμή ΣΑΛ, όταν το αυτοκίνητο είναι στο ρελαντί, να είναι ίδια με την τιμή που δίνεται από τον κατασκευαστή . Για να γίνει έλεγχος αν πράγματι συμβαίνει αυτό πρέπει να χρησιμοποιηθεί το επαγωγικό μανταλάκι με το οποίο είναι εξοπλισμένο το όργανο . Συνδέουμε το μανταλάκι σε ένα μπουζοκαλώδιο ακολουθώντας τη διεύθυνση που διώχνει το βέλος. Όταν βάλουμε μπροστά τη μηχανή, τότε βλέπουμε τις στροφές πάνω στην οθόνη "RPM".

Υπάρχει περίπτωση η οθόνη RPM να μην είναι σταθερή κατά την διάρκεια των ελέγχων (δηλ. να ανεβοκατεβαίνει ανώμαλα η τιμή ΣΑΛ). Αυτό σημαίνει ότι επαγωγικά ρεύματα από το σύστημα ανάφλεξης άλλων κυλίνδρων έχουν πιθανώς εισηχθή στο μανταλάκι. Για μια τέτοια ανωμαλία μπορεί να ισχύουν:

- Συνδέσεις μπουζοκαλωδίων με υπερβολική αντίσταση
- Υψηλή παροχή ρεύματος από τον πολλαπλασιαστή
- Μπουζοκαλώδια πολύ κοντά και όχι τέλεια μονωμένα
- Υγρασία πάνω στα μπουζοκαλώδια

Ακόμα αν επιχειρήσουμε να διορθωθούν τυχόν ατέλειες κατευθείαν, είναι δυνατόν να μειωθεί η ευαισθησία του συνδέσμου επαγωγής .

Για τον λόγο αυτό , το όργανο είναι εφοδιασμένο μ'ένα διακόπτη που βρίσκεται πάνω στον ίδιο το σύνδεσμο.

Σε ορισμένους τύπους μηχανών, είναι μερικές φορές απαραίτητο να διατηρείται η ευαισθησία του συνδέσμου επαγωγής : **α)** σε στάνταρ επίπεδο, όταν οι στροφές είναι υψηλές και **β)** σε μειωμένο επίπεδο, όταν οι στροφές είναι χαμηλές.

#### **4.10 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ**

Όταν θέσουμε το όργανο σε λειτουργία τότε μπαίνει στην διαδικασία της προθέρμανσης που μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 15 λεπτά . Όταν τελειώσει αυτή η φάση τότε ο αναλυτής μπαίνει σε μια κατάσταση αυτομηδενισμού, τραβώντας καθαρό αέρα από την αντίστοιχη είσοδο . Αφού τελειώσει το στάδιο μηδενισμού μπαίνει σε κατάσταση μέτρησης και είναι έτοιμος για να πραγματοποιήσει τους προκαθορισμένους ελέγχους .

Πριν ξεκινήσει η μέτρηση των εκπεμπόμενων ρύπων ο κινητήρας και ο καταλυτικός μετατροπέας πρέπει να είναι σε κανονική θερμοκρασία κινητήρας νοείται ότι είναι σε κανονική θερμοκρασία όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού είναι στην κανονική περιοχή λειτουργίας 60-80 °C . Σε περίπτωση που ο κινητήρας δεν διαθέτει όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού, μπορεί να μετρηθεί η θερμοκρασία του ελαίου, η οποία θα πρέπει να ξεπερνά τους 70 °C. Στην περίπτωση αυτή τοποθετούμε ένα ειδικό λήπτη θερμοκρασίας στον δείκτη του λαδιού για να πάρουμε την θερμοκρασία του κινητήρα .

Μετά τοποθετούμε το επαγωγικό στροφόμετρο, συνδέοντας το μανταλάκι πάνω σε ένα μπουζοκαλώδιο. Έτσι έχουμε την δυνατότητα να βλέπουμε και να ελέγχουμε τις στροφές του κινητήρα, πράγμα απαραίτητο για την δειγματοληψία των εκπεμπόμενων ρύπων .

Βάζουμε προσεκτικά τον λήπτη καυσαερίων του αναλυτή στην εξάτμιση του οχήματος προσέχοντας να μπει στο σωστό βάθος > 30cm για να γίνεται αξιόπιστα η μέτρηση των εκπεμπόμενων ρύπων. Πατάμε το γκάζι του οχήματος σταθερά ώστε οι στροφές του κινητήρα να βρίσκονται στο φάσμα των 2.500 +- 300 rpm, με το κιβώτιο των ταχυτήτων στο νεκρό σημείο. Το σύστημα καταχωρεί τα δεδομένα με την ολοκλήρωση της διαδικασίας έλεγχου. Μετά μειώνουμε τις στροφές του κινητήρα στο ρελαντί με το κιβώτιο ταχυτήτων πάντα στο νεκρό σημείο.

Στη συνέχεια με τον κινητήρα σε λειτουργία ρελαντί και σε στροφές που προδιαγράφει ο κατασκευαστής με ανοχή +- 100 συνεχίζουμε τον έλεγχο.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται στην περίπτωση πολλαπλών εξατμίσεων για όλες τις σωλήνες εξάτμισης και ως τελικό αποτέλεσμα λαμβάνεται ο μέσος όρος των μετρήσεων .

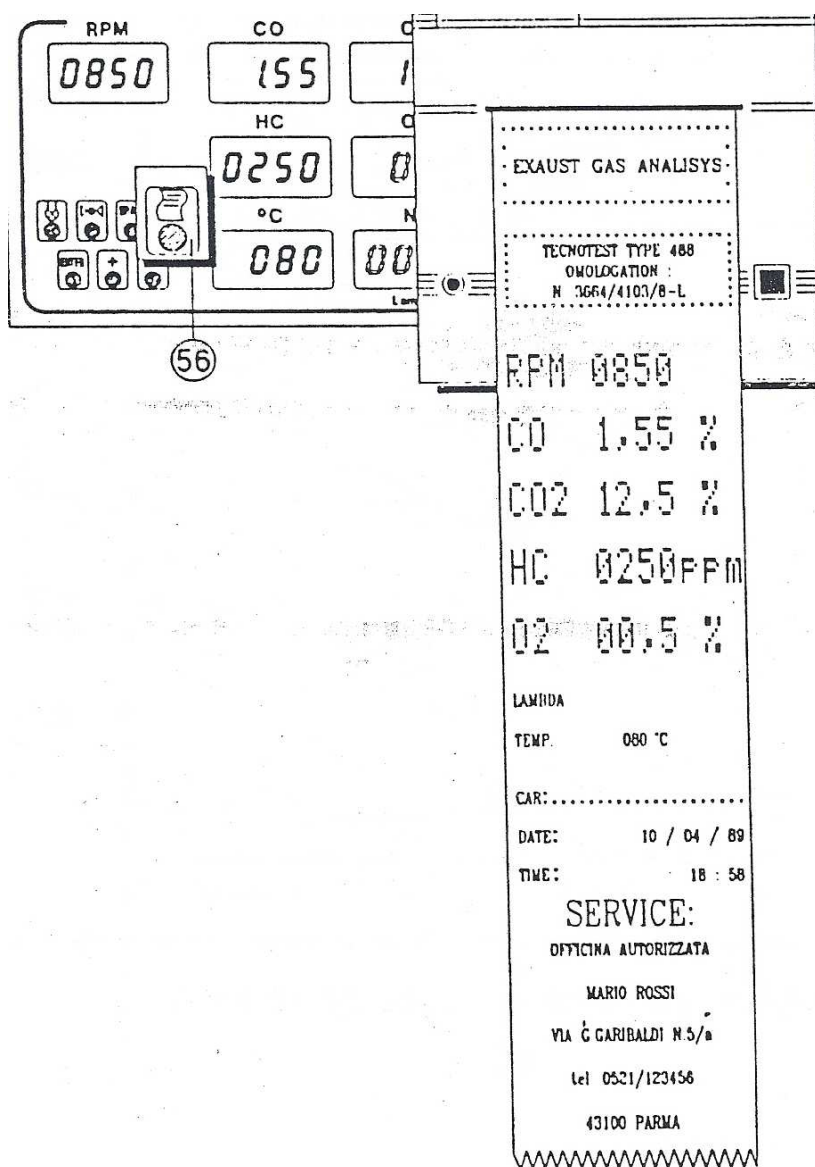
Καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων ο αναλυτής καυσαερίων καταγράφει τις τιμές των αερίων σε ψηφιακή μορφή εμφανίζοντάς τις πάνω στις σχετικές οθόνες

του οργάνου . Οι τιμές των CO και CO<sub>2</sub> βρίσκονται;;; σε ποσοστό επί τις εκατό ενώ η τιμή HC σε ppm. Η σχέση (λ) αποτελεί έκφραση μιας διεθνούς μαθηματικής φόρμουλας.

Μετά κάνουμε σύγκριση των τιμών που έχουμε βρει από τις μετρήσεις με τις τιμές που μας έχουν δοθεί από τον κατασκευαστή και αν χρειαστεί τις διορθώνουμε , επιδρώντας στα αντίστοιχα συστήματα ρυθμίσεις.

Τέλος, πατάμε τον διακόπτη PRINT (56) για να γίνει η σχετική εκτύπωση της μέτρησης στην καρτέλα (σχ. 4.12) .

Όταν έχουμε τελειώσει αφαιρούμε τον λήπτη καυσαερίων καθώς και το επαγωγικό μανταλάκι ή και τους αισθητήρες θερμοκρασίας αν έχουν τοποθετηθεί.



Σχήμα 4.12

#### **4.11 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ-ΚΑΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

Η σωστή και τακτική συντήρηση του αναλυτή είναι απαραίτητη και σημαντική τόσο για την διάρκεια ζωής του , όσο και για την ακρίβεια των τιμών που παίρνουμε από τις μετρήσεις του καυσαερίου του κάθε οχήματος . Φυσικά όσο πιο συχνή είναι η χρήση του αναλυτή καυσαερίων , τόσο πιο συχνή πρέπει να είναι και η συντήρησή του. Προτείνεται ανά 6 μήνες έλεγχος σωστής λειτουργίας από το τμήμα service της προμηθεύτριας εταιρίας και αν χρειάζεται καλιμπράρισμα με πρότυπα αέρια .

Κατά την συντήρηση του πραγματοποιούνται :

- Αντικατάσταση του φίλτρου γάζας , κάθε φορά που αυτό μαυρίζει.
- Καθαρισμός του φίλτρου υγρών , κατά μέσο ορό κάθε 2 αλλαγές του φίλτρου γάζας .
- Καθαρισμός του φίλτρου του σωλήνα αναρρόφησης .
- Καθαρισμός του σωλήνα αναρρόφησης του καυσαερίου .
- Αντικατάσταση του χαρτιού εκτύπωσης και μελανοχιτώνας , όταν αυτό είναι απαραίτητο .

Για την καλή λειτουργία του αναλυτή καθώς και για την διαδικασία συντήρησης η καθαριότητα είναι πολύ σημαντική.

Επειδή η συσκευή ανάλυσης μετρά την περιεκτικότητα υδρογονανθράκων σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm), πρέπει κατά την εγκατάσταση, την λειτουργία ή τη συντήρηση της συσκευής να αποφεύγεται η εισαγωγή ανεπιθύμητων μορίων υδρογονάνθρακα στο δείγμα. Τέτοιοι υδρογονάνθρακες υπάρχουν σε υλικά όπως το λάδι , το γράσο ακόμα και στις κρέμες χεριών. Μικρές ποσότητες από αυτές τις ουσίες μπορεί να προκαλέσουν σφάλματα στις μετρήσεις από το κανάλι HC .

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.**

### **ΚΑΥΣΑΝΑΛΥΣΗ**

#### **5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Όπως γνωρίζουμε από τα παραπάνω κεφάλαια κατά την ανάλυση καυσαερίων παίρνουμε τιμές από τα εξής αέρια : το μονοξείδιο του άνθρακα CO, το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> , τους υδρογονάνθρακες HC, το οξυγόνο O<sub>2</sub>, και τον συντελεστή ( λ ). Κατά την ανάλυση αυτών των αερίων, λόγω των τιμών που παίρνουμε, μπορούμε να δούμε αν το όχημα έχει αυξημένες εκπομπές ρύπων, καθώς ακόμα μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ο κινητήρας έχει κάποια βλάβη.

#### **5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΗΣ**

##### **5.2.1 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ, ΟΞΥΓΟΝΟ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ (λ)**

Το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> , το οξυγόνο O<sub>2</sub>, ειδικά σε συνδυασμό με τον συντελεστή ( λ ) που δίνει επίσης ο αναλυτής καυσαερίων , αποτελούν ένα μέρος της σύστασης των καυσαερίων που η ανάλυση των τιμών τους μας δίνει χρησιμότες ενδείξεις για τα αίτια των αυξημένων εκπομπών ρυπαντών και επομένως για το τι πρέπει να ελεγχθεί στον κινητήρα .

Ο λόγος που δίνεται μεγάλη έμφαση σε αυτές τις τρεις τιμές του αναλυτή καυσαερίων είναι διότι στα καταλυτικά αυτοκίνητα ο καταλύτης εξουδετερώνει σε μεγάλο βαθμό το μονοξείδιο του άνθρακα CO και τους υδρογονάνθρακες HC, συνεπώς οι τιμές που μετριοούνται είναι μικρές και δεν προσφέρονται σε ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων. Όταν είναι απαραίτητο να μετριοούνται οι τιμές του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> και του οξυγόνου O<sub>2</sub> οι οποίες δεν επηρεάζονται αισθητά από την ύπαρξη του καταλύτη , ώστε να είναι δυνατή η διάγνωση της ποιότητας καύσης και του μείγματος αέρα-καύσιμου .

Συγκεκριμένα το οξυγόνο που μετριοείται στον αναλυτή αποτελεί το υπόλοιπο οξυγόνο που μπήκε στο θάλαμο καύσης και δεν κάηκε . Η τιμή του οξυγόνου είναι ένα δείγμα ποιότητας του μείγματος. Αυξημένο ποσοστό οξυγόνου έχουμε λόγω κακής ποιότητας

καύσης δηλ. δεν προλαβαίνει να καεί όλο το καύσιμο ώστε να καταναλωθεί το απαραίτητο οξυγόνο.

Συνεπώς το συμπέρασμα από τις τιμές του οξυγόνου είναι πως, όταν έχουμε λίγο οξυγόνο, έχουμε πλούσιο μείγμα, όταν έχουμε πολύ οξυγόνο έχουμε φτωχό μείγμα δηλ. κακή καύση, ενώ όταν έχουμε υπερβολικά πολύ οξυγόνο τότε έχουμε

είσοδο αέρα στην εξάτμιση. Πιθανή αιτία για τυχόν λανθασμένες τιμές του οξυγόνου κατά την μέτρηση του αναλυτή θα είναι ή το πλούσιο μείγμα, ή ελαττωματικός αισθητήρας λάμδα, ή φλάντζα πολλαπλής εξάτμισης.

Για το διοξείδιο του άνθρακα γνωρίζουμε ότι αποτελεί ένα προϊόν δείγμα για την καλή καύση της καύσιμης ύλης. Όσο πιο υψηλό είναι το ποσοστό του CO<sub>2</sub> τόσο πιο αποδοτικά έχει πραγματοποιηθεί η καύση και αντίστροφα αν έχουμε χαμηλό ποσοστό τότε έχουμε κακή καύση. Η μέγιστη τιμή του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> επιτυγχάνεται στο στοιχειομετρικό μείγμα, όταν δηλαδή ο συντελεστής λάμδα είναι ίσος με την μονάδα ( $\lambda=1$ ).

Άρα για το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> ισχύει ότι όταν υπάρχει πολύ διοξείδιο του άνθρακα τότε έχουμε καλή καύση και στοιχειομετρικό μείγμα, ενώ αντιθέτως όταν υπάρχει λίγο διοξείδιο του άνθρακα τότε έχουμε κακή καύση και ισχύει ότι έχουμε πλούσιο ή φτωχό μείγμα αναλόγως. Πιθανή αίτια για λανθασμένη τιμή του διοξειδίου του άνθρακα είναι η φλάντζα πολλαπλής εξάτμισης.

Ο συντελεστής λάμδα προκύπτει από μια σχέση παραμέτρων και αποτελεί μια διεθνής μαθηματική φόρμουλα. Πιο συγκεκριμένα ο συντελεστής λάμδα είναι ένας καθαρός αριθμός που βρίσκεται αν διαιρέσουμε την ποσότητα του αέρα που καταναλώνει ο κινητήρας με την ποσότητα που θα έπρεπε να καταναλώνει για να έχουμε στοιχειομετρικό μείγμα.

$$\lambda = \frac{\text{προσδιδόμενος αέρας}}{\text{θεωρητικά απαιτούμενος}}$$

Ο συντελεστής λάμδα δεικνύει την ποιότητα του μείγματος αέρα-καύσιμου. Όταν δηλαδή έχουμε  $\lambda=1$  τότε το καύσιμο μείγμα είναι στοιχειομετρικό μείγμα. Αν έχουμε  $\lambda>1$  τότε είναι φτωχό σε καύσιμο μείγμα, ενώ αντιθέτως αν  $\lambda<1$  τότε είναι πλούσιο σε καύσιμο μείγμα.

### 5.2.2 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

Το μονοξείδιο του άνθρακα CO και οι υδρογονάνθρακες HC αποτελούν τα επιβλαβή και ρυπογόνα αέρια που προκαλούνται από την καύση της καύσιμης ύλης. Για τον λόγο αυτό οι τιμές τους πρέπει να βρίσκονται εντός των ορίων τιμών που ορίζει ο αρμόδιος κρατικός φορέας. Αν κατά την μέτρηση του αναλυτή καυσαερίων οι τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα CO και των υδρογονανθράκων HC είναι εκτός ορίων, τότε οφείλεται σε δύο λόγους, στην κακή λειτουργία του κινητήρα, η οποία επιδρά στον σχηματισμό του μείγματος αέρα-καύσιμου και στην ποιότητα της καύσης απ'όπου εξαρτάται ευθέως ο βαθμός παραγωγής των ρυπαντών ή στην κακή λειτουργία του καταλυτικού μετατροπέα, η οποία επιδρά στο βαθμό εξουδετέρωσης των παραγόμενων ρυπαντών. Πριν όμως προχωρήσουμε σε οποιαδήποτε ενέργεια πρέπει να βεβαιωθούμε ότι ακολουθείται η σωστή διαδικασία

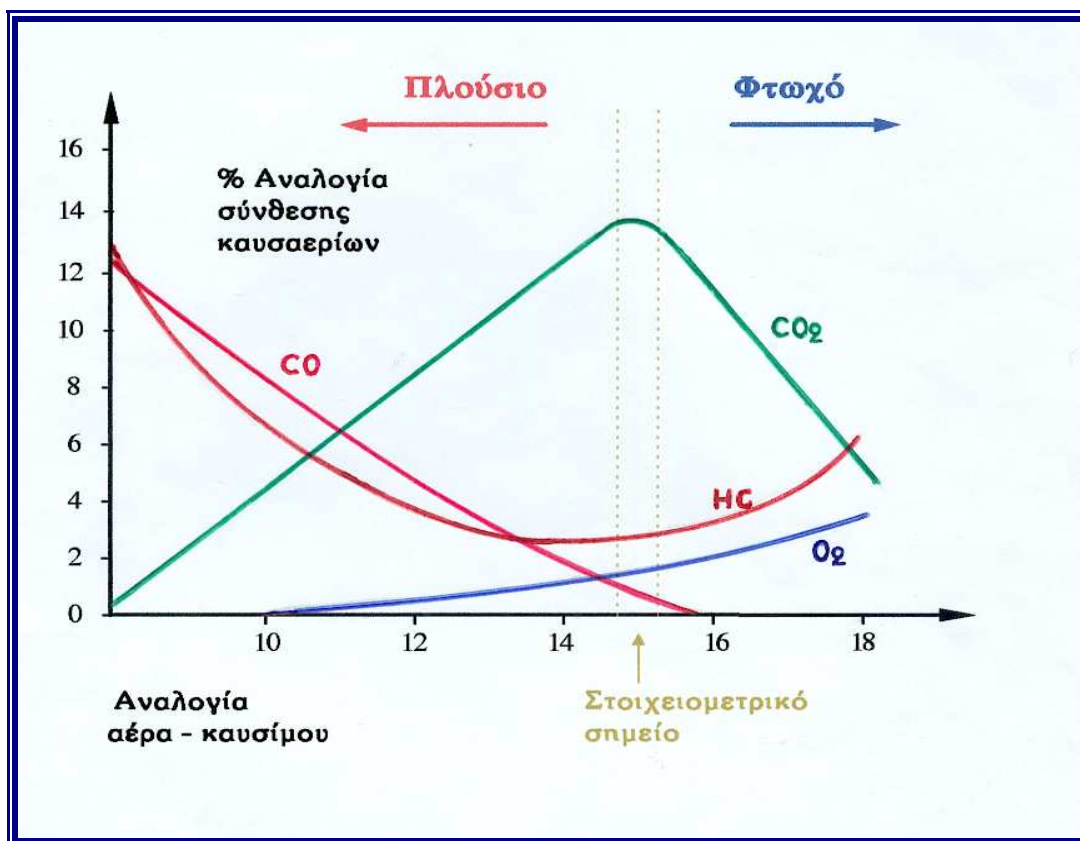
μέτρησης, δηλαδή καλιμπραρισμένος αναλυτής με καθαρά φίλτρα , κινητήρας στη σωστή θερμοκρασία , ξεκάπνισμα κ.λπ.

Όταν διαπιστωθεί ότι οι τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα CO και των υδρογονανθράκων HC είναι εκτός ορίων πρέπει να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι. Πρέπει πρώτα να ελεγχθεί η λειτουργία του κινητήρα και κατόπιν ο καταλυτικός μετατροπέας, εκτός και αν υπάρχουν εμφανείς καταστροφές σε αυτόν. Τα συστήματα που αφορούν τη λειτουργία του κινητήρα και πρέπει να ελεγχθούν είναι ο αισθητήρας οξυγόνου , το σύστημα injection και το σύστημα ανάφλεξης. Με ποια σειρά θα ελεγχθούν αυτά τα συστήματα θα εξαρτηθεί από τις τιμές του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> και του οξυγόνου O<sub>2</sub> , οι οποίες θα καθορίσουν αν φταίει η ποιότητα καύσης (ανάφλεξη , σύστημα ψεκασμού) ή η ποιότητα του καύσιμου μείγματος (αισθητήρας οξυγόνου, σύστημα ψεκασμού).

Πιθανές αιτίες λανθασμένων τιμών για το μονοξείδιο του άνθρακα CO είναι η κακή ρύθμιση του καρμπρατέρ, το φίλτρο αέρα να είναι μη καθαρό ή τσακισμένο, ελαττωματικός ο εμπλουτισμός της φάσης προθέρμανσης , ελαττωματικός ο εμπλουτισμός της φάσης επιτάχυνσης , να είναι ελαττωματικά τα μπουζί και να είναι ελαττωματικός ο ρυθμιστής πίεσης. Ενώ για τους υδρογονάνθρακες HC πιθανές αιτίες είναι οι απώλειες ανάφλεξης, είτε λόγω ελαττωματικών επαφών πλατινίων, είτε ελαττωματικών μπουζοκαλωδίων, είτε λόγω λανθασμένου αβανς, είτε λόγω ελαττωματικού μπουζί . Άλλη αιτία είναι η ελλιπής καύση είτε λόγω φτωχού μείγματος ή λόγω διαρροής από φλάντζα πολλαπλής εισαγωγής. Ακόμα και από μηχανικά ελαττώματα , όπως χαμηλή συμπίεση ή και λάθος στο πάχος της φλάντζας του καπακιού .

### 5.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ



Σχήμα 5.1

Παραπάνω βλέπουμε το διάγραμμα (σχ. 5.1 ) που σχετίζεται με το πλούσιο-φτωχό και στοιχειομετρικό μείγμα σε σχέση με τα ελεγχόμενα αέρια.



ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Από το διάγραμμα του σχήματος 5.1 , αναλύοντας τις παραμέτρους , μπορούμε να βγάλουμε αρκετά συμπεράσματα για το τί προκάλεσε τις λανθασμένες τιμές των αερίων .

Αναλυτικά:

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ</b>	<b>ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ</b>	<b>ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ</b>
<p>CO<sub>2</sub>= χαμηλό</p> <p>O<sub>2</sub>=πολύ υψηλό</p> <p>λ= 1</p>	<p>Εισαγωγή ατμοσφαιρικού αέρα στα καυσαέρια</p>	<p>Τρύπια εξάτμιση</p> <p>Δειγματοληπτικός σωλήνας μη τοποθετημένος</p>

Πίνακας 5.1

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ</b>	<b>ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ</b>	<b>ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ</b>
<p>CO<sub>2</sub>= χαμηλό</p> <p>O<sub>2</sub>= υψηλό</p> <p>λ= 1</p>	<p>Κακή ποιότητα καύσης</p> <p>Κακή ανάφλεξη</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ηλεκτρονική ανάφλεξη</li> <li>- Μπαταρία</li> <li>- Πολυσιαστής</li> <li>- Διανομέας</li> <li>- Μπουζί</li> <li>- Παλμοδότης</li> <li>- Αισθητήρας</li> <li>- Χρονισμός</li> <li>- Βαλβίδες</li> <li>- Συμπύεσης κινητήρα</li> </ul>

Πίνακας 5.2

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ</b>	<b>ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ</b>	<b>ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ</b>
<p><b>CO<sub>2</sub>= χαμηλό</b></p> <p><b>O<sub>2</sub>= χαμηλό</b></p> <p><b>λ= 0,80-0,96</b></p>	<p><b>Πλούσιο μείγμα</b></p> <p><b>( λ &lt; 1 )</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Φίλτρο αέρα</li> <li>- Αισθητήρας οξυγόνου</li> <li>- Σύστημα injection</li> <li>- Πίεση συστήματος</li> <li>- Εγχυτήρες</li> <li>- Αισθητήρες</li> <li>- Κεντρική μονάδα έλεγχου</li> <li>- Σύστημα αναθυμιάσεων βενζίνης</li> <li>- Σύστημα αναρρόφησης αναθυμιάσεων</li> <li>Κάρτερ</li> </ul>

Πίνακας 5.3

<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ</b>	<b>ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ</b>	<b>ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ</b>
<p><b>CO<sub>2</sub>= χαμηλό</b></p> <p><b>O<sub>2</sub>= υψηλό</b></p> <p><b>λ= 1,04- 1,2</b></p>	<p><b>Φτωχό μείγμα</b></p> <p><b>( λ &gt; 1 )</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Σύστημα υποπéseεις</li> <li>- Αισθητήρας οξυγόνου</li> <li>- Σύστημα injection</li> </ul>

Πίνακας 5.4

### 3.3.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Όπως βλέπουμε από τα παραπάνω , οι λανθασμένες τιμές των αερίων που είναι προς μέτρηση από τον αναλυτή καυσαερίων οφείλονται σε κακή λειτουργία ή σε βλάβη αρκετών μερών είτε μηχανικών , είτε ηλεκτρονικών ενός κινητήρα . Οπότε συμπεραίνουμε ότι ένας αναλυτής καυσαερίων εκτός από την μέτρηση και ανάλυση των αερίων που αποτελούν την σύσταση των καυσαερίων , είναι και μια συσκευή που μπορεί να μας βοηθήσει να δούμε αν υπάρχει βλάβη στον κινητήρα και σε ποια μέρη του , αν και εφόσον η διαδικασία που ακολουθείται είναι σωστή και οι τιμές των αερίων είναι λανθασμένες .

Στα καυσαέρια καθορίζονται όπως αυτές στον παραπάνω πίνακα αυξημένες κατά 0,5 % για το μονοξείδιο του άνθρακα CO και κατά 100 ppm για τους υδρογονάνθρακες HC.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

#### **6.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Τα καυσαέρια δείχνουν την κατάσταση του κινητήρα , του συστήματος καύσεως και του καταλύτη . Αν αυτά είναι εκτός των ορίων του κατασκευαστή, τότε πρέπει να γίνονται σκέψεις ότι υπάρχουν φθορές στον κινητήρα ή στο σύστημα παρασκευής του μείγματος ή στο σύστημα ανάφλεξης ή στο σύστημα επεξεργασίας των καυσαερίων . Προκειμένου να κάνει κάποιος έλεγχο στα καυσαέρια ενός αυτοκινήτου απαιτούνται κάποιες προϋποθέσεις . Εφόσον τηρούνται αυτές μπορεί να είναι σίγουρος για το εάν η μέτρηση που θα κάνει ή έκανε έγινε με το σωστό τρόπο και τελικά είναι σωστή. Σωστή με την έννοια που δίνει ο κατασκευαστής του οχήματος και όχι αποκλειστικά και μόνο με τα όρια που θέτει ο νόμος για την Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων . Ο νόμος βάζει όρια (κοινή Υ.Α. που υπεγράφη την 1/11/94) τα οποία έχουν μεγάλες ανοχές (πάνω ή κάτω) σε σύγκριση με αυτές που δίνει ο κατασκευαστής του κάθε αυτοκινήτου.

Με άλλα λόγια ο επισκευαστής οφείλει να βρει που είναι το πρόβλημα και να το διορθώσει και όχι το να φροντίσει να περνάει μόνο το αυτοκίνητο στον έλεγχο του ΚΤΕΟ . Αυτό σημαίνει κατά πρώτο πως θα κάνει σωστά τη δουλειά του και κατά δεύτερο έχει συμφέρον να το κάνει διότι τυχόν εργασίες επισκευής θα τις πληρωθεί με την ανάλογη χρέωση και όχι μόνο την ελάχιστη χρέωση της ΚΕΚ .

#### **6.2 ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Φροντίζοντας για το περιβάλλον και τον άνθρωπο , η Ευρωπαϊκή Ένωση και το υποχρεωτικό πρότυπο Euro 5 , που έχει μπει σε ισχύ από το Σεπτέμβριο του 2009 , θέτουν αυστηρότερα όρια για τις εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων .



Από το Σεπτέμβριο του 2009 λοιπόν, όλα τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα της ελληνικής αγοράς με βενζινοκινητήρα ή πετρελαιοκινητήρα , για να λάβουν έγκριση Τύπου, θα πρέπει να τηρούν τα νέα , αυστηρότερα όρια εκπομπών ρύπων, που ορίζει το πρότυπο Euro 5 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σήμερα, τα αυτοκίνητα που λαμβάνουν έγκριση Τύπου και , παράλληλα , έχουν το δικαίωμα να

ταξινομηθούν και να πωληθούν στη χώρα μας ως καινούργια , είναι υποχρεωμένα να τηρούν το πρότυπο Euro 4. Τα αυτοκίνητα αυτά, όπως και όσα λάβουν έγκριση Τύπου ως Euro 4 μέχρι και το Σεπτέμβριο, θα μπορούν να ταξινομούνται και να πωλούνται σύμφωνα με όσα ορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση , μόνο μέχρι και το τέλος Δεκεμβρίου του 2010 . Από τον Ιανουάριο του 2011 και ύστερα , όλα τα αυτοκίνητα θα πρέπει να είναι Euro 5 , ενώ οι Euro 4 κινητήρες είτε θα έχουν αντικατασταθεί με κινητήρες Euro 5 , είτε θα λάβουν μια σειρά από βελτιώσεις από το εργοστάσιο , ώστε να τηρούν τα νέα όρια .

### **Και Euro 6 από το 2014**

Από το Σεπτέμβριο του 2014 , θα μπει σε ισχύ το επόμενο πρότυπο Euro 6, που θα ορίζει ακόμη αυστηρότερα όρια εκπομπών ρύπων για όλα τα αυτοκίνητα , που λαμβάνουν έγκριση Τύπου από αυτό το μήνα και ύστερα . Ένα χρόνο αργότερα, το Σεπτέμβριο του 2015 , όλα τα αυτοκίνητα που ταξινομούνται και πωλούνται στη χώρα μας , θα πρέπει απαραίτητα να είναι Euro 6. Εδώ όμως θα πρέπει να κάνουμε μια σημαντική διευκρίνιση : τα αυστηρότερα όρια που θα ορίζει το Euro 6, αφορούν μόνο στους πετρελαιοκινητήρες, αφού στους βενζινοκινητήρες τα όρια θα παραμείνουν ίδια με αυτά του πρότυπου Euro 5 .

Κυρίως οι diesel κινητήρες θα μπουν στο "στόχαστρο" του μελλοντικού πρότυπου Euro 6, που θα μπει σε ισχύ ύστερα από το 2014 , ορίζοντας αυστηρότερα όρια στις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου και στους υδρογονάνθρακες .



Σύμφωνα με το νέο πρότυπο Euro 5, που ισχύει για τις εγκρίσεις Τύπου επιβατικών αυτοκινήτων από την 1η Σεπτεμβρίου του 2009 , τα ανώτατα όρια εκπομπών ρύπων ορίζονται ως εξής:

#### **Κινητήρες πετρελαίου:**

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): 0,5 γρμ./χλμ.
- Αιωρούμενα σωματίδια (PM): 0,005 γρμ./χλμ.
- Οξείδια του αζώτου (NOx): 0,18 γρμ./χλμ.
- Συνδυασμένες εκπομπές υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου (HC+NOx): 0,23 γρμ./χλμ.

### Κινητήρες βενζίνης:

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): 1,0 γρμ./χλμ.
- Υδρογονάνθρακες (HC): 0,1 γρμ./χλμ.
- Αιωρούμενα σωματίδια (PM): 0,005 γρμ./χλμ.\*
- Οξείδια του αζώτου (NOx): 0,06 γρμ./χλμ.

\*Μόνο για τα βενζινοκίνητα οχήματα με άμεσο ψεκασμό, τα οποία λειτουργούν με καύση πτωχού μείγματος.

Οι κατασκευαστές, από την πλευρά τους, υποχρεούνται να εναρμονιστούν με τα νέα όρια, ενώ παράλληλα η Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζει ρητά, ότι αυτοί οφείλουν να διασφαλίζουν την ανθεκτικότητα των διατάξεων ελέγχου της ρύπανσης για απόσταση 160.000 χλμ. Επιπλέον, η συμμόρφωση κατά τη λειτουργία πρέπει να είναι δυνατόν να ελέγχεται επί χρονικό διάστημα έως πέντε έτη ή 100.000 χλμ.

Μεγάλη είναι η μείωση στα όρια των εκπομπών ρύπων που ορίζει το πρότυπο Euro 5 στους πετρελαιοκινητήρες σε σχέση με το Euro 4, γι αυτό και οι κατασκευαστές έσπευσαν να εξελίξουν από την αρχή νέα μοτέρ ή να εφοδιάσουν τους πιο εξελιγμένους diesel τους με φίλτρα σωματιδίων πετρελαίου (DPF), όπως π.χ. η Citroen στο 2λιτρο HDi του ανανεωμένου C4.



Όσον αφορά στα μοντέλα με κινητήρες βενζίνης, το νέο πρότυπο Euro 5 μειώνει κυρίως το όριο για το οξείδιο του αζώτου, ενώ, για πρώτη φορά, θέτει όριο εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων για τα αυτοκίνητα με κινητήρα βενζίνης άμεσου ψεκασμού. Πάντως, ήδη υπάρχουν μοντέλα με τέτοιου είδους μοτέρ, που πληρούν τα όρια του πρότυπου (π.χ. το εικονιζόμενο Skoda Octavia 5 1,4 TSI).



**6.3 ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΒΕΝΖ/ΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Πρότυπα Ευρωπαϊκής Ένωσης για εκπομπές ρύπων επιβατικών αυτοκινήτων						
Πρότυπο	Ημερομηνία ισχύος για εγκρίσεις Τύπου	Ανώτατα όρια ρύπων (γραμ./χλμ.)				
		CO	HC	NOx	HC + NOx	PM
<b>Κινητήρες Πετρελαίου</b>						
Euro 1	Ιούλιος 1992	2,72	-	-	0,97	0,14
Euro 2	Ιανουάριος 1996	0,64	-	-	0,7	0,08
Euro 3	Ιανουάριος 2000	0,5	-	0,5	0,56	0,05
Euro 4	Ιανουάριος 2005	0,5	-	0,25	0,3	0,025
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	0,5	-	0,18	0,23	0,005
Euro 6	Σεπτέμβριος 2014	0,5	-	0,08	0,17	0,005
<b>Κινητήρες Βενζίνης</b>						
Euro 1	Ιούλιος 1992	2,72	-	-	0,97	-
Euro 2	Ιανουάριος 1996	2,2	-	-	0,5	-
Euro 3	Ιανουάριος 2000	2,3	0,2	0,15	-	-
Euro 4	Ιανουάριος 2005	1,0	0,1	0,08	-	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	1,0	0,1	0,06	-	0,005
Euro 6	Σεπτέμβριος 2014	1,0	0,1	0,06	-	0,005

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 7.1 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Παρακάτω θα περιγράψουμε την κατεργασία και την συναρμολόγηση των υλικών για την κατασκευή.

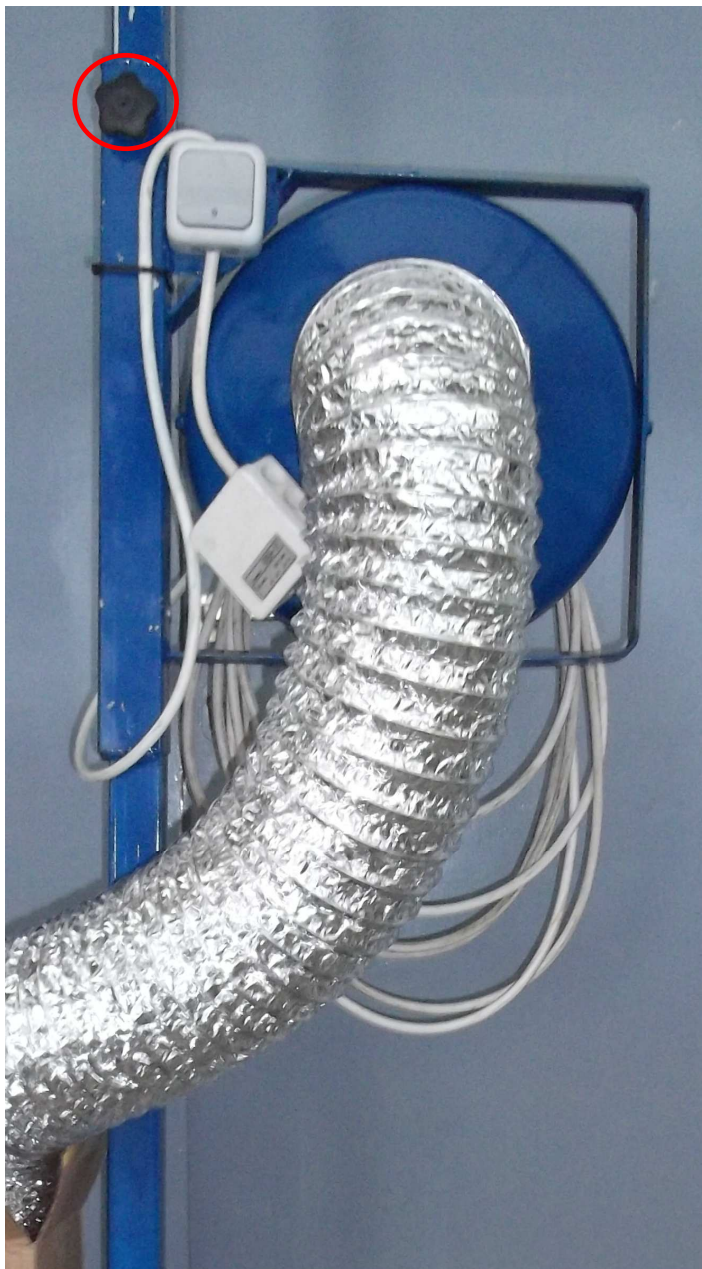
Η βάση είναι κατασκευασμένη από στραντζαριστή λαμαρίνα τετραγωνικής διατομής 40 x40 (mm). Αρχικά πήραμε μια ράβδο 7 μέτρων στραντζαριστής λαμαρίνας, κατόπιν υπολογίσαμε ότι χρειάζονται 5 κομμάτια για να φτιάξουμε τη βάση (2 κομμάτια μήκους 70 cm, 2 κομμάτια μήκους 50 cm και 1 κομμάτι μήκους 160 cm). Στη συνέχεια ενώσαμε τα κομμάτια με ηλεκτροσυγκόλληση και στη βάση τοποθετήσαμε τροχούς διαμέτρου 8 cm, ένα σε κάθε άκρο της βάσης όπως φαίνεται στην εικόνα 7.1.



Εικόνα 7.1: Βάση κατασκευής



Το μοτέρ θα το πακτώσουμε πάνω σε ένα κομμάτι στρανζαριστής λαμαρίνας τετραγωνικής διατομής 50 x50(mm) απ' το οποίο θα διέρχεται η κάθετη ράβδος της βάσης. Επίσης στο κομμάτι αυτό θα τοποθετήσουμε ένα σφικτήρα έτσι ώστε να μπορούμε να ρυθμίζουμε το επιθυμητό ύψος του απαγωγέα ( εικόνα 7.2), όπου θα απάγουμε τα καυσαέρια. Το ύψος κυμαίνεται από τα 25 cm έως 160 cm.



Εικόνα 7.2: Σφικτήρας ρύθμισης απαγωγέα καθ' ύψος.

Για την ασφαλή λειτουργία του απαγωγέα τοποθέτησα ένα συρμάτινο δίχτυ στην είσοδο του μοτερ όπως φαίνεται στην (εικόνα 7.3).



Εικόνα 7.3 :Διχτάκι προφύλαξης.

## 7.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΟΤΕΡ ΙΝΔΟΛΕC

Τύπος	:	BV 160 XL
Παροχή (m <sup>3</sup> /hr)	:	680
Στροφές (r/min)	:	2550
Ισχύς (watt)	:	85
I <sub>max</sub> (Ampere)	:	0.32
Θόρυβος (db)	:	48



Εικόνα 7.4: Φτερωτή μοτέρ.



Εικόνα 7.5: Χαρακτηριστικά μοτέρ.

### 7.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣ ΤΟΥ ΜΟΤΕΡ,

Σύμφωνα τα χαρακτηριστικά του μοτέρ δηλαδή

- Ισχύς = 85w
- Μήκος καλωδίου = 10m
- Ειδική αγωγιμότητα χαλκού  
 $\rho = 0,017241 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- Ρεύμα μονοφασικό

Σύμφωνα με το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD 384 η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση και η μέγιστη ωμική αντίσταση για εύκαμπτα καλώδια τροφοδότησης κινητών ή φορητών συσκευών κατανάλωσης με διατομή  $1.5\text{mm}^2$  είναι  $I_{\text{max}} = 25 \text{ Amp}$  και  $R = 12.1 \Omega/\text{Km}$  αντίστοιχα.

- Ωμική αντίσταση  $R = \rho * L/S \Rightarrow R = 0,017241 \Omega\text{mm}^2/\text{m} * 10\text{m} / 1.5\text{mm}^2 \Rightarrow$   
 $R = 0.1149 \Omega < R_{\text{MAX}}$
- Ένταση ρεύματος  $I = P/V \Rightarrow I = 85\text{w} / 230 \text{ V} \Rightarrow$   
 $I = 0.3696 \text{ Amp} < I_{\text{max}}$

Επομένως αφού είμαστε μέσα στα επιτρεπτά όρια για καλώδιο διατομής  $1.5\text{mm}^2$  (εικόνα 7.3) θα χρησιμοποιήσουμε καλώδιο τύπου AO5VV-R με μόνωση και μανδύα από PVC με προδιαγραφές ΕΛΟΤ 563.4, με ονομαστική τάση 300/500V



**Εικόνα 7.6:** Καλώδιο AO5VV-R  $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$ .

#### **7.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ-ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ**

Το μοτέρ που δίνει κίνηση στον απαγωγέα καυσαερίων που κατασκευάστηκε, τροφοδοτείται με την τάση που μας παρέχει το δίκτυο της ΔΕΗ. Μετά τους υπολογισμούς για την διατομή του αγωγού, επέλεξα καλώδιο  $3 \times 1.5 \text{mm}^2$ . Στο κουτί παροχής του μοτέρ υπήρχαν αναμονές με κλέμες για την σύνδεση γείωσης, ουδετέρου και φάσης (εικόνα 7.1). Παρεμβάλλοντας έναν ηλεκτρικό διακόπτη εξωτερικού τύπου για την εκκίνηση και διακοπή της συσκευής (εικόνα 7.2), το μοτέρ συνδέεται με το δίκτυο με μία κοινή πρίζα.



**Εικόνα 7.7 :** Συνδεσμολογία μοτέρ με το καλώδιο τροφοδοσίας ηλεκτρικού ρεύματος.



**Εικόνα 7.8 :** Απεικόνιση ηλεκτρικού διακόπτη εξωτερικού τύπου για την εκκίνηση και τη διακοπή λειτουργίας του μοτέρ.

## **7.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΑΓΩΓΕΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ**

Ο φορητός απαγωγέας καυσαερίων φέρει στη βάση του ροδάκια για εύκολη μετακίνηση και 5 μέτρα καλώδιο τροφοδοσίας. Συνδέεται άμεσα στην εξάτμιση και δεν εμποδίζει ούτε επηρεάζει τις μετρήσεις καυσαερίων. Έχει ικανότητα αναρρόφησης 680 m<sup>3</sup> /hr.

Τα καυσαέρια απομακρύνονται από το χώρο μέσω του σωλήνα απαγωγής διατομής Φ152 και μήκος 10 μέτρων ο οποίος αντέχει σε θερμοκρασία μέχρι 150 °C και αποτελείται από κράμα αλουμινίου με πολυεστέρα εφτά στρώσεων.



**Εικόνα 7.9 :** Απεικόνιση απαγωγέα καυσαερίων.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Θεοδόσιου Κ. Παπαθεοδοσίου, Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως I έκδοση Ε΄
- Θ. Κ. Παπαθεοδοσίου, Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως II, Έκδοση Γ
- Κ. Ν. Δαμάτη, Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως II, Έκδοση Γ
- Βασιλείου Δ. Δαργενίδη, Μηχανολογικό Εργαστήριο 2
- Μύρων Εμμ. Μονιάκης, Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις II

## **WEB SITES**

- <http://www.ekb.se>
- <http://www.yme.gr>
- <http://www.cres.gr>
- <http://www.translate.gr>