

ΑΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ

Σ.Τ.Ε.Φ

ΤΜ. ΜΗΧ. ΤΡΑΣ

ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (Sensor Λ)  
ΓΙΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥΣ  
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ – ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ  
ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ IPEX 1



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΠΑΤΑΓΓΕΛΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ (Α.Μ 3431)

ΞΥΔΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ 3369)

ΠΑΤΡΑ - ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005

ΑΠΑΤΑΓΓΕΛΟΣ

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΘΕΜΑ

*ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (Sensor λ) ΓΙΑ  
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ*

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ – ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 1.1 Πηγές Εκπομπής

1.1.1 Αναθυμιάσεις βενζίνης από τη δεξαμενή καυσίμου και εξαέρωση βενζίνης από το σύστημα τροφοδοσίας (καρμπυρατέρ)

1.1.2 Αναθυμιάσεις μέσα από το στροφαλοθάλαμο (κάρτερ)

1.1.3 Καυσαέρια εξάτμισης

#### 1.2 Νομοθεσία

### 2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

#### 2.1 Μη τοξικά αέρια

2.1.1 Αζώτο ( $N_2$ )

2.1.2 Οξυγόνο ( $O_2$ )

2.1.3 Υδρατμοί ( $H_2O$ )

2.1.4 Διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ )

#### 2.2 Τοξικά αέρια

2.2.1 Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

2.2.2 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

2.2.3 Οξειδία του αζώτου (NOX)

2.2.4 Στερεά σωματίδια

### 3. ΛΗΠΤΗΣ ΛΑΜΔΑ

#### 3.1 Λόγος ΛΑΜΔΑ

#### 3.2 Ερμηνία του λόγου ΛΑΜΔΑ

#### 3.3 Ρύθμιση του λήπτη ΛΑΜΔΑ

#### 3.4 Ο λήπτης ΛΑΜΔΑ

3.4.1 Μη προθερμαινόμενος λήπτης ΛΑΜΔΑ

3.4.2 Θερμαινόμενος λήπτης ΛΑΜΔΑ

#### 3.5 Πώς λειτουργεί το κλειστό σύστημα ρύθμισης

#### 3.6 Μέθοδοι ρύθμισης του λήπτη ΛΑΜΔΑ

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)

3.6.1 Ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ

3.6.2 Μηχανικό - ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού

3.6.3 Ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού

4. ΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

4.1 Λύσεις εξαρτώμενες από τα καύσιμα

4.2 Λύσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό της μηχανής

4.2.1 Μέτρηση καυσίμου

4.2.2 Προετοιμασία του μίγματος

4.2.3 Ομοιόμορφη διανομή μίγματος

4.2.4 Σύστημα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων

4.2.5 Χρόνος ανάφλεξης

4.2.6 Λόγος συμπίεσης

4.2.7 Θάλαμος καύσης

4.3 Λύσεις που σχετίζονται με τα καυσαέρια

4.3.1 Θερμική επεξεργασία των καυσαερίων

4.3.2 Καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων

5. Ο ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

5.1 Τα μέρη του καταλυτικού μετατροπέα

5.1.1 Κεραμικός φορέας

5.1.2 Μεταλλικός φορέας

5.1.3 Προστατευτική ψάθα τύπου συρμάτινου πλέγματος

5.1.4 Προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα

5.1.5 Εξωτερικό μεταλλικό κέλυφος

5.2 Τύποι καταλυτικών μετατροπέων

5.2.1 Διοδικοί καταλύτες

5.2.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτες

5.2.3 Ρυθμιζόμενοι τριοδικοί καταλύτες

5.3 Χημικές αντιδράσεις

6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ

6.1 Απίες βλαβών καταλύτη

6.1.1 Δηλητηρίαση από μόλυβδο

6.1.2 Βούλωμα

6.1.3 Σπάσιμο λόγω πρόσκρουσης

6.1.4 Λιώσιμο του μονόλιθου

6.2 Έλεγχος του καταλύτη

6.2.1 Διοδικός καταλύτης

6.2.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης

6.2.3 Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης

6.3 Μετρήσεις καταλύτη

6.3.1 Διοδικός καταλύτης

6.3.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης

6.3.3 Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης

7. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΜΕ ΛΗΠΤΗ (λ)

7.1 Έλεγχος του κλειστού συστήματος ρύθμισης

7.2 Έλεγχος του λήπτη Λάμδα (λ)

7.3 Έλεγχος της αντίδρασης του εγκεφάλου

7.4 Έλεγχος της καλωδίωσης

8. ΙΡΕΧ Ι ΜΑΝΟΥΑΛ

9. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΙΡΕΧ Ι ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

10. ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## Πρόλογος

Και μόνο το γεγονός ότι μια απ τις βασικές ίσως και η βασικότερη επιδίωξη του ανθρώπου ως παράμετρο για την ζωή του, είναι η ποιότητα, καθιστά την τελευταία πρωταρχικής σημασίας έννοιας και ζητούμενο.

Καθιστά επίσης σημαντικό και δύσκολο το θέμα της πτυχιακής μας καθώς τα τελευταία χρόνια παρατηρείται τεράστια μεταβολή τόσο στην τεχνολογία του αυτοκινήτου, αλλά όσο και στα μέσα επισκευής και παρακολούθησης των εκπομπών ρύπων των οχημάτων. Η συνεχής ανάγκη και απαιτούμενη έπειτα από ένα σημείο, μείωση των ρύπων που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα οδήγησε στην κατασκευή εξαρτημάτων για την βοήθεια στον τομέα αυτό.

Θα προσπαθήσουμε με μελέτη του Sensor λ να καταλάβουμε πως και πόσο βοηθάει στον τομέα που αναφέραμε πριν. Στη διάρθρωση του κλάδου επισκευής με ολοένα επεκτεινόμενο το μερίδιο της αγοράς που καταλαμβάνουν τα εξουσιοδοτημένα συνεργεία και τα συνεργεία των εταιρειών/αντιπροσωπειών αυτοκινήτων θα αναλύσουμε και το μηχάνημα μέτρησης καυσαερίων IPEX 1.

Έτσι, ενώ οι απαιτούμενες γνώσεις και ικανότητες έχουν μετατοπιστεί από τη χρήση του κατσαβιδιού στην κατανόηση των εγκεφάλων και τη χρήση Η/Υ και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, από το καρμπυρατέρ στα συστήματα ψεκασμού (multipoint injection) και από τη μολυβδόχο βενζίνη στους καταλύτες, οι εργαζόμενοι στα συνεργεία δεν φαίνεται να έχουν τις αναγκαίες νέες γνώσεις και παράλληλα οι υπάρχουσες δομές κατάρτισης δεν επαρκούν ποσοτικά και ποιοτικά

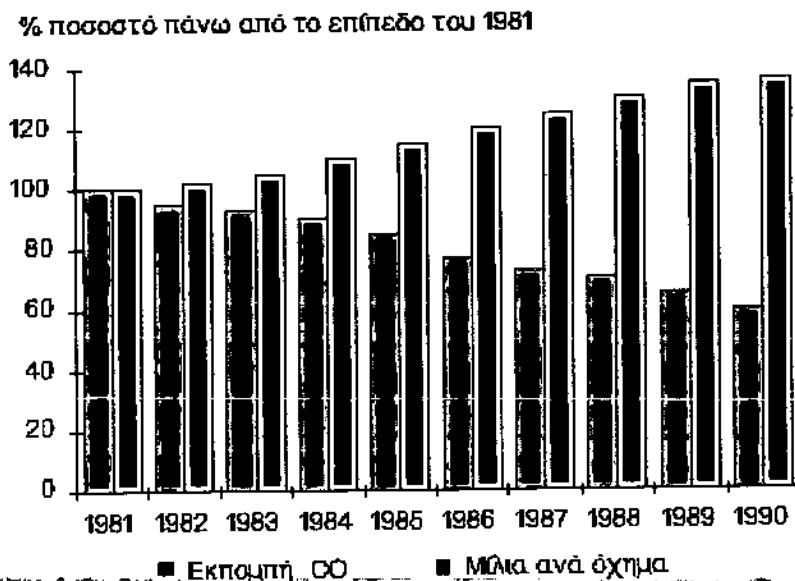
Ας ελπίσουμε ότι η μελέτη μας θα βοηθήσει πολλούς συναδέλφους μας να εξοικειωθούν στον εργαστηριακό τομέα της σχολής μας και να κατανοήσουν βασικές αρχές λειτουργίας ενός καταλύτη και ενός μηχανήματος μέτρησης καυσαερίων.

## Εισαγωγή

Το αυτοκίνητο σήμερα μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η πιο “δημοφιλής” τεχνολογική εξέλιξη του ανθρώπου, με την έννοια ότι εκτός του ότι υπάρχει μία θεαματική αύξηση παραγωγής αυτοκινήτων σ όλο τον κόσμο, σε αυτό εφαρμόζονται οι περισσότερες σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις της επιστήμης. Η θεαματική αύξηση αυτοκινήτων σε όλο τον κόσμο έχει σαν αποτέλεσμα και την δημιουργία ορισμένων προβλημάτων όπως οι ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα παραγόμενα καυσαέρια των αυτοκινήτων.

Όπως φαίνεται και από το ( διάγραμμα 1.1 ) η θέσπιση αυστηρών προδιαγραφών για την μείωση των καυσαερίων έφερε αποτέλεσμα.

Έτσι παρατηρείται μείωση των ρύπων με την εφαρμογή νέων τεχνολογικών εξελίξεων (π.χ. καταλύτες) παρά την αύξηση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1

Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με τον αριθμό χλμ.



## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

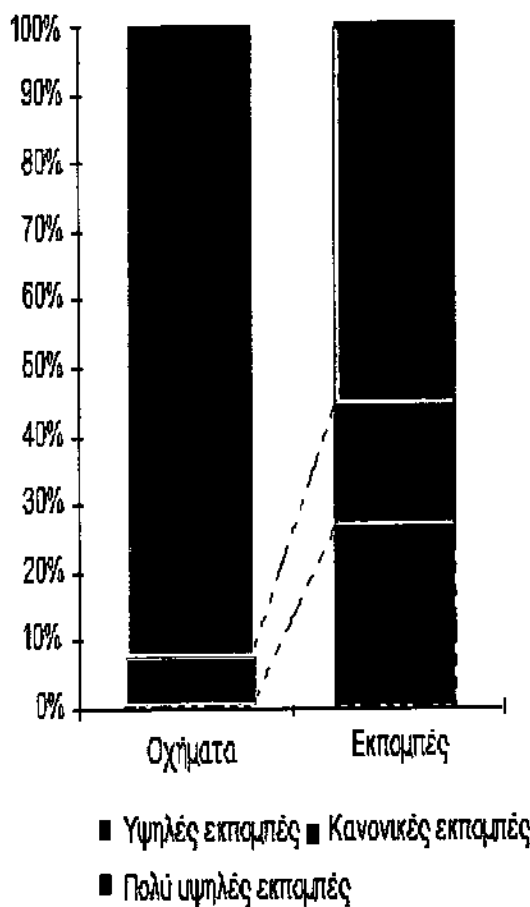
Επίσης και ο αριθμός χιλιομέτρων που διανύονται από τα αυτοκίνητα έχει αυξηθεί περισσότερο από 30% μέσα στα τελευταία χρόνια ( 1981 - 1990 )

Η συνολική εκπομπή ρύπων έχει μειωθεί κατά 40 %. Αυτό βασικά οφείλεται στον καταλυτικό μετατροπέα ( καταλύτη ). Ξεκίνησε και εφαρμόσθηκε νομοθετικά στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. και κατόπιν ακολούθησαν και οι υπόλοιπες χώρες του κόσμου.

Έτσι στις αναπτυγμένες βιομηχανικά χώρες έχουν θεσπίσει αυστηρά όρια, όσον αφορά την ρύπανση του περιβάλλοντος από τα αυτοκίνητα. Αποτέλεσμα είναι να βρεθούν τεχνολογικές λύσεις που να μπορεί πλέον το αυτοκίνητο σήμερα να θεωρείται ότι εκπέμπει πολύ λίγους ρύπους έως και μηδενικούς.

Όλα αυτά οφείλονται στις τεράστιες επενδύσεις που έκαναν οι αυτοκινητοβιομηχανίες για την μείωση των ρύπων " που εκπέμπει " γενικά το αυτοκίνητο, πιεζόμενες από την νομοθεσία και από την ευαισθητοποίηση των ανθρώπων για καθαρότερο περιβάλλον.

Ας δούμε λοιπόν ποιες είναι οι πηγές εκπομπής ρύπων από το αυτοκίνητο



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2**

**Ποσοστό ρύπων που εκτέμνονται ως λειτουργία των επιπέδων εκπομπών των αυτοκινήτων**

## Εισαγωγή

---

### 1.1. Πηγές εκπομπής

Στο αυτοκίνητο είναι δυνατό να διακρίνουμε τρεις διαφορετικές πηγές ρύπανσης :  
πρώτον τις αναθυμιάσεις από τα καύσιμα, δεύτερον αναθυμιάσεις που δημιουργούνται μέσα στο στροφαλοθάλαμο (κάρτερ) και τρίτον τα καυσαέρια εξάτμισης.

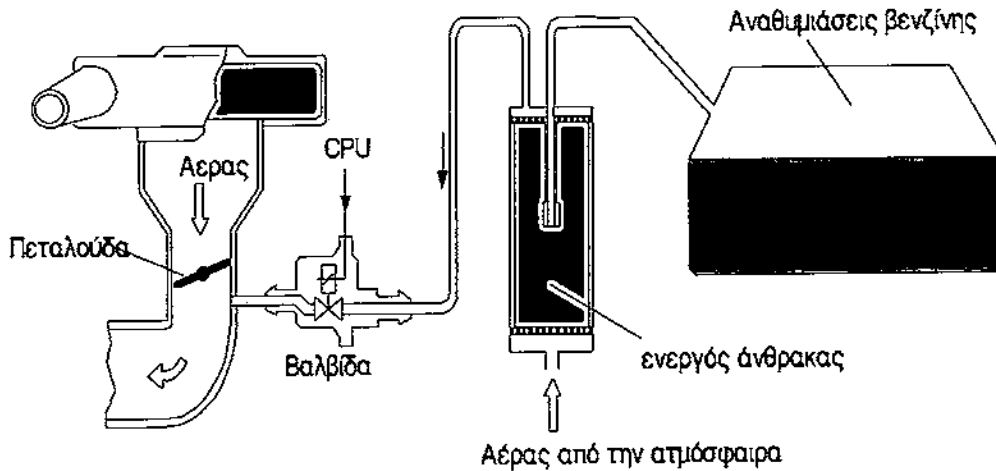
## Εισαγωγή

---

### 1.1.1. Αναθυμιάσεις βενζίνης από τη δεξαμενή καυσίμου και εξαέρωση βενζίνης από το σύστημα τροφοδοσίας (καρμπυρατέρ).

Υπολογίζεται ότι περίπου το 20% των άκαυστων υδρογονανθράκων που ένα αυτοκίνητο εκπέμπει στην ατμόσφαιρα στην πραγματικότητα προέρχεται από την εξαέρωση της βενζίνης μέσα στη δεξαμενή καυσίμου και το καρμπυρατέρ. Για να εμποδίσουμε αυτές τις εκπομπές όταν το όχημα βρίσκεται σε στάση, η δεξαμενή καυσίμου και το καρμπυρατέρ συνδέονται με ένα κλειστό δοχείο το οποίο περιέχει ενεργό άνθρακα που απορροφά και συγκρατεί τις αναθυμιάσεις της βενζίνης. Όταν το όχημα ξεκινήσει, αυτή η βενζίνη επαναχρησιμοποιείται με τον αέρα που διοχετεύεται μέσα από τον ενεργό άνθρακα. (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3)

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



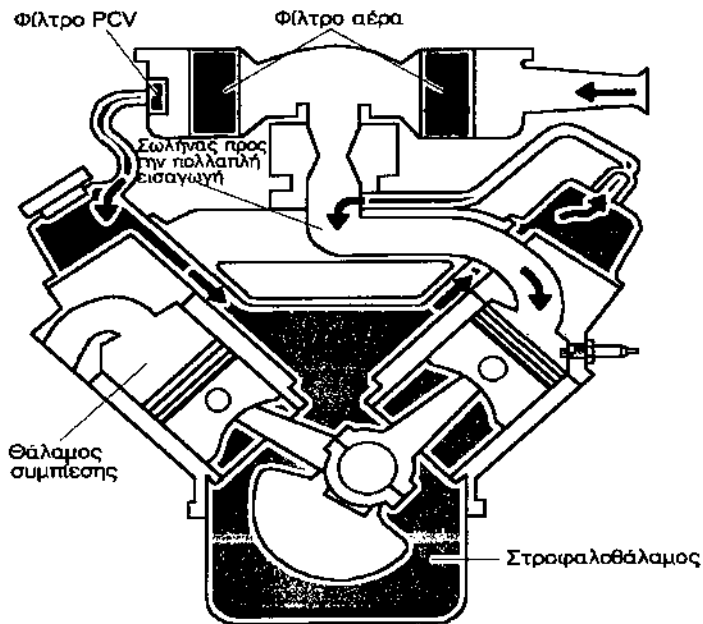
Διάγραμμα 1.3.

Σύστημα ελέγχου αναθυμιάσεων βενζίνης με δοχείο ενεργού άνθρακα (ECS)

### 1.1.2. Αναθυμιάσεις μέσα από τον στροφαλοθάλαμο (κάρτερ)

Οι αναθυμιάσεις του στροφαλοθάλαμου ευθύνονται για το 25% περίπου των άκαυστων υδρογονανθράκων που εκπέμπονται από το αυτοκίνητο. Αυτά τα αέρια αποτελούνται κυρίως από υδρογονάνθρακες, αν και, ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας της μηχανής, μπορεί επίσης να περιέχουν κάποια από τα υποπροϊόντα της καύσης. Αυτή η πηγή ρύπανσης είναι εύκολο να ελεγχθεί καθώς μπορούμε να επανακυκλοφορήσουμε τις αναθυμιάσεις του στροφαλοθαλάμου πίσω στη μηχανή. (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4). Αυτή η λύση έχει χρησιμοποιηθεί στην πράξη για πολλά χρόνια.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4**  
Επανακυκλοφορία αναθυμιάσεων στροφαλοθαλάμου

### 1.1.3. Καυσαέρια εξάτμισης

Τα καυσαέρια εξάτμισης είναι 100% υπεύθυνα για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NOx) και μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Επιπλέον, περιέχουν περίπου το 50% των άκαυστων υδρογονανθράκων που παράγονται από την μηχανή. Σ' αυτή την τελευταία πηγή ρύπανσης έχει επικεντρωθεί σχεδόν όλη η υπάρχουσα νομοθεσία σχετικά με την προκαλούμενη από οχήματα ρύπανση, αφού αυτή είναι η κύρια πηγή ρύπανσης.

Διαχρονικά, οι λύσεις στο πρόβλημα των καυσαερίων των εξατμίσεων των οχημάτων υπήρξαν ποικίλες αλλά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες .

Πρώτον λύσεις που σχετίζονται με το ίδιο το καύσιμο, δεύτερο λύσεις που αφορούν το σχεδιασμό της μηχανής και τρίτον λύσεις που επιδρούν πάνω στα καυσαέρια της εξάτμισης, καθώς αυτά βγαίνουν από το θάλαμο καύσης και πριν απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα. Θα εξετάσουμε αυτές τις λύσεις στη συνέχεια σε ειδικό κεφάλαιο.

## **1.2. Νομοθεσία**

Στις 20 Μαρτίου 1970 η Οδηγία 70/220/EEC δημοσιεύτηκε στην επίσημη εφημερίδα της ΕΟΚ υποδεικνύοντας ότι τα κράτη-μέλη θα έπρεπε να λάβουν μέτρα για την καταπολέμηση της ρύπανσης που προκαλείται από τα καυσαέρια που παράγονται από τις μηχανές καύσεως όλων των οχημάτων. Από τότε, αυτή η οδηγία έχει υποστεί πολλές τροποποιήσεις, που όλες προσπαθούσαν να μειώσουν τα επίπεδα της ρύπανσης σταδιακά, έτσι ώστε η αυτοκινητοβιομηχανία να μπορέσει να προσαρμοστεί στη νέα νομοθεσία.

Μέχρι το 1988 τα αυτοκίνητα διακρίνονταν σε κατηγορίες σύμφωνα με το βάρος τους και θέτονταν, συγκεκριμένα όρια για κάθε κατηγορία (πίνακας 1.1).

Από τότε, η διάκρισή τους σε κατηγορίες γινόταν σύμφωνα με τον αριθμό των κυλίνδρων που είχε κάθε αυτοκίνητο. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατηγορίες με διαφορετικά όρια (πίνακας 1.2). Η οδηγία 91/441/EEC δημοσιεύτηκε στη συνέχεια, επιβάλλοντας πολύ αυστηρά όρια, ανεξάρτητα από τον αριθμό των κυλίνδρων (πίνακας 1.3) και εισαγόντας νέα τεστ, που έπρεπε να διεξαχθούν σε μη αστικές οδικές συνθήκες (μέχρι τότε τα τεστ διεξάγονταν μόνο υπό αστικές οδικές συνθήκες). Αυτά τα όρια σήμαιναν ότι οι κατασκευαστές υποχρεώνονταν να τοποθετούν καταλυτικό μετατροπέα σε όλα τα μοντέλα του

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

Βάρος (kg)		CO g/test	HC+NOx g/test
ελάχιστο	μέγιστο		
	1020	58	19.0
1020	1250	67	20.5
1250	1470	76	22.0
1470	1700	84	23.5
1700	1930	93	25.0
1930	2150	101	26.5
	2150	110	28.0

Πίνακας 1.1

Κυβισμός	Ημερομηνία εφαρμογής		Οδηγία	CO g/test	HC+NOx g/test	NOx g/test
	Min.	Max.				
	1-10-88	1-10-89	88/76/CEE	25	6.5	3.5
1.4	2.0	1-10-91	1-10-93	88/76/CEE	30	8
1.4		1-10-90	1-10-91	88/76/CEE	45	15
		1-07-92	1-01-93	89/458/CEE	19	5

Πίνακας 1.2

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

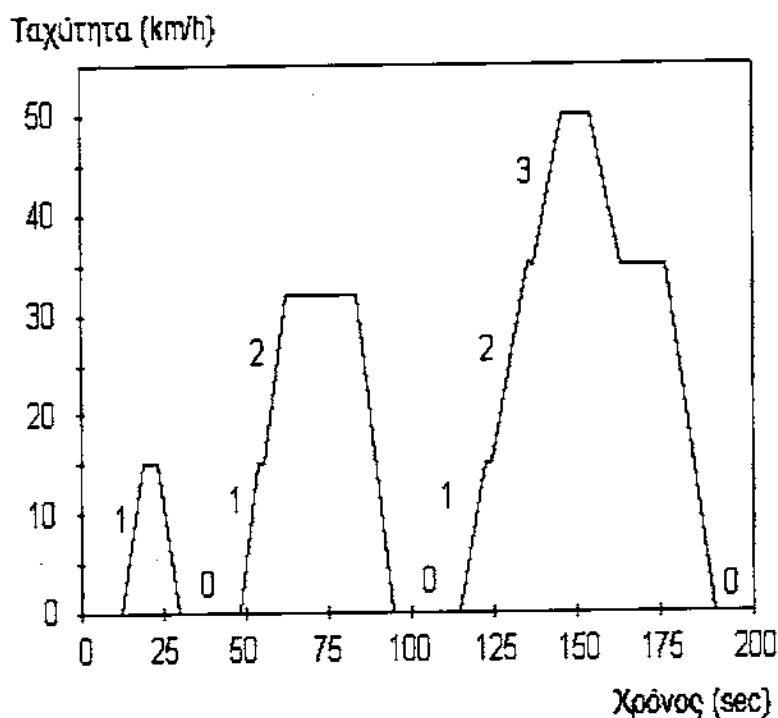
Ημερομηνία εφαρμογής	CO g/km	HC+NOx g/km
Νέα Υποχρεωτική μοντέλα εφαρμογή		
1-7-92 1-1-93	2.72	0.97

Πίνακας 1.3

Για να μετρηθεί το επίπεδο των εκπομπών των ρυπαντών από ένα όχημα ώστε, να είναι μέσα στα όρια της ΕΟΚ, τα τεστ πρέπει να διεξαχθούν σε κανονικές συνθήκες οδήγησης (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5). Αυτό το τεστ αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος (κυκλοφορία μέσα στην πόλη) χρησιμοποιείται μια υποθετική καμπύλη οδήγησης, η οποία έχει υπολογισθεί με μια λογική συνάφεια προς τη συμπεριφορά ενός οδηγού σε κυκλοφοριακές συνθήκες μέσα στην πόλη. Το τεστ επαναλαμβάνεται τέσσερις φορές, ξεκινώντας με τη μηχανή από το νεκρό σημείο.

Στο δεύτερο μέρος (κυκλοφορία εκτός πόλεως) η μηχανή λειτουργεί σα να κινείται το αυτοκίνητο με ταχύτητα μέχρι περίπου 120 χλμ./ώρα σε κάποια μεγάλη κυκλοφοριακή αρτηρία. Ολόκληρο το τεστ διαρκεί 1180 δευτερόλεπτα και το αυτοκίνητο διανύει συνολικά 11 χλμ.





### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5

Τεστ οδήγησης ΕΟΚ. Εντός πόλεως

1η ταχύτητα 2: 2η ταχύτητα 3: 3η ταχύτητα 4: 4η ταχύτητα 5: 5η ταχύτητα 0: Ρελαντί

Για να διεξαχθεί αυτό το τεστ χρησιμοποιείται μηχανισμός με κυλιόμενους κυλίνδρους που προσομοιάζει την κανονική οδήγηση. Ο οδηγός του οχήματος πρέπει να ακολουθήσει τις οδηγίες του τεστ, βοηθούμενος από ένα κομπιούτερ, το οποίο θα επισημάνει κάθε απόκλιση από τον θεωρητικό κύκλο της ΕΟΚ που η οδήγησή του δείχνει. Κατά την διάρκεια του τεστ τα καυσαέρια φεύγουν στην ατμόσφαιρα και δείγματα αυτών λαμβάνονται διαρκώς σε πλαστικές σακούλες για να αναλυθούν στη συνέχεια στο τέλος του τεστ. Από αυτά τα δείγματα θα προκύψουν οι ποσότητες των ρυπαντών που απελευθερώθηκαν στην ατμόσφαιρα για κάθε χιλιόμετρο που διανύθηκε

## Σύσταση καυσαερίων

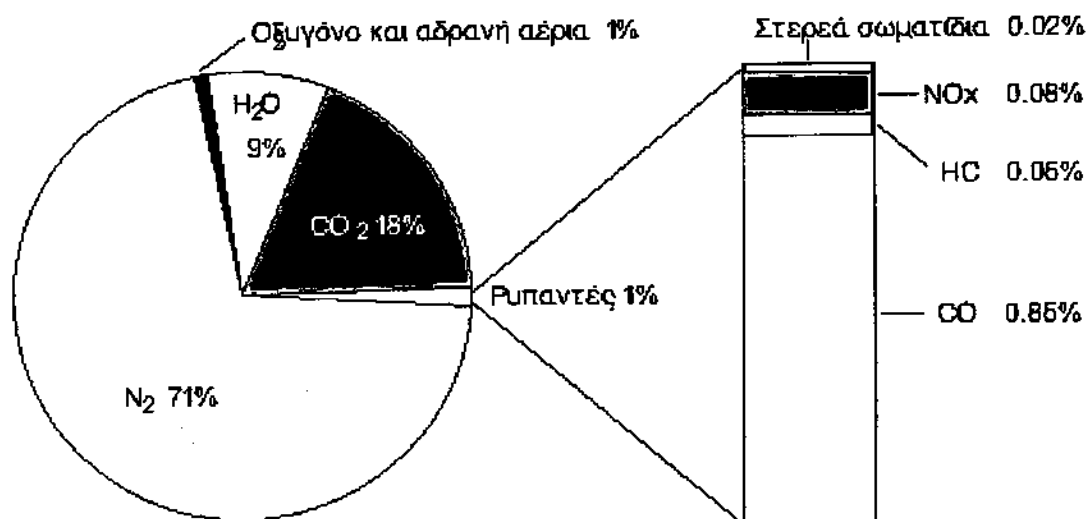
---

Η μηχανή εσωτερικής καύσεως δεν είναι ικανή να καίει εντελώς όλο το καύσιμο στους κυλίνδρους της, εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί. Όσο πιο ατελής είναι η διαδικασία καύσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα επιβλαβών ουσιών που απελευθερώνονται με τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα.

Οπουδήποτε κι αν κοιτάξουμε στον κόσμο, σε διαφορετικές χώρες με διαφορετικές νομοθεσίες, απώτερος σκοπός είναι η μείωση της ρύπανσης. Όλες οι προσπάθειες να μειωθεί η εκπομπή ρύπων στοχεύουν να διασφαλίσουν την ελαχιστοποίηση των ρύπων, αλλά ταυτόχρονα προσπαθούν να επιτύχουν χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων σε οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας του οχήματος και τέλος προσπαθούν να εξασφαλίσουν μια ομαλή οδήγηση. Αυτοί οι στόχοι προφανώς έρχονται σε αντίθεση, και έτσι διαφορετικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων επιλέγουν διαφορετικές λύσεις.

Όταν γίνεται τέλεια καύση ενός υδρογονάνθρακα, τα μόνα υποπροϊόντα είναι διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και νερό ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Όμως συνέπεια της ατελούς καύσης, η μηχανή εσωτερικής καύσεως παράγει, εκτός από αβλαβείς ουσίες και άλλες ουσίες που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, τουλάχιστον όταν συναντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Τα επιβλαβή υποπροϊόντα αντιπροσωπεύουν περίπου 1% των καυσαερίων που εκπέμπονται από τη μηχανή.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1**

### Σύσταση καυσαερίων βενζινομηχανής

## Σύσταση καυσαερίων

### 2.1. Μη τοξικά αέρια

#### 2.1.1. Άζωτο (N<sub>2</sub>)

Εκτός από το ότι είναι το κύριο συστατικό του αέρα που αναπνέουμε (79%), είναι επίσης χημικά αδρανές (δεν μπορεί να αντιδράσει με άλλα στοιχεία). Σε αυτήν την κατάσταση, βγαίνει από την εξάτμιση χωρίς να έχει υποστεί καμία απολύτως αλλαγή, εκτός από ένα μικρό ποσοστό το οποίο έχει μετατραπεί σε οξείδιο του αζώτου (NO<sub>x</sub>), εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατεί μέσα στο θάλαμο καύσεως.

### **2.1.2. Οξυγόνο (O<sub>2</sub>)**

Το αέριο αυτό είναι απολύτως απαραίτητο για να γίνει η καύση. Είναι το δεύτερο κύριο συστατικό του αέρα, σε ποσοστό περίπου 21%. Σε μια ιδανική αναλογία, δεν θα έμενε καθόλου οξυγόνο από την καύση, η οποία στην περίπτωση αυτή θα ήταν τέλεια. Καθώς αυτό δεν είναι δυνατόν, υπάρχει ένα υπόλοιπο οξυγόνου στα καυσαέρια, περίπου 0.6%. Αν το μίγμα που χρησιμοποιείται είναι πολύ πλούσιο, τότε το επίπεδο του οξυγόνου μειώνεται, αλλά ποτέ δεν μηδενίζεται. Αντίθετα, εάν το μίγμα είναι φτωχό, η ποσότητα οξυγόνου στα καυσαέρια αυξάνεται σημαντικά.

### **2.1.3. Υδρατμοί (H<sub>2</sub>O)**

Όπως έχουμε ήδη σημειώσει, το νερό είναι ένα προϊόν της καύσης. Σε αυτό οφείλεται ο λευκός καπνός που βλέπουμε να βγαίνει από την εξάτμιση, ιδίως τις κρύες μέρες. Οι ατμοί του νερού συμπυκνώνονται (ψύχονται) κατά μήκος της εξάτμισης καθώς η θερμοκρασία των καυσαερίων μειώνεται και σχηματίζουν τα χαρακτηριστικά σταγονίδια νερού που βλέπουμε στην έξοδο των εξατμίσεων των αυτοκινήτων.

### **2.1.4. Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

Όπως και οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα υπάρχει πάντοτε όταν γίνεται καύση. Αν και το αέριο αυτό δεν είναι τοξικό, είναι εμμέσως βλαβερό για την ατμόσφαιρα, όταν συναντάται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες της κανονικής. Όταν η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα είναι μεγαλύτερη από εκείνη που πρέπει, τα φυτά δεν μπορούν να την απορροφήσουν και να την μετατρέψουν σε οξυγόνο. Τότε η ισορροπία της φύσης διαταράσσεται, οδηγώντας στο περίφημο "φαινόμενο του θερμοκηπίου" δηλαδή στην άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη και σε διάφορες απρόβλεπτες κλιματολογικές μεταβολές.

## Σύσταση καυσαερίων

---

### 2.2. Τοξικά αέρια

Ο κατάλογος των βλαβερών ουσιών που υπάρχουν στα καυσαέρια είναι εξαιρετικά μακρύς, όπως είναι και η ποικιλία υδρογονανθράκων και πρόσθετων ουσιών που υπάρχουν στη βενζίνη. Υπάρχει επίσης μια ποικιλία σύνθετων (περίπλοκων) χημικών αντιδράσεων οι οποίες πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με την καύση των υδρογονανθράκων.

#### Υδρογονάνθρακες που δεν καίγονται

- $C_nH_m$  (παραφίνες, ολεφίνες, αρωματικοί υδρογονάνθρακες).

#### Υδρογονάνθρακες που καίγονται μερικώς

- $C_nH_mCHO$  (αλδεΐδες)
- $C_nH_mCO$  (ακετόνες)
- $C_nH_mCOOH$  (καρβοξύλιο)
- $CO$  (μονοξειδίο του άνθρακα)

#### Προϊόντα της θερμικής διάσπασης του πετρελαίου και λοιπά παράγωγα

- $C_2H_2$  (ασετιλίνη)
- $C_2H_4$  (αιθυλένιο)
- $H_2$  (υδρογόνο)
- πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κλπ.

#### Προϊόντα της καύσης

- από ατμοσφαιρικό άζωτο  $NO$ ,  $NO_2$  (οξειδία του αζώτου)
- από πρόσθετες ουσίες στα καύσιμα (οξειδία του μολύβδου κλπ.)
- από ακαθαρσίες στα καύσιμα (οξειδία του θείου)

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)

Εκτός από αυτά, με την βοήθεια του ηλιακού φωτός παράγονται από τα καυσαέρια και τα ακόλουθα προϊόντα καύσης :

- οργανικά υπεροξειδία
- όζον κλπ.
- Υπεροξειδία, ακετυλικά παράγωγα, νιτρώδη

Παρά το μακρύ αυτό κατάλογο, όλοι αυτοί οι ρύποι δε βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στα καυσαέρια έτσι ώστε να δημιουργούν πρόβλημα ρύπανσης. Στην πραγματικότητα για μόνο τέσσερις από αυτούς υπάρχουν περιορισμοί στη νομοθεσία των ποσοστών που επιτρέπεται να εκπέμπονται από αυτοκίνητα. Αυτοί είναι: οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξειδίο του άνθρακα (CO), τα οξειδία του αζώτου (Nx) και τα στερεά σωματίδια (μόνο για μηχανές ντίζελ).

Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει στο Όζον, το οποίο, όταν βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, προστατεύει τη ζωή στη γη, φιλτράροντας τις υπεριώδεις ακτινοβολίες του ήλιου, αλλά όταν βρίσκεται στο επίπεδο του εδάφους είναι βλαβερό, κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία για τις αστικές περιοχές.

Το όζον προκαλεί σοβαρούς ερεθισμούς και ευθύνεται για τα συμπτώματα του αναπνευστικού συστήματος και της όρασης που σχετίζονται με τη ρύπανση. Καταστρέφει το εσωτερικό των πνευμόνων, επιδεινώνει τα αναπνευστικά προβλήματα και γενικά κάνει τους ανθρώπους πιο δεκτικούς σε αναπνευστικές μολύνσεις και επιπλοκές. Ιδιαίτερα τα παιδιά είναι ευάλωτα στα καταστρεπτικά αποτελέσματα του όζοντος, καθώς και οι ενήλικες με πνευμονικά προβλήματα. Επίσης, η παρουσία του όζοντος σε υψηλά επίπεδα εμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών και μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτες ζημιές στα τροπικά δάση.

Το όζον είναι μια μοριακή μορφή του οξυγόνου που αποτελείται από 3 άτομα οξυγόνου συνδεδεμένα μεταξύ τους. Δεν εκπέμπεται άμεσα από τα αυτοκίνητα, αλλά σχηματίζεται στην ατμόσφαιρα μετά από περίπλοκες χημικές αντιδράσεις, σχετιζόμενες με την ύπαρξη υδρογονανθράκων, οξειδίων του αζώτου και ηλιακού φωτός.

Η ταχύτητα με την οποία γίνονται αυτές οι αντιδράσεις εξαρτάται από τη θερμοκρασία αλλά και από την ποσότητα του ηλιακού φωτός. Κατά συνέπεια, τα υψηλότερα επίπεδα παρουσίας όζοντος σημειώνονται στα ζεστά, ηλιόλουστα, καλοκαιρινά πρωινά ή απογεύματα. Οι υδρογονάνθρακες και τα οξειδία του αζώτου παράγονται μέσα από μια ποικιλία διαδικασιών που κατά την καύση, συμπεριλαμβανομένων και διαφόρων βιομηχανικών διαδικασιών, αλλά στις μεγάλες πόλεις τουλάχιστον το μισό αυτού του είδους της ρύπανσης, προέρχεται από εξατμίσεις μηχανών.

## Σύσταση καυσαερίων

---

### 2.2.1. Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

Σαν άκαυστους υδρογονάνθρακες, θα πρέπει επίσης να θεωρήσουμε και εκείνους τους που καίγονται μερικώς, όπως τα παράγωγα από τη διαδικασία θερμικής διάσπασης. Κανονικά οι υδρογονάνθρακες έχουν τη δική τους ιδιαίτερη οσμή. Με την παρουσία οξειδίων του αζώτου και ηλιακού φωτός σχηματίζουν προϊόντα οξείδωσης τα οποία ενοχλούν τις βλεννώδεις μεμβράνες της μύτης. Κάποιοι από αυτούς τους υδρογονάνθρακες θεωρούνται καρκινογόνοι.

Οι υδρογονάνθρακες παράγονται κυρίως από το άκαυστο καύσιμο που κολλάει στα τοιχώματα του θαλάμου καύσεως.

Το μίγμα αέρα/καυσίμου ψύχεται μερικά, εξαιτίας του μικρού διάκενου μεταξύ της κεφαλής κυλίνδρου και εμβόλου με αποτέλεσμα το μίγμα να μην είναι αρκετά θερμό, ώστε η φλόγα να φτάσει σε όλο το μίγμα και έτσι η καύση πραγματοποιείται μόνο μέχρι κάποια απόσταση από τις επιφάνειες του κυλίνδρου και του εμβόλου.

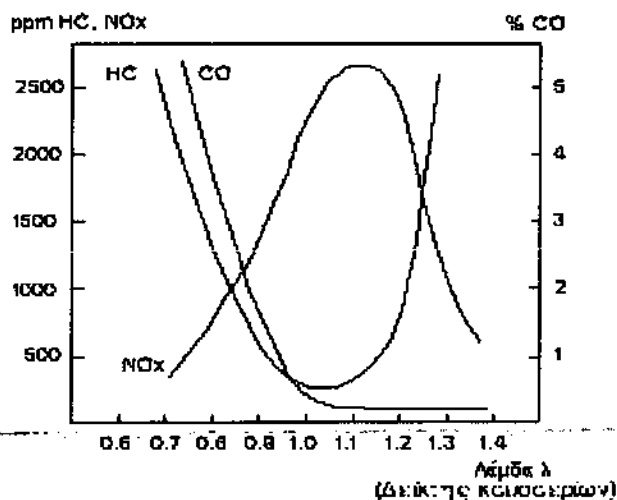
## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

Η εκπομπή υδρογονανθράκων αυξάνεται εξίσου είτε όταν χρησιμοποιείται πλούσιο μίγμα, είτε φτωχό, γιατί η καύση δεν πραγματοποιείται υπό ιδανικές συνθήκες και στις δυο περιπτώσεις. Ελάχιστο ποσό εκπομπής υδρογονανθράκων επιτυγχάνεται όταν το μίγμα είναι ελαφρώς φτωχό, οπότε υπάρχει περίσσεια οξυγόνου και βρίσκεται σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία.

### Σύσταση καυσαερίων

#### 2.2.2. Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι άχρωμο, άοσμο και αόρατο και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο εξαιτίας της υψηλής τοξικότητάς του. Μειώνει την ικανότητα του αίματος να απορροφά οξυγόνο και βέβαια την ποσότητα του οξυγόνου στην κυκλοφορία του αίματος. Συγκέντρωση μόνο 0.3% μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα που αναπνέουμε είναι αρκετή για να προκαλέσει θάνατο μέσα σε περίπου 30 λεπτά. Υψηλότερη συγκέντρωση θα προκαλέσει λιποθυμία σε λιγότερο από ένα λεπτό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2



### **Συγκέντρωση ρυπαντών σε μηχανή βενζίνης**

Αυτό το αέριο δημιουργείται από υπερβολική ποσότητα βενζίνης στο μίγμα. Όταν το μίγμα γίνει πολύ πλούσιο, δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο για να σχηματίσει CO<sub>2</sub>, οπότε σχηματίζεται CO, το οποίο απαιτεί λιγότερο οξυγόνο. Συγκεκριμένα στις πετρελαιομηχανές που λειτουργούν πάντα με φτωχό μίγμα, το ποσό του CO στα καυσαερίά τους είναι αμελητέο. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 το CO εθεωρείτο κυρίαρχο πρόβλημα και ήταν η πρώτη ρυπογόνος ουσία που η εκπομπή της ρυθμίστηκε από σχετική νομοθεσία της ΕΟΚ.

### **Σύσταση καυσαερίων**

---

#### **2.2.4. Στερεά σωματίδια**

Η ατελής καύση δημιουργεί στερεά σωματίδια με τη μορφή στάχτης και καπνιάς (αιθάλης). Σε αυτοκίνητα με μηχανές βενζίνης οι εκπομπές τέτοιων σωματιδίων είναι ουσιαστικά αμελητέες, γι' αυτό και η σχετική νομοθεσία γι' αυτού του είδους τη ρύπανση περιορίζεται στις μηχανές ντίζελ.

Εάν, κατά τη διαδικασία της καύσης, δημιουργηθούν περιοχές πλούσιου μίγματος, όταν η θερμοκρασία και η πίεση είναι υψηλές και υπάρχει έλλειψη οξυγόνου, η μοριακή αλυσίδα των υδρογονανθράκων μπορεί να σπάσει και να απελευθερώσει το υδρογόνο. Αυτό σημαίνει ότι θα δημιουργηθούν υπόλοιπα άκαυστου άνθρακα. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί στη ροή του καυσίμου που έρχεται από το μπεκ (στην περίπτωση των μηχανών ντίζελ) ή στα καύσιμα που εναποθέτονται στα τοιχώματα του θαλάμου καύσεως. Ευτυχώς, τα περισσότερα από αυτά τα σωματίδια οξειδώνονται στη συνέχεια για να σχηματίσουν διοξείδιο του άνθρακα, και έτσι δεν εμφανίζονται στα καυσαερία.

## Λήπτης Λάμδα $\lambda$

---

Ανάλογα με τον τεχνολογικό κλάδο στον οποίο αναφερόμαστε, αυτό το γράμμα έχει διαφορετική έννοια, αν και στην επιστημονική ορολογία είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται το ελληνικό αλφάβητο για να αποδοθούν παράμετροι, μεταβλητές και μεγέθη. Στην τεχνολογία του αυτοκινήτου το  $\lambda$  χρησιμοποιείται για να δηλώσουμε την αναλογία αέρα/καυσίμου.

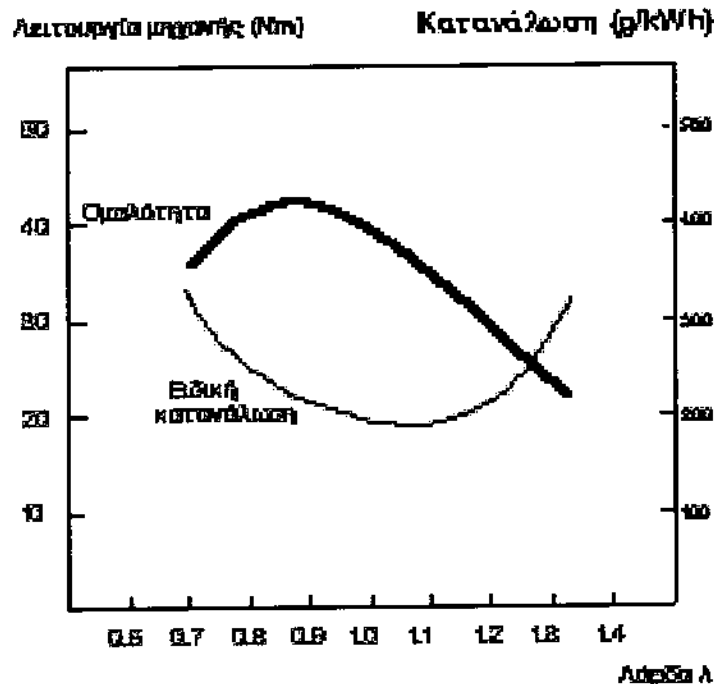
### **3.1. Λόγος Λάμδα**

Ο λόγος λάμδα είναι ο λόγος (κλάσμα) μεταξύ της ποσότητας του αέρα που η μηχανή χρησιμοποιεί και της ποσότητας του αέρα που η μηχανή θα χρησιμοποιούσε εάν η καύση ήταν τέλεια. Είναι, δηλαδή, μια αριθμητική απεικόνιση του πόσο πλούσιο ή φτωχό είναι το μίγμα αέρα/βενζίνης.

Σε ιδανικές συνθήκες ο λόγος λάμδα θα έπρεπε πάντοτε να ισούται με ένα. Σ' αυτή την περίπτωση η μηχανή λειτουργεί με μίγμα αέρα/καυσίμου όμοιο με εκείνο που θεωρητικά θα έπρεπε να χρησιμοποιεί. Όμως η πίεση του αέρα και η θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα μεταβάλλονται συνεχώς, οπότε και η ποσότητα του αέρα που εισάγεται από τη μηχανή επίσης μεταβάλλεται άρα και ο λόγος λάμδα επηρεάζεται.

Ο λόγος λάμδα για την κατάσταση λειτουργίας του οχήματος είναι ζωτικής σημασίας για μια μηχανή, αφού η ομαλότητα, η κατανάλωση και η εκπομπή ρύπανσης επηρεάζονται ιδιαίτερα από αυτόν. Μικρές διαφοροποιήσεις στον λόγο λάμδα μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες διακυμάνσεις στην ομαλή λειτουργία της μηχανής, στην κατανάλωση και στα καυσαέρια. (βλ. διαγράμματα 2.2 και 3.1).

➤ *Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)*



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1**

**Επίδραση του λόγου λάμδα στην ομαλή λειτουργία της μηχανής και στην ειδική κατανάλωση καυσίμων**

Προκειμένου να ελεγχθεί περισσότερο ο λόγος λάμδα, οι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει ακόμα πιο εξελιγμένα συστήματα ελέγχου της μηχανής : ακριβέστερα συστήματα τροφοδοσίας (καρμπυρατέρ), ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού με αισθητήρες και πιο εξελιγμένους μετρητές ροής. Απώτερος στόχος είναι πάντοτε η δυνατότητα μέτρησης, όσο το δυνατό ακριβέστερα, του αέρα που εισάγεται από τη μηχανή, με σκοπό να προστεθεί ακριβώς η σωστή ποσότητα καυσίμου, που θα επιτρέψει στη μηχανή να λειτουργήσει με τον καλύτερο λόγο λάμδα για κάθε κατάσταση λειτουργίας.

Λήπτης λάμδα λ

3.2. Ερμηνεία του λόγου λάμδα

Μίγμα	Λάμδα	Ερμηνεία
ΠΛΟΥΣΙΟ	λιγότερο από 0.75	Η μηχανή θα πλημμυρίσει από καύσιμο. Το μίγμα δεν είναι πολύ εύφλεκτο. Αν ήταν πλουσιότερο, το όχημα θα σταματούσε εξαιτίας υπερβολικής ποσότητας καυσίμων.
	μεταξύ 0.75 & 0.85	Πολύ πλούσιο μίγμα. Αυτός ο λόγος λάμδα θα αυξήσει την ιπποδύναμη, αλλά μόνο για πολύ σύντομα διαστήματα. Κατά την επιτάχυνση το μίγμα εμπλουτίζεται για ένα σύντομο χρονικό διάστημα ώστε να επιτευχθεί αυτή η αύξηση της ισχύος.
	μεταξύ 0.85 & 0.95	Πλούσιο μίγμα. Σε αυτό το επίπεδο του λόγου λάμδα η μηχανή επιτυγχάνει μέγιστη ιπποδύναμη και μάλιστα με διάρκεια, αλλά αυτό το είδος μίγματος έχει παρενέργειες και πρέπει να χρησιμοποιείται στην κανονική οδήγηση.
ΚΑΝΟΝΙΚΟ	μεταξύ 0.95 & 1.05	Σωστό μίγμα. Η μηχανή λειτουργεί με αυτό το λόγο λάμδα εξίσου ομαλά είτε σε στάση είτε με σταθερή ταχύτητα.
	μεταξύ 1,05 & 1.15	Φτωχό μίγμα. Η μηχανή χάνει ισχύ αλλά η κατανάλωση μειώνεται στο ελάχιστο.

ΦΤΩΧΟ	μεταξύ 1.15 & 1.30	Πολύ φτωχό μίγμα. Η μηχανή χάνει πολύ ισχύ και η κατανάλωση αυξάνεται. Αυτό προκαλεί προβλήματα στην αυτοανάφλεξη και δυσλειτουργία της εξάτμισης.
	περισσότερο από 1.30	Το μίγμα δεν είναι πλέον αναφλέξιμο. Η μηχανή δεν θα λειτουργήσει.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1**

Προκειμένου να επιτύχουμε την τελειότερη δυνατή λύση θα ήταν ιδανικό να διατηρούμε λόγο λάμδα ίσο με ένα. Αυτή η τιμή δεν είναι η καλύτερη για όλες τις καταστάσεις λειτουργίας της μηχανής. Για να επιτύχουμε μέγιστη ιπποδύναμη από μια μηχανή βενζίνης χρησιμοποιούμε ελαφρώς πλούσιο μίγμα, ενώ για ελάχιστη κατανάλωση η μηχανή πρέπει να λειτουργεί με λίγο φτωχότερο μίγμα. (βλ. πίνακα 3.1).

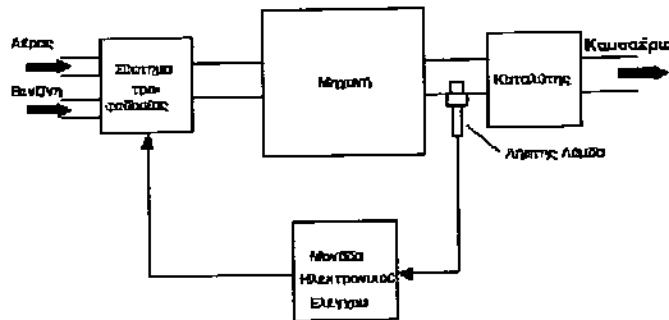
## Λήπτης λάμδα λ

### 3.3 Ρύθμιση του Λήπτη Λάμδα

Ο μοναδικός τρόπος διατήρησης ακριβούς ελέγχου του μίγματος αέρα/καυσίμου, κάτι απαραίτητο για τα σύγχρονα αυτοκίνητα, είναι η χρήση του αισθητήρα που λέγεται "λήπτης λάμδα". Πρόκειται για ένα σύστημα που επιτρέπει να διατηρείται ο λόγος λάμδα όσο το δυνατόν πιο κοντά στο 1 χωρίς να απαιτούνται προσαρμογές. Το σύστημα αντιδρά ταχύτατα και αυτόματα και δεν παρουσιάζει προβλήματα φθοράς τμημάτων, όπως συμβαίνει με τα συμβατικά συστήματα.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

Για παράδειγμα ένα ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού που βασίζεται στο σύστημα L - Jetronic (LE, LE2, LE3, Motronic, Digifant) υπολογίζει την ποσότητα αέρα που εισάγεται στη μηχανή χρησιμοποιώντας ένα μετρητή ροής και μια αντίσταση NTC που μετράει τη θερμοκρασία του αέρα. Ανάλογα με την ποσότητα του αέρα που η μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου (ECU) υπολογίζει από αυτές τις πληροφορίες, στέλνονται μηνύματα προς τα μπεκ ώστε να παραμείνουν ανοιχτά για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Ένα τέτοιο συμβατικό σύστημα ρύθμισης του μίγματος, που διατηρεί το λόγο λάμδα μεταξύ 0.98 και 1.02 για οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας της μηχανής, είναι αρκετά καλό εφόσον είναι καλά ρυθμισμένο.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2**

### **Διάγραμμα λειτουργίας κλειστού συστήματος ρύθμισης (με λήπτη λάμδα)**

Αυτή η ακρίβεια όμως δεν είναι αρκετή, όταν χρησιμοποιείται ένας τριοδικός καταλύτης. Ο λόγος λάμδα πρέπει να διατηρείται μεταξύ 0.99 και 1.00 ανεξάρτητα από άλλες ρυθμίσεις μέσα στο σύστημα με οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας και φορτίου της μηχανής. Για να επιτευχθεί αυτή η ακρίβεια, χρησιμοποιείται ο λήπτης λάμδα.

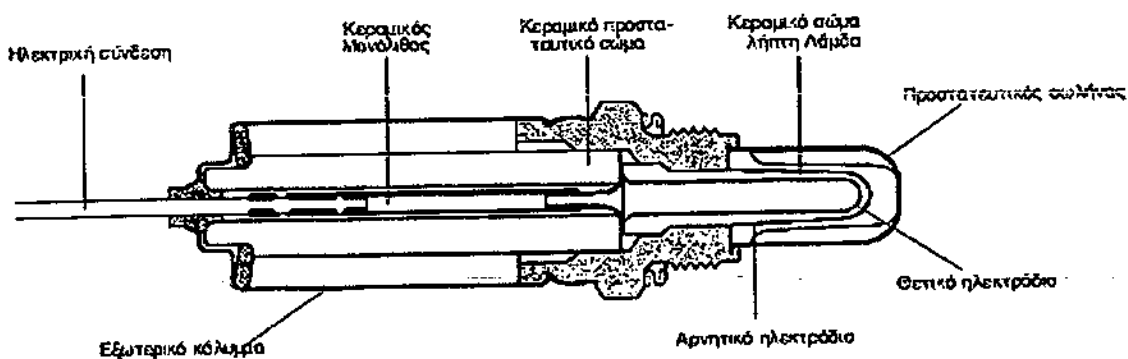
Ο μηχανισμός ελέγχου λάμδα είναι ένα εξάρτημα ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο σε οποιοδήποτε ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού (αν και χρειάζεται να γίνουν κάποιες τροποποιήσεις) που χρησιμοποιείται για να διορθώνει την αναλογία

αέρος/καυσίμου.

Ενώ δηλαδή το σύστημα ηλεκτρονικού ψεκασμού υπολογίζει την ποσότητα του αέρα που εισάγεται στη μηχανή και τον απαραίτητο χρόνο τροφοδοσίας (ψεκασμού), έχει επίσης ένα σχεδόν τέλειο σύστημα διόρθωσης της διάρκειας τροφοδοσίας, το λήπτη λάμδα. Αυτός ελέγχει διαρκώς τη σύσταση των καυσαερίων και στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο που παρουσιάζουν τη διαφοροποίηση ανάμεσα στο πραγματικό και το ιδανικό μίγμα. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες αυτές, ο εγκέφαλος επαναυπολογίζει τη διάρκεια ανοίγματος του συστήματος ψεκασμού και διορθώνει τις διακυμάνσεις του λόγου λάμδα.

### 3.4. Ο λήπτης λάμδα

Πρόκειται για έναν ηλεκτροχημικό σένσορα (αισθητήρα) οξυγόνου, που συνήθως βρίσκεται κοντά στο σωλήνα εξάτμισης, καθώς χρειάζεται υψηλή θερμοκρασία για να λειτουργήσει. Αυτός ο αισθητήρας χρησιμοποιεί κεραμικό μονόλιθο (οξειδίο του ζirkονίου  $ZrO$ ) ως ηλεκτρολύτη. Η κεραμική επιφάνεια έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια, ενώ η άλλη επιφάνεια είναι διαρκώς σε επαφή με τον αέρα που περικλείεται.



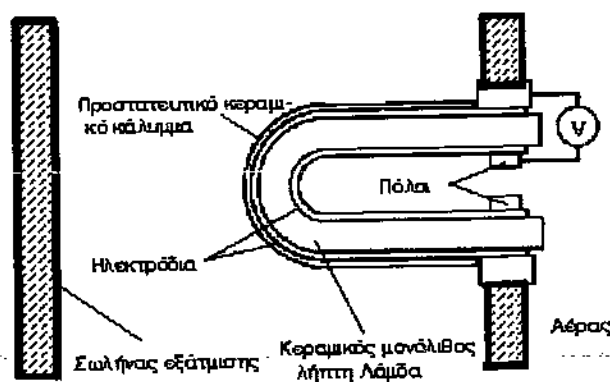
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3

### Τμήμα λήπτη λάμδα BOSCH

Σε θερμοκρασία άνω των 300° C ο κεραμικός μονόλιθος αποκτά συγκεκριμένες ιδιότητες που του επιτρέπουν να μεταφέρει ιόντα οξυγόνου από την επιφάνεια που είναι εκτεθειμένη στον αέρα στην αντίθετη πλευρά, παράγοντας ένα γαλβανικό δυναμικό. Αυτό το δυναμικό ευθύνεται άμεσα για τη διαφορά στις συγκεντρώσεις οξυγόνου στις δύο επιφάνειες του αισθητήρα (λήπτη λάμδα).

Τα καυσαέρια που παράγονται από μηχανές εσωτερικής καύσης πάντοτε περιέχουν ένα συγκεκριμένο υπόλοιπο οξυγόνου, ακόμα και όταν η μηχανή λειτουργεί με εξαιρετικά πλούσιο μίγμα.

Η αναλογία του υπολοίπου οξυγόνου εξαρτάται άμεσα από το μίγμα αέρα/καυσίμου που μπαίνει μέσα στη μηχανή, δηλαδή από το λόγο λάμδα με τον οποίο λειτουργεί. Αυτή η σχέση φανερώνει ότι είναι δυνατό, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που παρέχει ο λήπτης λάμδα, να ελέγξουμε τη σχέση του αέρα με το καύσιμο.

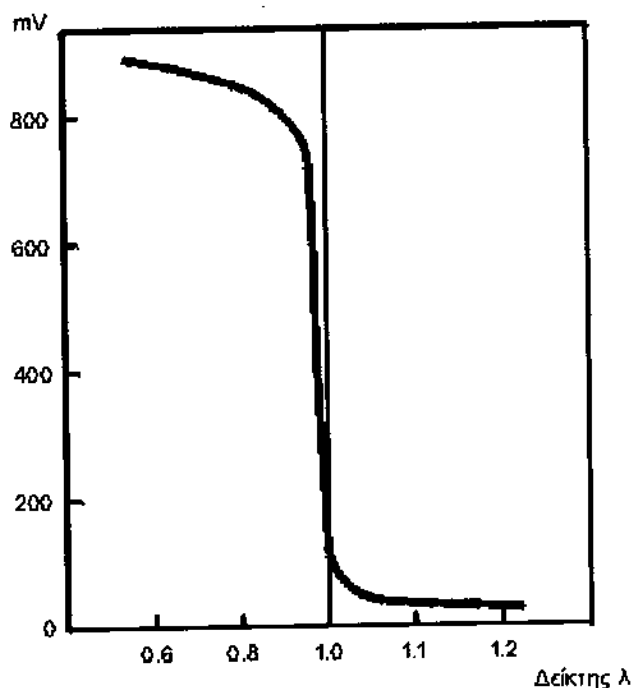


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4**



### Διάγραμμα του λήπτη λάμδα μέσα στην εξάτμιση

Όταν το οξυγόνο στα καυσαέρια, έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του λήπτη  $\lambda$  και είναι λιγότερο από την ιδανική ποσότητα (πλούσιο μίγμα,  $\lambda < 1$ ), τα ιόντα οξυγόνου κινούνται προς την άλλη επιφάνεια όπου εμφανίζεται έλλειψη οξυγόνου και παράγεται ένα δυναμικό περίπου 900 mV. (βλ. διάγραμμα 3.5). Εάν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου στα καυσαέρια, εάν δηλαδή υπάρχει περισσότερο οξυγόνο από ότι θα υπήρχε στο τέλειο μίγμα (φτωχό μίγμα,  $\lambda > 1$ ), τότε τα ιόντα δεν μετακινούνται και εμφανίζεται μόνο ένα υπολειμματικό δυναμικό 100 mV



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5**

**Ρεύμα μέσα σε λήπτη λάμδα που λειτουργεί σε 600° C.**

Υπάρχουν δύο τύποι λήπτη λάμδα : ένας με προθερμαντική και ένας χωρίς προθερμαντική λειτουργία. Εξωτερικά δεν εμφανίζουν διαφορές, αλλά τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία στο σύστημα εξάτμισης και έχουν διαφορετικούς αριθμούς καλωδίων σύνδεσης.

### 3.4.1. Μη προθερμαινόμενος λήπτης λάμδα.

Το είδος αυτό του λήπτη δεν έχει σύστημα εσωτερικής θέρμανσης και προκειμένου να λειτουργήσει απαιτείται θερμοκρασία 300° C. Βρίσκεται πάντοτε τοποθετημένος όσο το δυνατόν κοντύτερα στην πολλαπλή εξαγωγή, βιδωμένος επάνω στο σωλήνα της εξάτμισης. Έχει μόνο ένα καλώδιο σύνδεσης (συνήθως μαύρο), το οποίο είναι ο θετικός πόλος προς το δυναμικό που δημιουργείται από το λήπτη. Το αρνητικό του φορτίο το αποκτά από το έδαφος, μέσω της μηχανικής του σύνδεσης με το σωλήνα της εξάτμισης.

Κανονικά αυτός ο τύπος λήπτη μεταβάλλει τα μηνύματα που στέλνει (900 mV ή 100 mV) πάρα πολύ συχνά, καθώς βρίσκεται σε άμεση επαφή με τα καυσαέρια καθενός από τους κυλίνδρους ξεχωριστά και διαφοροποιεί την κατάστασή του ανάλογα με τη σύσταση των καυσαερίων καθενός από τους κυλίνδρους.

### 3.4.2. Θερμαινόμενος λήπτης λάμδα

Αυτός ο τύπος λήπτη περιέχει μια ηλεκτρική αντίσταση που τροφοδοτείται από ένα ρελαί ή από τον εγκέφαλο, οπότε φτάνει τη θερμοκρασία λειτουργίας μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Έχει την ικανότητα να διατηρεί αυτή τη θερμοκρασία πάνω από τα όρια λειτουργίας ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία των καυσαερίων. Κατά συνέπεια υπάρχει μεγαλύτερη ευχέρεια κατά την τοποθέτησή του μέσα στο σύστημα της εξάτμισης. Συνήθως βρίσκεται μεταξύ της εξόδου του σωλήνα εξάτμισης και του κυρίου καταλύτη.

Υπάρχουν δύο είδη θερμαινόμενων ληπτών λάμδα, ανάλογα με το πως κλείνει κύκλωμα με το έδαφος : μέσω της επαφής με τη μάζα του αυτοκινήτου, ή μέσω ενός καλωδίου (συνήθως γκρι χρώματος).

### ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

Όπως και στον μη προθερμαινόμενο λήπτη λάμδα, υπάρχει ένα καλώδιο θετικού φορτίου (επίσης μαύρο), αλλά υπάρχουν και δύο πρόσθετα καλώδια που τροφοδοτούν την αντίσταση θέρμανσης (συνήθως άσπρα).

Αυτοί οι λήπτες λάμδα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους μη προθερμαινόμενους λήπτες, καθώς οι τελευταίοι βρίσκονται κοντύτερα στους κυλίνδρους και υφίστανται θερμικές καταπονήσεις, όταν η μηχανή λειτουργεί σε πλήρες φορτίο.

### **3.5. Πώς λειτουργεί το κλειστό σύστημα ρύθμισης**

Το σύστημα αρχίζει να λειτουργεί τη στιγμή της εκκίνησης. Κατά τη φάση της εκκίνησης από η μηχανή χρειάζεται ένα πλούσιο μίγμα για να αντισταθμίσει το γεγονός, ότι το καύσιμο συμπυκνώνεται στα κρύα τοιχώματα του θαλάμου καύσης χωρίς να καίγεται, και ότι πρέπει να αναπτύξει μια ειδική ισχύ που θα αντισταθμίσει την τριβή που υφίστανται τα μηχανικά μέρη, όταν η μηχανή λειτουργεί σε χαμηλή θερμοκρασία.

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης ο λήπτης λάμδα στέλνει πληροφορίες στον εγκέφαλο, ο οποίος όμως δεν τις χρησιμοποιεί μέχρις ότου ο αισθητήρας θερμοκρασίας μέσα στο ψυκτικό να μεταδώσει μια προκαθορισμένη ένδειξη και η μηχανή να αρχίσει να λειτουργεί με τη διαδικασία προθέρμανσης.

Σε μια φάση λειτουργίας της μηχανής, κατά την επιτάχυνση, το σύστημα ρύθμισης με το λήπτη λάμδα που διατηρεί το τέλειο μίγμα δεν πρέπει να λειτουργήσει. Κατά την επιτάχυνση η μηχανή χρειάζεται ένα κάπως πιο πλούσιο μίγμα για να φτάσει στην αναλογία αέρα/καυσίμου που αναπτύσσει τη μέγιστη ιπποδύναμη. Επομένως, μόλις οι διάφοροι αισθητήρες μεταδώσουν στον εγκέφαλο συνθήκες επιτάχυνσης, αυτός αγνοεί για μερικά δευτερόλεπτα τα μηνύματα του λήπτη λάμδα. Αυτός ο χρόνος είναι αρκετός για να σχηματιστεί το κατάλληλο μίγμα που θα επιτρέψει την ανάπτυξη της μέγιστης ισχύος να θα δημιουργήσει την απαιτούμενη για το όχημα επιτάχυνση.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

Μόλις ο χρόνος της επιτάχυνσης λήξει, αποκαθίσταται ξανά η λειτουργία του συστήματος ρύθμισης του λήπτη λάμδα.

Κατά την διαδικασία ρύθμισης, εάν η κατάσταση του λήπτη λάμδα ανταποκρίνεται σε πλούσιο μίγμα (ένδειξη περίπου 900 mV), ο εγκέφαλος μειώνει την ποσότητα καυσίμου για να κάνει το μίγμα φτωχότερο. Για όσο διάστημα το μίγμα παραμένει πλούσιο, ο εγκέφαλος θα συνεχίσει να μειώνει σταδιακά την ποσότητα του καυσίμου, σε προκαθορισμένα ποσά, μέχρι ο λήπτης λάμδα να μεταβιβάσει ενδείξεις ότι το μίγμα είναι φτωχό. (ένδειξη περίπου 100mV). Από εκείνη τη στιγμή ο εγκέφαλος αρχίζει να αυξάνει την ποσότητα των καυσίμων για να εμπλουτίσει το μίγμα. Αυτός ο κύκλος του κλειστού συστήματος ρύθμισης συνεχίζεται αδιάκοπα όσο λειτουργεί η μηχανή.

Η μετατροπή του μίγματος σε πλουσιότερο ή φτωχότερο ελέγχεται από τον εγκέφαλο σύμφωνα με τα μηνύματα που λαμβάνει από το λήπτη λάμδα είναι περιορισμένη. Αν, δηλαδή, ύστερα από μια προγραμματισμένη χρονικής διάρκειας διόρθωση (π.χ. μετατροπής του μίγματος σε φτωχότερο), ο λήπτης λάμδα δεν αντιληφθεί αλλαγή στο μίγμα, (το μίγμα δεν γίνει φτωχότερο στην έκταση που οι μεταβολές του λήπτη λάμδα επιβάλλουν/ορίζουν) ο εγκέφαλος θα χρησιμοποιήσει μια προκαθορισμένη επείγουσα διαδικασία.

### **3.6. Μέθοδοι ρύθμισης του Λήπτη Λάμδα**

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι αποδεκτοί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη ρύθμιση του λ :

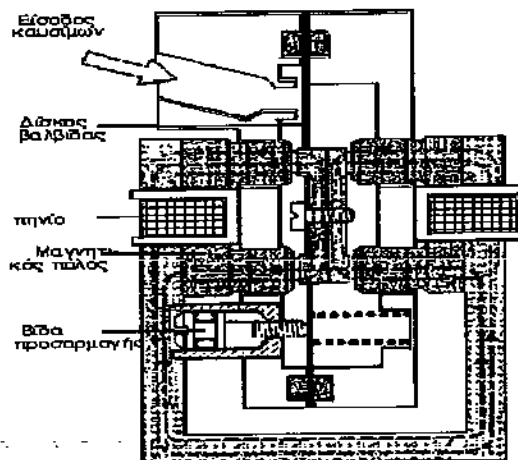
- ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ
- μηχανοηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού
- ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού

### 3.6.1. Ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ

Εάν δεν γινόταν καμία ρύθμιση στο μίγμα ύστερα από την αρχική ρύθμιση αέρα/καυσίμου, τα ηλεκτρονικά καρμπυρατέρ θα έδιναν πάντοτε ένα κάπως φτωχό μίγμα. Η μικρή διόρθωση του λόγου λάμδα, που χρησιμοποιείται από τον εγκέφαλο σύμφωνα με τις μεταβιβαζόμενες από το λήπτη λάμδα πληροφορίες, πετυχαίνει να ενεργοποιηθούν οι ρυθμίσεις στη βαλβίδα από την πρώτη στιγμή λειτουργίας της. Όταν αυτή κλείσει, η αύξηση στη διαφορά πίεσης μέσα στο κύριο σώμα του καρμπυρατέρ και η πρόσθετη επίδραση του μπεκ εκκίνησης δημιουργούν ένα πλουσιότερο μίγμα.

### 3.6.2. Μηχανικό - ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού

Στα συστήματα KE - Jetronic ο εγκέφαλος εκτελεί το κλειστό σύστημα ρύθμισης χρησιμοποιώντας τον ηλεκτροϋδραυλικό ρυθμιστή πίεσης αυξάνοντας ή μειώνοντας την πίεση του καυσίμου στα μπεκ. Αύξηση της πίεσης δημιουργεί αύξηση και της ποσότητας καυσίμου, και αφού η ποσότητα του αέρα παραμένει σταθερή το μίγμα εμπλουτίζεται. Αντιστρόφως, μείωση της πίεσης συνεπάγεται μείωση και του καυσίμου που ψεκάζεται από τα μπεκ οπότε και το μίγμα γίνεται φτωχότερο



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7

Ηλεκτροϋδραυλικός ρυθμιστής

### 3.6.3. Ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού

Στα ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού (τόσο στα μονού σημείου, όσο και στα πολλαπλών σημείων συστήματα ψεκασμού αλλά και σε όλες τις παραλλαγές τους), οι ρυθμίσεις της αναλογίας στο μίγμα αέρος/καυσίμου, ώστε ο λόγος λάμδα να παραμένει όσο το δυνατό κοντύτερα στον ιδανικό, επηρεάζονται από την χρονική διάρκεια του ψεκασμού. Όταν ο εγκέφαλος λαμβάνει μηνύματα από το λήπτη λάμδα που δείχνουν ότι το μίγμα είναι φτωχό, αυξάνει τη διάρκεια του ανοίγματος των μπεκ, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ποσότητα καυσίμου που πηγαίνει στη μηχανή και έτσι εμπλουτίζεται το μίγμα. Από την άλλη πλευρά, εάν το μίγμα είναι πολύ πλούσιο, ο εγκέφαλος μειώνει τη διάρκεια ανοίγματος των μπεκ και έτσι το μίγμα σταδιακά γίνεται φτωχότερο.

Η ρύπανση που προκαλούν τα αυτοκίνητα δεν είχε δημιουργήσει μια ευρύτερη συνειδητοποίηση του προβλήματος, μέχρι τη δεκαετία του 1960. Από τότε οι κατασκευαστές αρχίζουν να βελτιώνουν τις μηχανές με σκοπό την καταπολέμηση της ρύπανσης. Αυτές οι βελτιώσεις στράφηκαν σε τρεις διαφορετικές λύσεις : λύσεις βασισμένες στην ποιότητα του καυσίμου, λύσεις που σχετίζονταν με το σχεδιασμό της μηχανής και λύσεις που αφορούν την επεξεργασία των καυσαερίων.

## Λύσεις στο πρόβλημα της ρύπανσης

---

### 4.1 Λύσεις εξαρτώμενες από τα καύσιμα

Για την παραγωγή οξειδίων του μολύβδου και θείου κατά την καύση, ευθύνεται αποκλειστικά η αρχική παρουσία τους στα καύσιμα. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισής τους είναι η μείωση των ποσοτήτων τους που περιέχονται στη βενζίνη.

Ο μόλυβδος χρησιμοποιείται στη βενζίνη με την μορφή του τετρααιθυλιούχου μολύβδου για να αυξηθεί ο βαθμός οκτανίων. Η μείωσή του, όχι εντελώς, αλλά σε αμελητέα επίπεδα, μας δίνει τη λεγόμενη "αμόλυβδη" βενζίνη, η οποία περιέχει ειδικά πρόσθετα ή ελαφρύτερους υδρογονάνθρακες για να αυξηθούν οι βαθμοί οκτανίων, αποφεύγοντας τη χρήση ενώσεων με βάση το μόλυβδο. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε σοβαρά τεχνικά και οικονομικά προβλήματα, ιδίως επειδή οι ελαφρύτεροι υδρογονάνθρακες είναι περισσότερο πτητικοί και μπορούν να επηρεάσουν σοβαρά τη λειτουργία της μηχανής.

Έτσι η αμόλυβδη βενζίνη έχει χαμηλότερους βαθμούς οκτανίων από τη συμβατική βενζίνη και οι μηχανές πρέπει να λειτουργούν με χαμηλή συμπίεση. Το υδρόθειο  $H_2S$  προέρχεται από το αργό πετρέλαιο από την αρχική ύπαρξη του θείου και είναι δύσκολο να εξαλειφθεί. Η βενζίνη σχηματίζεται από τους πτητικούς υδρογονάνθρακες που εμφανίζονται στα πρώτα στάδια της διαδικασίας διυλίσεως, έτσι η περιεκτικότητά της σε θείο είναι σχετικά χαμηλή. Με βελτιωμένες διαδικασίες διυλίσεως η περιεκτικότητα σε θείο μπορεί να περιοριστεί σε ασήμαντα επίπεδα.

Μια άλλη εναλλακτική λύση είναι η χρήση καθαρών καυσίμων όπως αιθάνιο, μεθάνιο, φυσικό αέριο, προπάνιο. Αυτοί οι τύποι καυσίμων είναι εκ φύσεως καθαρότεροι από τη συμβατική βενζίνη. Αυτά τα καύσιμα εκπέμπουν λιγότερους υδρογονάνθρακες, με μειωμένη δραστηριότητα και λιγότερο τοξικούς.

➤ *Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)*

Η χρήση καθαρών καυσίμων θα βοηθήσει επίσης στη μείωση του αυξανόμενου ποσοστού CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και θα επιβράδυνε το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

<b>ΚΑΥΣΙΜΟ</b>	<b>ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ</b>
Αιθάνιο	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Τέλειο καύσιμο για αυτοκινούμενα οχήματα</li> <li><input type="checkbox"/> Πολύ χαμηλές εκπομπές υδρογονανθράκων ικανών να σχηματίσουν όζον και τοξικές ουσίες.</li> <li><input type="checkbox"/> Εύκολο στην παραγωγή</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Υψηλό κόστος παραγωγής</li> <li><input type="checkbox"/> Μειωμένη αυτονομία οχήματος</li> </ul>
Μεθάνιο	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Τέλειο καύσιμο για αυτοκίνητα</li> <li><input type="checkbox"/> Πολύ χαμηλές εκπομπές τοξικών υδρογονανθράκων</li> <li><input type="checkbox"/> Μπορεί να παραχθεί από πολλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων και ανανεώσιμων πηγών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Μειωμένη αυτονομία του οχήματος</li> </ul>
Φυσικό Αέριο	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Πολύ χαμηλή παραγωγή τοξικών υδρογονανθράκων</li> <li><input type="checkbox"/> Μπορεί να παραχθεί από πολλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων και ανανεώσιμων πηγών</li> <li><input type="checkbox"/> Εξαιρετικό καύσιμο, ειδικά για εταιρείες που διαθέτουν πολλά οχήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Αυξημένο κόστος λειτουργίας</li> <li><input type="checkbox"/> Μειωμένη αυτονομία οχήματος</li> <li><input type="checkbox"/> Δυσκολία αποθήκευσης</li> </ul>



➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

<p>Προπάνιο</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Φτηνότερο από τη βενζίνη (προς το παρόν)</li> <li><input type="checkbox"/> Είναι το ευκολότερα διαθέσιμο καθαρό καύσιμο αυτή τη στιγμή</li> <li><input type="checkbox"/> Χαμηλή παραγωγή τοξικών υδρογονανθράκων</li> <li><input type="checkbox"/> Παράγεται από ανανεώσιμες πηγές</li> <li><input type="checkbox"/> Εξαιρετικό καύσιμο, ειδικά για εταιρείες με πολλά οχήματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Η ζήτηση θα αυξήσει το κόστος</li> <li><input type="checkbox"/> Περιορισμένη προσφορά στην αγορά</li> </ul>
<p>Αναγεννημέ- νη βενζίνη</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε σύγχρονο όχημα, χωρίς να απαιτούνται τροποποιήσεις</li> <li><input type="checkbox"/> Χαμηλή παραγωγή τοξικών υδρογονανθράκων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Λίγο ακριβότερο από τη βενζίνη σήμερα</li> </ul>

## Λύσεις στο πρόβλημα της ρύπανσης

---

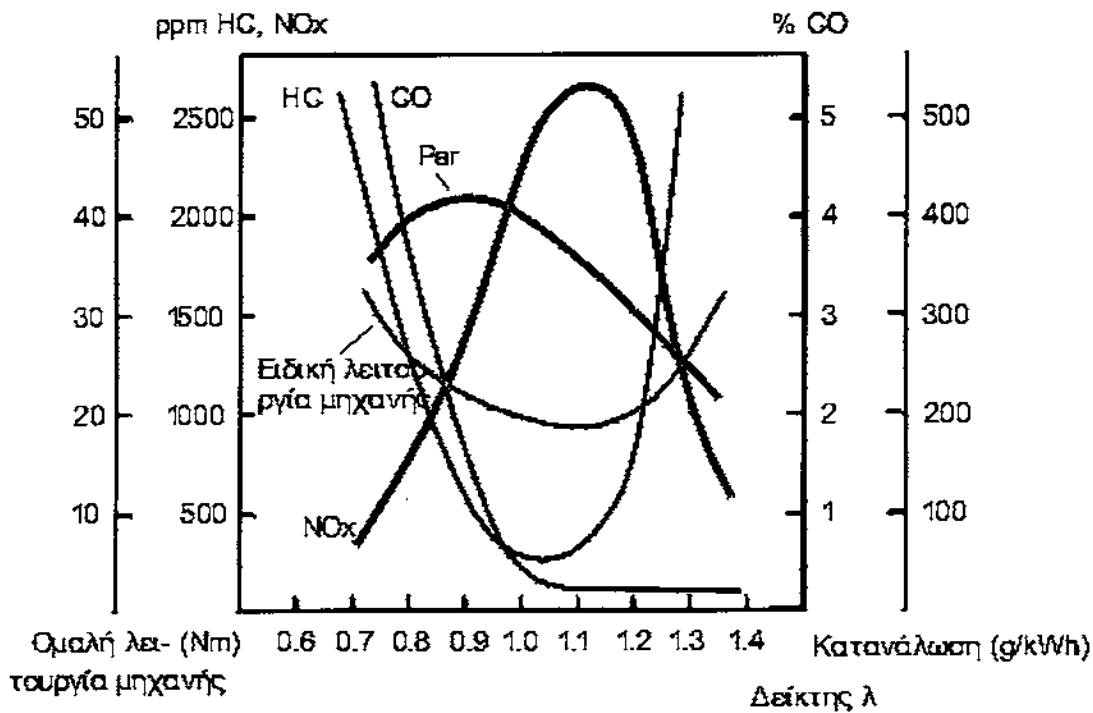
### **4.2 Λύσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό της μηχανής**

Πολλές διαφορετικές λύσεις έχουν υιοθετηθεί από τους κατασκευαστές, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα το σχεδιασμό της μηχανής. Θα αναφέρουμε τις πιο σημαντικές.

#### **4.2.1 Μέτρηση καυσίμου**

Ο λόγος λάμδα λειτουργίας της μηχανής, έχει άμεση επίδραση στη σύνθεση των καυσαερίων. Καθώς οι μηχανές συνήθως φτάνουν τα υψηλότερα επίπεδά τους, όταν οι τιμές του λάμδα είναι περίπου 0.9, το μίγμα αέρα/καυσίμου σε πλήρες φορτίο κυμαίνεται γύρω από αυτό το σημείο. Από την άλλη, λόγος λάμδα περίπου 1.1 είναι ο καλύτερος για μια οικονομική κατανάλωση. Στο ίδιο σημείο επιτυγχάνονται οι χαμηλότερες εκπομπές HC και CO<sub>2</sub>, αλλά και οι υψηλότερες εκπομπές NO<sub>x</sub>. Όταν το όχημα είναι σταματημένο με τη μηχανή αναμμένη, η αναλογία αέρα/καυσίμου κυμαίνεται γύρω από ένα λόγο λάμδα που πλησιάζει το 1, γιατί αν το μίγμα είναι φτωχό, οι εκπομπές HC θα αυξηθούν.

➤ *Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)*



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1**

**Επίδραση του λόγου λάμδα στις εκπομπές ρύπων και στη λειτουργία και κατανάλωση της μηχανής**

Από τα παραπάνω είναι φανερό, ότι η αναλογία αέρα/καυσίμου κατά τη λειτουργία της μηχανής, πρέπει να ελέγχεται αυστηρά προκειμένου να επιτευχθεί, όσο το δυνατόν μικρότερη ρύπανση από τα καυσαέρια. Έχοντας αυτό υπόψη τους, οι κατασκευαστές έχουν βελτιώσει τα συστήματα δημιουργίας του μίγματος με το να ελέγχουν το μεταβαλλόμενο λόγο λάμδα όσο το δυνατόν ακριβέστερα και αξιόπιστα, καταφεύγοντας κατά κύριο λόγο στον ηλεκτρονικό έλεγχο του μίγματος. Μια άλλη μέθοδος μείωσης των ρύπων που χρησιμοποιείται, είναι η διακοπή της παροχής καυσίμου όταν η μηχανή επιβραδύνει, και μέχρι να φτάσει στο ρελαντί.

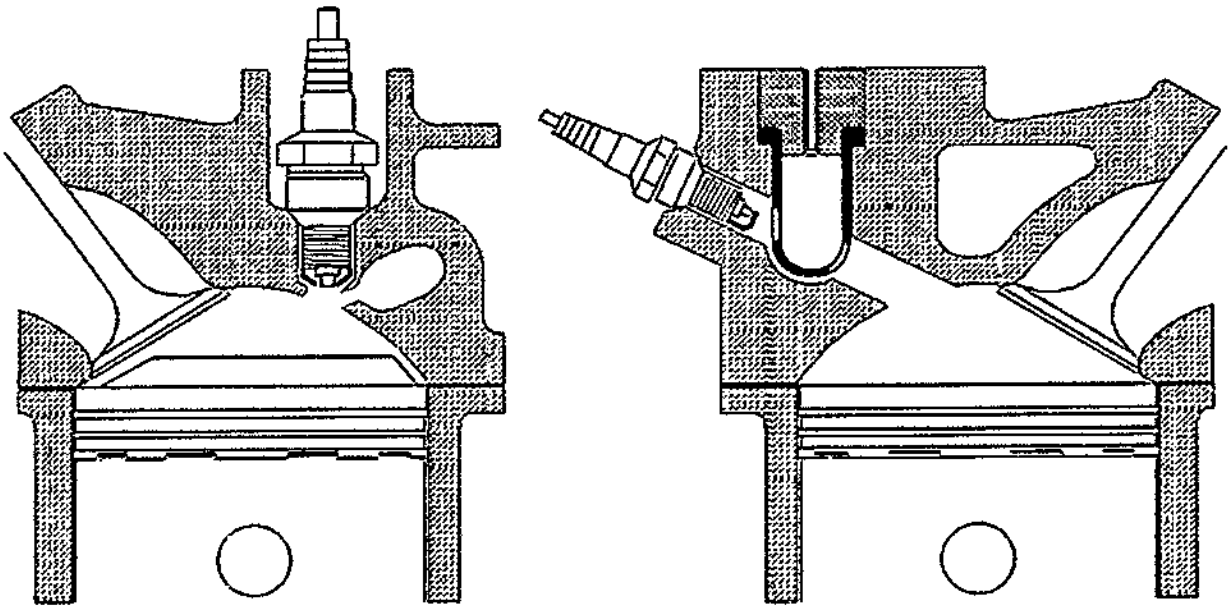
## .2.2. Προετοιμασία του μίγματος

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα καύσιμα, η προετοιμασία του μίγματος πριν την καύση παίζει σημαντικό ρόλο, στην ποσότητα των ρύπων που εκπέμπει το όχημα. Η ευφλεκτότητα, η διαδικασία της καύσης και η σύνθεση των καυσαερίων επηρεάζονται σημαντικά από την ομοιογένεια και τη διασπορά των καυσίμων τη στιγμή της ανάφλεξης, καθώς επίσης και από τη θερμοκρασία του μίγματος. Ένας ομοιογενής σχηματισμός του μίγματος είναι μια καλή λύση.

Κάποιοι κατασκευαστές, π.χ. η TOYOTA, έχουν αφιερώσει πολλή προσπάθεια σε αυτόν τον τομέα (βλ. διάγραμμα 4.2) και έχουν επιτύχει ένα σχεδιασμό θαλάμου καύσεως, με σωστά τοποθετημένη θέση του μπουζί ο οποίος δημιουργεί μεγαλύτερο στροβιλισμό του μίγματος μέσα στο θάλαμο καύσης και την καλύτερη ομοιογενοποίηση του μίγματος, τόσο πριν, όσο και κατά τη διάρκεια της καύσης.

Από την άλλη πλευρά, η HONDA (βλ. διάγραμμα 4.3), έχει επιτύχει ανάλογα αποτελέσματα με τη χρήση μιας μεθόδου διασποράς του καυσίμου.

Σε αυτή τη μέθοδο, η καύση ξεκινά από ένα προθάλαμο καύσης, ο οποίος συγκοινωνεί με μια τρίτη βαλβίδα, και περιέχει ένα μίγμα πλούσιο σε καύσιμο, το οποίο ταχύτατα προωθείται στον συμπληρωμένο με φτωχό μίγμα θάλαμο καύσεως. Με αυτή τη διαδικασία, το πλούσιο μίγμα γύρω από το μπεκ διευκολύνει την ανάφλεξη, και χάρη στην ισχυρή ανάμιξη μέσα στο θάλαμο καύσεως, αναφλέγεται ολόκληρο το μίγμα.



#### 4.2.3. Ομοιόμορφη διανομή μίγματος

Έχει μεγάλη σημασία να λειτουργούν όλοι οι κύλινδροι με την ίδια αναλογία αέρα/καυσίμου, ώστε να εξασφαλίζεται λειτουργία με ελάχιστα ποσοστά ρύπανσης. Αυτό απαιτεί ομοιόμορφη διανομή αέρα/καυσίμου σε όλους τους κυλίνδρους, με τη βοήθεια καλοσχεδιασμένων μπεκ.

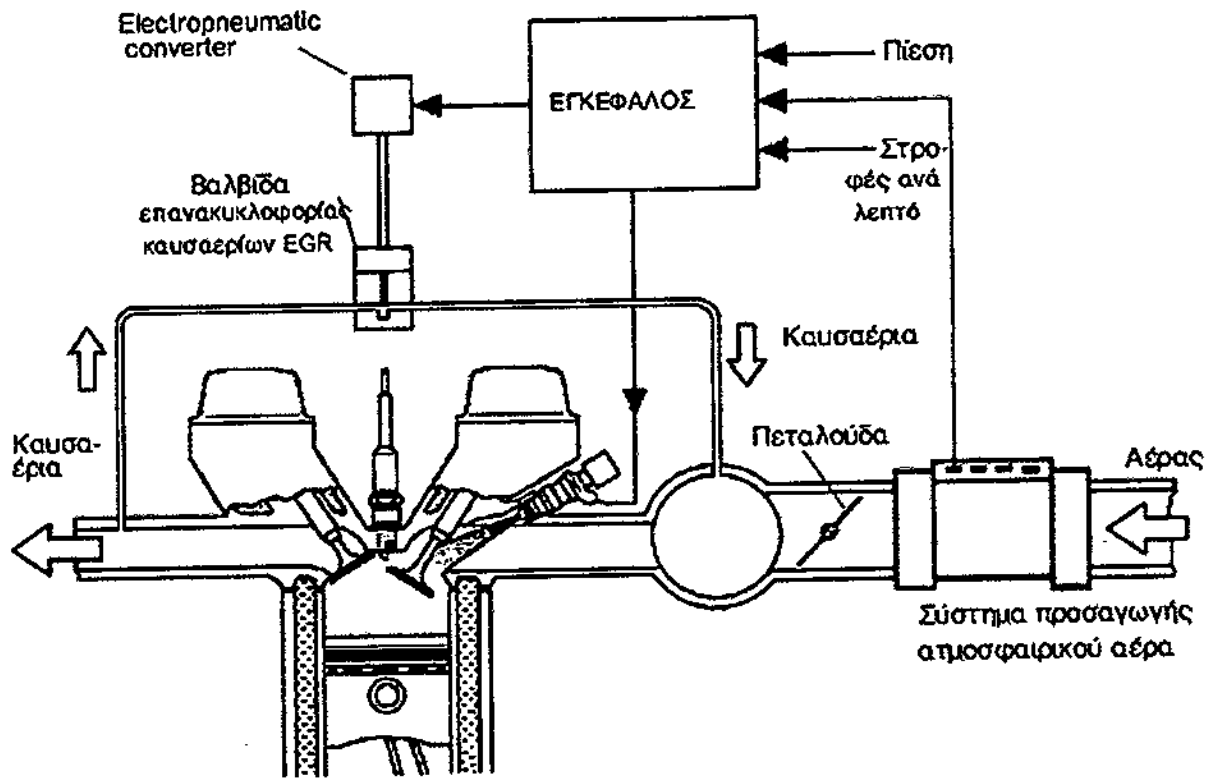
## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

Αυτός ο παράγοντας σχεδιασμού αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν χρησιμοποιείται ένα κλειστό σύστημα ρύθμισης (δηλ. με λήπτη λάμδα) για τον τελειότερο έλεγχο του μίγματος αέρα/καυσίμου, ενώ το σύστημα ρύθμισης αναλύει τα καυσαέρια από όλους τους κυλίνδρους μαζί. Εάν ένας από αυτούς χρησιμοποιεί ακατάλληλο δείγμα αέρα/καυσίμου, το σύστημα ρύθμισης θα διορθώσει την αναλογία του μίγματος και σε εκείνους τους κυλίνδρους που λειτουργούν σωστά για να επιτευχθεί ο καλύτερος λόγος λάμδα.

### 4.2.4. Σύστημα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων

Τα καυσαέρια είναι δυνατό να επαναισαχθούν στο θάλαμο καύσης με σκοπό να μειωθεί η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του, από την οποία εξαρτάται κατά κύριο λόγο ο σχηματισμός των οξειδίων του αζώτου. Στην πράξη, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται από τους περισσότερους κατασκευαστές σε μερικά μοντέλα τους, ιδίως τα μοντέλα TURBO. Χάρη στην πρόοδο που έχει επιτευχθεί στις δυνατότητες επεξεργασίας στοιχείων των εγκεφάλων που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι εύκολο να ελεγχθεί η λειτουργία της βαλβίδας επανακυκλοφορίας (EGR) και να ρυθμιστεί η επανακυκλοφορία των καυσαερίων, ώστε να έχουμε τον καλύτερο συνδυασμό μεταξύ της απόδοσης της μηχανής και της εκπομπής ρύπων.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4**

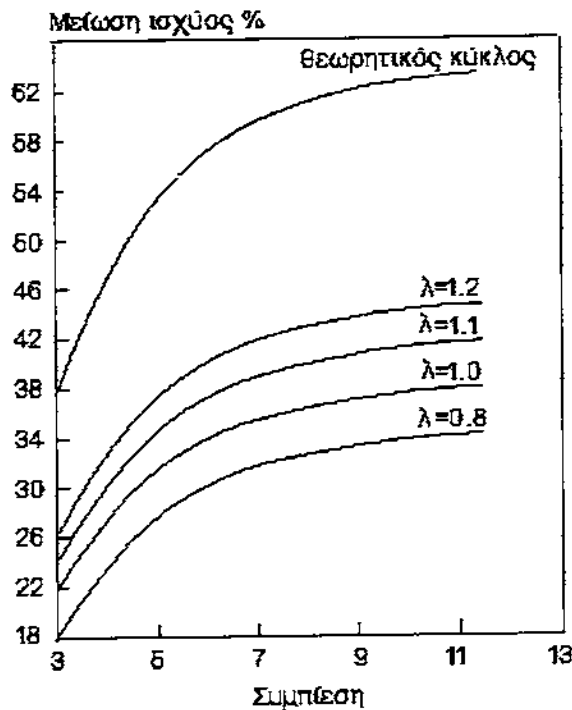
### **Σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων**

Η χρήση αυτού του συστήματος επηρεάζει επίσης τη χρονική στιγμή της ανάφλεξης, η οποία πρέπει να προσδιορισθεί με ακρίβεια για να επιτευχθεί η ελάχιστη ειδική κατανάλωση. Τα επίπεδα του CO στα καυσαέρια δεν επηρεάζονται από αυτή τη διαδικασία, αν και τα επίπεδα των υδρογονανθράκων αυξάνονται ελαφρά εξαιτίας των υπολειμμάτων που δημιουργούνται στα τοιχώματα του θαλάμου όταν η θερμοκρασία πέφτει (του στρώματος καυσίμου που κολλάει στα τοιχώματα του θαλάμου καύσεως, χωρίς να καίγεται επειδή η φλόγα έχει σβήσει).

Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται μόνο όταν η μηχανή λειτουργεί με μερικό φορτίο αφού σε πλήρες φορτίο προκαλεί ανεπιθύμητη μείωση ισχύος.

#### 4.2.5. Χρόνος ανάφλεξης

Καθυστερώντας την ανάφλεξη της μηχανής, δημιουργείται μια εσκεμμένη μείωση των εκπομπών HC και NOx (διάγραμμα 4.6), η οποία όμως συνοδεύεται από μια ελάττωση της ισχύος στη μηχανή, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ειδικής κατανάλωσης (βλ. διάγραμμα 4.7). Αυτός είναι ένας από τους λόγους στους οποίους οφείλεται η μεγάλη ποσότητα ρυπαντών που εκπέμπουν αυτοκίνητα, όταν χρησιμοποιούν αμόλυβδη βενζίνη χωρίς να έχουν υποστεί την απαραίτητη μετασκευή. Με δεδομένο τους χαμηλότερους βαθμούς οκτανίων της αμόλυβδης βενζίνης, η ανάφλεξη πρέπει να επιβραδυνθεί για να αποφευχθούν φαινόμενα προανάφλεξης (πιράκια)..



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5**

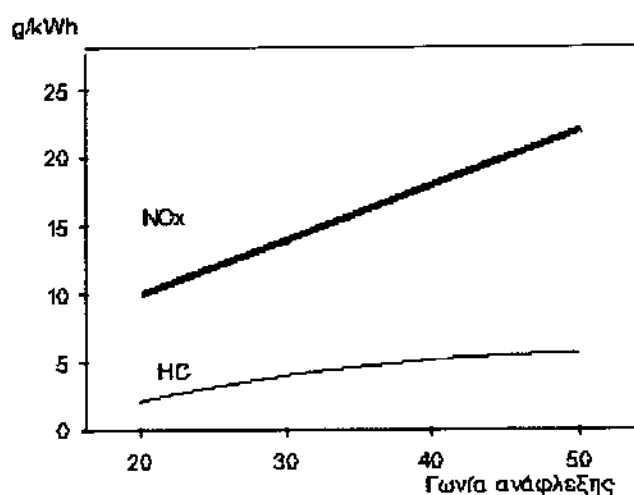
#### Επίδραση του λόγου συμπίεσης στην απόδοση της μηχανής



#### 4.2.6. Λόγος συμπίεσης

Ένας υψηλός λόγος συμπίεσης συμβάλλει στην καλύτερη απόδοση του αυτοκινήτου, πράγμα που σημαίνει ανάπτυξη μεγαλύτερης ισχύος και μείωση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμων. Ωστόσο οι μέγιστες θερμοκρασίες καύσης θα ανέβαιναν δραματικά, και μαζί τους και οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου.

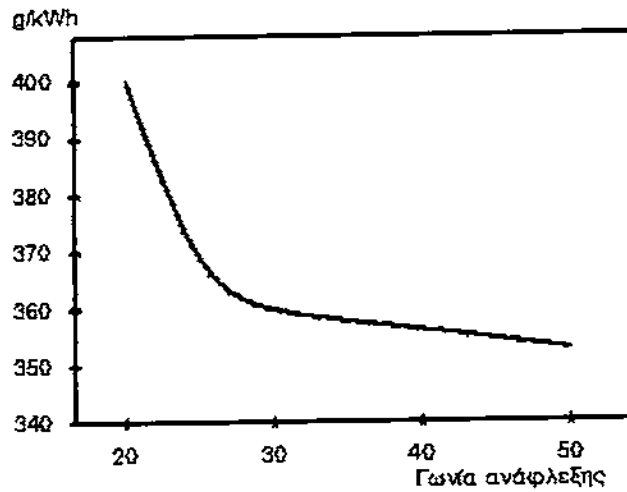
Επιπλέον ο λόγος συμπίεσης περιορίζεται από τους βαθμούς οκτανίων της βενζίνης που αυτή τη στιγμή διατίθεται στην αγορά. Εάν ο λόγος συμπίεσης ξεπερνούσαν τα όρια που επιβάλλουν οι βαθμοί οκτανίων του καυσίμου, η μηχανή θα κτυπούσε πειράκια, πράγμα που θα μπορούσε να καταστρέψει την κεφαλή του κυλίνδρου και το έμβολο, ειδικά αν αυτό συνέβαινε σε υψηλές ταχύτητες.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6**

**Επίδραση της γωνίας ανάφλεξης στις συγκεντρώσεις HC και NOx**

➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

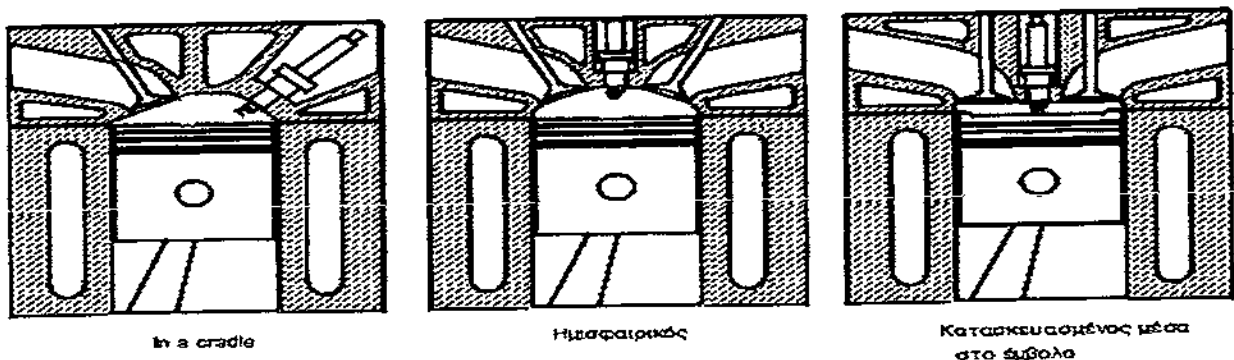


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7**

**Επίδραση της γωνίας ανάφλεξης στην ειδική κατανάλωση καυσίμων**

**4.2.7. Θάλαμος καύσης**

Στο σχεδιασμό του θαλάμου καύσεως, είναι σημαντικό να υπάρχει μια μικρή λεία επιφάνεια, στο κέντρο της οποίας είναι το μπουζί, έτσι ώστε η φλόγα να διασχίζει μια μικρή απόσταση, για να πετυχαίνουμε όσο το δυνατό τελειότερη καύση και μια ουσιαστική μείωση των εκπομπών HC. Επίσης, σκόπιμο είναι να δημιουργείται η μεγαλύτερη δυνατή ανατάραξη μέσα στο θάλαμο καύσης, γιατί έτσι βελτιώνεται η ομοιογένεια του μίγματος και η διάδοση της φλόγας.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.8**

Διαφορετικοί σχεδιασμοί του θαλάμου καύσης

### 4.3. Λύσεις που σχετίζονται με τα καυσαέρια

Η σύγχρονη νομοθεσία για την καταπολέμηση της ρύπανσης υποδεικνύει ότι είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθούν τα όρια που έχουν θεσμοθετηθεί τελειοποιώντας μόνο τη διαδικασία καύσης. Η μόνη αποτελεσματική εναλλακτική λύση είναι η επεξεργασία των καυσαερίων, όταν πια έχουν φύγει από το θάλαμο καύσης.

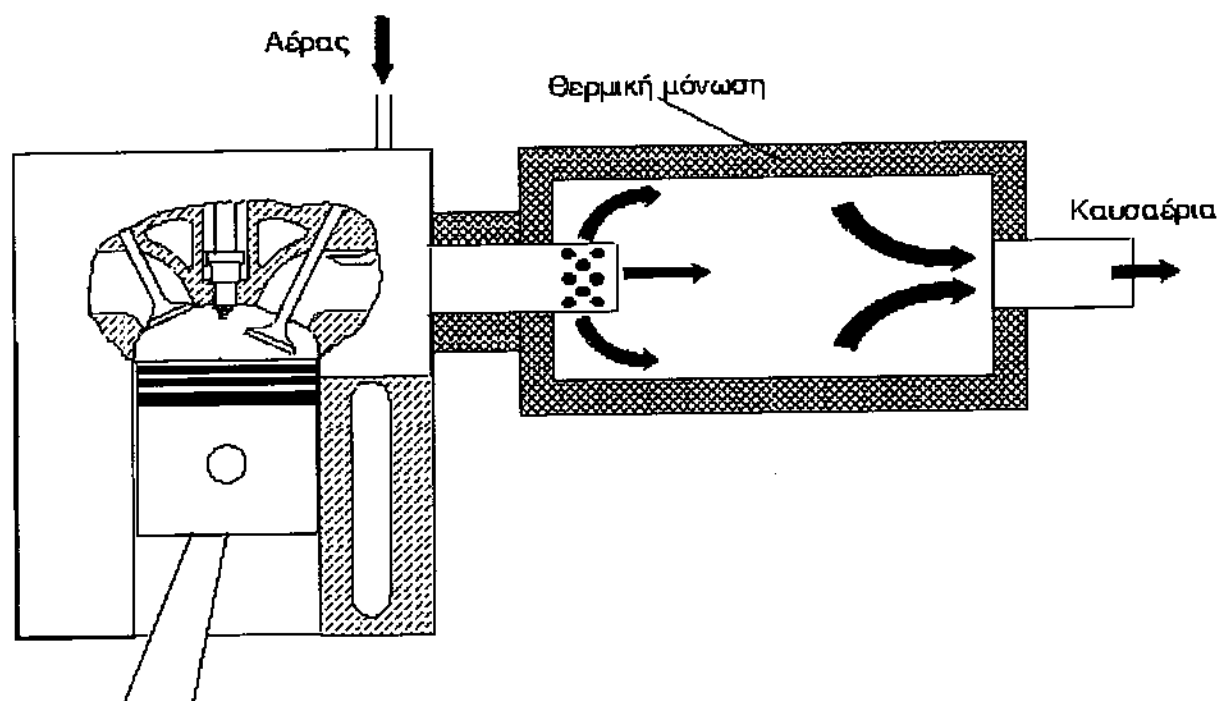
Μέσω της οξειδωσης στον αέρα, το CO και οι HC μπορούν απλά να μετατραπούν σε έναν αβλαβή συνδυασμό CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Η εξάλειψη των οξειδίων του αζώτου είναι επίσης δυνατή χάρη μια αντίδρασή τους με το O<sub>3</sub>. Αυτές οι χημικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται υπό τις συνθήκες που επικρατούν μέσα στο σύστημα εξάτμισης, όμως όχι αρκετά γρήγορα ώστε να εξαλειφθούν οι επιβλαβείς ουσίες σε επαρκείς ποσότητες. Δύο λύσεις υπάρχουν για αυτό :

- η θερμική επεξεργασία των καυσαερίων και
- η καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων

#### 4.3.1. Θερμική επεξεργασία των καυσαερίων

Ένας τρόπος αφαίρεσης του CO και των HC από τα καυσαέρια είναι η οξειδωσή τους καθώς εξέρχονται από το θάλαμο καύσης. Οι μηχανές που λειτουργούν με φτωχό μίγμα περιέχουν αρκετό οξυγόνο στα καυσαερίά τους για να πραγματοποιηθεί η οξειδωση, υπό τις κατάλληλες συνθήκες. Αντίθετα, οι μηχανές που λειτουργούν με πλούσιο μίγμα απαιτούν πρόσθετο αέρα, το οξυγόνο του οποίου θα πραγματοποιήσει την αντίδραση. Η θερμική επεξεργασία αποτελείται από ένα θάλαμο αρκετά μεγάλο για να περιέχει όλα τα καυσαέρια που παράγει η μηχανή, για χρόνο αρκετό για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της οξειδωσης. Αυτό απαιτεί καλή μόνωση μεταξύ της βαλβίδας εξόδου καυσαερίων και της εξόδου του θαλάμου, έτσι ώστε η αντίδραση να πραγματοποιείται γρήγορα.

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9**

**Σχέδιο εγκατάστασης του θερμικού αντιδραστήρα**

Για να είναι το σύστημα αποτελεσματικό, πρέπει να επεξεργαστούμε τις παραμέτρους της μηχανής που επηρεάζουν την μετάδοση της θερμότητας, όπως ο σχεδιασμός της πολλαπλής εισαγωγής, η επικάλυψη αυτού του εξαρτήματος με ανακλαστικό υλικό, κλπ. Βασικό πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η μεγάλη μείωση των HC και του CO, αλλά μειονέκτημά του, η αύξηση των εκπομπών NOx.

Στην πραγματικότητα, σε μερικά οχήματα η θερμική επεξεργασία είναι η εισαγωγή αέρα μέσα στην πολλαπλή εξαγωγή κατά τη διάρκεια της αρχικής εκκίνησης, με σκοπό να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων σε αυτή τη φάση λειτουργίας της μηχανής και να θερμανθεί ο καταλύτης γρηγορότερα.

#### 4.3.2. Καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων

Στην καταλυτική μετατροπή χρησιμοποιείται μια παλιά γνωστή χημική διαδικασία για να επιταχυνθεί η αντίδραση που αυτόματα, πραγματοποιείται μέσα στο σύστημα εξάτμισης.

Υπάρχουν κάποιες συγκεκριμένες ουσίες, οι οποίες, χωρίς να παίρνουν μέρος στην αντίδραση, προκαλούν σημαντική επιτάχυνσή της (π.χ. ευγενή μέταλλα, όπως η πλατίνα και το ρόδιο).

Στην περίπτωση των αυτοκινήτων, τα μέταλλα που ευθύνονται για την καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων βρίσκονται σε ένα μεταλλικό κουτί που μοιάζει πολύ με σιγαστήρα εξάτμισης και είναι τοποθετημένο κοντά στη μηχανή για να διατηρεί υψηλή θερμοκρασία. Αυτό το εξάρτημα ονομάζεται καταλύτης.

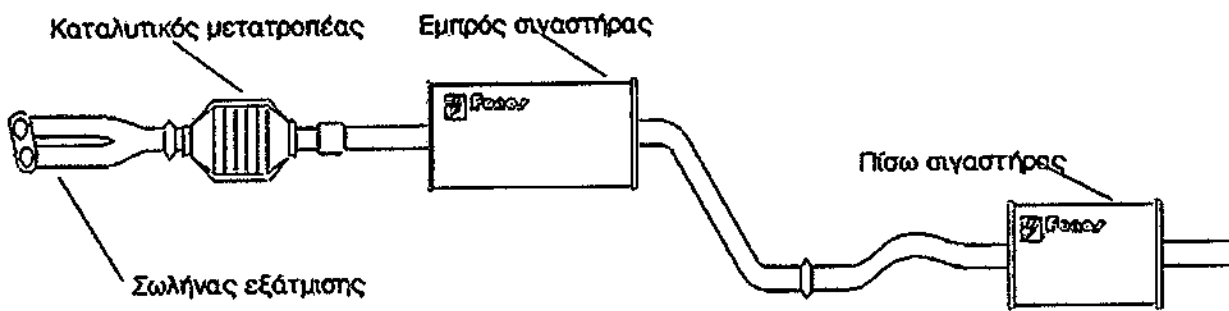
#### Ο καταλυτικός μετατροπέας

---

Στο χώρο της χημείας, ουσίες που παραβρίσκονται σε μια χημική αντίδραση και την επιταχύνουν, χωρίς όμως να παίρνουν μέρος σε αυτήν ονομάζονται καταλύτες. Όταν η διαδικασία της αντίδρασης τελειώνει, ο καταλύτης δεν έχει μεταβληθεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά.

Στο αυτοκίνητο, ο καταλύτης είναι ένας μηχανισμός τοποθετημένος μέσα στο σύστημα εξάτμισης, πολύ κοντά στη μηχανή προκειμένου να διατηρείται σε υψηλή θερμοκρασία. Σκοπός του είναι να εξουδετερώνει τους ρύπους που παράγονται λόγω της ατελούς καύσης και να τους μετατρέπει σε αβλαβείς ουσίες.

Στην πραγματικότητα, η ονομασία “καταλύτης” δεν είναι ιδιαίτερα ακριβής, γιατί ο καταλύτης είναι μια ομάδα ευγενών μετάλλων, που περιέχονται μέσα στο μετατροπέα και σκοπό τους έχουν να επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις που αφαιρούν τους ρυπαντές από τα καυσαέρια.



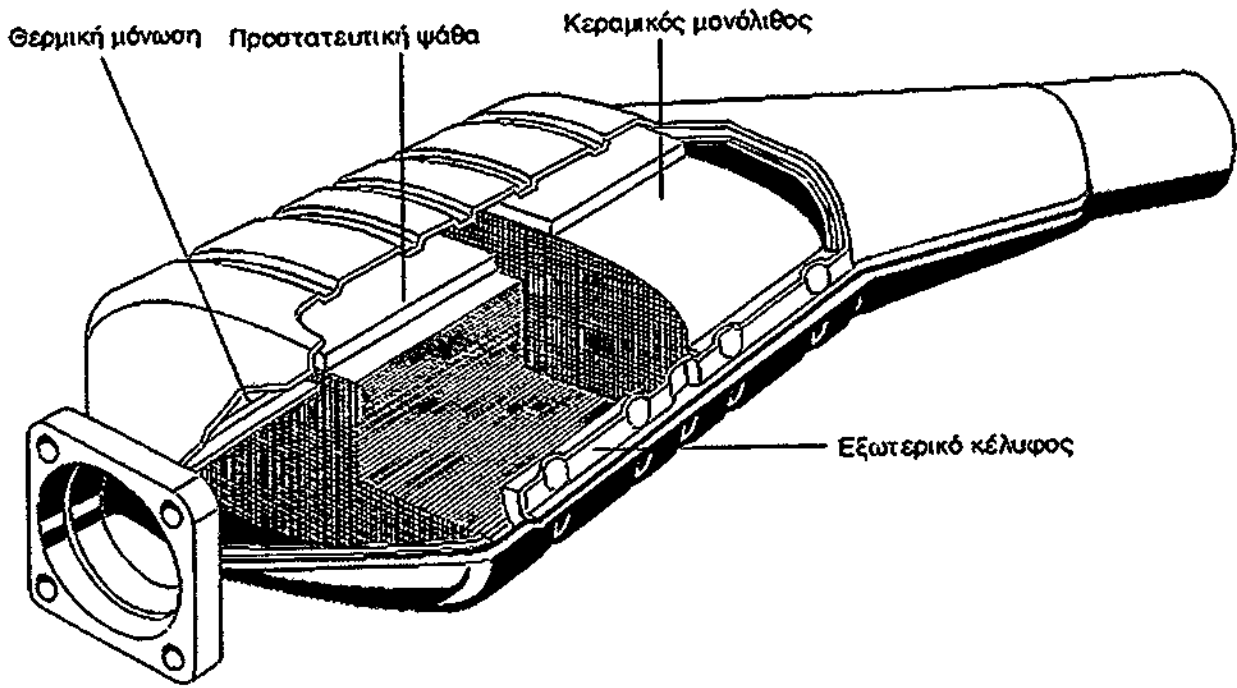
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1**

**Θέση του καταλυτικού μετατροπέα μέσα στο σύστημα εξάτμισης**

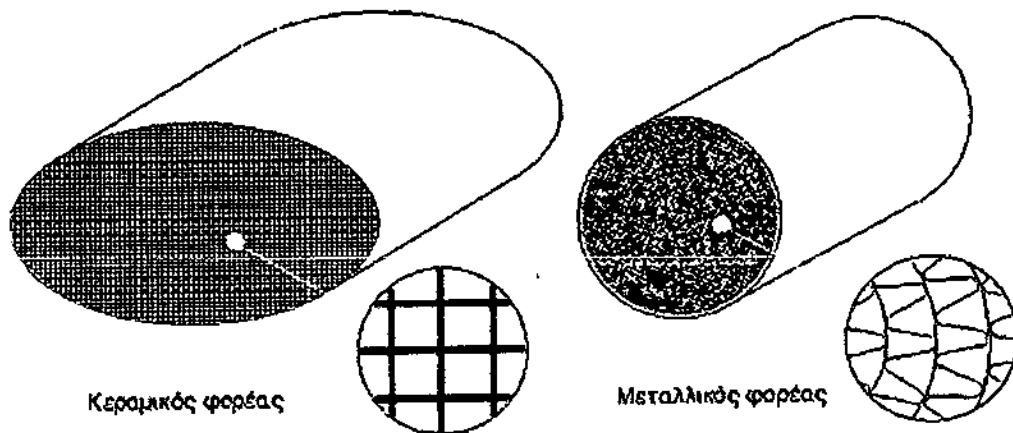
### **5.1 Τα μέρη του καταλυτικού μετατροπέα**

Για να πραγματοποιηθούν γρήγορα και αποτελεσματικά οι χημικές αντιδράσεις, που μειώνουν τους ρυπαντές, πρέπει τα καυσαέρια να έρχονται σε επαφή με τα πολύτιμα μέταλλα που επιταχύνουν τις αντιδράσεις για χρονικό διάστημα αρκετό για να ολοκληρωθεί η χημική αντίδραση. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, τα καυσαέρια διοχετεύονται μέσα από εξαιρετικά λεπτούς σωλήνες, έτσι ώστε πρακτικά κάθε μόριο αερίου να έρχεται σε επαφή με τα πολύτιμα μέταλλα. Αυτός ο διαχωρισμός της ροής πραγματοποιείται από το εσωτερικό υλικό του καταλύτη, το οποίο μπορεί να είναι μεταλλικό ή κεραμικό.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)



### 5.1.1 Κεραμικός φορέας



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3**

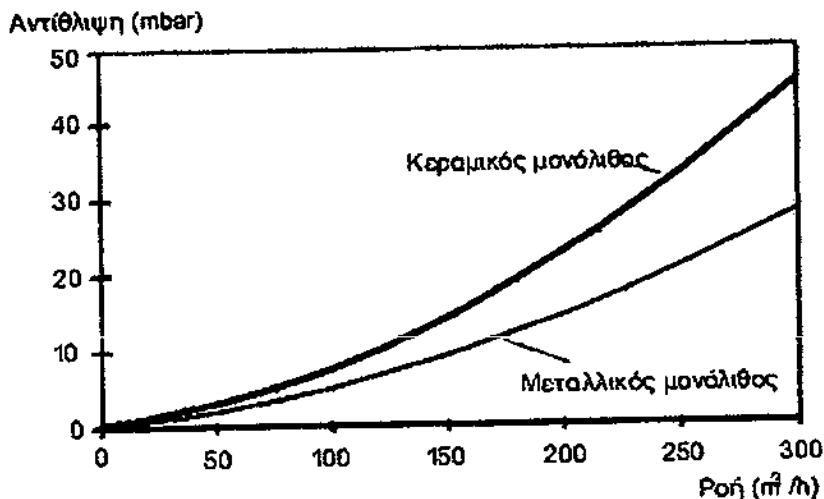
Συνήθως αναφέρεται ως "κεραμικός μονόλιθος". Κατασκευάζεται από κορδίτη, ο οποίος βρίσκεται σε εύπλαστη κατάσταση, σε κυψελοειδή μορφή με 400 κανάλια

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

ανά τετραγωνική ίντσα και πάχος τοιχώματος 0.15mm. Με δεδομένη τη λεπτότητα των τοιχωμάτων, το μπροστινό μέρος που είναι ανοικτό στη ροή των καυσαερίων υπερβαίνει το 70% της συνολικής επιφάνειας, για αυτό και η αντίθλιψη είναι πολύ μικρή. Αυτό το εσωτερικό υλικό χρησιμοποιείται στους περισσότερους καταλυτικούς μετατροπείς.

### 5.1.2 Μεταλλικός φορέας

Κατασκευάζεται από ελάσματα ανοξειδωτου χάλυβα, πάχους 0.01mm, που σχηματίζουν ένα κυψελοειδές πλέγμα (όπως και στον κεραμικό) με 400 κανάλια/τετραγωνική ίντσα. Τα δύο βασικά πλεονεκτήματα αυτού του είδους φορέα είναι η μικρότερη αντίθλιψη που προκαλείται, αφού η ανοιχτή μπροστινή επιφάνεια υπερβαίνει το 80%, και η μεγαλύτερη ανθεκτικότητά του στις υψηλές θερμοκρασίες. Κύριο μειονέκτημά του αποτελεί το υψηλό κόστος του. Αυτό το είδος φορέα κανονικά χρησιμοποιείται σε μικρούς μετατροπείς ή στους προκαταλύτες, οι οποίοι, επειδή βρίσκονται πολύ κοντά στην εξαγωγή, καταπονούνται σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4

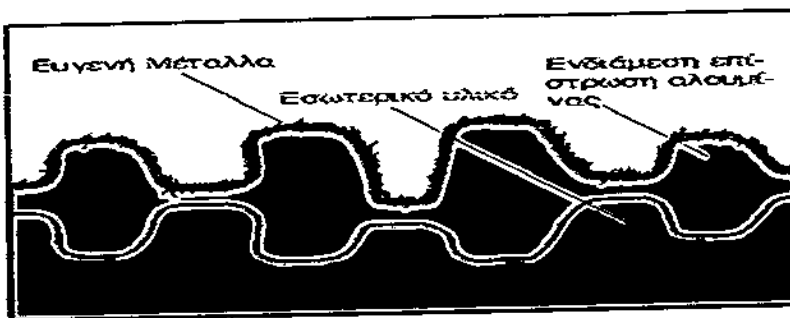
Αντίθλιψη των καυσαερίων στον καταλύτη



## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

Το εσωτερικό υλικό του καταλυτικού μετατροπέα (είτε κεραμικό είτε μεταλλικό) δεν έχει από μόνο του επαρκή επιφάνεια για να επιτευχθεί αποτελεσματική επαφή των καυσαερίων με τα ευγενή μέταλλα. Επιπλέον, χρειάζεται με κάποιο τρόπο να στερεωθούν τα λεγόμενα ευγενή μέταλλα πάνω στο εσωτερικό υλικό. Αυτός είναι ο διπλός ρόλος της ενδιάμεσης επίστρωσης αλουμίνας, (μεταξύ εσωτερικού υλικού και ευγενών μετάλλων), η οποία αυξάνει μέχρι και 100 φορές την ενεργό επιφάνεια στην οποία γίνονται οι αντιδράσεις. Οι τύποι της ενδιάμεσης επίστρωσης ποικίλουν ανάλογα με τα ευγενή μέταλλα και τις ποσότητές τους που θα στερεωθούν σε αυτή, καθώς και με τη μέθοδο κατασκευής της ίδιας της ενδιάμεσης επίστρωσης. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τη χημική σύσταση, την αποτελεσματικότητα του καταλύτη, την αντίστασή του στις υψηλές θερμοκρασίες και τη διάρκεια ζωής του τελικού προϊόντος.

Στην περίπτωση των κεραμικών καταλυτών υπάρχει ένα ενδιάμεσο συστατικό, ανάμεσα στον μονόλιθο και το μεταλλικό κέλυφος, το οποίο συνδέει τον κεραμικό φορέα και το εξωτερικό κάλυμμα, απορροφώντας τις διαφορές διαστολής τους, αφού όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, το χαλύβδινο κέλυφος διαστέλλεται ενώ ο κεραμικός μονόλιθος δεν μεταβάλλεται ως προς τις διαστάσεις του. Συνέπεια αυτού είναι η άνοδος της θερμοκρασίας να επιφέρει αύξηση του χώρου ανάμεσα στον κεραμικό φορέα και το μεταλλικό κάλυμμα. Υπάρχουν δύο λύσεις στο πρόβλημα : η χρήση μιας προστατευτικής ψάθας, είτε τύπου συρμάτινου πλέγματος, είτε τύπου διαστελλόμενου τάπητα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5

Επιφάνεια καναλιού σε μεγέθυνση

### **5.1.3 Προστατευτική ψάθα τύπου συρμάτινου πλέγματος**

Η κατασκευή ενός καταλύτη με αυτό το ενδιάμεσο συστατικό είναι πολύ απλή και με σχετικά χαμηλό κόστος. Το κύριο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η θερμική καταπόνηση που προκαλείται στο συρμάτινο πλέγμα ύστερα από τις αναρίθμητες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας μειώνει την αποτελεσματικότητά του. Το πρόβλημα οξύνεται όταν τα τμήματα του μονόλιθου δεν είναι κυκλικά, γιατί τότε η διαστολή γίνεται ασύμμετρα. Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι ότι μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση στην αποτελεσματικότητα του καταλύτη : πιθανή αδυναμία του συρμάτινου πλέγματος να σταματήσει τα καυσαέρια θα δημιουργήσει μια δίοδο διαφυγής καυσαερίων ανάμεσα στον κεραμικό μονόλιθο και το εξωτερικό κέλυφος χωρίς να γίνει προηγουμένως επεξεργασία τους.

### **5.1.4 Προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα**

Αυτή η λύση απαιτεί μεγάλη ακρίβεια στο σχεδιασμό των διαστάσεων. Η ικανότητά της να διαστέλλεται με τη θερμοκρασία είναι πολύ μεγαλύτερη από την ικανότητα του μεταλλικού πλέγματος γι' αυτό και καλύπτει το κενό που προκαλείται από τη διαστολή του μεταλλικού κελύφους πολύ ευκολότερα.

Λειτουργεί επίσης ως μονωτικό στοιχείο, διατηρώντας το μονόλιθο σε υψηλή θερμοκρασία και έτσι βελτιώνει την απόδοση του καταλύτη. Κύριο μειονέκτημά της είναι η ευκολία με την οποία αποσυντίθεται όταν μειώνεται η πυκνότητά της, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί εύκολα να διαβρωθεί αν έρθει σε άμεση επαφή με τα καυσαέρια.

### **5.1.5 Εξωτερικό μεταλλικό κέλυφος**

Κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα που βελτιώνει τα μηχανικά χαρακτηριστικά του στις υψηλές θερμοκρασίες και προβάλλει ισχυρή αντίσταση στη διάβρωση. Χρησιμοποιείται για να ισχυροποιήσει την κατασκευή και να την προστατεύσει από τη διαρκή χρήση και έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες.

Πέρα από αυτά τα κύρια μέρη, ο καταλυτικός μετατροπέας μπορεί να χρησιμοποιεί και άλλα δευτερεύοντα συστατικά μέρη, όπως προστατευτικούς δακτύλιους για την προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα, διπλό κέλυφος, μονωτικές κεραμικές ίνες, προστατευτική σχάρα (για τυχόν προσκρούσεις κλπ.) κ.α. Όλα αυτά αποτελούν μέρος των διαφορετικών σχεδιασμών καταλυτικών μετατροπέων και η ύπαρξή τους αποτελεί επιλογή του κατασκευαστή.

### **5.2 Τύποι καταλυτικών μετατροπέων**

Μπορούμε να διαχωρίσουμε τους καταλυτικούς μετατροπείς σε τρεις μεγάλες κατηγορίες : διοδικούς καταλύτες, αρρύθμιστους τριοδικούς καταλύτες και ρυθμιζόμενους τριοδικούς καταλύτες. Ο τελευταίος τύπος χρησιμοποιείται ευρύτατα στην Ευρώπη από όλους τους κατασκευαστές αυτοκινήτων, αν και είναι επίσης δυνατό να βρούμε διοδικούς καταλύτες σε οχήματα σχεδιασμένα πριν το 1988, ή αρρύθμιστους τριοδικούς σε αυτοκίνητα από τις ΗΠΑ.

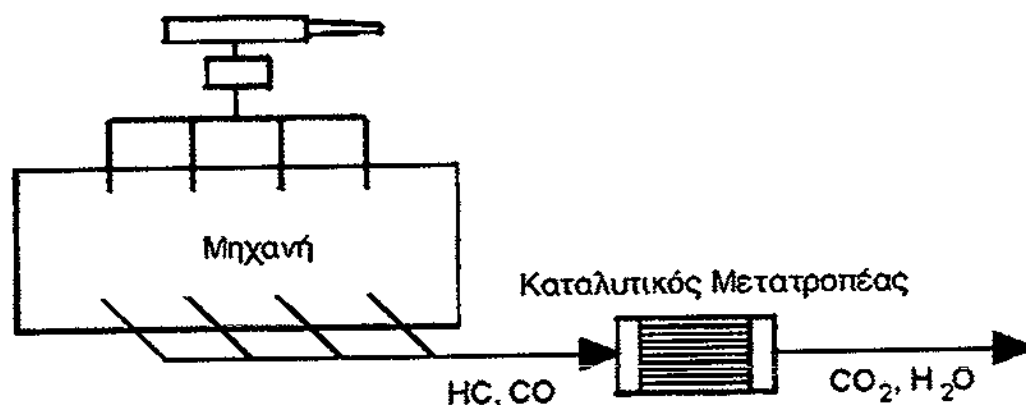
Πρέπει να διευκρινισθεί η έννοια του όρου "οδός" σε έναν καταλυτικό μετατροπέα. Δε σημαίνει ότι τα καυσαέρια έρχονται από δύο ή τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις, ούτε ότι υπάρχουν δύο ή τρεις κεραμικοί μονόλιθοι, αλλά δηλώνει τον αριθμό ρυπαντών, που μπορεί ο καταλύτης να μετατρέψει. Έτσι, ένας διοδικός καταλύτης μετατρέπει δύο ρυπαντές και ένας τριοδικός καταλύτης μετατρέπει τρεις ρυπαντές. Εξωτερικά δεν εμφανίζουν διαφορές (εκτός από τον αρρύθμιστο τριοδικό καταλύτη ο οποίος έχει έναν μικρής διαμέτρου σωλήνα εισαγωγής αέρα). Η διαφοροποίησή τους γίνεται με το είδος της ενδιάμεσης επίστρωσης αλουμίνας που χρησιμοποιούν, καθώς και το είδος ευγενούς μετάλλου που χρησιμοποιείται ως καταλύτης.

### 5.2.1 Διοδικοί καταλύτες

Είναι επίσης γνωστοί και ως οξειδωτικοί καταλύτες καθώς αυτό το είδος αντίδρασης πραγματοποιούν. Αποτελούν εναλλακτική λύση, αντί των θερμικών μετατροπέων που εξουδετερώνουν το CO και τους HC.

Πετυχαίνουν μεγάλη μείωση αυτών των ρυπαντών, αλλά οι υψηλές θερμοκρασίες στις οποίες αυτές οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται, αυξάνουν τις εκπομπές NOx. Κανονικά αυτοί οι καταλύτες χρησιμοποιούνται σε μηχανές που λειτουργούν με φτωχό μίγμα, αφού οι εκπομπές HC και CO είναι χαμηλές, ενώ τα NOx αντιμετωπίζονται με κάποια άλλη διαδικασία, πχ. επανακυκλοφορία των καυσαερίων.

Αν χρησιμοποιηθούν σε μηχανές που λειτουργούν με πλούσιο μίγμα, για να επιτευχθεί χαμηλή παραγωγή NOx αρχικά, τότε πρέπει να εισαχθεί πρόσθετος αέρας με τη βοήθεια μιας αντλίας, έτσι ώστε να υπάρχει επάρκεια οξυγόνου στον καταλύτη για να πραγματοποιηθεί η οξείδωση.



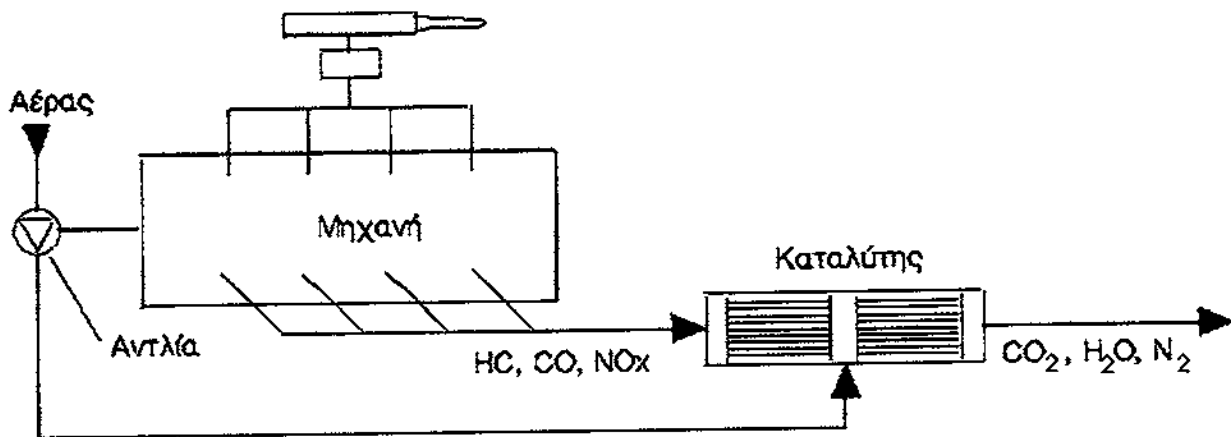
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6**

**Διοδικός καταλύτης**

### 5.2.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης

Ονομάζεται συχνά και "τριοδικός καταλύτης ανοικτού συστήματος ρύθμισης". Συνήθως δεν συναντάται στην Ευρώπη, γιατί έχει χρησιμοποιηθεί κατ' αποκλειστικότητα σε οχήματα αμερικανικής κατασκευής.

Αποτελείται από δύο κεραμικούς μονόλιθους τοποθετημένους ξεχωριστά μέσα στο ίδιο μεταλλικό κέλυφος. Ανάμεσα στους δύο μονόλιθους υπάρχει ένας ατσάλινος σωλήνας, στον οποίο είναι συνδεδεμένο ένα σωληνάκι αντλίας που εισάγει τον αέρα από τη μηχανή. Ο πρώτος καταλύτης προκαλεί αναγωγικές αντιδράσεις, μετατρέποντας έτσι τα NOx, ενώ στο δεύτερο οξειδώνονται το CO και οι HC.



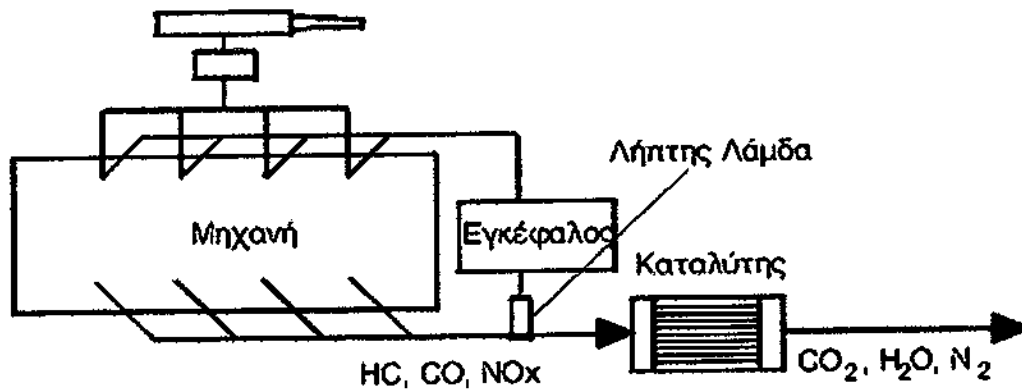
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7

#### Τριοδικός καταλύτης ανοικτού συστήματος ρύθμισης

Για να πραγματοποιηθούν αποτελεσματικά οι αναγωγικές αντιδράσεις στον πρώτο μονόλιθο πρέπει να υπάρχει έλλειψη οξυγόνου στα καυσαέρια, άρα η μηχανή πρέπει να λειτουργεί με πλούσιο μίγμα, το οποίο είναι αντιοικονομικό. Από την άλλη, ο δεύτερος καταλύτης χρειάζεται οξυγόνο για να λειτουργήσει, γι' αυτό πρέπει να τροφοδοτείται με πρόσθετο αέρα μέσω μιας αεραντλίας.

### 5.2.3 Ρυθμιζόμενοι τριοδικοί καταλύτες

Ονομάζονται επίσης “τριοδικοί καταλύτες κλειστού συστήματος ρύθμισης”. Αυτή η ονομασία (όπως η αντίστοιχη “τριοδικός ανοικτού συστήματος ρύθμισης” για τους αρρυθμιστούς τριοδικούς), αναφέρεται στην ύπαρξη ή μη λήπτη λάμδα, που αντιστοίχως δημιουργεί κλειστό ή ανοικτό σύστημα ρύθμισης. Σε αντίθεση με τους αρρυθμιστούς τριοδικούς, που πραγματοποιούν πρώτα τις αναγωγικές και ύστερα τις οξειδωτικές αντιδράσεις, οι ρυθμιζόμενοι τριοδικοί πραγματοποιούν και τις τρεις αντιδράσεις ταυτόχρονα. Η οξείδωση των HC και του CO συμβαίνει συγχρόνως με την αναγωγή των NOx.

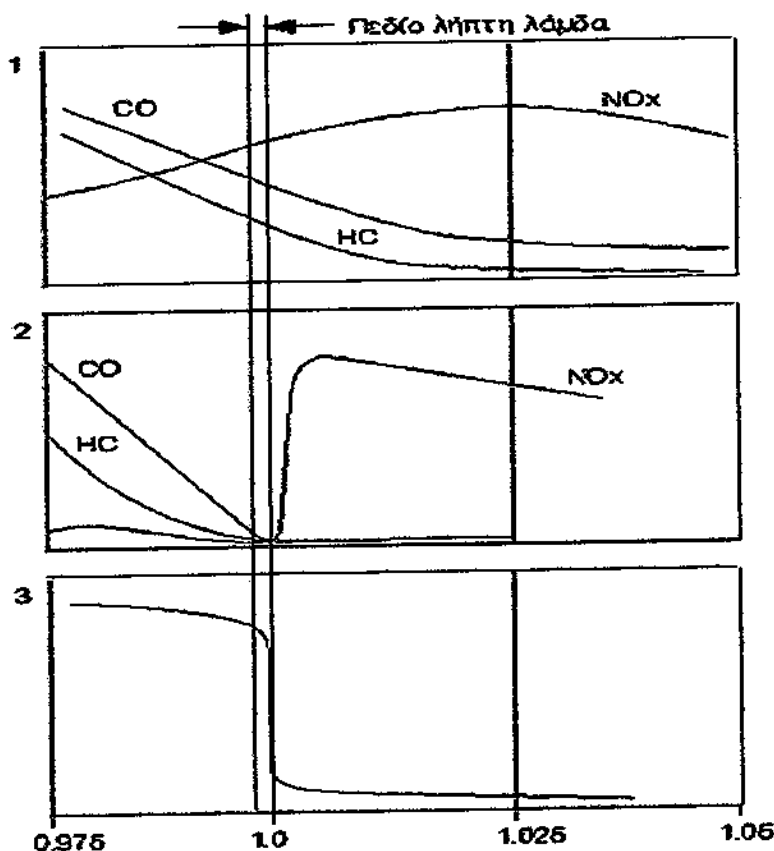


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8

#### Τριοδικός καταλύτης κλειστού συστήματος ρύθμισης

Για να γίνουν επαρκώς οι αντιδράσεις πρέπει το μίγμα αέρα/καυσίμου να βρίσκεται πολύ κοντά στο τέλειο μίγμα, συνεπώς είναι απαραίτητη η χρήση ηλεκτρονικού συστήματος ψεκασμού καυσίμων ή ηλεκτρονικά ελεγχόμενου συστήματος τροφοδοσίας, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κλειστό σύστημα ρύθμισης.

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



Διάγραμμα 5.9

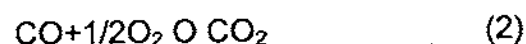
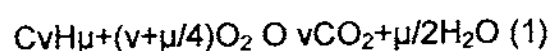
- 1: Εκπομπές πριν την κατάλυση
- 2: Εκπομπές μετά την κατάλυση
- 3: Μηνύματα λήπτη λάμδα

Η αποτελεσματικότητα του τριοδικού καταλύτη καθορίζεται από το λόγο λάμδα λειτουργίας της μηχανής. Η τέλεια καταλυτική αντίδραση είναι δυνατή μόνο μέσα στο "πεδίο λάμδα". Όταν ο λόγος λάμδα διατηρείται μέσα σε αυτά τα όρια, οι τρεις χημικές αντιδράσεις (οξειδωση του CO, οξείδωση των HC και αναγωγή των NOx) πραγματοποιούνται ταυτόχρονα και πολύ αποτελεσματικά.

Εάν το μίγμα γίνει φτωχότερο και ο λόγος λάμδα αυξηθεί σε βαθμό να ξεπεράσει τα όρια του "πεδίου λάμδα" της βέλτιστης περιοχής λειτουργίας του τριοδικού καταλύτη, η ποσότητα του οξυγόνου στα καυσαέρια θα εμποδίσει την πραγματοποίηση της αναγωγικής αντίδρασης και οι εκπομπές NOx θα αυξηθούν ραγδαία. Όμοια αν το μίγμα εμπλουτιστεί και ο λόγος λάμδα μειωθεί, η έλλειψη οξυγόνου θα δυσχεράνει τις οξειδωτικές αντιδράσεις, αυξάνοντας τις εκπομπές CO και HC.

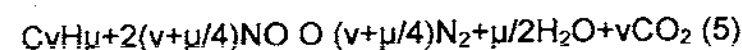
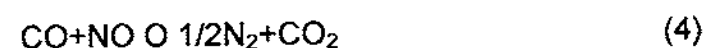
### 5.3 Χημικές αντιδράσεις

Μέσα στην ομάδα των υδρογονανθράκων πολλές διαφορετικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται και σε ποικίλες ταχύτητες. Εκείνοι που αντιδρούν πιο αργά είναι οι κεκορεσμένοι υδρογονάνθρακες (ειδικά το μεθάνιο). Οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες εφόσον βρίσκονται σε πλούσια σε οξυγόνο ατμόσφαιρα) και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί αντιδρούν σε μέτρια ταχύτητα, αλλά το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το υδρογόνο (H<sub>2</sub>) αντιδρούν ταχύτατα.



Αυτές είναι οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στους οξειδωτικούς καταλύτες και μέσα από αυτές πετυχαίνουμε δραστική μείωση των HC και του CO.

Στους τριοδικούς καταλύτες πραγματοποιούνται επίσης και άλλες αντιδράσεις, είτε ταυτόχρονα (καταλύτες κλειστού συστήματος ρύθμισης) είτε διαδοχικά (καταλύτες ανοικτού συστήματος ρύθμισης). Αυτές είναι οι αναγωγικές αντιδράσεις που τελικά θα εξουδετερώσουν τα οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>).



Οι αντιδράσεις (2) και (4) είναι οι κύριες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε έναν τριοδικό καταλύτη για να αφαιρεθούν το CO και οι HC. Σε έναν καταλύτη ανοικτού συστήματος ρύθμισης (αρρυθμιστο τριοδικό) συμβαίνουν διαδοχικά, ενώ σε ένα καταλύτη κλειστού συστήματος ρύθμισης (ρυθμιζόμενο τριοδικό)



### ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

συμβαίνουν ταυτόχρονα. Στη δεύτερη περίπτωση, για να πραγματοποιηθούν οι αντιδράσεις, οι συνθήκες πρέπει να ρυθμίζονται τέλεια.

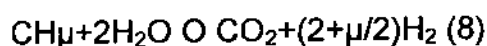
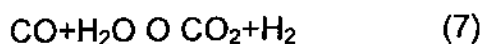
Υπάρχουν επίσης κάποιες ξεκάθαρες προϋποθέσεις, που πρέπει να καλυφθούν ώστε οι δύο αντιδράσεις να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα. Η αντίδραση (2) θα προκαθορίσει αν το μίγμα θα γίνει φτωχό και τα καυσαέρια θα είναι πλούσια σε οξυγόνο. Εάν συμβεί αυτό, η αντίδραση (4) που είναι πιο αργή, θα μετακινηθεί προς τα αριστερά και η μετατροπή του NO θα μειωθεί. Αντιστρόφως, εάν υπάρχει μια φανερή έλλειψη οξυγόνου, η συγκέντρωση αυτού του αερίου και του NO δεν θα είναι αρκετή για να επιτύχει τα απαραίτητα για τη μετατροπή του CO και των HC επίπεδα.

Με δεδομένο ότι η αντίδραση (4) είναι πιο αργή από την αντίδραση (2), και για να επιτύχουμε την πιο αποτελεσματική μετατροπή του CO και του NO, πρέπει να μετακινήσουμε την αντίδραση (4) προς τα δεξιά, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί στην ίδια ταχύτητα με την αντίδραση (2). Ο λόγος λάμδα λειτουργίας της μηχανής θα πρέπει συνεπώς να είναι λίγο μικρότερος από 1.

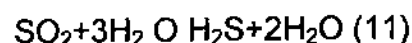
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι τριοδικόι καταλύτες είναι χρήσιμοι, μόνο μέσα στο λεγόμενο πεδίο λάμδα, κοντά στο σημείο όπου το μίγμα είναι τέλειο. Εάν ο καταλύτης λειτουργεί μέσα σε αυτό το πεδίο, πετυχαίνει μια πολύ καλή μείωση των τοξικών εκπομπών. Η έρευνα συνεχίζει τις προσπάθειες διεύρυνσης αυτού του πεδίου λάμδα όσο το δυνατόν περισσότερο. Μια τέτοια διεύρυνση θα ήταν δυνατή αν αυξήσουμε την ικανότητα του ροδίου να δεσμεύει οξυγόνο, με την εξασφάλιση αρκετών οξειδίων αλουμινίου (ενδιάμεση επίστρωση αλουμίνιας) πάνω στην προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα. Όταν δεν υπάρχει επάρκεια οξυγόνου στα καυσαέρια, αυτά μπορούν να οξειδώνουν τους υδρογονάνθρακες και το μονοξείδιο του άνθρακα για ένα μικρό χρονικό διάστημα. Όταν υπάρχει έλλειψη οξυγόνου θα κατακρατούν τα καυσαέρια, επιβραδύνοντας έτσι τη διαδικασία της οξείδωσης.

➤ *Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )*

Άλλος ένας τρόπος επιτάχυνσης της μετατροπής των υδρογονανθράκων και του CO κατά την περίοδο ανεπάρκειας οξυγόνου είναι η χρήση καταλυτών οι οποίοι επιταχύνουν τις αντιδράσεις (7) και (8). Χάρη στην παρουσία των υδρατμών, οι οποίοι βρίσκονται πάντοτε σε ικανοποιητικές ποσότητες, κάποιοι από τους ρυπαντές μπορούν να οξειδωθούν και με απουσία οξυγόνου.



Στην πραγματικότητα οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται μέσα σε έναν καταλυτικό μετατροπέα είναι πολύ περίπλοκες, και πέρα από εκείνες που εξετάσαμε - οι οποίες είναι όλες επιθυμητές - παράλληλες αντιδράσεις μπορεί να πραγματοποιηθούν, οι οποίες να σχηματίσουν άλλες ανεπιθύμητες ουσίες.



Αυτό το πρόβλημα της "δευτερεύουσας ρύπανσης" έχει γίνει αντικείμενο ευρείας εξέτασης στις ΗΠΑ, όπου οι καταλυτικοί μετατροπείς είναι ο κανόνας, και το συμπέρασμα ήταν, ότι έχει μικρή σημασία. Με τη χρήση ρυθμιζόμενων τριοδικών καταλυτών, οι οποίοι λειτουργούν πολύ κοντά στο τέλειο μίγμα, είναι δυνατή η επίτευξη ευνοϊκών αποτελεσμάτων όπου οι παράλληλες αντιδράσεις πρακτικά εξαφανίζονται. Μόνο όταν το αυτοκίνητο είναι καινούργιο ή η μηχανή δεν είναι σωστά ρυθμισμένη είναι πιθανό να εντοπιστεί δευτερεύουσα ρύπανση. Ιδιαίτερα αξιοσημείωτο είναι το υδρόθειο ( $\text{H}_2\text{S}$ ) εξαιτίας της διαπεραστικής του οσμής χαλασμένων αυγών.

## Έλεγχος του καταλυτικού μετατροπέα

---

Για τη σωστή λειτουργία του καταλύτη (καταλυτικού μετατροπέα), εξαιρετική σημασία έχει η καταρχήν σωστή τοποθέτησή του, καθώς και ο περιοδικός έλεγχός του σε ολόκληρη τη διάρκεια ζωής του. Οι καταλύτες είναι στιβαρής κατασκευής και φυσιολογικά έχουν διάρκεια ζωής 80.000 χλμ. Όμως η ζωή τους μπορεί να μειωθεί, αν το όχημα δεν συντηρείται σωστά ή η μηχανή δεν λειτουργεί κανονικά. Τα περισσότερα προβλήματα πρόωρης καταστροφής μπορούν να αποφευχθούν με περιοδικό έλεγχο της μηχανής, του καταλύτη και του λήπτη λάμδα.

Ο ιδιοκτήτης ενός οχήματος εφοδιασμένου με καταλυτικό μετατροπέα θα πρέπει να τηρεί κάποιες βασικές αρχές προκειμένου να τον διατηρήσει σε τέλεια λειτουργία, για όλα τα χιλιόμετρα, που η διάρκεια ζωής του προβλέπει. Αυτές οι αρχές είναι :

1. Ποτέ μη χρησιμοποιείτε βενζίνη με μόλυβδο, αφού ακόμα και μικρές ποσότητες μολύβδου μπορούν να καταστρέψουν τον καταλύτη.
2. Ελέγξτε την κατανάλωση λαδιού της μηχανής, ώστε να μην υπερβαίνει το ένα λίτρο ανά 1000 χλμ. Μεγαλύτερη κατανάλωση θα προκαλέσει σοβαρές βλάβες στις καταλυτικές ιδιότητες του μετατροπέα.
3. Μην προσπαθήσετε να ξεκινήσετε το όχημα με το να το σπρώχνετε, όταν ο καταλύτης είναι ζεστός, καθώς η μηχανή μπορεί να στείλει άκαυστο καύσιμο μέσα στον καταλύτη, όπου αυτό θα καεί, καταστρέφοντας τον κεραμικό μονόλιθο (θα σπάσει ή θα λιώσει).
4. Μη χρησιμοποιείτε στα καύσιμα πρόσθετα που περιέχουν μόλυβδο καθώς αυτός θα δηλητηριάσει τον καταλύτη και θα τον αχρηστεύσει.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

5. Συνιστάται η τακτική συντήρηση του αυτοκινήτου, ιδίως του συστήματος ανάφλεξης, καθώς κάθε σοβαρή βλάβη του, καταστρέφει τον καταλύτη.

6. Ποτέ μην αφήνετε το ρεζερβουάρ να αδειάσει, καθώς αυτό προκαλεί ακανόνιστη παροχή καυσίμου, με συνέπεια τη δημιουργία μικροεκρήξεων (πειράκια) και υψηλή θερμοκρασία μέσα στον καταλύτη, με αποτέλεσμα να λειώσει ο κεραμικός μονόλιθος.

### 6.1 Αιτίες βλαβών καταλύτη

Όταν ένας καταλύτης καταστρέφεται πρόωρα, είναι απολύτως απαραίτητο να βρεθεί η αιτία της βλάβης, αφού ο αντικαταστάτης του, μπορεί να επηρεαστεί από το ίδιο πρόβλημα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η κακή λειτουργία ενός καταλύτη, όταν τα χλμ. χρήσης του δεν δικαιολογούν τέλος της διάρκειας ζωής του είναι δυνατό να οφείλεται σε κάποια (ή περισσότερες) από τις παρακάτω αιτίες :

- Δηλητηρίαση από μόλυβδο
- Βούλωμα από εξωτερικά υλικά
- Σπάσιμο λόγω πρόσκρουσης
- Λιώσιμο (τήξη) του μονόλιθου

### **6.1.1 Δηλητηρίαση από μόλυβδο**

Ο μόλυβδος που περιέχεται στη βενζίνη καθώς και σε μερικά πρόσθετα καύσιμα που χρησιμοποιούν οι ιδιοκτήτες αυτοκινήτων, καταστρέφει σημαντικά τον καταλυτικό μετατροπέα σε βαθμό, που να τον καθιστά εντελώς άχρηστο. Η δηλητηρίαση από το μόλυβδο είναι μια χημική αντίδραση. Ο μόλυβδος αντιδρά με τα ευγενή μέταλλα μέσα στον καταλύτη εξουδετερώνοντας την ικανότητά τους να επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις. Η κατανάλωση ενός γεμάτου ρεζερβουάρ βενζίνης με μόλυβδο, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του καταλύτη, χωρίς όμως η ζημιά να είναι ανεπανόρθωτη. Δύο ή τρία γεμάτα ρεζερβουάρ με μολυβδόχο βενζίνη θα προκαλέσουν μόνιμη καταστροφή.

Από τη στιγμή που ο καταλύτης δηλητηριαστεί από μόλυβδο, δεν θα εκτελεί τον σκοπό της λειτουργίας του δηλ. την αφαίρεση των ρυπαντών, αν και η απόδοση του αυτοκινήτου δεν θα επηρεαστεί αρχικά, εκτός εάν έχει καταστραφεί και ο λήπτης λάμδα - πράγμα πιθανό- καθώς κάποιοι λήπτες είναι ευαίσθητοι στο μόλυβδο. Σε αυτήν την περίπτωση το αυτοκίνητο δεν θα λειτουργεί ομαλά και το ρελαντί δεν θα είναι σταθερό εξαιτίας της βλάβης στο σύστημα ρύθμισης του λήπτη λάμδα.

Ο μόλυβδος στην εξάτμιση μπορεί να ανιχνευθεί με την βοήθεια ενός χημικά επεξεργασμένου χαρτιού το οποίο ακουμπάμε στις αποθέσεις που σχηματίστηκαν είτε στο σύστημα εξάτμισης είτε στον καταλύτη. Αυτό το χαρτί, υποδεικνύει την παρουσία μόλυβδου αλλάζοντας χρώμα.

### 6.1.2 Βούλωμα

Η έλλειψη επιτάχυνσης και η απώλεια ιπποδύναμης, μπορεί να αποτελούν ενδείξεις βουλώματος του συστήματος εξάτμισης, συνήθως στον καταλύτη. Αυτό το είδος της βλάβης συνήθως προκαλείται από σωματίδια προερχόμενα από τη μηχανή λόγω κακής λειτουργίας, υπερβολική κατανάλωση λαδιού ή από σκουριά στο σωλήνα της πολλαπλής εξαγωγής. Ένας καταλύτης που δηλητηριάστηκε από μόλυβδο, μπορεί επίσης να βουλώσει, καθώς δεν είναι πλέον σε θέση να επεξεργαστεί τα μικρά σωματίδια άνθρακα που δημιουργεί η μηχανή και τα οποία ένας υγιής καταλύτης θα εξαφάνιζε σχεδόν εντελώς.

### 6.1.3 Σπάσιμο λόγω πρόσκρουσης

Ο κεραμικός μονόλιθος που σχηματίζει το εσωτερικό στρώμα του καταλύτη είναι εξαιρετικά ευαίσθητος σε χτυπήματα. Με δεδομένη τη θέση του στο όχημα, εκτίθεται σε κάθε είδους κακομεταχείριση. Επίσης, οι δονήσεις από ένα χαλαρό σύστημα εξάτμισης λόγω κακής στερέωσης, μπορούν να προκαλέσουν σπασίματα του κεραμικού μονόλιθου.

Κανονικά οι καταλύτες προστατεύονται εξωτερικά από ένα μεταλλικό κέλυφος, που εμποδίζει πέτρες ή άλλα αντικείμενα, που μπορεί να βρεθούν στο δρόμο και να σπάσουν το μονόλιθο.

### 6.1.4 Λιώσιμο του μονόλιθου

Πολλά πράγματα που συμβαίνουν σε μια μηχανή μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση του καταλυτικού μετατροπέα, αλλά το μόνο που μπορεί να προκαλέσει τήξη του μονόλιθου είναι η είσοδος άκαυστου καυσίμου στον καταλύτη λόγω κακής λειτουργίας της μηχανής.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor Λ )

Η ζημιά που προκαλείται κυμαίνεται από μικρή πτώση της αποτελεσματικότητας του καταλύτη έως και πλήρες λιώσιμο του μονόλιθου.

Προβλήματα στο σύστημα ανάφλεξης είναι συνήθως η αιτία της εισόδου άκαυστου καυσίμου στο σύστημα εξάτμισης. Μπουζί που δεν λειτουργούν κανονικά, ελαττωματική τροφοδοσία και σπασμένα μπουζοκαλώδια προκαλούν ατελή καύση και αυξάνουν σε υψηλά επίπεδα τους υδρογονάνθρακες στα καυσαέρια. Μόλις αυτοί οι υδρογονάνθρακες φτάσουν στον καταλύτη, και με δεδομένη την υψηλή θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί (περίπου 1000° C), καίγονται μέσα σε αυτόν. Αυτό προκαλεί ακόμα μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας, μέχρι το σημείο όπου ο κεραμικός μονόλιθος λιώνει (1400° C). Χρειάζονται μόνο δύο δευτερόλεπτα χωρίς ανάφλεξη στον κύλινδρο, όταν η μηχανή λειτουργεί υπό χαμηλό φορτίο, για να λιώσει ο μονόλιθος εντελώς.

Μακρά διαστήματα λειτουργίας της μηχανής με μίγμα είτε πολύ πλούσιο είτε πολύ φτωχό μπορούν επίσης να προκαλέσουν αύξηση της θερμοκρασίας μέσα στον καταλύτη με συνέπεια και πάλι την τήξη του μονόλιθου.

### 6.2 Έλεγχος του καταλύτη

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ :** Σε αυτό το τμήμα θα ασχοληθούμε με πληροφορίες για τα καυσαέρια που συλλέχθηκαν με τη βοήθεια ειδικού εξοπλισμού (αναλυτή καυσαερίων). Οι τιμές που χρησιμοποιούνται είναι ενδεικτικές και μόνο, γιατί οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, η ρύθμιση του αναλυτή αλλά και πιθανό εσωτερική βλάβη του ίδιου του αναλυτή θα μπορούσαν να προκαλέσουν διαφοροποίηση των τιμών από εκείνες που παραθέτονται εδώ. Για κάθε ομάδα ενδείξεων συμπεριλαμβάνεται ερμηνεία του τι πραγματικά σημαίνουν, επιτρέποντας έτσι σε εκείνον που διενεργεί τον έλεγχο να αποφασίσει αν είναι λογικές ή όχι, ακόμη κι αν δεν είναι ακριβώς μέσα στα συνιστώμενα όρια.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)

Ο καταλύτης είναι μια πολύ ευαίσθητη συσκευή και ο έλεγχος της σωστής λειτουργίας του, αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία, καθώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο έμμεσες μεθόδους. Με τα εργαλεία που είναι συνήθως διαθέσιμα σε ένα συνεργείο, δεν είναι δυνατό να υπολογίσουμε πόσο αποτελεσματικά λειτουργεί.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αναλυτή καυσαερίων για να μετρήσουμε τις τιμές τεσσάρων αερίων : CO, CO<sub>2</sub>, HC και O<sub>2</sub>. Χρειαζόμαστε επίσης μια σχετικά ακριβή ένδειξη του λόγου λάμδα. Ως εναλλακτική λύση για τον αναλυτή καυσαερίων υπάρχουν άλλες συσκευές που διατίθενται στην αγορά. Καθένας τους έχει ρυθμιστεί για ένα συγκεκριμένο μετατροπέα από την ίδια την κατασκευή του. Πλεονέκτημά τους είναι η ευκολία χρήσης τους, αν και δεν κάνουν διάγνωση του προβλήματος, όταν η μηχανή δεν λειτουργεί κανονικά.

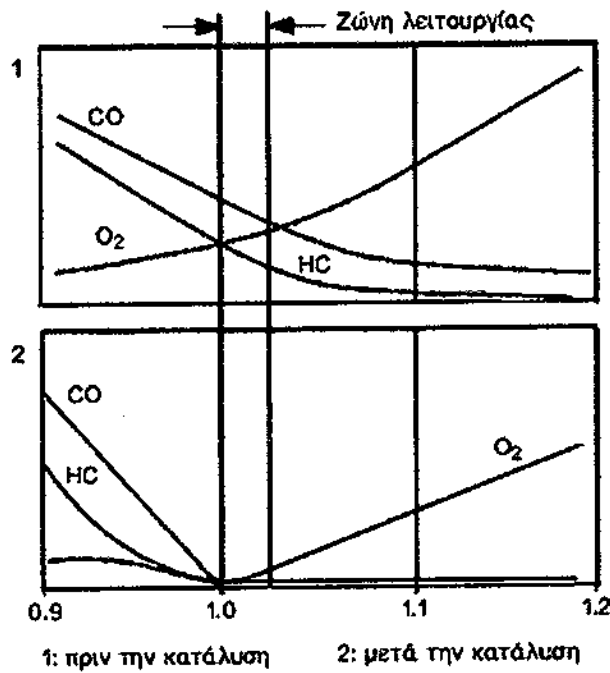
Ο ακριβέστερος τρόπος ελέγχου του καταλύτη είναι ο αναλυτής τεσσάρων αερίων. Εξετάζοντας τα καυσαέρια όπως βγαίνουν από την εξάτμιση σε λειτουργία με ταχύτητα περίπου **1500 r.p.m.** είναι εύκολο να διαπιστωθεί πιθανή δυσλειτουργία του καταλύτη. Κατά τη διεξαγωγή αυτού του τεστ, πρέπει να φροντίσουμε, ότι τόσο η μηχανή όσο και ο καταλύτης να έχουν φτάσει τις κατάλληλες θερμοκρασίες λειτουργίας τους. Αν και η μηχανή μπορεί να έχει φτάσει σε θερμοκρασία λειτουργίας, ο καταλύτης μπορεί να μη δουλεύει στην καλύτερη θερμοκρασία λειτουργίας, εμφανίζοντας έτσι χαμηλή ή και μηδενική μετατρεπτική δυνατότητα. Για να εξασφαλίσουμε μια αρκετά υψηλή θερμοκρασία του καταλύτη κατά τη διεξαγωγή του τεστ, θα πρέπει να δουλέψει η μηχανή (αφού έχει ζεσταθεί) για περίπου 3 λεπτά στις **2.500 r.p.m.**

Όταν διεξάγουμε αυτό το τεστ καυσαερίων, η καλύτερη συγκέντρωση καθενός από τα αέρια που θα επιτρέψει στον καταλύτη να λειτουργήσει σωστά ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του καταλύτη (διοδικός, αρρυθμιστος τριοδικός ή ρυθμιζόμενος τριοδικός).



### 6.2.1 Διοδικός καταλύτης

Ο διοδικός καταλύτης είναι σε θέση να επιταχύνει μόνο την οξειδωτική διαδικασία, επομένως η μηχανή πρέπει να λειτουργεί με ένα ελαφρά φτωχό μίγμα. Ο λόγος λάμδα πρέπει συνεπώς να είναι πάντοτε μεγαλύτερος από 1, και είναι απαραίτητη η περίσσεια οξυγόνου, για να εξασφαλιστεί η τέλεια πραγματοποίηση των οξειδωτικών αντιδράσεων.



Διάγραμμα 6.1

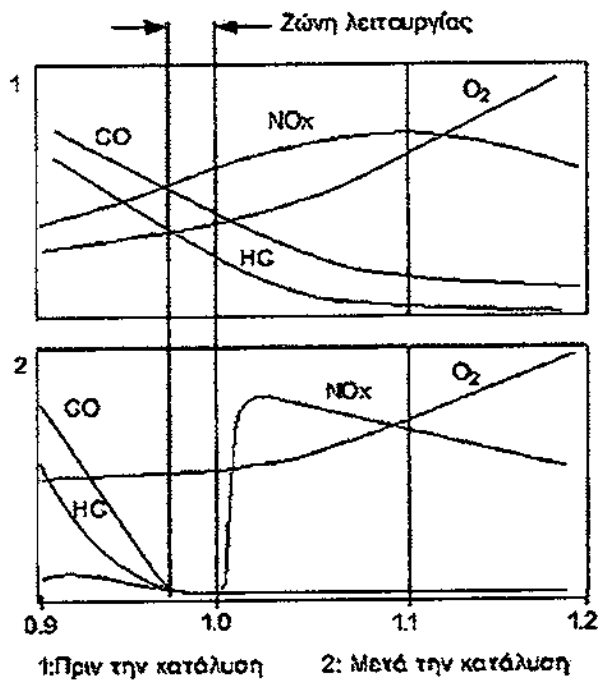
Εάν ο καταλύτης λειτουργεί σωστά και η μηχανή είναι επίσης σωστά ρυθμισμένη, οι συγκεντρώσεις CO και HC θα είναι πολύ χαμηλές και το ποσοστό του CO<sub>2</sub> ψηλότερο από εκείνο ενός αυτοκινήτου, που δεν έχει καταλυτικό μετατροπέα, αν και στην ίδια μηχανή χωρίς καταλύτη κάποια από τα καυσαέρια θα μετατρέπονταν σε CO<sub>2</sub> αυξάνοντας έτσι το ποσοστό παρουσίας του CO<sub>2</sub>.

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

CO λιγότερο από 0.2 %      HC λιγότερο από 50 ppm  
O<sub>2</sub> περισσότερο από 0.2 %    CO<sub>2</sub> περισσότερο από 12 %  
λ μεγαλύτερος από 1.01

**6.2.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης**

Αυτός ο τύπος καταλύτη απαιτεί τη διεξαγωγή δύο διαδοχικών τεστ : το πρώτο πριν τον καταλύτη και το δεύτερο μετά τον καταλύτη.



**Διάγραμμα 6.2**  
**Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης που λειτουργεί σωστά**

➤ **Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )**

CO λιγότερο από 0.2 %      HC λιγότερο από 50 ppm  
O2 περισσότερο από 1.0 %

Εάν ο καταλύτης λειτουργεί σωστά, τα επίπεδα HC και CO είναι χαμηλότερα και με δεδομένο ότι στο σύστημα γίνεται πρόσθετη εισαγωγή αέρα, υπάρχει περίσσεια οξυγόνου στα καυσαέρια. Με αυτές τις τιμές μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι ο καταλύτης εκπληρώνει τον οξειδωτικό σκοπό του, αν και μπορεί να μην είναι σε θέση να πετύχει τις αναγωγικές αντιδράσεις που θα εξαφανίσουν το NOx. Για να αποδειχθεί ότι επίσης ανάγει τα οξείδια του αζώτου, πρέπει να πραγματοποιήσουμε ένα δεύτερο τεστ, αυτή τη φορά χωρίς τον πρόσθετο αέρα.

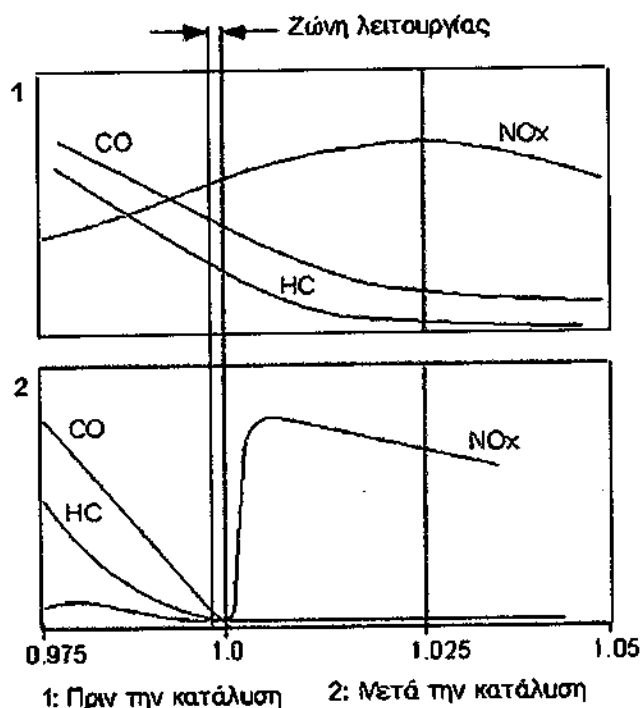
**Με αποσυνδεδεμένη την εισαγωγή αέρα :**

O2 λιγότερο από 0.8 % □ μικρότερος από 0.99

Αυτό το είδος καταλυτικού μετατροπέα χρειάζεται να λειτουργεί η μηχανή με κάπως πλούσιο μίγμα, έτσι ώστε να υπάρχει έλλειψη οξυγόνου και ο πρώτος καταλύτης να μπορεί να πραγματοποιήσει αποτελεσματικά τις αναγωγικές αντιδράσεις. Επομένως ο λόγος λάμδα πρέπει να είναι μικρότερος από 1 και δεν πρέπει να υπάρχει πολύ οξυγόνο στα καυσαέρια.

### 6.2.3 Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης

Όπως είναι ήδη γνωστό, ο ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης πρέπει να λειτουργεί με μίγμα πολύ κοντά στο τέλειο, ώστε να εξουδετερώνει ταυτόχρονα και τους τρεις ρυπαντές (CO, HC και NOx).



Διάγραμμα 6.3  
Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης που λειτουργεί σωστά

Επομένως ο λόγος λ πρέπει να είναι κοντά στο 1 και δεν πρέπει να υπάρχει πρακτικά καθόλου υπόλοιπο οξυγόνου, αφού η καύση είναι σχεδόν τέλεια μετά την κατάλυση. Με τον ίδιο τρόπο, τα επίπεδα του CO και των HC θα είναι πολύ χαμηλά και το ποσοστό CO<sub>2</sub> υψηλότερο εκείνου μιας μηχανής χωρίς καταλύτη.

➤ *Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor Λ )*

CO λιγότερο από 0.2 %

HC λιγότερο από 50 ppm

O<sub>2</sub> λιγότερο από 0.2 %

CO<sub>2</sub> περισσότερο από 13 %

I μεταξύ 0.99 και 1.00

Στα τρία είδη καταλυτών που εξετάστηκαν, εάν κάποια από τις μετρήσεις υπερβεί τα διαγραφόμενα όρια, φανερώνει πρόβλημα του καταλύτη ή της μηχανής. Σε αυτήν την περίπτωση ένα εξωτερικό θερμόμετρο μπορεί να φανεί χρήσιμο :

- Εάν η θερμοκρασία του σωλήνα εξαγωγής από τον καταλύτη είναι τουλάχιστον 50° C υψηλότερη εκείνης του σωλήνα εισαγωγής, ο καταλυτικός μετατροπέας λειτουργεί, αφού οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στο εσωτερικό του παράγουν πολλή θερμότητα και τα αέρια που βγαίνουν από αυτόν είναι θερμότερα από εκείνα που μπαίνουν.
- Εάν η θερμοκρασία της εξαγωγής από τον καταλύτη είναι μικρότερη ή ίση με τη θερμοκρασία του σωλήνα εισαγωγής τότε ο καταλυτικός μετατροπέας δε λειτουργεί.

Αυτό το τεστ είναι απλώς ενδεικτικό, καθώς μας λέει αν πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις μέσα στον καταλυτικό μετατροπέα ή όχι, αλλά δεν δείχνει εάν είναι και οι σωστές αντιδράσεις, καθώς η μηχανή μπορεί να μην λειτουργεί σωστά.

### 6.3 Μετρήσεις καταλύτη

Όπως έχει ήδη ειπωθεί, όταν οι συγκεντρώσεις των αερίων που εκπέμπονται από τον καταλύτη δεν είναι μέσα στα προδιαγεγραμμένα όρια, μπορεί η μηχανή ή ο καταλύτης να μη λειτουργούν κανονικά.

Όταν η μηχανή είναι εντάξει και το πρόβλημα είναι στον καταλύτη τότε οι συγκεντρώσεις των αερίων θα παραμείνουν μέσα στα συγκεκριμένα και καλά καθορισμένα όρια. Εάν όμως η βλάβη είναι στη μηχανή, μπορεί να προκύψουν οποιοσδήποτε συγκεντρώσεις και συνδυασμοί αερίων, ανάλογα με το τι δε λειτουργεί στη μηχανή ή στο σύστημα ρύθμισης.

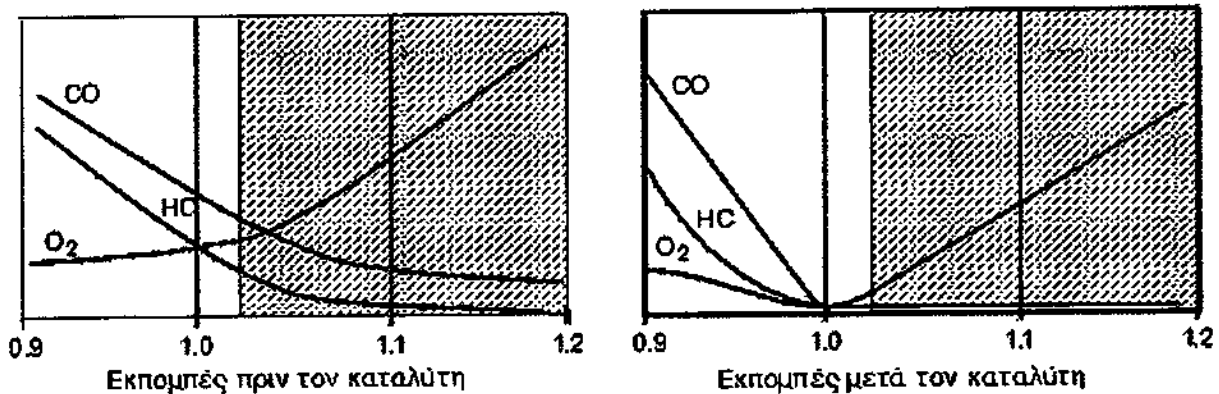
Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται τα συνηθέστερα προβλήματα, καθώς και οι συγκεντρώσεις αερίων που προκαλούν.

#### 6.3.1 Διοδικός καταλύτης

	CO	HC	O <sub>2</sub>	I
<u>1</u>	κάτω από 0.2%	κάτω από 50 ppm	πάνω από 2%	πάνω από 1.01
<u>2</u>	μεταξύ 0.2% και 0.5%	μεταξύ 50 και 200 ppm	μεταξύ 0.2% και 2 %	πάνω από 1.01
<u>3</u>	μεταξύ 0.5% και 1.5%	μεταξύ 200 και 300 ppm	μεταξύ 0.2% και 2 %	πάνω από 1.01
<u>4</u>	πάνω από 1.5%	πάνω από 300 ppm		κάτω από 0.99

**1. Καταλύτης που λειτουργεί σωστά. Πολύ φτωχό μίγμα.**

Οι χαμηλές συγκεντρώσεις CO και HC δείχνουν, ότι ο καταλύτης λειτουργεί σωστά, όμως υπάρχει πάρα πολύ O<sub>2</sub> και ο λόγος λάμδα μεγαλύτερος από 1. Η μηχανή λειτουργεί με πολύ φτωχό μίγμα, το οποίο θα μπορούσε να καταστρέψει τον καταλύτη αυξάνοντας τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να οδηγήσει ακόμα και σε τήξη του κεραμικού μονόλιθου.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4**

**Καταλύτης που λειτουργεί κανονικά. Μίγμα πολύ φτωχό.**

**2. Καταλύτης που λειτουργεί κανονικά. Τέλειο μίγμα**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από εκείνες που θα έπρεπε, αν ο καταλύτης λειτουργούσε καλά, αλλά όχι τόσο υψηλές ώστε να δείχνουν, ότι ο καταλύτης έχει σταματήσει εντελώς να λειτουργεί.

Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη, ή πιθανότερα στη μηχανή που λειτουργεί με ένα κάπως πλούσιο μίγμα.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor Λ )

Καθώς η συγκέντρωση  $O_2$  είναι πάνω από το ελάχιστο που απαιτείται για ένα διοδικό καταλύτη και ο λόγος λάμδα δείχνει ότι το μίγμα είναι φτωχό, η μηχανή λειτουργεί κανονικά. Οι εκπομπές οφείλονται κατά συνέπεια στον καταλύτη, είτε γιατί δε λειτουργεί κανονικά, είτε γιατί έχει δηλητηριαστεί, είτε γιατί έχει φτάσει στο τέλος της διάρκειας ζωής του, πάντως, για οποιοδήποτε λόγο, δεν αφαιρεί πλέον τους ρυπαντές αποτελεσματικά. Η ζωή του καταλύτη πλησιάζει στο τέλος της.

### 6.3.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης

Στον πίνακα δεν αναφέρεται καθόλου το οξυγόνο. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει μια αντλία που τροφοδοτεί με οξυγόνο τον καταλύτη, και η ποσότητα του οξυγόνου που υπάρχει εξαρτάται από την ποσότητα που η αντλία εισάγει, πράγμα που επίσης εξαρτάται από την ταχύτητα της μηχανής. Επομένως, κατά τη διάρκεια του τεστ, είναι σημαντικό να αποδείξουμε, ότι η αντλία στέλνει επαρκή ποσότητα φρέσκου αέρα στον καταλύτη. Αυτό μπορεί να γίνει αν φροντίσουμε οι ενδείξεις αέρα που λαμβάνονται με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη να είναι πάντοτε μεγαλύτερες από εκείνες που λαμβάνονται όταν η εισαγωγή αέρα δεν είναι συνδεδεμένη. Εάν αυτό δε συμβαίνει, τότε είτε δεν γίνεται εισαγωγή αέρα, είτε το οξυγόνο δεν είναι αρκετό για να πραγματοποιηθούν οι οξειδωτικές αντιδράσεις.



➤ Αναλυτής Καυσαερίων ( Sensor λ )

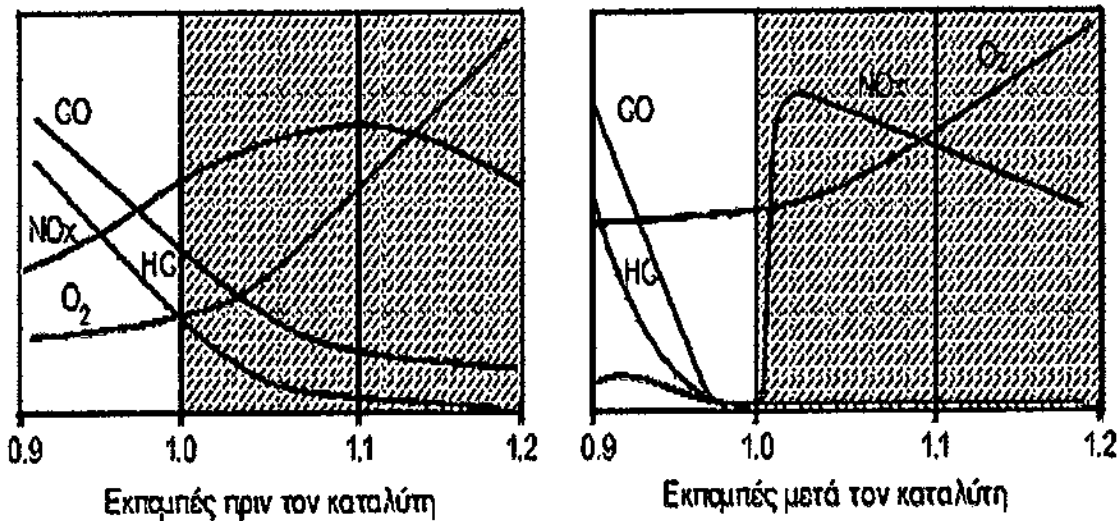
	Εισαγωγή αέρα	CO	HC	λ
<u>1</u>	Ναι	κάτω από 0.2%	κάτω από 50 ppm	
	Όχι	κάτω από 0.2%	κάτω από 50 ppm	πάνω από 0.99
<u>2</u>	Ναι	μεταξύ 0.2% και 1.0%	μεταξύ 50 και 200 ppm	
	Όχι	μεταξύ 1.0% και 2.0%	μεταξύ 200 και 300 ppm	κάτω από 0.99
<u>3</u>	Ναι	μεταξύ 0.2% και 1.0%	μεταξύ 50 και 200 ppm	
	Όχι	πάνω από 2.0%	πάνω από 300 ppm	κάτω από 0.99
<u>4</u>	Ναι	μεταξύ 1.0% και 2.0%	μεταξύ 200 και 300 ppm	
	Όχι	μεταξύ 1.0% και 2.0%	μεταξύ 200 και 300 ppm	κάτω από 0.99
<u>5</u>	Ναι	πάνω από 2.0%	πάνω από 300 ppm	
	Όχι	πάνω από 2.0%	πάνω από 300 ppm	κάτω από 0.99

**1. Σωστός καταλύτης. Φτωχό μίγμα**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη είναι χαμηλές, έτσι γνωρίζουμε ότι ο καταλύτης δουλεύει ικανοποιητικά.

Με δεδομένα ότι η συγκέντρωση CO και HC παραμένει χαμηλή όταν αποσυνδέεται η εισαγωγή αέρα και ο λόγος λάμδα είναι μεγαλύτερος από εκείνον που απαιτείται για σωστή ρύθμιση με αυτό το είδος του καταλύτη (το μίγμα πρέπει να είναι πλούσιο), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μίγμα είναι πολύ φτωχό και κατά συνέπεια ο καταλύτης δεν μπορεί να προκαλέσει τις αναγωγικές αντιδράσεις που απαιτούνται για τη μετατροπή των NOx.

Θα πρέπει να ρυθμίσουμε τη μηχανή ώστε να δημιουργηθεί μίγμα που να εμπίπτει στα όρια που προτείνονται από τον κατασκευαστή και θα πρέπει να ελέγξουμε εάν η εισαγωγή αέρα είναι σωστή ύστερα από αυτή τη ρύθμιση.

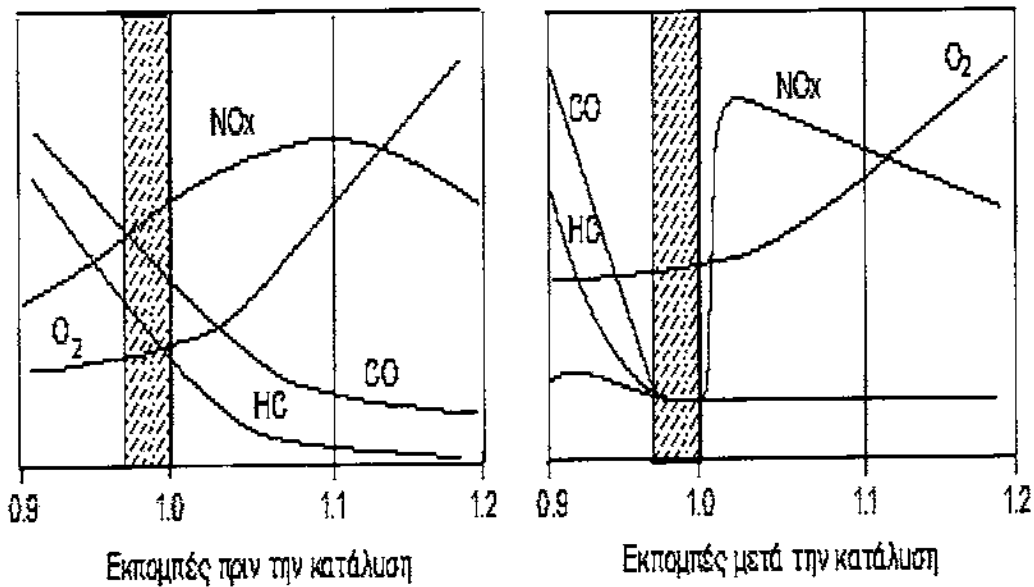


**Διάγραμμα 6.8**  
**Σωστός καταλύτης. Φτωχό μίγμα**

**2. Μη αποτελεσματικός καταλύτης. Σωστό μίγμα.**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη είναι υψηλότερες από τις κανονικές σε περίπτωση σωστής λειτουργίας του καταλύτη, αλλά όχι αρκετά υψηλές για να συμπεράνουμε ότι ο καταλύτης δε λειτουργεί καθόλου. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη, ή στο γεγονός ότι η μηχανή λειτουργεί με πολύ πλούσιο μίγμα.

Αφού με την αποσύνδεση της εισαγωγής αέρα τα επίπεδα CO και HC φτάνουν επίπεδα που κανονικά συναντώνται σε αυτοκίνητα χωρίς καταλύτη και αφού ο λόγος λάμδα υποδηλώνει ότι η μηχανή λειτουργεί με πλούσιο μίγμα (κανονικό γι' αυτόν τον τύπο καταλυτικού μετατροπέα), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το υψηλό επίπεδο των εκπομπών οφείλεται σε κακή λειτουργία του καταλύτη, ο οποίος μπορεί να πλησιάζει το τέλος της ζωής του.



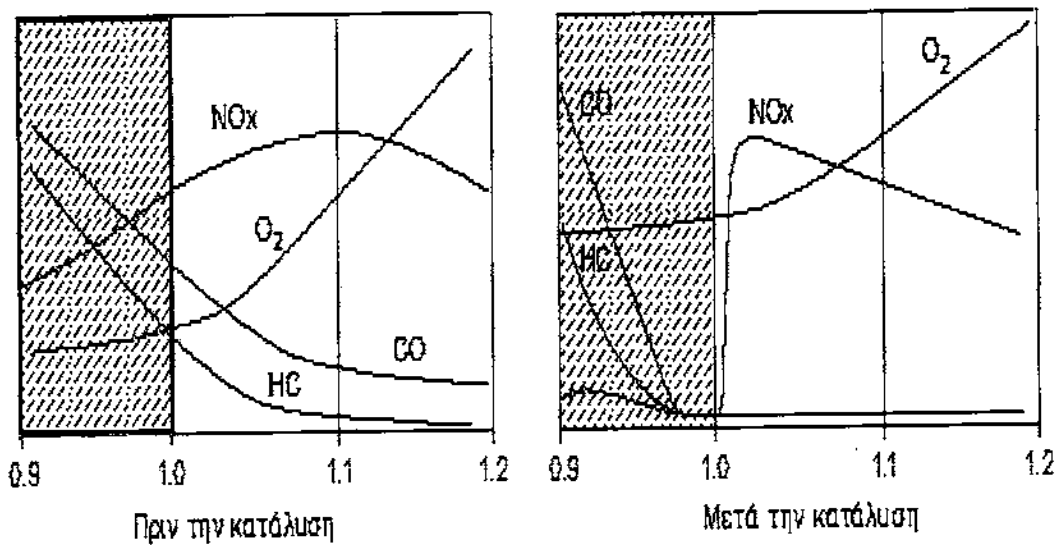
**Διάγραμμα 6.9**

Καταλύτης με χαμηλή αποτελεσματικότητα. Σωστό μίγμα

**3. Σωστός καταλύτης, πολύ πλούσιο μίγμα.**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα ανοικτή είναι πάνω από εκείνες που κανονικά θα εμφανίζονταν με έναν καταλύτη σε καλή κατάσταση, αλλά όχι αρκετά υψηλές ώστε να συμπεράνουμε, ότι ο καταλύτης δε λειτουργεί. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη, ή στο γεγονός ότι η μηχανή λειτουργεί με πολύ πλούσιο μίγμα.

Αφού όταν αποσυνδέουμε την εισαγωγή αέρα οι εκπομπές CO και HC φθάνουν σε υψηλότερα επίπεδα από ότι θα συνέβαινε με ένα αυτοκίνητο που δεν είναι εφοδιασμένο με καταλύτη και αφού ο λόγος λάμδα υποδηλώνει ότι το μίγμα είναι πλούσιο, το υψηλό επίπεδο των εκπομπών οφείλεται σε λανθασμένο μίγμα που μπορεί να προκαλέσει και τήξη του μονόλιθου.



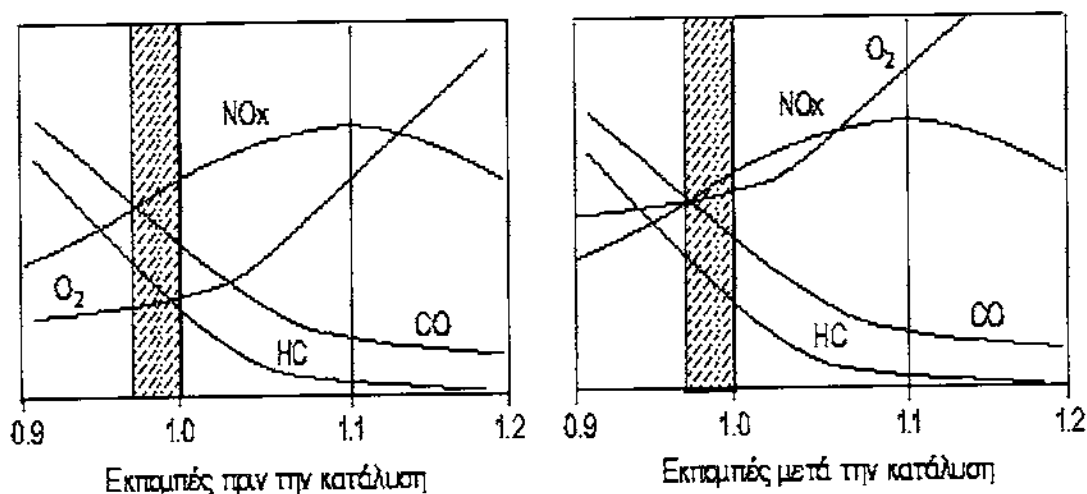
Διάγραμμα 6.10

Σωστός καταλύτης. Πολύ πλούσιο μίγμα

**4. Ελαττωματικός καταλύτης. Σωστό μίγμα.**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από εκείνες που θα υπήρχαν με έναν καταλύτη σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη ή στη μηχανή που λειτουργεί με πολύ πλούσιο μίγμα.

Καθώς η συγκέντρωση CO και HC σχεδόν δεν αλλάζει, όταν αποσυνδέεται η εισαγωγή αέρα (κανονικά η συγκέντρωση θα αυξανόταν), όταν η ποσότητα οξυγόνου εκμηδενίζεται, η συγκέντρωση των άλλων αερίων αυξάνεται γιατί η ένδειξη λαμβάνεται ως ογκομετρικό ποσοστό του συνολικού αερίου που αναλύεται) και αφού ο λόγος λάμδα, δείχνει ότι η μηχανή λειτουργεί με πλούσιο μίγμα, οι εκπομπές πρέπει να οφείλονται σε βλάβη στον καταλύτη.

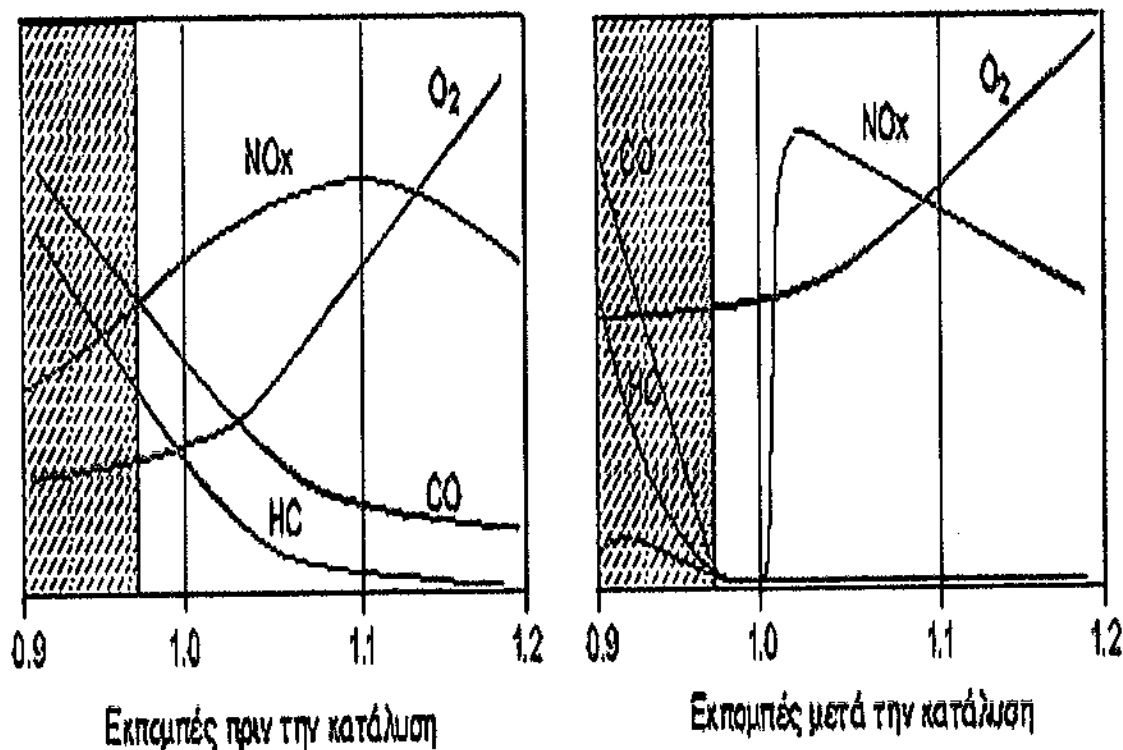


**Διάγραμμα 6.11**  
Ελαττωματικός καταλύτης. Σωστό μίγμα

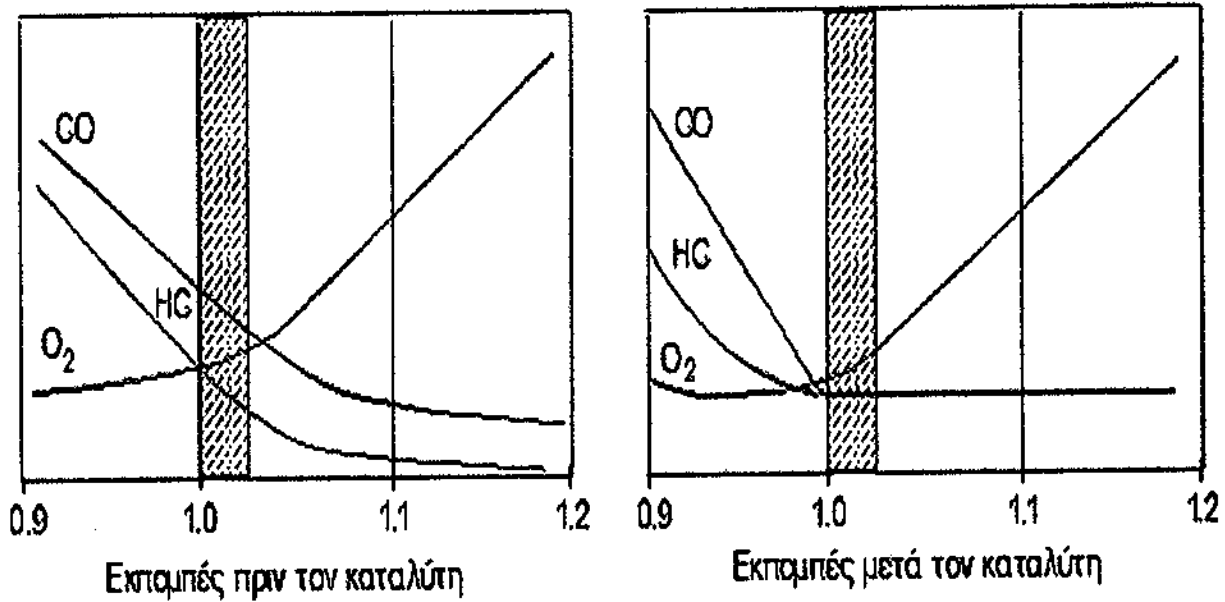
**5. Άγνωστη κατάσταση καταλύτη. Μίγμα πολύ πλούσιο.**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη είναι υψηλότερες από εκείνες που θα έπρεπε με τη μηχανή σωστά ρυθμισμένη, ακόμα και αν δεν υπήρχε καταλύτης, άρα το μίγμα πρέπει να είναι πολύ πλούσιο. Αφού οι συγκεντρώσεις CO και HC δεν διαφοροποιούνται ιδιαίτερα όταν η εισαγωγή αέρα αποσυνδέεται, δεν μπορούμε να αποφανθούμε για την κατάσταση του καταλύτη, γιατί το μίγμα είναι πολύ πλούσιο και ο καταλύτης έτσι κι αλλιώς θα σταματούσε να λειτουργεί.

Πρέπει να διορθώσουμε το μίγμα στα επίπεδα που προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή και να επαναλάβουμε το τεστ στον καταλύτη.



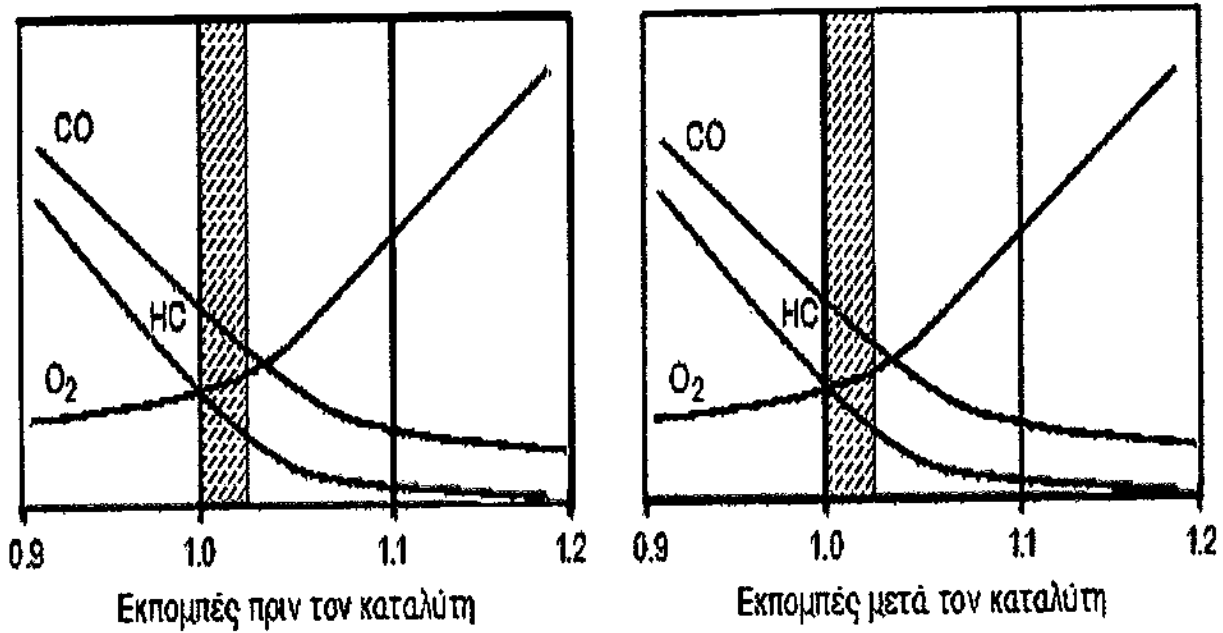
**Διάγραμμα 6.12**  
**Άγνωστη κατάσταση καταλύτη. Μίγμα πολύ πλούσιο**



Διάγραμμα 6.5  
Ελαττωματικός καταλύτης. Τέλειο μίγμα

### 3. Ελαττωματικός καταλύτης. Τέλειο μίγμα.

Οι συγκεντρώσεις του CO και των HC είναι υψηλότερες από εκείνες που θα έπρεπε αν ο καταλύτης λειτουργούσε κανονικά. Αυτές οι εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη, ή μπορεί η μηχανή να λειτουργεί με ένα μίγμα αέρα/καυσίμου πολύ πλούσιο γι' αυτό το είδος του καταλύτη. Καθώς η συγκέντρωση O<sub>2</sub> είναι υψηλότερη από την ελάχιστη απαιτούμενη και ο λόγος λάμδα δηλώνει ένα πλούσιο μίγμα, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η μηχανή είναι ρυθμισμένη κανονικά και λειτουργεί σωστά. Οι υψηλές εκπομπές πρέπει συνεπώς να οφείλονται σε βλάβη του καταλυτικού μετατροπέα.



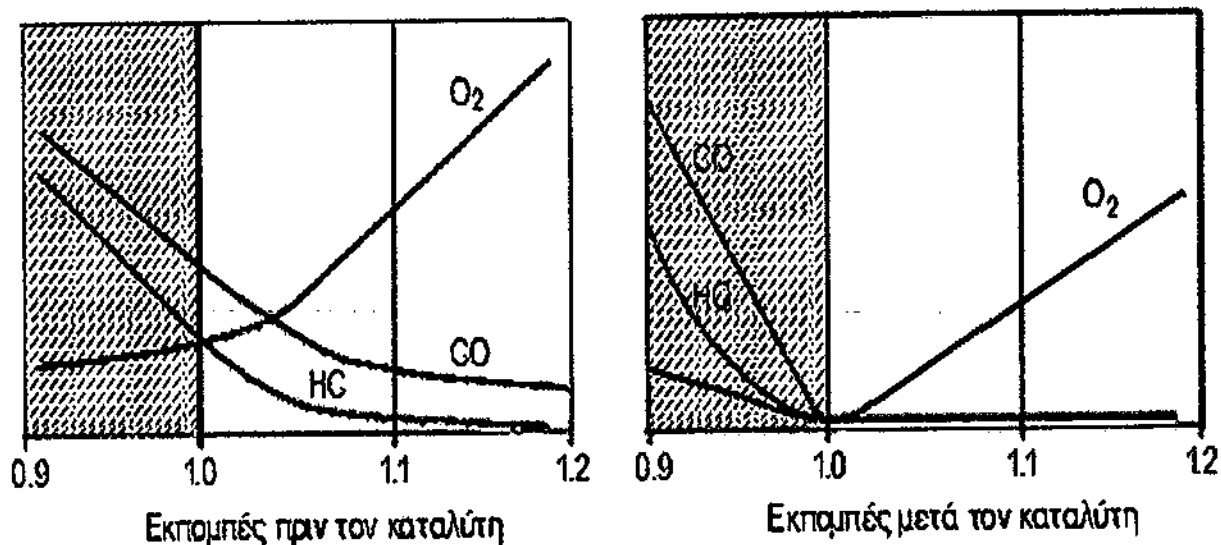
Διάγραμμα 6.6  
Ελαττωματικός καταλύτης. Τέλειο μίγμα

#### 4. Αγνώστη κατάσταση καταλύτη. Τέλειο μίγμα.

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από εκείνες που κανονικά θα δημιουργούσε μια σωστά ρυθμισμένη μηχανή, ακόμη κι αν δεν υπήρχε καταλυτικός μετατροπέας. Από την άλλη, ο λόγος λάμδα υποδηλώνει ένα πλούσιο μίγμα. Δεν είμαστε σε θέση να πούμε σε τι κατάσταση βρίσκεται ο καταλύτης, αφού με πλούσιο μίγμα δεν μπορεί να πραγματοποιήσει τις αντιδράσεις οξειδωσης ούτως ή άλλως. Θα πρέπει να κάνουμε το μίγμα φτωχότερο, στα επίπεδα που καθορίζει ο κατασκευαστής του οχήματος, να επαναλάβουμε το τεστ με νέες μετρήσεις και έτσι να εξακριβώσουμε, εάν ο καταλύτης λειτουργεί.



➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



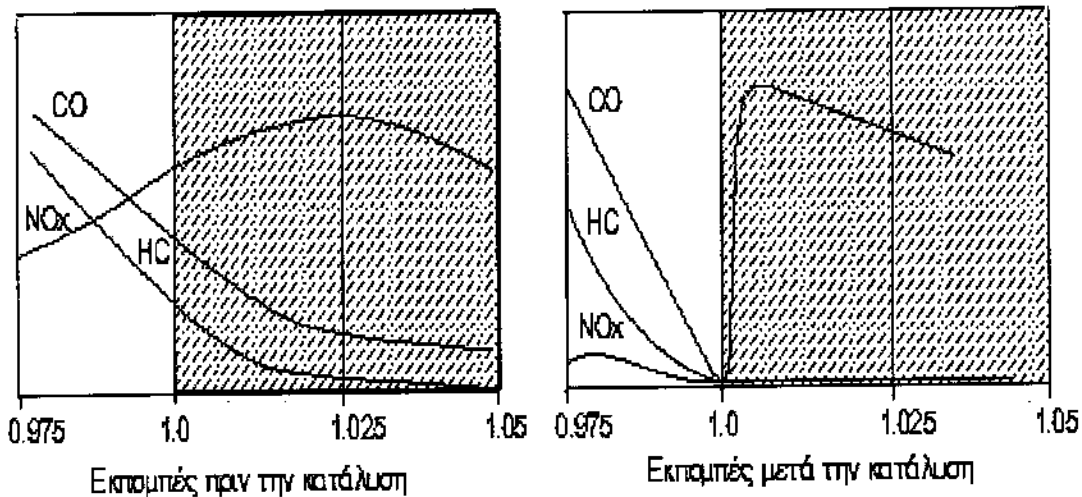
Διάγραμμα 6.7  
Αγνώστη κατάσταση καταλύτη. Πλούσιο μίγμα

6.3.3 Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης :

	CO	HC	O <sub>2</sub>	λ
1	κάτω από 0.2%	κάτω από 50 ppm	πάνω από 0.2%	πάνω από 1.00
2	μεταξύ 0.2% και 0.3%	μεταξύ 50 και 100 ppm	πάνω από 0.2%	μεταξύ 0.99 και 1.00
3	μεταξύ 0.3% και 0.8%	μεταξύ 100 και 200 ppm	πάνω από 0.2%	μεταξύ 0.99 και 1.00
4	πάνω από 0.8%	πάνω από 200 ppm		κάτω από 0.99

**1. Σωστός καταλύτης. Κακορυθμισμένη μηχανή με φτωχό μίγμα.**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι εξαιρετικά χαμηλές. Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο καταλύτης είναι σε σωστή κατάσταση και λειτουργεί πολύ αποτελεσματικά. Με δεδομένο ότι η συγκέντρωση O<sub>2</sub> και ο λόγος λάμδα είναι υψηλότερα από τα αυστηρώς απαραίτητα για σωστή λειτουργία, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μίγμα είναι πολύ φτωχό και συνεπώς ο καταλύτης δε μπορεί να επηρεάσει τις χημικές αντιδράσεις της αναγωγής που χρειάζονται για να εξαφανιστούν τα NO<sub>x</sub>.

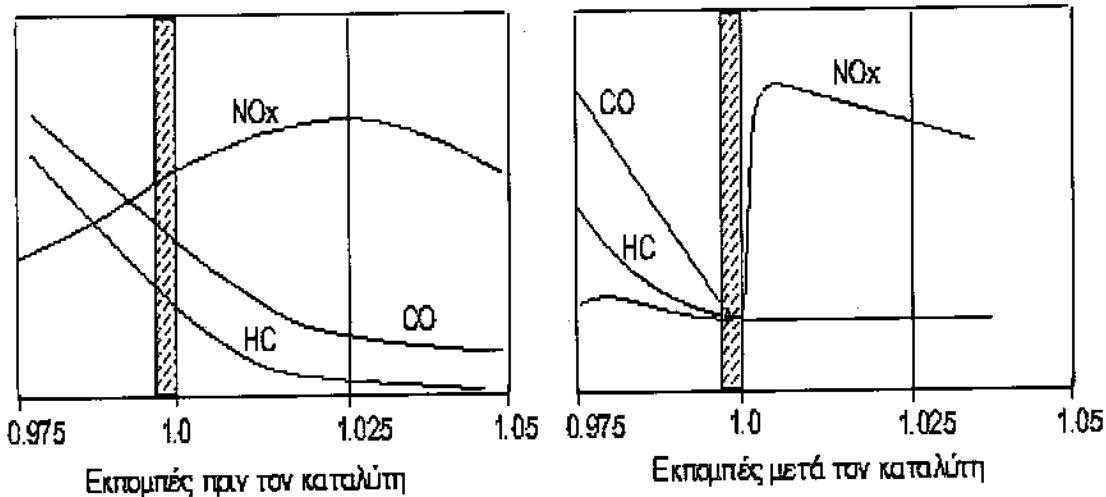


Διάγραμμα 6.13

Σωστός καταλύτης. Μηχανή που δεν έχει ρυθμιστεί σωστά με φτωχό μίγμα

**2. Καταλύτης που δε λειτουργεί αποτελεσματικά. Σωστή λειτουργία λάμδα**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από εκείνες που θα έπρεπε όταν ο καταλύτης είναι σε καλή κατάσταση λειτουργίας, αλλά δεν είναι αρκετά υψηλές για να αποδείξουν, ότι ο καταλύτης έχει σταματήσει εντελώς τη λειτουργία του. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορούν να αποδοθούν στον ίδιο καταλύτη, ή στο γεγονός ότι η μηχανή λειτουργεί με ένα κάπως πλούσιο μίγμα, αλλά καθώς η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> είναι υψηλότερη από την κανονική και ο λόγος λάμδα είναι μέσα στα όρια που απαιτούνται για σωστή λειτουργία, ξέρουμε ότι η μηχανή δουλεύει κανονικά. Οι εκπομπές πρέπει να προκαλούνται από τη δυσλειτουργία του καταλύτη, ο οποίος μπορεί να έχει δηλητηριαστεί ή παλιώσει και γι' αυτό δε λειτουργεί αποτελεσματικά.

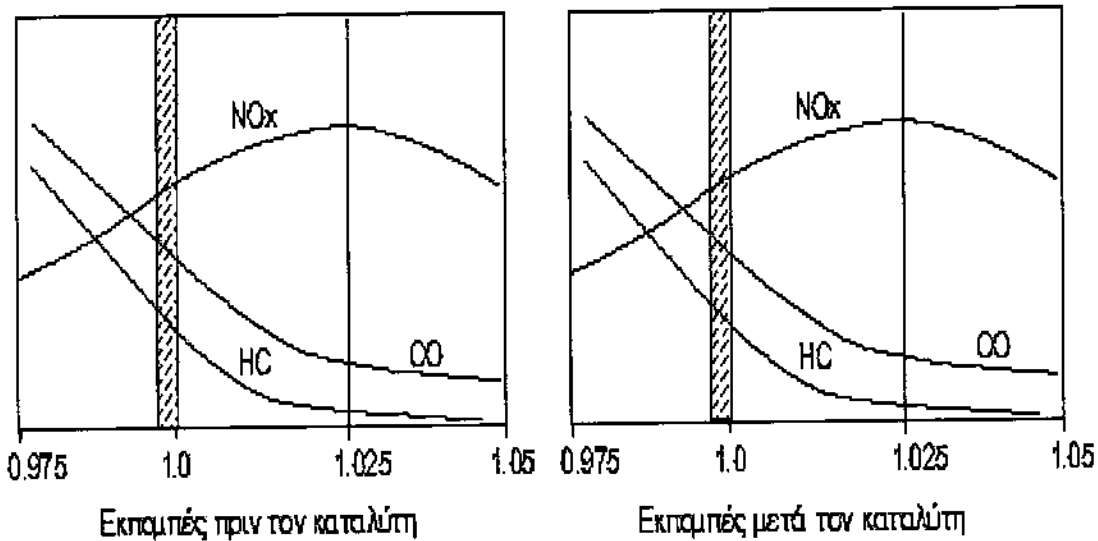


**Διάγραμμα 6.14**

**Μη αποτελεσματικός καταλύτης. Σωστή λειτουργία Λάμδα**

### 3. Ελαττωματικός καταλύτης. Σωστή λειτουργία λάμδα.

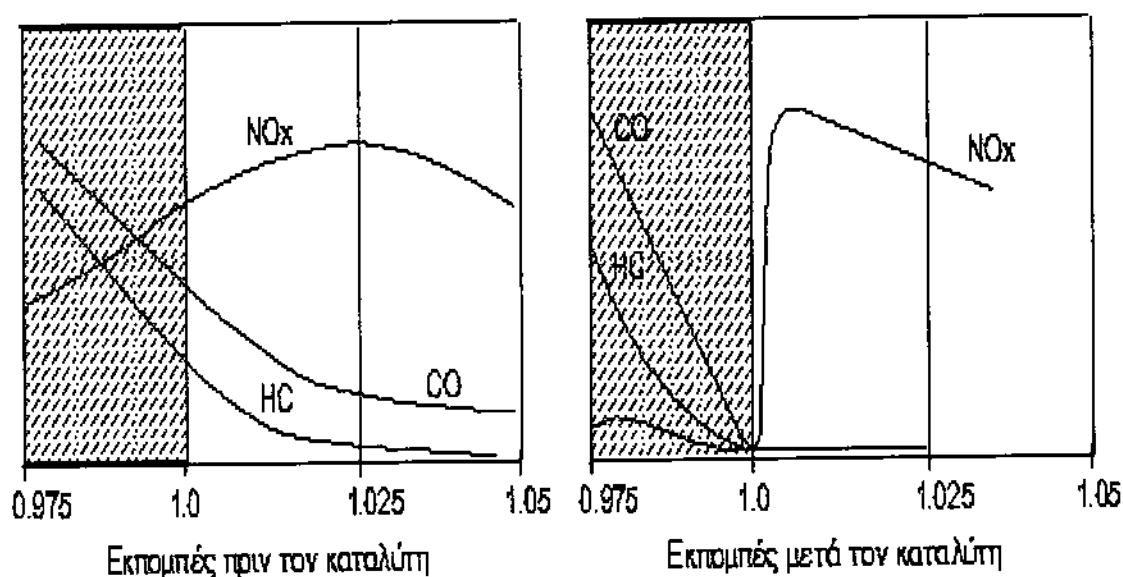
Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από τις αναμενόμενες αν ο καταλύτης λειτουργούσε κανονικά. Αυτό μπορεί να οφείλεται στον ίδιο τον καταλύτη ή στη μηχανή που λειτουργεί με υπερβολικά πλούσιο μίγμα, αλλά καθώς η συγκέντρωση O<sub>2</sub> είναι μεγαλύτερη από την κανονική και ο λόγος λάμδα είναι μέσα στα απαραίτητα για τη ρύθμιση όρια, γνωρίζουμε ότι η μηχανή λειτουργεί κανονικά. Συμπεραίνουμε έτσι ότι οι εκπομπές οφείλονται σε βλάβη του καταλύτη.



Διάγραμμα 6.15  
Ελαττωματικός καταλύτης. Σωστή λειτουργία Λάμδα

**4. Άγνωστη κατάσταση καταλύτη, μηχανή ρυθμισμένη προς ένα πλούσιο μίγμα.**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από τις κανονικές, ακόμα κι αν δεν υπήρχε καταλυτικός μετατροπέας στο όχημα. Μπορούμε επίσης να δούμε ότι ο λόγος λάμδα είναι μικρότερος από εκείνον που θα έπρεπε για κανονική λειτουργία, συνεπώς μπορούμε να συμπεράνουμε, ότι η μηχανή λειτουργεί με πλούσιο μίγμα. Χωρίς έναν αναλυτή NOx σε αυτή την περίπτωση δεν μπορούμε να διαπιστώσουμε την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο καταλύτης, αφού πραγματοποιεί μόνο οξειδωτικές αντιδράσεις όταν το μίγμα είναι πλούσιο.



**Διάγραμμα 6.16**

**Άγνωστη κατάσταση καταλύτη. Η μηχανή είναι ρυθμισμένη προς πλούσιο μίγμα**

## Έλεγχος του συστήματος ρύθμισης με λήπτη λ

---

Καθώς η λειτουργία του κλειστού συστήματος ρύθμισης είναι αρκετά απλή, δεν εμφανίζει συχνά βλάβες, κι όταν αυτό συμβεί, είναι εύκολο να εντοπιστεί και να διορθωθεί το πρόβλημα. Χρειάζεται να ελέγξουμε μόνο το λήπτη λάμδα, τον εγκέφαλο και τα καλώδια προς τα δύο εξαρτήματα.

Συχνά όταν το κλειστό σύστημα ρύθμισης δεν λειτουργεί κανονικά ή έχει σταματήσει να λειτουργεί εντελώς, αυτό δεν οφείλεται σε βλάβη του ίδιου του συστήματος ρύθμισης ή σε κάποιο από τα εξαρτήματά του, αλλά σε άλλες αιτίες, όπως προβλήματα ανάφλεξης, λανθασμένη σχέση αέρα / καυσίμου, ή βλάβη ενός από τους αισθητήρες της μηχανής. Σε τέτοιες περιπτώσεις απαιτείται ολοκληρωμένη επισκευή του ηλεκτρονικού συστήματος της μηχανής, συμπεριλαμβανομένων και των αισθητήρων, πριν μπορέσουμε να ελέγξουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης.

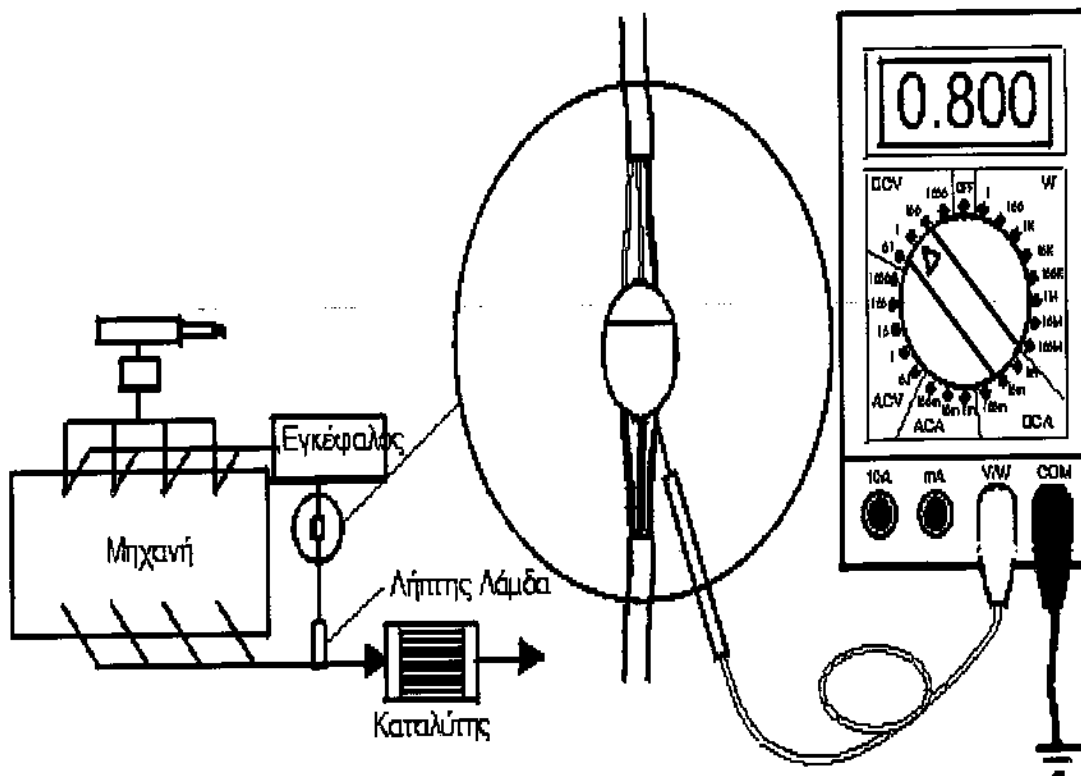
Πριν αρχίσουμε τον έλεγχο του κλειστού συστήματος ρύθμισης πρέπει να βεβαιωθούμε ότι κάποια άλλα συστήματα λειτουργούν, ιδίως η ανάφλεξη. Ακόμα και η μικρότερη βλάβη σε κάποιο από τα μπουζοκαλώδια μπορεί να κάνει το λήπτη λάμδα να λειτουργεί διαρκώς με μια περίσσεια οξυγόνου, η οποία δεν θα ανταποκρίνεται στο μίγμα αέρα/καυσίμου που στην πραγματικότητα θα φτάνει στη μηχανή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες διορθώσεις του μίγματος αέρα/καυσίμου. Κάθε πρόβλημα του συστήματος ανάφλεξης που δεν έχει επισημανθεί επηρεάζει την ορθότητα των ελέγχων στο σύστημα ρύθμισης.

### 7.1. Έλεγχος του κλειστού συστήματος ρύθμισης

Ο έλεγχος του κλειστού συστήματος ρύθμισης είναι μια εύκολη διαδικασία εάν έχουμε ένα πολύμετρο με αντίσταση εισαγωγής μεγαλύτερη από 1 MΩ. Σχεδόν όλα τα ψηφιακά πολύμετρα, έχουν αντίσταση μεγαλύτερη από αυτή την τιμή. Αυτό όμως δε συμβαίνει με τα αναλογικά πολύμετρα, μόνο υψηλής ποιότητας αναλογικά πολύμετρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του κλειστού συστήματος ρύθμισης. Ο λόγος για τον οποίο χρειαζόμαστε χαμηλή αντίσταση εισαγωγής είναι, ότι ο λήπτης λάμδα παράγει ένα πολύ χαμηλό γαλβανικό δυναμικό. Υπάρχει ειδικός εξοπλισμός ελέγχου στην αγορά, ο οποίος μας επιτρέπει να ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης και να παράγουμε μηνύματα προς τον εγκέφαλο. Όταν χρησιμοποιούμε κάτι τέτοιο, οδηγίες χρήσης και διαδικασία του τεστ καθορίζονται από τον κατασκευαστή της συσκευής.

Με τη μηχανή να λειτουργεί και στην θερμοκρασία πλήρους λειτουργίας της, χωρίς να αποσυνδέσουμε το λήπτη λάμδα, συνδέουμε το θετικό πόλο του πολυμέτρου με το καλώδιο που στέλνει τα μηνύματα στον εγκέφαλο (συνήθως μαύρο) και τον αρνητικό πόλο με το σώμα του οχήματος (διάγραμμα 7.1). Επιλέγεται μια κλίμακα στο πολύμετρο, που θα μας επιτρέψει να μετρήσουμε μέχρι 1 Volt DC και η μηχανή σταθεροποιείται στις 1500 σ.α.λ. Το τεστ μπορεί να διεξαχθεί σε οποιαδήποτε ταχύτητα εκτός από το ρελαντί, αφού σε αυτή την ταχύτητα λειτουργίας το σύστημα ρύθμισης είναι πολύ ασταθές. Φυσικά είναι καλύτερο να χρησιμοποιούμε την ταχύτητα που υποδεικνύεται για να επιτύχουμε σταθερή ρύθμιση και να κάνουμε έναν αξιόπιστο έλεγχο.

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



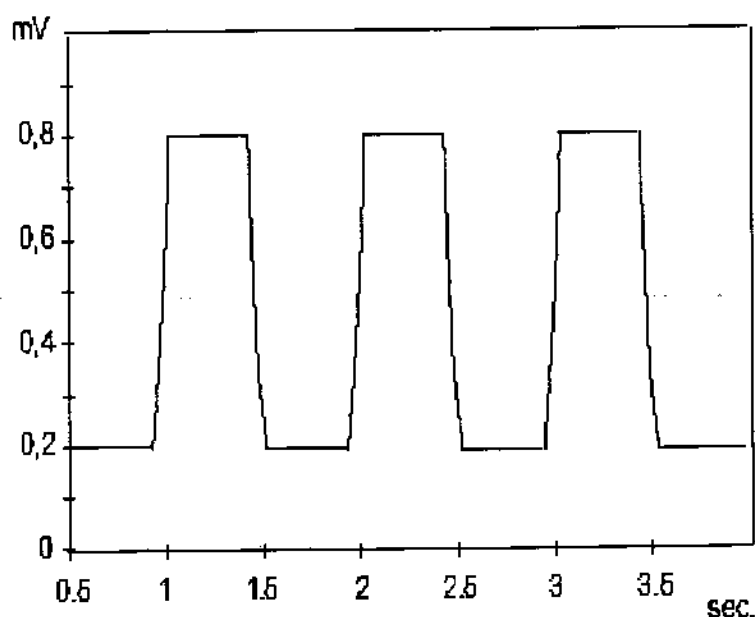
Διάγραμμα 7.1

Σχήμα των απαραίτητων συνδέσεων για τον έλεγχο του κλειστού συστήματος ρύθμισης

Εάν η ένδειξη δυναμικού που δείχνει το πολύμετρο κυμαίνεται μεταξύ 0.2 και 0.8 volts περίπου, το κλειστό σύστημα ρύθμισης είναι σε σωστή διάταξη. Η συχνότητα με την οποία μεταβάλλεται η τιμή του δυναμικού εξαρτάται από τον αριθμό των στροφών στις οποίες διεξάγεται ο έλεγχος (περισσότερες στροφές, μεγαλύτερη συχνότητα) και από τον τύπο λήπτη λάμδα που είναι τοποθετημένος στο όχημα (με ή χωρίς δυνατότητα προθέρμανσης).



➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)



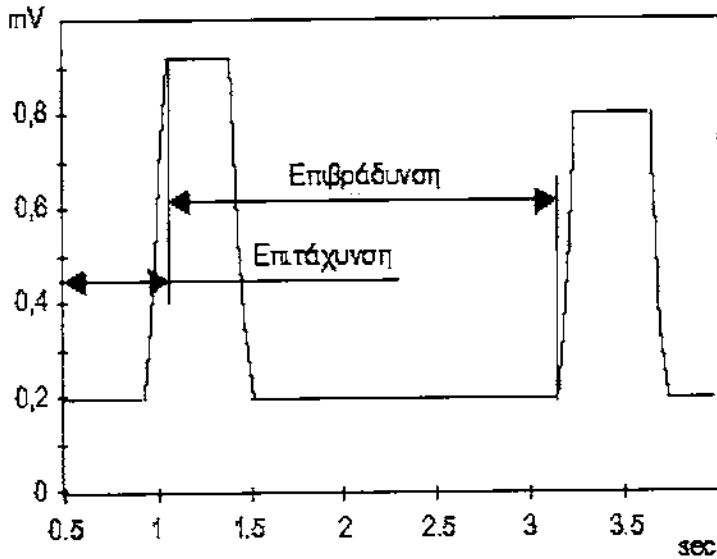
Διάγραμμα 7.2

Διακύμανση στο ρεύμα μέσα από το λήπτη Λάμδα ως προς το χρόνο

Εάν το δυναμικό παραμένει σταθερό υποδηλώνει ότι το σύστημα ρύθμισης δε λειτουργεί με τον καλύτερο τρόπο, οπότε πρέπει να διακρίνουμε εάν είναι ο λήπτης λάμδα που δε δουλεύει ή εάν ο εγκέφαλος δεν ανταποκρίνεται στα μηνύματα, είτε εξαιτίας ελαττώματος στη μονάδα ελέγχου, είτε εξαιτίας της λειτουργίας της μηχανής σε πρόγραμμα έκτακτης ανάγκης, είτε επειδή η μηχανή λειτουργεί έξω από τις συνθήκες που προγραμματίστηκαν από τον κατασκευαστή. Το πρόγραμμα του τελευταίου επιτρέπει στον εγκέφαλο να κάνει διορθώσεις μέσω του κλειστού συστήματος ρύθμισης αλλά αυτές περιορίζονται στο να μετατρέπει το μίγμα σε πλουσιότερο ή φτωχότερο.

## 7.2. Έλεγχος του λήπτη Λάμδα (λ)

Το να αποδείξουμε, ότι ο λήπτης Λάμδα λειτουργεί κανονικά ως ξεχωριστό εξάρτημα είναι πολύ περίπλοκο και απαιτεί ειδικό εξοπλισμό μετρήσεων που κοστίζει ιδιαίτερα. Η πραγματοποίηση όμως του τεστ με τον κατάλληλο εξοπλισμό μας επιτρέπει να είμαστε σίγουροι για τη σωστή λειτουργία του λήπτη ή να διαπιστώσουμε το οποιοδήποτε πιθανό πρόβλημα.



Διάγραμμα 7.3

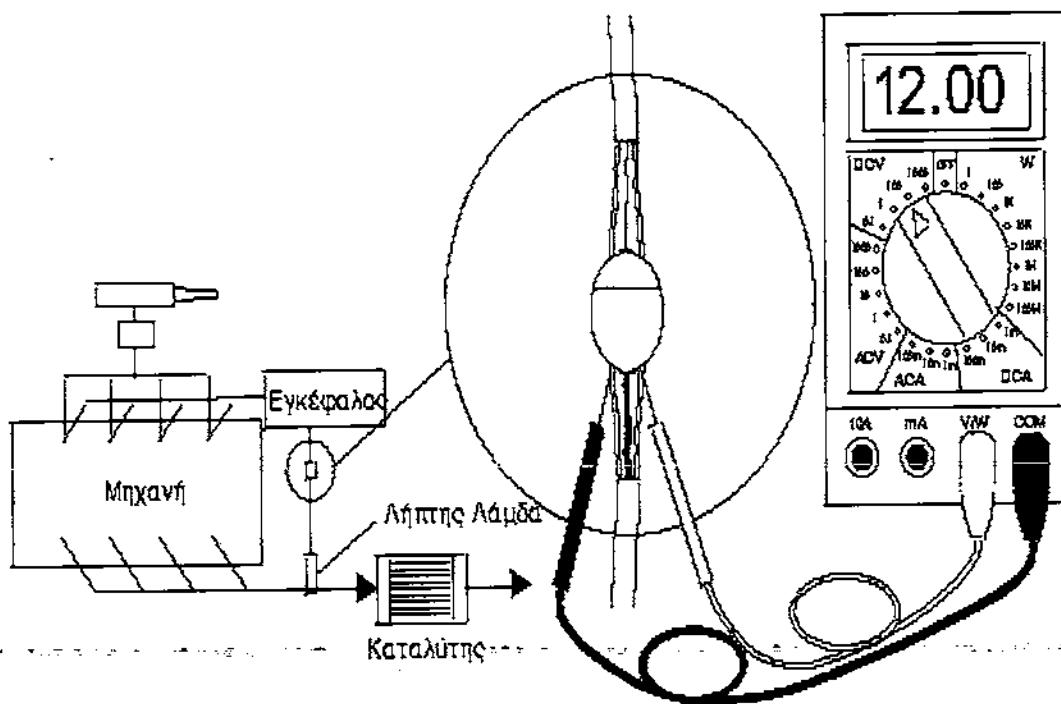
Μεταβολή του ρεύματος στο λήπτη Λάμδα ως προς το χρόνο κατά την απότομη επιτάχυνση

Πριν ξεκινήσουμε αυτά τα τεστ στο κλειστό σύστημα ρύθμισης πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η μηχανή βρίσκεται στη σωστή θερμοκρασία λειτουργίας. Η σύνδεση του πολύμετρου θα γίνει όπως περιγράφηκε παραπάνω, διατηρώντας αρχικά τη μηχανή στο ρελαντί. Για να βεβαιωθούμε ότι ο λήπτης στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο θα πρέπει να πατήσουμε απότομα το γκάζι και να το απελευθερώσουμε εξίσου ξαφνικά, επιτρέποντας στις στροφές να μειωθούν σταδιακά στο ρελαντί. Στην απότομη επιτάχυνση το μίγμα εμπλουτίζεται σύντομα και αυτός ο εμπλουτισμός θα πρέπει να γίνει αντιληπτός από το λήπτη λάμδα, ο οποίος θα στείλει ένα σήμα περίπου 0.8 volts.

## ➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

Με τον ίδιο τρόπο, απελευθερώνοντας το γκάζι και επιτρέποντας τις στροφές της μηχανής να μειωθούν φυσιολογικά, το μίγμα πρέπει να γίνει φτωχότερο για λίγα δευτερόλεπτα, κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης. Σε αυτό το διάστημα ο λήπτης θα πρέπει να στείλει ένα σήμα περίπου 0.2 volts. Εάν καμία μεταβολή στο δυναμικό δεν παρουσιαστεί κατά τη διάρκεια του ελέγχου, ο λήπτης λάμδα δεν στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο, αφού ο τελευταίος δεν αντιδρά στις διακυμάνσεις του μίγματος.

Αν ο λήπτης λάμδα λειτουργεί στην προθέρμανση, πριν είμαστε σίγουροι ότι έχει βλάβη, θα πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η εσωτερική αντίσταση προθέρμανσης λαμβάνει αρκετό ρεύμα ώστε να λειτουργήσει. Για να το ελέγξουμε αυτό θα συνδέσουμε το multimeter στα δύο καλώδια τροφοδοσίας για το λήπτη (συνήθως άσπρα) και θα ελέγξουμε την ένδειξη του μετρητή (διάγραμμα 7.4), έχοντας επιλέξει μια κατάλληλη κλίμακα. Η τροφοδοσία είναι συνήθως 12 volts, αν και υπάρχουν λήπτες που τροφοδοτούνται μέσω του εγκεφάλου και λειτουργούν σε δυναμικό 6 volts.



Διάγραμμα 7.4

Σχήμα των απαραίτητων συνδέσεων για τον έλεγχο της προθερμαντικής λειτουργίας

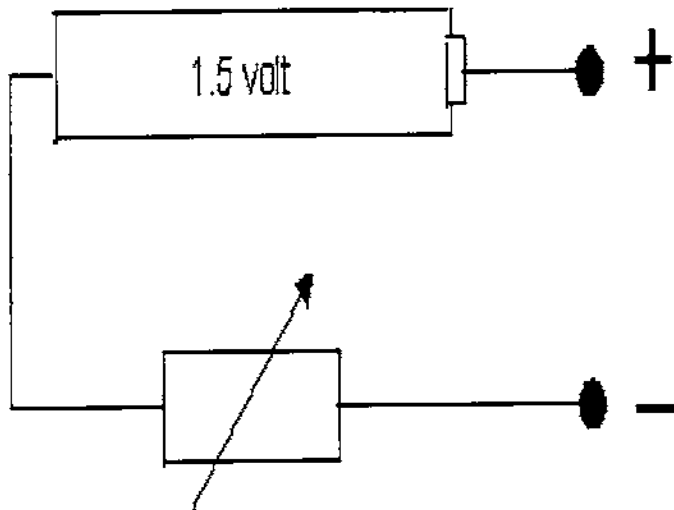
### 7.3. Έλεγχος της αντίδρασης του εγκεφάλου

Ο έλεγχος της αντίδρασης του εγκεφάλου είναι απαραίτητος, όταν έχουμε αποδείξει, ότι το σύστημα ρύθμισης δε λειτουργεί και ο λήπτης λάμδα είναι ελαττωματικός. Εάν ο λήπτης λάμδα λειτουργεί και δεν υπάρχει αντίδραση, τότε δεν υπάρχει καθόλου σύστημα ρύθμισης. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να ελέγξουμε την καλωδίωση προς τον εγκέφαλο πριν καταλήξουμε, ότι η βλάβη βρίσκεται σε αυτόν.

Για να ελέγξουμε αν υπάρχει αντίδραση του εγκεφάλου στα μηνύματα που δέχεται από τον λήπτη Λάμδα, πρέπει να δώσουμε εξομοιωμένα μηνύματα αυτού του είδους με εξωτερικά μέσα, για να δούμε αν ο εγκέφαλος θα ανταποκριθεί. Για να γίνει αυτό, αποσυνδέουμε το λήπτη λάμδα από το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου και συνδέουμε ένα ρευματοφόρο καλώδιο στο καλώδιο μηνυμάτων του λήπτη, το οποίο μας επιτρέπει να στέλνουμε ρεύμα στον εγκέφαλο.

Ο εγκέφαλος είναι προγραμματισμένος να δέχεται σήματα δυναμικού από το λήπτη λάμδα που ποτέ δεν ξεπερνούν τα 1.2 volts. Επομένως δε θα αντιδράσει σε μηνύματα υψηλότερου επιπέδου. Επιπλέον, κάθε σήμα πάνω από αυτό το επίπεδο θα μπορούσε να καταστρέψει τον ίδιο τον εγκέφαλο. Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε ένα απλό κύκλωμα εξομοίωσης σημάτων (διάγραμμα 7.5) το οποίο μας επιτρέπει να στέλνουμε στον εγκέφαλο σήματα περίπου 1 volt. Γι' αυτό το λόγο θα συνδέσουμε σε σειρά μια μπαταρία 1.5 volt και μια μεταβλητή αντίσταση έτσι που να μπορούμε να ρυθμίζουμε τα όρια στον εξομοιωτή για να επιτύχει παροχή ρεύματος 1 volt.

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)



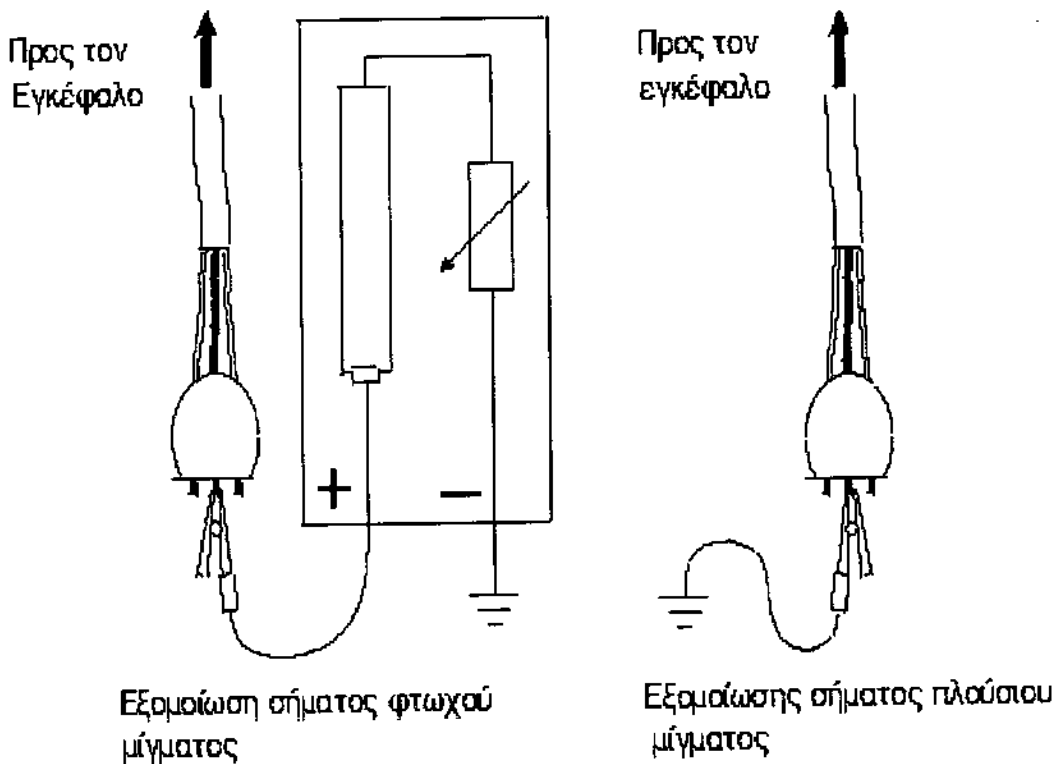
Διάγραμμα 7.5  
Κύκλωμα εξομοίωσης σημάτων

Το τεστ αυτό βασίζεται στο δυναμικό που θα μετρηθεί από το πολύμετρο ενώ θα ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης και θα φτάσει περίπου τις 1.500 σ.α.λ. Όσο αυξάνονται οι στροφές, τόσο πιο αισθητή θα είναι η μεταβολή στην ταχύτητα που θα παρατηρούμε κατά την εξομοίωση σημάτων, αλλά η προτεινόμενη ταχύτητα μηχανής θα μας δώσει αρκετά αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.

□ Εάν ενώ ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμιση, το πολύμετρο δείξει τάση λιγότερη από 0.4 volts, θα συνδέσουμε το θετικό ηλεκτρόδιο του κυκλώματος εξομοίωσης σημάτων με το καλώδιο σημάτων του λήπτη Λάμδα και θα γειώσουμε το αρνητικό πάνω στο σώμα του οχήματος. Με αυτόν τον τρόπο, ειδοποιούμε τον εγκέφαλο ότι το μίγμα είναι πλούσιο και θα πρέπει σταδιακά να γίνει φτωχότερο. Εάν ο εγκέφαλος ανταποκριθεί, θα πρέπει να παρατηρήσουμε μείωση των στροφών της μηχανής.

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor Λ)

□ Εάν ενώ ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης, το πολύμετρο δείξει τάση μεγαλύτερη από 0.4 volts, θα συνδέσουμε το καλώδιο σημάτων του λήπτη με το έδαφος, μέσω του σώματος του οχήματος. Με αυτόν τον τρόπο ειδοποιούμε τον εγκέφαλο ότι το μίγμα είναι φτωχό και πρέπει σταδιακά να εμπλουτιστεί. Εάν ο εγκέφαλος αντιδράσει, πρέπει να παρατηρήσουμε αύξηση στις στροφές της μηχανής.



Διάγραμμα 7.6

Εξομοίωση σημάτων του λήπτη-λάμδα.

Εάν, αφού έχουμε εκτελέσει αυτό το τεστ, ο εγκέφαλος δεν έχει αντιδράσει, δεν μπορούμε ακόμη να είμαστε σίγουροι ότι η μονάδα είναι ελαττωματική, αφού το πρόβλημα μπορεί να βρίσκεται στην καλωδίωση.

#### 7.4. Έλεγχος της καλωδίωσης

Για να ελέγξουμε την καλωδίωση από το λήπτη Λάμδα ως τον εγκέφαλο θα πρέπει να αποσυνδέσουμε και τα δύο συστήματα και να εξετάσουμε το ίδιο το καλώδιο χρησιμοποιώντας το πολύμετρο ως μετρητή Ωμ (αντίστασης).

Συνδέοντας έναν από τους πόλους του πολύμετρου στο καλώδιο σημάτων του λήπτη Λάμδα και τον άλλο στο αντίστοιχο καλώδιο του εγκεφάλου, η αντίσταση που θα μετρήσουμε πρέπει να είναι μηδενική.

Εάν η ένδειξη του πολύμετρου ήταν στο άπειρο, θα σημαίνει ότι το καλώδιο σημάτων ήταν κάπου σπασμένο. Από την άλλη, εάν υπήρχε κάποια ένδειξη αντίστασης, θα σήμαινε ότι το καλώδιο ήταν φθαρμένο και με δεδομένο ότι το σήμα του λήπτη Λάμδα ήταν πολύ χαμηλό, το σήμα θα χανόταν στην πορεία από το λήπτη Λάμδα ως τον εγκέφαλο, ο οποίος ποτέ δε θα το λάμβανε.

**ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΚΑΙ**  
**ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΙΡΕΧ 1 ΚΑΙ**  
**ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**





**ΒΗΜΑ 1 :** ΣΥΝΔΕΟΥΜΕ ΤΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ .



**ΒΗΜΑ 2 :** ΣΥΝΔΕΟΥΜΕ ΤΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟ ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ ΟΠΩΣ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΦΩΤΟ.





**ΒΗΜΑ 3 : ΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (Ενδείξεις οθόνης)**



**ΒΗΜΑ 4 : ΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΕΚΤΕΛΕΙ ΚΥΚΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**



**ΒΗΜΑ 5 : ΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗ**



**ΒΗΜΑ 6 : ΣΥΝΔΕΟΥΜΕ ΤΟ ΚΑΛΩΔΙΟ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΟΠΩΣ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΦΩΤΟ**



**ΒΗΜΑ 7 :** ΤΟ ΚΑΛΩΔΙΟ ΑΠ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΒΗΜΑ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΩΝ ΜΠΟΥΖΙ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΟ ΠΡΩΤΟ ΤΗ ΤΑΞΗ ΕΜΒΟΛΟ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ



**ΒΗΜΑ 8 :** ΣΥΝΔΕΟΥΜΕ ΤΟ ΕΝΑ ΑΚΡΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΜΑΣ ΟΠΩΣ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΦΩΤΟ



**ΒΗΜΑ 9 :** ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΜΕ ΣΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΤΟ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ



**ΒΗΜΑ 10 :** ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΤΑΝ Ο ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΡΕΛΑΝΤΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ



**ΒΗΜΑ 11 :** ΟΙ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΤΗΣ ΟΘΟΝΗΣ ΕΙΝΑΙ ΕΤΟΙΜΕΣ ΠΡΟΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ



**ΒΗΜΑ 12 :** ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΜΕ ΤΗΝ ΙΔΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΣΤΡΟΦΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΤΙΣ 3000 σ.α.λ



---

**ΠΙΝΑΚΕΣ**

**ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

**ΚΑΙ**

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

---



➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

Εταιρία κατασκευής – Μοντέλο	CO (ρελαντί)	CO (υψηλές στροφές)	HC (ρελαντί)	HC (υψηλές στροφές)	Συντελεστής λ
<b>FIAT 185</b>	0,40	0,30	45	80	1,01
<b>NISSAN ALMERA</b>	0,02	0,13	25	40	1,00
<b>HONDA CIVIC</b>	0,07	0,08	45	99	1,01
<b>OPEL CORSA</b>	0,20	0,30	120	100	1,02
<b>FIAT BRAVA</b>	0,50	0,30	120	81	1,01
<b>ROVER 75</b>	0,06	0,03	75	60	1,01
<b>ROVER R71</b>	0,50	0,30	85	75	1,01
<b>RENAULT MEGANE</b>	0,01	0,01	25	19	0,99
<b>SEAT AROSA</b>	0,01	0,20	100	95	1,00
<b>DAEWOO LANOS</b>	0,03	0,20	35	65	1,00
<b>V.W GOLF</b>	0,30	0,10	45	38	1,01
<b>FIAT PUNTO</b>	0,30	0,30	60	58	1,01
<b>MERCEDES C180</b>	0,01	0,01	10	10	1,00
<b>FORD MONDEO</b>	0,50	0,04	80	31	1,00
<b>FIAT STILO</b>	0,25	0,30	95	20	1,03
<b>FIAT MAREA</b>	0,50	0,01	90	20	1,01
<b>V.W POLO</b>	0,01	0,08	79	88	1,01
<b>OPEL VECTRA</b>	0,50	0,30	120	95	1,02
<b>HYUDAI L.C</b>	0,05	0,03	10	6	1,01
<b>OPEL CORSA*</b>	2,90	0,30	200	50	1,01
<b>FIAT SEICENTO</b>	0,10	0,30	120	100	1,03

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

<b>ROVER 414</b>	0,40	0,30	105	100	1,01
<b>FIAT PUNTO</b>	0,01	0,05	28	47	1,03
<b>SEAT IBIZA</b>	0,06	0,30	120	100	1,01
<b>MAZDA 323</b>	0,50	0,30	120	100	1,01
<b>DAEWOO NUBIRA</b>	0,50	0,30	35	20	1,02
<b>FIAT PUNTO</b>	0,05	0,03	48	35	1,02
<b>V.W GOLF</b>	0,05	0,04	25	15	1,01
<b>V.W POLO</b>	0,04	0,01	76	24	0,99
<b>MERCEDES E200</b>	0,02	0,01	35	30	1,01
<b>SMART</b>	0,03	0,02	40	30	1,01
<b>LADA NIVA</b>	0,50	0,30	110	89	1,03
<b>OPEL ZAFIRA</b>	0,40	0,30	80	90	0,99
<b>FIAT CINCUECENTO</b>	0,20	0,25	115	60	1,00
<b>FIAT SEICENTO</b>	0,30	0,20	85	70	1,01
<b>FIAT TIPO</b>	0,50	0,30	120	84	1,02
<b>B.M.W 316i</b>	0,40	0,07	79	53	0,99
<b>OPEL FRONTERA</b>	0,50	0,30	115	70	1,01
<b>ALFA ROMEO 146</b>	0,02	0,10	45	40	1,02
<b>V.W POLO</b>	0,05	0,01	97	74	1,01
<b>FIAT PUNTO</b>	0,28	0,17	65	41	1,01
<b>HYUNDAI EXCEL</b>	0,04	0,08	85	60	1,02
<b>RENAUL T MEGANE</b>	0,01	0,01	35	29	1,01
<b>CITROEN XSARA</b>	0,50	0,30	95	70	1,01

➤ Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)

<b>OPEL CORSA</b>	0,09	0,08	25	20	1,01
<b>TOYOTA COROLLA</b>	0,02	0,03	85	21	1,02
<b>SEAT AROSA</b>	0,04	0,20	80	74	0,99
<b>ALFA ROMEO 145</b>	0,30	0,20	90	80	1,00
<b>SUBARU FORESTER</b>	0,01	0,15	20	25	1,01

\* Στο συγκεκριμένο αυτοκίνητο οι εκπομπές καυσαερίων μετρήθηκαν εκτός ορίων.

Ο λόγος ΛΑΜΔΑ στα σύγχρονα καταλυτικά αυτοκίνητα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των τιμών  $0,98 < \lambda < 1,02$  ώστε να υπάρχει σωστή λειτουργία του κινητήρα και ως εκ τούτου οι εκπεμπόμενοι ρύποι να είναι εντός των ορίων.

Τα όρια εκπομπής καυσαερίων είναι :

**A ) ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ**

Έως 10 / '86 :

<b>CO ( ρελαντί )</b>	<b>4,5</b>
<b>CO ( υψηλές στροφές )</b>	<b>4,0</b>
<b>HC ( ρελαντί )</b>	<b>800</b>
<b>HC ( υψηλές στροφές )</b>	<b>700</b>

Έως σήμερα :

<b>CO ( ρελαντί )</b>	<b>3,5</b>
<b>CO ( υψηλές στροφές )</b>	<b>3,0</b>
<b>HC ( ρελαντί )</b>	<b>500</b>
<b>HC ( υψηλές στροφές )</b>	<b>400</b>

**B) ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ**

Με αισθητήρα λ :

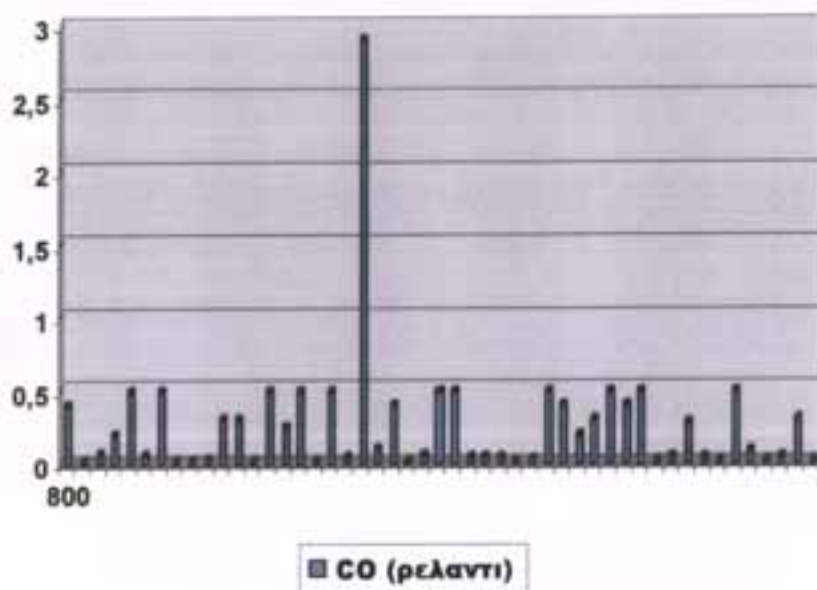
<b>CO ( ρελαντί )</b>	<b>0,5</b>
<b>CO ( υψηλές στροφές )</b>	<b>0,3</b>
<b>HC ( ρελαντί )</b>	<b>120</b>
<b>HC ( υψηλές στροφές )</b>	<b>100</b>

Χωρίς αισθητήρα λ :

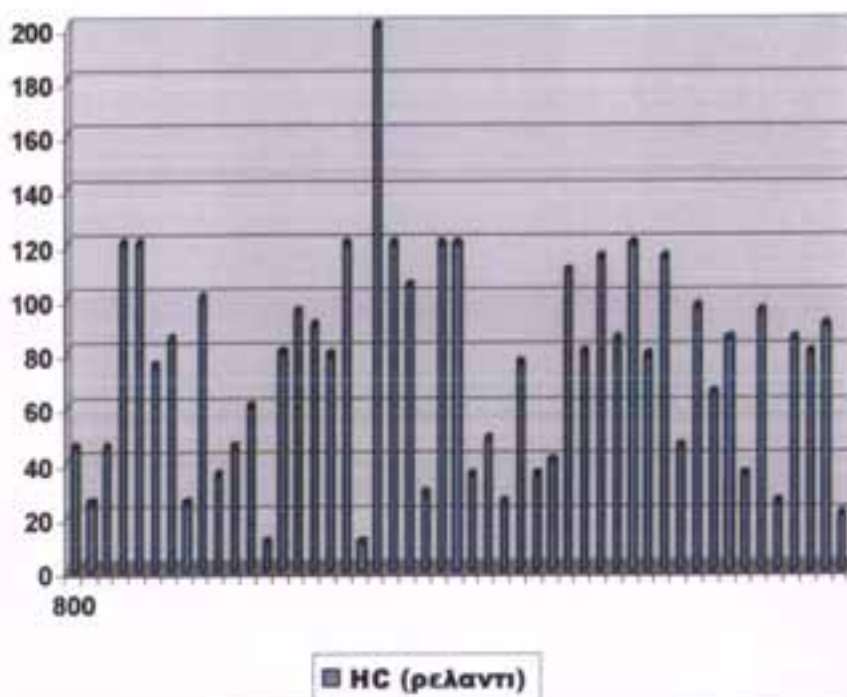
<b>CO ( ρελαντί )</b>	<b>1,2</b>
<b>CO ( υψηλές στροφές )</b>	<b>1,0</b>
<b>HC ( ρελαντί )</b>	<b>220</b>
<b>HC ( υψηλές στροφές )</b>	<b>200</b>

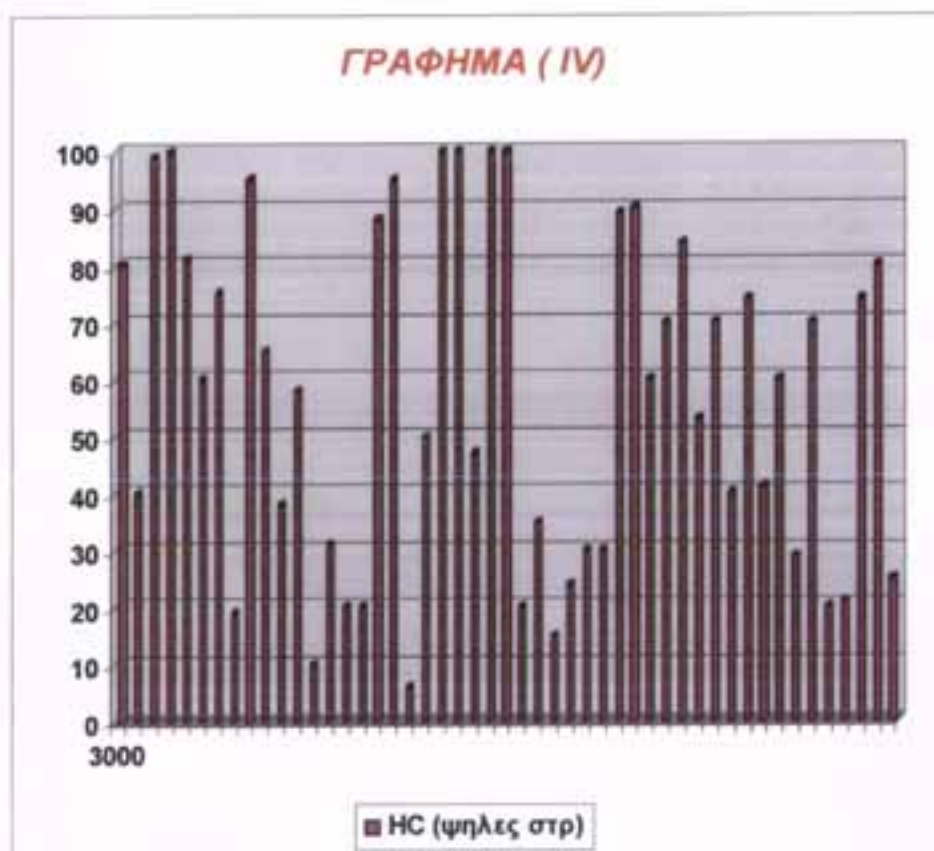
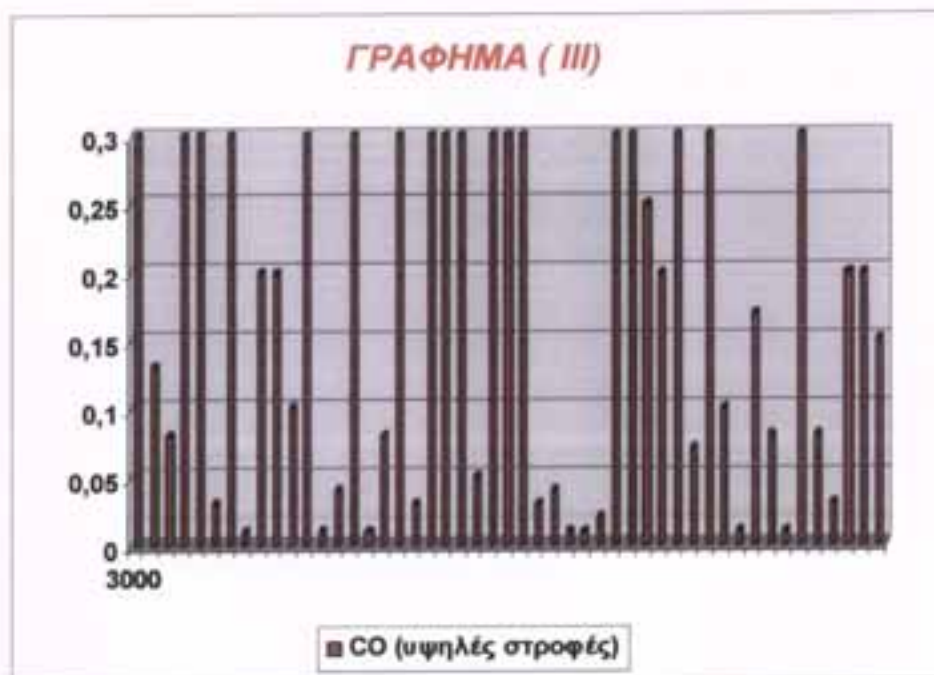
Οι παραπάνω μετρήσεις μας δόθηκαν ως βοήθεια στο θέμα της πτυχιακής μας απ τον συνάδελφο μηχανολόγο κ.κ. Ι.Κουρλαμπα τις υπηρεσίας Κ.Τ.Ε.Ο Πάτρας. Θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε για την βοήθεια του,την υπομονή του και την κατανόηση και γνώση του σε θέματα που μας φάνηκαν αρκετά χρήσιμα.

**ΓΡΑΦΗΜΑ (I)**



**ΓΡΑΦΗΜΑ (II)**





## **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

<< Θά' ρθει καιρός που ο καθαρός αέρας θα είναι είδος πολυτελείας. Η Χημεία της Φύσης περιμένει να της δώσουμε την ευκαιρία ν' αποκαταστήσει τις ισορροπίες >>.

**J. Priestley, ο χημικός που ανακάλυψε το οξυγόνο, 1733 - 1804**

Με αυτήν την φράση θα προσπαθήσουμε βάση της μελέτης που έγινε στις προηγούμενες σελίδες να κάνουμε κάποιες προτάσεις για μείωση των ρύπων καθώς και να δούμε τι επιπτώσεις έχουν στην καθημερινή αλλά και μελλοντική ζωή μας.

### **Η Όξινη Βροχή**

Υπεύθυνοι είναι, μαζί με τις καύσεις του πετρελαίου για θέρμανση, όλοι γενικά οι τύποι κινητήρων εσωτερικής καύσης που υπάρχουν για τα μεταφορικά μέσα και στη βιομηχανία. Το άζωτο (που μετατρέπεται στα οξείδια του αζώτου, NOx) υπάρχει στον ατμοσφαιρικό αέρα, που είναι παρών μαζί με το καύσιμο κατά την ανάφλεξη στο θάλαμο καύσης. Το θείο (που μετατρέπεται στα οξείδια του θείου) υπάρχει μέσα στο καύσιμο διότι είναι πολύ δύσκολο να απομακρυνθεί από τις ουσίες του πετρελαίου επειδή παρουσιάζει ισχυρότατη συγγένεια (χημικό δεσμό) με αυτές. Τα NOx στην ατμόσφαιρα (δυναμικές διεργασίες) καταλήγουν σε νιτρικό οξύ HNO<sub>3</sub> και τα οξείδια του θείου καταλήγουν σε θειικό οξύ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Αυτά όμως είναι τα δύο ισχυρότερα οξέα! Η όξινη βροχή καταστρέφει τα φύκη (αυτά που εμπλουτίζουν τα νερά του πλανήτη με οξυγόνο) αλλά όταν είναι ισχυρή μπορεί να προσβάλλει απ' ευθείας φυτικούς αλλά και ζωικούς οργανισμούς (παράδειγμα οι καταστροφές δασών της βόρειας και κεντρικής Ευρώπης).

### **Μεγαλύτερες προεκτάσεις**

Εκτός όμως από την τοξικότητα των ρύπων καθ' εαυτών, η χρήση του αυτοκινήτου έχει και άλλες τρεις εξαιρετικά σημαντικές συνέπειες. Η πρώτη αφορά στη συμβολή του στο ευρέα γνωστό πια φαινόμενο του Θερμοκηπίου, λόγω της μεγάλης εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα. Η δεύτερη συνιστά το πρόβλημα της υπολειμματικής τοξικότητας - έχουν ήδη αρχίσει να εφαρμόζονται τεχνολογίες για την ανάκτηση πρώτων υλών από τα «νεκροταφεία αυτοκινήτων», σοβαρά προβλήματα όμως μένουν άλυτα ενώ νέα δημιουργούνται από τη ρύπανση των νέων τεχνολογιών («ράβε ξήλωνε δουλειά να μη μας λείπει»).

Η τρίτη έχει να κάνει όχι με ό,τι βγαίνει από την έξοδο του κινητήρα ... αλλά με ό,τι μπαίνει στην είσοδό του - με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα. Ένα ξεκίνημα ενός αυτοκινήτου με έναν κινητήρα 1600 κυβ. εκατοστών καταναλώνει όσο οξυγόνο παράγει ένα δέντρο σε μια μέρα! Οι κάτοικοι των πόλεων ζουν κυριολεκτικά σε συνθήκες μειωμένου οξυγόνου! - μήπως είναι παράδοξο που μέσα σε ένα κυκλοφοριακό χάος ζητά κανείς να «αναπνεύσει», να ανασάνει βαθειά;

Αλλά το πράγμα έχει και μια άλλη διάσταση: το απόθεμα οξυγόνου της ατμόσφαιρας θεωρείται σήμερα «τεράστιο». Με ένα αρνητικό ισοζύγιο όμως, κατανάλωσης- παραγωγής (μηχανές - βλάστηση που συνεχώς λιγοστεύει) τι θα γίνει στο απώτερο μέλλον; Όταν μας λείψει το οξυγόνο, από πού θα το βρούμε;



### **Ένα κοινωνικό πρόβλημα**

Σε επίπεδο ΕΟΚ, από το έτος 2000 και σταδιακά ως το 2005 αναγγέλθηκε πως η μολυβδωμένη βενζίνη θα καταργηθεί εντελώς και η φορολογία του ΙΧ αυτοκινήτου θα αυξηθεί πάρα πολύ, με ταυτόχρονη και σταδιακή μετακύλισή της από την αγορά του στη χρήση του. (Τώρα τα έσοδα θα γίνουν «οικολογικά»...)

Στο πρόβλημα που εξετάζουμε έρχονται να προστεθούν και σημαντικές παραλείψεις από μέρους των συλλογικών φορέων, όπως για παράδειγμα οι κακές κυκλοφοριακές συνθήκες (οδικά δίκτυα), το κλείσιμο των δρόμων από τους ΟΤΑ (για την επιδιωκόμενη αποφυγή της κυκλοφορίας κλπ) και τα «σαμάρια» για την αποφυγή της μεγάλης ταχύτητας σε κατοικημένους χώρους - όλα αυτά προκαλούν επιβράδυνση των οχημάτων, συνεπώς μεγαλύτερη συνολική ρύπανση. Το πρόβλημα μάλιστα περιπλέκεται περισσότερο, αν δεν αγνοηθεί η βεβαιότητα ότι μια αναβάθμιση των οδικών συνθηκών θα οδηγούσε άμεσα σε αύξηση των οχημάτων! Επιτέλους ας ξεκαθαριστεί ότι πρέπει να διαλέξουμε: ή την πίτα ολόκληρη ή τον σκύλο χορτάτο.

Τα σύγχρονα κράτη και οι εταιρείες όχι μόνο δεν ασκούν μια πολιτική που να μην ευνοεί την αύξηση της χρήσης του αυτοκινήτου (αντιμετωπίζοντας έτσι το πρόβλημα στη γένεσή του) αλλά και επωμίζουν στον πολίτη όλο το βάρος, ουσιαστικό και οικονομικό, του κοινωνικού προβλήματος «αυτοκίνητο». Από τη μια πλευρά στο αντικειμενικό πρόβλημα της ρύπανσης το κράτος απουσιάζει (όπως αποδεικνύεται από την ανεπάρκεια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και Πολιτικής γενικά) από την άλλη ασκεί έντονη την παρουσία του σε κάθε εισπρακτική ευκαιρία, ως υποτιθέμενου τρόπου αντιμετώπισης του προβλήματος μέσα από τις πιέσεις μιας φορολογικής πολιτικής. (Μήπως ο λαός έχει δίκιο όταν λέει «ένοχος είναι ο κερδισμένος».)

Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να δράσουμε σε δύο επίπεδα:

- σε συλλογικό επίπεδο: ως πολίτες του σήμερα, προσπαθούμε να ενημερωθούμε και να ενημερώσουμε. Αγωνιζόμαστε και πιέζουμε για έρευνα πάνω σε ήπιες και καθαρές τεχνολογίες και για την εφαρμογή και καθιέρωσή τους στην πράξη. Αγωνιζόμαστε επίσης για την εισαγωγή μιας ουσιαστικής περιβαλλοντικής παιδείας στην εκπαίδευση, ούτως ώστε ο πολίτης του αύριο να μην αγνοεί τις συνέπειες των πράξεών του. Ο δρόμος περνά από τη μείωση της χρήσης του ΙΧ.
- σε προσωπικό επίπεδο: συνοψίζοντας, μπορούμε να φτιάξουμε τον ακόλουθο Δεκάλογο.

### Ο Δεκάλογος του Οικολογικού Οδηγού

1. Αν δεν έχω αυτοκίνητο, δεν επιδιώκω να αποκτήσω.
2. Αν έχω αυτοκίνητο, επιδιώκω να το χρησιμοποιώ όσο γίνεται λιγότερο. Η φύση με προίκισε με δυο πόδια δυνατά, με τα οποία μπορώ να βαδίζω ή να ποδηλατώ. Αυτό ωφελεί και τη δική μου υγεία, εκτός από την υγεία του πλανήτη και των άλλων. Η φύση με προίκισε επίσης και με ένα κεφάλι και πρέπει και αυτό να το χρησιμοποιώ.

3. Φροντίζω να είναι το αυτοκίνητό μου σε άριστη μηχανική κατάσταση.
4. Όταν θέλω να μετακινηθώ, επιδιώκω να αφήσω το αυτοκίνητο στο σπίτι
5. Αν πρέπει οπωσδήποτε να το χρησιμοποιήσω, ας πούμε λόγω καιρού ή σημαντικής απόστασης και έλλειψης χρόνου ή επειδή έχω να μεταφέρω φορτία, δεν ξεχνώ ποτέ τα παρακάτω:
6. Πριν ξεκινήσω, προθερμαίνω τον κινητήρα έστω για 2 - 3 λεπτά.
7. Αποφεύγω τη δύσκολη οδήγηση, σε ανώμαλους δρόμους και σε ακραίες κλιματικές συνθήκες. Προτιμώ δρόμους με τα λιγότερα φανάρια και την ελάχιστη κυκλοφορία. Αποφεύγω στάσεις και επιβραδύνσεις.
8. Προσέχω να μη σπάσω ποτέ το αυγό που πάντα βρίσκεται μεταξύ του ποδιού μου και του πεντάλ του γκαζιού.
9. Επιταχύνω ομαλά. Αποφεύγω τις αυξομειώσεις στο γκάζι. Προτιμώ τις μέσες έως υψηλές στροφές κινητήρα, τη σταθερή ταχύτητα οδήγησης, τις μεσαίες σχέσεις μετάδοσης, την «οικονομική ταχύτητα» του αυτοκινήτου. Τηρώ τους κανόνες οδικής συμπεριφοράς και δεν εμποδίζω την κυκλοφορία των άλλων.
10. Αποφεύγω να βάζω μπρος ένα καταλυτικό αυτοκίνητο «με ταχύτητα», με σπρώξιμο ή σε κατηφόρα.

Μια μελλοντική επιλυση του προβληματος είναι η χρηση υβριδικων αυτοκινητων που πρωτες οι εταιριες GM και TOYOTA εφεραν επαναστατικα στον χωρο του αυτοκινητου.

### **Στην τελική ευθεία για την παραγωγή υβριδικών αυτοκινήτων η GM**

Η General Motors σκοπεύει μέχρι το 2005 να έχει βγει από τη γραμμή παραγωγής το πρώτο αυτοκίνητο που θα χρησιμοποιεί την τεχνολογία κυψελών καυσίμου (fuel cell). Αυτό θα επιτευχθεί χάρη στη σημαντική τεχνολογική πρόοδο που σημείωσε η εταιρεία στο συγκεκριμένο τομέα τους τελευταίους μήνες.

Ο Byron McCormick, διευθυντής του τμήματος Global Alternative Propulsion Centre της GM, ανακοίνωσε ότι η εταιρεία του πραγματοποίησε με επιτυχία δοκιμές στην τωρινή γενιά επεξεργαστών βενζίνης, χρησιμοποιώντας ένα εξελιγμένο σύστημα καταλύτη που προσφέρει περισσότερο από 80% αποδοτικότητα.

Ο καταλύτης αυτός θα χρησιμοποιηθεί στην επόμενη γενιά του επεξεργαστή καυσίμου σε ένα Chevrolet S-10, το οποίο η GM σκοπεύει να παρουσιάσει στις αρχές του 2005. Ο επεξεργαστής θα είναι 50% ελαφρύτερος, ο μισός σε διαστάσεις σε σχέση με την προηγούμενη γενιά και θα τίθεται σε λειτουργία σε λιγότερο από τρία λεπτά, σε σύγκριση με αυτούς της προηγούμενης γενιάς που χρειάζονταν 12 με 15 λεπτά.

Παράλληλα, η GM σχεδιάζει να παρουσιάσει ένα ενιαίο σύστημα με τον προηγμένο επεξεργαστή καυσίμου και μία κυψέλη καυσίμου που θα αποδίδει 25KW. Η GM επέλεξε το σύστημα 25KW ως βάση, επειδή πλησιάζει τη συνολική αποδοτικότητα που απαιτείται για τη χρήση στα αυτοκίνητα.

"Χωρίς αμφιβολία, βρισκόμαστε στο σωστό δρόμο για να διαθέσουμε στην αγορά τις κυψέλες καυσίμου" δήλωσε ο Byron McCormick. "Αλλά θα πρέπει να συνεχίσουμε να εξελίσσουμε νέες τεχνολογίες. Χρειαζόμαστε φθηνότερα υλικά που δεν θα υστερούν σε αξιοπιστία και θα καλύπτουν τις απαιτήσεις των καταναλωτών. Χρειαζόμαστε επίσης αξιόπιστη και ασφαλή υποδομή που θα κάνει το υδρογόνο τόσο διαθέσιμο όσο η βενζίνη σήμερα".

Το πρόβλημα για την εφαρμογή της τεχνολογίας κυψελών καυσίμου ακούει στο όνομα αποθήκευση και ανεφοδιασμός, καθώς το υδρογόνο δεν είναι εύκολο στη χρήση του.

Ωστόσο, η GM πιστεύει ότι το υδρογόνο είναι το καύσιμο του μέλλοντος και γι' αυτόν το λόγο εξελίσσει επεξεργαστές βενζίνης ως γέφυρα μεταξύ των σημερινών κυψελών καυσίμου και των αυτοκινήτων που θα κινούνται με υδρογόνο στο μέλλον.

Ο νέος καταλύτης της GM λέγεται ότι έδωσε και τη λύση στο πρόβλημα που βασάνιζε τους μηχανικούς της, στο ότι δηλαδή καταστρέφονταν οι καταλύτες από τους κραδασμούς κατά την οδήγηση. Σε μια κυψέλη καυσίμου ο καταλύτης έχει καθοριστική σημασία, καθώς βοηθά στο να μετατραπεί το καύσιμο σε ηλεκτρισμό.

Ο νέος καταλύτης στηρίζεται σε μία κυψέλη που τον διατηρεί σταθερό, απορροφά τους κραδασμούς και δεν επιτρέπει να σπάσει. Η GM πραγματοποίησε εξαντλητικές δοκιμές στο σύστημα που διήρκεσαν συνολικά πάνω 1.000 ώρες χωρίς να μειωθεί η απόδοσή του.

Τέλος ένα σημαντικό κομμάτι για την μείωση των ρύπων της ατμόσφαιρας είναι και η σωστή αντικατάσταση και συντήρηση του ήδη υπάρχοντος καταλύτη

### **Αντικατάσταση Καταλύτη**

«Τσιμπίδα» για 150.000 ιδιοκτήτες αυτοκινήτων που υπολογίζεται ότι μπορεί να έχουν ήδη τοποθετήσει καταλύτη-«μαϊμού» στο όχημά τους ετοιμάζει το υπουργείο Μεταφορών. Σε υπουργική απόφαση που βρίσκεται στο τελικό στάδιο της υπογραφής και από το υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ, ορίζεται ότι κατά τη διαδικασία έκδοσης Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων (ΚΕΚ) δεν θα ελέγχονται μόνον τα καυσαέρια, αλλά και η ταυτότητα του καταλύτη.

Υπολογίζεται ότι σε όλη την Ελλάδα κυκλοφορούν ήδη 1.500.000 αυτοκίνητα που είναι εφοδιασμένα με καταλυτικό μετατροπέα από το εργοστάσιο κατασκευής. Τα οχήματα αυτά εισάγονται στη χώρα μας από το 1990 με καταλύτη, ο οποίος είναι εγκεκριμένος από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Υπό κανονικές συνθήκες, ένας καταλύτης λειτουργεί κανονικά μέχρι το αυτοκίνητο να συμπληρώσει 100.000 χιλιόμετρα και σε ορισμένες περιπτώσεις φθάνει τις 130.000 χιλιόμετρα.

Αν όμως δεν ακολουθούνται σωστά οι οδηγίες συντήρησης ή, παραδείγματος χάρη, τοποθετηθεί κάποτε βενζίνη με μόλυβδο, ο καταλύτης είναι δυνατόν να καταστραφεί ή να μειωθεί κατακόρυφα η διάρκεια ζωής του.

Σύμφωνα με τις προβλέψεις του ΟΔΔΥ, θα έπρεπε από το 1995 έως φέτος να έχουν αντικαταστήσει τον καταλύτη τους περίπου 450.000 αυτοκίνητα. Η αντικατάσταση του καταλύτη γίνεται είτε από την αντιπροσωπεία είτε από συνεργεία που μπορεί να είναι εξουσιοδοτημένα και το κόστος κυμαίνεται μεταξύ 150-250.000 δραχμών ανάλογα με τον τύπο του αυτοκινήτου.

Ομως, έως σήμερα δεν υπήρχε διαδικασία ελέγχου των καταλυτών που τοποθετούνται ή έχουν τοποθετηθεί. Σύμφωνα με εκτιμήσεις αρμοδίων παραγόντων του υπουργείου Μεταφορών, υπάρχουν ενδείξεις για την κυκλοφορία περίπου 150.000 καταλυτών που δεν είναι εγκεκριμένου τύπου (κοινώς «μαϊμούδες»).

Οι «μαϊμούδες» πιθανολογείται ότι έχουν τοποθετηθεί σε μη εξειδικευμένα συνεργεία τα οποία διαθέτουν στην αγορά καταλύτες, υποστηρίζοντας ότι είναι κατασκευασμένοι ώστε να ταιριάζουν σε κάθε τύπο οχήματος.

Ο αριθμός των «μαϊμούδων» κινδυνεύει να αυξηθεί τα ερχόμενα χρόνια καθώς οι καταλύτες όλο και περισσότερων αυτοκινήτων θα εξαντλούν τη διάρκεια ζωής τους. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΔΔΥ, 200.000 οχήματα θα πρέπει να αντικαταστήσουν τον καταλύτη τους μέσα στο έτος 2000 ενώ ο ετήσιος αριθμός αυξάνεται για να φθάσει το έτος 2005 στα 250.000 οχήματα. Εγείρεται όμως το ερώτημα: Γιατί να ελέγχεται η γνησιότητα του καταλύτη από τη στιγμή που ελέγχεται η εκπομπή των ρύπων κάθε χρόνο όποτε εκδίδεται ΚΕΚ; Αφού δηλαδή ο καταλύτης λειτουργεί σωστά και εκπέμπει σωστά καυσαέρια, τι σημασία έχει αν είναι «μαϊμού»; Η απάντηση βρίσκεται στη μικρή διάρκεια ζωής ενός καταλύτη μη εγκεκριμένου, αλλά και στα παράπονα που εκφράζουν οι κατασκευαστές εγκεκριμένων καταλυτών.

Σύμφωνα πάντως με το υπουργείο Μεταφορών, το μέτρο συμβάλλει στην οδική ασφάλεια και την προστασία του περιβάλλοντος και δίνει επιτέλους λύση στο αδιέξοδο με την έλλειψη ελέγχων για τους καταλύτες.

Το υπουργείο ετοιμάζεται επίσης να εντείνει τους ελέγχους για ΚΕΚ που θα έπρεπε να γίνονται στο δρόμο. Με την έγκριση από το υπουργείο Εμπορίου προμήθειας 20 αυτοκινήτων βαν που εκκρεμούσε εδώ και τρία χρόνια, προβλέπεται ότι από τον ερχόμενο Σεπτέμβριο θα κυκλοφορούν καθημερινά στους δρόμους 25 κινητές μονάδες που θα ελέγχουν αν το αυτοκίνητο διαθέτει Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων και αν ισχύουν όσα αναγράφονται σε αυτή

➤ *Αναλυτής Καυσαερίων (Sensor λ)*

(πρόστιμο σε διαφορετική περίπτωση 20.000 και υποχρεωτικός επανέλεγχος).  
Εως σήμερα υπήρχαν ελάχιστες μονάδες που σπανίως έβγαιναν στο δρόμο διότι δεν υπήρχε υπάλληλος ή διαθέσιμο αστυνομικό όργανο ενώ πρόσφατα μια από τις μονάδες που διέθετε το υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ ετέθη εκτός κυκλοφορίας επειδή τα μέλη της συνελήφθησαν για χρηματισμό.

Αν χρειασθεί να αλλάξετε τον καταλύτη (καταλυτικό μετατροπέα) του αυτοκινήτου σας, θα πρέπει ο νέος καταλύτης που θα εγκατασταθεί, να είναι εγκεκριμένος, είτε σαν αρχικός καταλύτης (εργοστασιακός) είτε σαν καταλύτης αντικατάστασης (ισοδύναμος).

Αυτό προβλέπεται από τον Κανονισμό 103 του Ο.Η.Ε. και την 98/77/ΕΚ Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που η χώρα μας εναρμονίσθηκε με την Υπουργική Απόφαση 5535/459/99.

**Μετατροπή αυτοκινήτων παλαιάς τεχνολογίας σε καταλυτικά**

**Χαρακτηρισμός αυτοκινήτων ως ανηρρυπαντικής τεχνολογίας με την εκ των υστέρων τοποθέτηση καταλυτικού μετατροπέα (Retrofit)**

**Σχετική νομοθεσία:**

ΚΥΑ 56818/395/93 (ΦΕΚ 100Β/92)

Ν. 2052/92

Οδηγία 88/76 της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΥΑ Φ50/94474/4556/1.11.94

---

**Αρμόδια Υπηρεσία**

Υπηρεσία Μεταφορών και Επικοινωνιών της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης που έχει εκδόσει την άδεια κυκλοφορίας του προς μετατροπή αυτοκινήτου.



## Δικαιολογητικά

- Η άδεια κυκλοφορίας του επιβατικού αυτοκινήτου.
- Τιμολόγιο αγοράς του καταλύτη ή και του φίλτρου ενεργού άνθρακα.
- Έγκριση τύπου του καταλυτικού μετατροπέα ή και του φίλτρου ενεργού άνθρακα από την Διευθ. Τεχν. Οχημάτων του ΥΜΕ. (Χορηγείται αφού υποβληθούν τα παρακάτω δικαιολογητικά)
  - 1 - Αίτηση του ενδιαφερόμενου
  - 2 - Έγκριση τύπου του καταλυτικού μετατροπέα ή και του φίλτρου ενεργού άνθρακα από χώρα μέλος της Ε.Ε. η οποία να περιλαμβάνει στοιχεία όπως - τεχνική περιγραφή, σχέδιο, τύπος κλπ.
  - 3 - Πιστοποιητικό καυσαερίων της Διεύθυνσης Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων
- Βεβαίωση εξουσιοδοτημένου συνεργείου για έκδοση Κ.Ε.Κ. με την οποία θα βεβαιώνεται ότι τοποθετήθηκε ο καινούργιος καταλυτικός μετατροπέας ή και το φίλτρο ενεργού άνθρακα.
- Βεβαίωση ΚΤΕΟ για την τοποθέτηση του καινούργιου καταλυτικού μετατροπέα ή και του φίλτρου ενεργού άνθρακα, και για της εκπομπές καυσαερίων του συγκεκριμένου οχήματος.

## Διαδικασία

Ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει στην Υπηρεσία Μεταφορών και Επικοινωνιών της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης που έχει εκδόσει την άδεια κυκλοφορίας του προς μετατροπή αυτοκινήτου τα παραπάνω δικαιολογητικά.

Με βάση τα δικαιολογητικά της προηγούμενης παραγράφου η Υπηρεσία Μεταφορών και Επικοινωνιών σφραγίζει την ισχύουσα άδεια κυκλοφορίας με την ένδειξη " αντιρρυπαντικής τεχνολογίας " και ενημερώνει σχετικά την αρμόδια ΔΟΥ για τον χαρακτηρισμό του αυτοκινήτου σύμφωνα με τις διατάξεις της παρ. 5 του άρθρου 2 του Ν. 2052/92.

## Πίσω σε Άδειες κυκλοφορίας (όλες οι περιπτώσεις)

▪ **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ**

- Περιοδικό αυτοκινήτου Auto motor & sport
- Περιοδικό αυτοκινήτου 4 Τροχοί
- Ιστοσελίδες διαδικτιου [www.google.com](http://www.google.com)
- Ιστοσελίδες διαδικτιου [www.in.gr](http://www.in.gr)
- Κίσκες Κεθαλάς - << Οδύνηνες >>

➤ Αναλυτής Καυσάθριων (Sensor A)

# *IPEX 1*



# *MANUAL*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΟΘΟΝΗΣ.....
2.	ΚΥΡΙΑ ΟΘΟΝΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ.....
	<i>2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΟΘΟΝΗΣ ΕΠΙΛΟΓΩΝ....</i>
3.	ΟΘΟΝΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....
4.	ΟΘΟΝΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ Σ.Α.Λ. ΤΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ.....
5.	ΟΘΟΝΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....
6.	ΟΘΟΝΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ.....
7.	ΟΘΟΝΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....
8.	ΟΘΟΝΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΕΝΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ.....
9.	ΜΕΝΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ.....
	<i>9.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ.....</i>
10.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ.....
	<i>10.1 ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....</i>
11.	ΡΥΘΜΙΣΗ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑΣ / ΩΡΑΣ.....
12.	ΜΕΝΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ.....
	<i>12.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΝΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ.....</i>
13.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ.....
14.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ ΗC.....
15.	ΟΘΟΝΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΚΕΦΑΛΙΔΑΣ.....
16.	ΟΘΟΝΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ).....
	<i>16.1 ΠΕΔΙΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ.....</i>
17.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ).....
18.	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....
	<i>18.1 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ.....</i>
	<i>18.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ-ΝΟ.....</i>
19.	ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ .....
20.	ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ.....

## 1 ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΟΘΟΝΗΣ

Η αντίθεση της οθόνης υγρών κρυστάλλων (LCD) μπορεί να ρυθμιστεί καθώς το όργανο μέτρησης δείχνει το Irex στην θέση on. Πατήστε το πλήκτρο **F1** για να μειώσετε το επίπεδο αντίθεσης ή πατήστε το πλήκτρο **F2** για να την αυξήσετε. Πατώντας οποιοδήποτε πλήκτρο, το Irex αποθηκεύει το επίπεδο αντίθεσης και επιστρέφει στην κύρια οθόνη επιλογών.

## 2 ΚΥΡΙΑ ΟΘΟΝΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ

Η οθόνη έχει 4 ή 5 εικονίδια προς επιλογή τα οποία επιτρέπουν την αλλαγή σε διαχείριση οργάνων ή σε οθόνη μέτρησης και ρύθμισης.

### 2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΟΘΟΝΗΣ ΕΠΙΛΟΓΩΝ



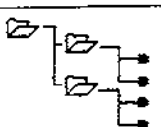
Οθόνη μέτρησης: επιτρέπει την εκτέλεση της ανάλυσης των καυσαερίων του οχήματος



Μενού επιλογών διάγνωσης: Εισάγει στα διαγνωστικά τεστ των εξαρτημάτων του οχήματος



Οθόνη ρύθμισης ημερομηνίας / ώρας: Επιτρέπει την ρύθμιση της εσωτερικής ημερομηνίας και ώρας του Irex1.



Μενού επιλογών για προχωρημένους: οδηγεί στο μενού διαχείρισης του Irex.



Οθόνη διαδικασιών: όταν είναι ενεργή, επιτρέπει την ενεργοποίηση μίας διαδικασίας μέτρησης η οποία απαιτείται από τους διεθνείς κανονισμούς.


Για την επιλογή ενός εικονιδίου, πατήστε το πλήκτρο **←** ή το πλήκτρο **→** έως ότου το επιθυμητό εικονίδιο υπογραμμισθεί, έπειτα πατήστε **ENTER** για να εμφανισθεί η σχετική οθόνη.

## 3 ΟΘΟΝΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

**Σημείωση:** Τοποθετήστε το όργανο μέτρησης σε οριζόντια επιφάνεια πριν από μία νέα μέτρηση.


Πριν από την εμφάνιση της οθόνης μέτρησης, το Irex εκτελεί μία ρουτίνα μηδενισμού και, εάν απαιτείται, προθερμαίνει τον αγωγό εκπομπής.


Η οθόνη μέτρησης μπορεί να εμφανίσει έως έξι αριθμητικά πεδία. Κάθε πεδίο μπορεί να ρυθμιστεί να εμφανίζει την τιμή ενός συγκεκριμένου αερίου ή μία τιμή υπολογισμού (όπως η AFR).


Η επιλογή δεδομένων ενεργοποιείται πατώντας το πλήκτρο **F3**, το οποίο είναι σημειωμένο με την εικόνα 

Το μενού επιλογής δεδομένων δείχνει ποιο αέριο ή υπολογισμένη τιμή εμφανίζεται στην επιλεγμένη θέση. Χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα ↑ ή ↓ για να μετακινηθείτε από την μία θέση στην επόμενη και τα πλήκτρα ← ή → για να επιλέξετε το επιθυμητό αέριο ή υπολογισμένη τιμή.

Για να επιστρέψετε στην οθόνη μέτρησης χωρίς να αποθηκευθεί η τροποποίηση, πατήστε το πλήκτρο **F3**. Για την αποθήκευση των επιλογών και επιστροφή, πατήστε το πλήκτρο **ENTER** ή **ESC**.

Πατήστε το πλήκτρο **F4** το οποίο είναι σημειωμένο με την εικόνα , για να εισέλθετε στην οθόνη εισαγωγής δεδομένων. Τα ακόλουθα δεδομένα μπορούν να αποθηκευθούν εδώ: αριθμός κυκλοφορίας οχήματος, τύπος, έτος κατασκευής και χιλιόμετρα που διένυσε. Είναι επίσης δυνατό να εισάγετε το όνομα του χειριστή. Επιλέξτε το πεδίο το οποίο επιθυμείτε να συμπληρώσετε με τα πλήκτρα ↑ ή ↓, έπειτα πατήστε το πλήκτρο → για να ανοίξετε το παράθυρο του επιλεγμένου πεδίου (βλ. παρ. 5).

Πατήστε το πλήκτρο **F2** το οποίο είναι σημειωμένο με την εικόνα  ←, για να τυπώσετε τις τρέχουσες τιμές μέτρησης, μαζί με τα δεδομένα του οχήματος και του συνεργείου (βλ. παρ. 15).

Πατήστε το πλήκτρο **F1** το οποίο είναι σημειωμένο με την εικόνα  →, για να οδηγηθείτε στην οθόνη καταγραφής (βλ. παρ. 6).

#### **4 ΟΘΟΝΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ Σ.Α.Λ. ΤΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ**

Στη οθόνη ρύθμισης είναι επίσης δυνατό να θέσετε τον διαχωριστή για τον υπολογισμό των Σ.Α.Λ.

Πατήστε το πλήκτρο **C** για να εισέλθετε στην οθόνη ρύθμισης, έπειτα χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα **F1** και **F4** για να θέσετε την σωστή τιμή του διαχωριστή.

Πατήστε τα πλήκτρα **ENTER** ή **ESC** για να επιστρέψετε στην οθόνη μέτρησης.

#### **5 ΟΘΟΝΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Στην επάνω πλευρά αυτής της οθόνης είναι τοποθετημένη η ετικέτα του πεδίου προς συμπλήρωση και το πεδίο όπου θα εισαχθεί το κείμενο.

Στο κέντρο της οθόνης υπάρχει ένας πίνακας με όλους τους πιθανούς χαρακτήρες. Χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα κατεύθυνσης για να επιλέξετε έναν χαρακτήρα και το πλήκτρο **F4** για να τον εισάγετε.

Για να ακυρώσετε τον τελευταίο χαρακτήρα πατήστε το πλήκτρο **F1**.

Για να διαγράψετε ολόκληρο το κείμενο πατήστε το πλήκτρο **C**.

Για να κλείσετε την οθόνη εισαγωγής στοιχείων, αποθηκεύοντας το επιλεγμένο κείμενο, πατήστε το πλήκτρο **ENTER**.

Για να κλείσετε την οθόνη εισαγωγής στοιχείων, χωρίς να αποθηκεύσετε το επιλεγμένο κείμενο, πατήστε το πλήκτρο **ESC**. Έτσι, το κείμενο που ήταν ήδη αποθηκευμένο, παραμένει.

#### **6 ΟΘΟΝΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ**

Η οθόνη καταγραφής χωρίζεται σε δύο τμήματα: στο άνω τμήμα εμφανίζονται τα αέρια που αποθηκεύονται και στο κάτω μέρος πληροφορίες για την πρόοδο καταγραφής.

Η διάρκεια της καταγραφής φθάνει έως και τα 30 λεπτά, με ρυθμό μίας μέτρησης ανά δευτερόλεπτο. Καταγράφονται οι συγκεντρώσεις των παρακάτω αερίων: CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO, O<sub>2</sub> μαζί με τις υπολογισμένες παραμέτρους: Σ.Α.Λ., εξουδετερωμένο CO, Lambda, AFR και θερμοκρασία λιπαγτικού.

Όλα τα στοιχεία αποθηκεύονται στην μνήμη flash του Ipex ώστε να είναι διαθέσιμες αφού το όργανο μέτρησης κλείσει. Μόνο ένα στοιχείο μπορεί να αποθηκευθεί κάθε φορά.

Πατώντας το πλήκτρο **F2** ανοίγει το παράθυρο προβολής γραφημάτων για να δείτε τα καταγεγραμμένα στοιχεία (βλ. παρ. 7).

Για την έναρξη μίας νέας καταγραφής πατήστε το πλήκτρο **F1**. Εάν μία προηγούμενη καταγραφή είναι αποθηκευμένη στην μνήμη flash, το όργανο μέτρησης θα ζητήσει την επιβεβαίωση του χειριστή για την διαγραφή του. Για να απαντήσετε πατήστε τα πλήκτρα **YES** / **NO** ή τα πλήκτρα **F4** / **F3**.

Έπειτα από την επιβεβαίωση, το Ipex θα αρχίσει να καταγράφει στοιχεία έως ότου πατηθεί το πλήκτρο **F1**, ή έως την συμπλήρωση των 30 λεπτών καταγραφής.

#### **7 ΟΘΟΝΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ**

Αυτό το παράθυρο επιτρέπει την απεικόνιση των καταγεγραμμένων στοιχείων της προηγούμενης οθόνης σε γραφική μορφή.

Για να δείτε το γράφημα ενός αερίου, επιλέξτε ένα από τα δύο εμφανιζόμενα γραφήματα, πατώντας τα πλήκτρα  $\uparrow$  και  $\downarrow$  έως ότου τονισθεί η ετικέτα "Graph 1" ή "Graph 2". Έπειτα, πατήστε το πλήκτρο **F2** έως ότου εμφανισθεί η επιθυμητή παράμετρος. Ταυτόχρονα, απεικονίζεται το σχετικό γράφημα. Τα γραφήματα απεικονίζονται με την ακόλουθη σειρά: CO  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$  HC  $\rightarrow$  NO  $\rightarrow$  O<sub>2</sub>  $\rightarrow$  σ.α.λ.  $\rightarrow$  εξουδετερωμένο CO  $\rightarrow$  Lambda  $\rightarrow$  AFR  $\rightarrow$  θερμοκρασία λιπαντικού  $\rightarrow$  CO...

Είναι δυνατή η απεικόνιση μίας διάρκειας καταγραφής έως 9 λεπτά. Η κύλιση της καταγραφής εμπρός και πίσω πραγματοποιείται με τα πλήκτρα  $\leftarrow$  και  $\rightarrow$ . Για την μεγέθυνση ή σμίκρυνση του γραφήματος χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα **F3** και **F4**.

Για πιο λεπτομερή προβολή του γραφήματος είναι δυνατόν να αλλάξετε σε προβολή ενός γραφήματος. Επιλέξτε ένα από τα δύο εμφανιζόμενα γραφήματα, πατώντας τα πλήκτρα  $\uparrow$  και  $\downarrow$  έως ότου τονισθεί η ετικέτα "Graph 1" ή "Graph 2", έπειτα πατήστε το πλήκτρο **F1**.

## **8 ΟΘΟΝΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ**

Αυτή η οθόνη είναι πρακτικά ίδια με την άλλη οθόνη προβολής γραφημάτων, με την μόνη διαφορά ότι μόνο ένα γράφημα απεικονίζεται.

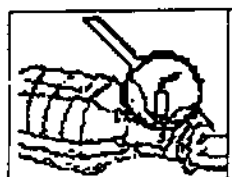
Χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα  $\leftarrow$  και  $\rightarrow$  για να επιλέξετε την παράμετρο προς προβολή.

Τα γραφήματα απεικονίζονται με την ακόλουθη σειρά: CO  $\rightarrow$  CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$  HC  $\rightarrow$  NO  $\rightarrow$  O<sub>2</sub>  $\rightarrow$  σ.α.λ.  $\rightarrow$  εξουδετερωμένο CO  $\rightarrow$  Lambda  $\rightarrow$  AFR  $\rightarrow$  θερμοκρασία λιπαντικού  $\rightarrow$  CO...

## **9 ΜΕΝΟΥ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ**

Αυτό το μενού περιλαμβάνει διαδικασίες οι οποίες κάνουν την διάγνωση της βλάβης της εξάτμισης του οχήματος εύκολη.

### **9.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΜΕΝΟΥ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ**



Διαδικασία ελέγχου της απόδοσης του καταλύτη

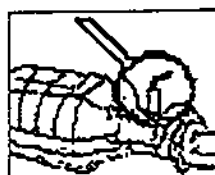
### **10 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Η διαδικασία αυτή οδηγεί τον χρήστη στον υπολογισμό της απόδοσης του καταλύτη και αποτελείται από τρία βήματα τα οποία απεικονίζονται σε τρία διαφορετικά παράθυρα.

Τα παράθυρα είναι:

- **Μέτρηση αερίων μετά από τον καταλύτη:** Σε αυτό το παράθυρο καταγράφονται τα στοιχεία τοποθετώντας τον μετρητή μετά από τον καταλύτη. Τα στοιχεία που καταγράφονται είναι: CO σε % ποσοστό όγκου, CO<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου, HC σε ppm, O<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου, Lambda και AFR.
- **Μέτρηση αερίων πριν από τον καταλύτη:** Σε αυτό το παράθυρο καταγράφονται τα στοιχεία τοποθετώντας τον μετρητή πριν από τον καταλύτη. Τα στοιχεία που καταγράφονται είναι: CO σε % ποσοστό όγκου, CO<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου, HC σε ppm, O<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου.
- **Υπολογισμός απόδοσης:** Σε αυτό το παράθυρο οι τιμές απόδοσης του καταλύτη υπολογίζονται και προβάλλονται. Είναι επίσης δυνατή η εκτύπωση του αποτελέσματος.

#### **10.1 ΕΚΤΕΛΩΝΤΑΣ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ**

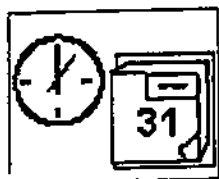


Για την εκτέλεση του ελέγχου, εισάγετε τον μετρητή αερίου μετά από τον καταλύτη και επιλέξτε το εικονίδιο ελέγχου στο αριστερό μέρος του μενού Διάγνωσης, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**.

1. Πριν από την προβολή της οθόνης μέτρησης, το Irex εκτελεί μία διαδικασία μηδενισμού και, εάν χρειάζεται, ζεσταίνει τον αγωγό εκπομπής. Στην πρώτη οθόνη μέτρησης, προβάλλονται οι ακόλουθες τιμές αερίων και παράμετροι: CO σε % ποσοστό όγκου, CO<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου, HC σε ppm, O<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου, Lambda και AFR. Περιμένετε έως ότου οι τιμές να σταθεροποιηθούν, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER** για να προχωρήσετε στο επόμενο βήμα. Για να ακυρώσετε τον έλεγχο, πατήστε το πλήκτρο **ESC**.
2. Η δεύτερη οθόνη εμφανίζεται. Αφαιρέστε τον μετρητή αερίου και τοποθετήστε τον στην υποδοχή που υπάρχει πριν από τον καταλύτη (εάν δεν υπάρχει υποδοχή, αφαιρέστε τον καταλύτη). Στην δεύτερη οθόνη μέτρησης προβάλλονται οι ακόλουθες τιμές αερίων και παράμετροι: CO σε % ποσοστό όγκου, CO<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου, HC σε ppm, O<sub>2</sub> σε % ποσοστό όγκου. Περιμένετε έως ότου οι τιμές σταθεροποιηθούν, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER** για να προχωρήσετε στο επόμενο βήμα. Για να ακυρώσετε τον έλεγχο, πατήστε το πλήκτρο **ESC**.
3. Η τρίτη οθόνη προβάλλει στο άνω τμήμα την συγκέντρωση των CO, HC και O<sub>2</sub> πριν και μετά από τον καταλύτη μαζί με την τιμή απόδοσης του καταλύτη. Στο κάτω τμήμα οι τιμές των Lambda και AFR – από την καταλυτική μετατροπή των αερίων καύσης προβάλλονται σε μορφή γραμμής. Για την εκτύπωση του αποτελέσματος πατήστε το πλήκτρο F3. Για να ακυρώσετε τον έλεγχο πατήστε το πλήκτρο **ENTER** ή **ESC**.

**Αποτίμηση των αποτελεσμάτων:** βαθμός μείωσης ρυπογόνων (CO και HC). Κάθε όχημα εφοδιασμένο με καταλύτη θα πρέπει να έχει βαθμό μείωσης ρυπογόνων όχι μικρότερο από 50%. Η τιμή Lambda οχήματος εξοπλισμένου με τριοδικό καταλύτη με αισθητήρα O<sub>2</sub> πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0.97 και 1.04 (ενώ η τιμή AFR μεταξύ 14.2 και 15.1).

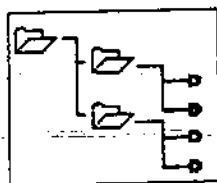
## **11 ΡΥΘΜΙΣΗ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑΣ / ΩΡΑΣ**



Η οθόνη αυτή σας επιτρέπει να θέσετε την σωστή εσωτερική ημερομηνία και ώρα του Irex. Για να ανοίξετε το παράθυρο αυτό, επιλέξτε το εικονίδιο στο αριστερό τμήμα, από το κυρίως μενού, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**. Το παράθυρο ρύθμισης παρουσιάζει τα ακόλουθα πεδία: ώρα, λεπτά, έτος μήνας ημέρα.

Όλες οι τιμές αναφέρονται στην τρέχουσα εσωτερική ημερομηνία και ώρα του Irex. Χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα **↑** και **↓** για να μετακινηθείτε από την μία θέση στην άλλη και τα πλήκτρα **←** και **→** για να επιλέξετε την επιθυμητή τιμή. Για να κλείσετε το παράθυρο ρύθμισης ημερομηνίας / ώρας, αποθηκεύοντας την επιλεγμένη ημερομηνία / ώρα, πατήστε το πλήκτρο **F2** ή **ENTER**. Για να κλείσετε το παράθυρο ρύθμισης ημερομηνίας / ώρας, χωρίς να αποθηκεύσετε την επιλεγμένη ημερομηνία / ώρα, πατήστε το πλήκτρο **F3** ή **ESC**.






## **12 ΜΕΝΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ**



Το μενού αυτό επιτρέπει την ρύθμιση και διαχείριση σημαντικών λειτουργιών του Irex. Για να ανοίξετε το παράθυρο αυτό, επιλέξτε το εικονίδιο στο αριστερό τμήμα, από το κυρίως μενού, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**.



## 12.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΜΕΝΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΥΣ

	Έλεγχος Διαρροών: εκτελεί έλεγχο διαρροής στον μετρητή αερίου
	Έλεγχος Καταλοίπων HC: ελέγχει για κατάλοιπα HC στον θάλαμο εκτόνωσης
	Ρύθμιση κεφαλίδας Εκτύπωσης: αποθηκεύει στοιχεία για να χρησιμοποιηθούν ως κεφαλίδα, όπως επωνυμία συνεργείου, διεύθυνση, πόλη...
 SFTHP	Οθόνη ρύθμισης: Επιτρέπει την επιλογή γλώσσας και διαδικασία μέτρησης, εγκατάσταση αισθητήρων NO και O2 ή μετρητή σ.α.λ. και θερμοκρασίας λιπαντικού ή ρύθμιση των σειραϊκών θυρών. Μόνο για εξουσιοδοτημένο προσωπικό.
	Οθόνη ρύθμισης: επιτρέπει την ρύθμιση του Iprex1.

### 13 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΡΡΟΩΝ



Εκτελεί έλεγχο διαρροής στον τον μετρητή αερίου.

Για να ανοίξετε το παράθυρο αυτό, επιλέξτε το εικονίδιο στο αριστερό τμήμα, από το κυρίως μενού, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**.

Για την εκτέλεση του ελέγχου, κλείστε την άκρη του μετρητή με το πώμα του και κρατήστε το κλειστό έως την περάτωση του ελέγχου. Το Iprex θα ανοίξει αυτομάτως την αντλία αερίων και θα αντλεί αέρα από το κύκλωμα καυσίμου.

Το όργανο μέτρησης θα δείχνει την τιμή της υποπίεσης εντός του πνευματικού κυκλώματος σε mbar.

Όταν επιτευχθεί ένας ορισμένος βαθμός απορρόφησης, η αντλία θα κλείσει, ελέγχοντας για εσωτερικές διαφορές πιέσεως.

Εάν δεν εντοπισθούν διαρροές θα εμφανισθεί ένα μήνυμα θετικού αποτελέσματος και, έπειτα από 15 δευτερόλεπτα, το Iprex θα επιστρέψει στο μενού επιλογών. Εάν ο έλεγχος αποτύχει, δεν θα επιτραπεί περαιτέρω χρήση του οργάνου, εκτός εάν κλείσει.

### 14 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΛΟΙΠΩΝ HC



Η διαδικασία αυτή ελέγχει για κατάλοιπα HC στον θάλαμο εκτόνωσης αερίων και το σύστημα φιλτραρίσματος.

Για να ανοίξετε το παράθυρο, επιλέξτε το εικονίδιο στο αριστερό τμήμα, από το κυρίως μενού, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**.

Βεβαιωθείτε ότι αφαιρέσατε τον μετρητή από την εξάτμιση του οχήματος.

Το Irex θα εκτελέσει μία διαδικασία μηδενισμού και, εάν χρειάζεται, θα προθερμάνει τον αγωγόεκπομπής. Έπειτα από την διαδικασία μηδενισμού, η τιμή της συγκέντρωσης HC (ppm) θα εμφανισθεί. Εάν η τιμή αυτή παραμείνει κάτω από 10 ppm για 30 δευτερόλεπτα, ο έλεγχος θα τερματιστεί με θετικό αποτέλεσμα και το Irex θα επιστρέψει στο μενού επιλογών. Εάν ο έλεγχος αποτύχει, δεν θα επιτραπεί περαιτέρω χρήση του οργάνου, εκτός εάν κλείσει.

## **15 ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΕΦΑΛΙΔΑΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ**



Η οθόνη αυτή επιτρέπει την εισαγωγή κειμένου 6 γραμμών, 24 χαρακτήρων η κάθε μία, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως κεφαλίδα της εκτύπωσης.

Για να ανοίξετε το παράθυρο αυτό, επιλέξτε το εικονίδιο στο αριστερό τμήμα, από το κυρίως μενού, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**

Θα εμφανισθεί το προηγούμενο αποθηκευμένο μήνυμα. Εάν δεν έχει αποθηκευθεί κείμενο, όλες οι γραμμές θα εμφανίζουν: « Empty Empty». Για να εισάγετε το κείμενο, επιλέξτε την γραμμή με τα πλήκτρα ↑ και ↓, έπειτα πατήστε το πλήκτρο → για να ανοίξετε το παράθυρο εισαγωγής του επιλεγμένου πεδίου (βλ. παρ. 5).

Για να κλείσετε το παράθυρο ρύθμισης κεφαλίδας της εκτύπωσης αποθηκεύοντας το επιλεγμένο κείμενο, πατήστε το πλήκτρο **ENTER** ή το πλήκτρο **ESC** για να το κλείσετε χωρίς αποθήκευση.

## **16 ΟΘΟΝΗ ΡΥΘΜΙΣΗΣ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ)**



**SETUP**

Η οθόνη αυτή επιτρέπει την επιλογή της γλώσσας και της διαδικασίας μέτρησης, την εγκατάσταση αισθητήρων NO και O2 ή μετρητή σ.α.λ. και θερμοκρασίας λιπαντικού ή ρύθμιση των σειραϊκών θυρών.

Για να ανοίξετε το παράθυρο αυτό, επιλέξτε το εικονίδιο στο αριστερό τμήμα, από το κυρίως μενού, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**

Κατ' αρχήν, ζητείται ο κωδικός πρόσβασης. Εάν ο κωδικό είναι ο σωστός, είναι δυνατή η πρόσβαση τη οθόνης ρύθμισης.

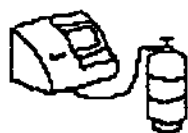
### **16.1 ΠΕΔΙΑ ΟΘΟΝΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ**

Διαδικασίες	Ενεργοποιεί μία συγκεκριμένη διαδικασία μέτρησης η οποία απαιτείται από την διεθνή νομοθεσία και ενεργοποιεί την σχετική εικόνα στο μενού:
Γλώσσες	Επιτρέπει την επιλογή της γλώσσας των μηνυμάτων του οργάνου μέτρησης.
ΣΑΛ	Ενεργοποιεί / Απενεργοποιεί τον μετρητή Σ.Α.Λ.
Θερμοκρασία λιπαντικού	Ενεργοποιεί / Απενεργοποιεί τον μετρητή θερμοκρασίας λιπαντικού και την επιλογή μεταξύ της κλίμακας βαθμών Κελσίου και Φαρενάιτ.
Οξυγόνο	Ενεργοποιεί / Απενεργοποιεί τον αισθητήρα O2
NO	Ενεργοποιεί / Απενεργοποιεί τον αισθητήρα NO
Πληκτρολόγιο	Ενεργοποιεί / Απενεργοποιεί το εξωτερικό πληκτρολόγιο

Χρησιμοποιείστε τα πλήκτρα ↑ και ↓ για να μετακινηθείτε από το ένα πεδίο στο άλλο και τα πλήκτρα ← και → για να επιλέξετε την επιθυμητή ρύθμιση.

Για να κλείσετε το παράθυρο ρύθμισης, αποθηκεύοντας τις επιλεγμένες ρυθμίσεις πατήστε τα πλήκτρα **F2** ή **ENTER**. Για να κλείσετε το παράθυρο ρύθμισης, χωρίς να αποθηκεύσετε τις επιλεγμένες ρυθμίσεις πατήστε το πλήκτρο **F3** ή το πλήκτρο **ESC**

## **17 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ (ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ)**



Αυτό το παράθυρο επιτρέπει την πλήρη ρύθμιση του οργάνου μέτρησης. Για να ανοίξετε το παράθυρο αυτό, επιλέξτε την εικόνα στο αριστερό τμήμα στο μενού επιλογών, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **ENTER**.

Κατ' αρχήν, ζητείται ο κωδικός πρόσβασης. Εάν ο κωδικός που εισήχθη είναι σωστός, είναι δυνατή η πρόσβαση στο παράθυρο ρύθμισης.

Το Iprex θα εκτελέσει μία διαδικασία μηδενισμού και, εάν απαιτείται, προθερμαίνει τον αγωγό εκπομπής. Έπειτα από την φάση μηδενισμού, εμφανίζεται το παράθυρο ρύθμισης και εισαγωγής στοιχείων.

Αφαιρέστε τον μετρητή αερίων, έπειτα συνδέστε το εγκεκριμένο δοχείο αερίων στην εισαγωγή του οργάνου μέτρησης και ανοίξτε το πώμα.

Εισάγετε τις τιμές των αναλυτικών συγκεντρώσεων στα πεδία στο αριστερό τμήμα της οθόνης, κάτω από την καρτέλα «Τιμές Ρύθμισης».

Επιλέξτε τα πεδία με τα πλήκτρα **↑** και **↓**, έπειτα πατήστε το πλήκτρο **→** για να ανοίξετε το παράθυρο εισαγωγής στοιχείων του επιλεγμένου πεδίου (βλ. παρ. 5).

Στο δεξιό τμήμα της οθόνης προβάλλονται οι τρέχουσες τιμές συγκέντρωσης των αερίων.

Εάν απαιτείται μηδενισμός, πατήστε το πλήκτρο **F3**.

Για να κλείσετε τις ρυθμίσεις χωρίς να αποθηκεύσετε κάποια τιμή, πατήστε το πλήκτρο **ESC**.

Για την αποθήκευση της ρύθμισης, μετά από την εισαγωγή των στοιχείων, περιμένετε έως ότου η όλες οι ρυθμίσεις σταθεροποιηθούν και μετά πατήστε το πλήκτρο **F1** για δοχείο αερίων υψηλής συγκέντρωσης ή το πλήκτρο **F2** για δοχείο αερίων χαμηλής συγκέντρωσης.

Πατώντας το πλήκτρο **F1** ή το πλήκτρο **F2** η ρύθμιση αποθηκεύεται και το παράθυρο αποτελεσμάτων της ρύθμισης προβάλλεται με τα πιθανά εντοπισμένα σφάλματα.

Όταν η ρύθμιση περατωθεί, για να κλείσετε το παράθυρο αναφοράς και να επιστρέψετε στο μενού επιλογών, πατήστε το πλήκτρο **ESC** ή το πλήκτρο **ENTER**.

## **18 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

### **18.1 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ**

Το σύστημα φιλτραρίσματος εισαγωγής, αποτελείται από δύο φίλτρα, ένα φίλτρο 40 μm (μεγάλοι πόροι) και ένα φίλτρο 5 μm (μικροί πόροι), τοποθετημένα και τα δύο σε ένα περίβλημα όμοιο με μπουλ από το οποίο η υγρασία αντλείται προς τα έξω. Ένα τρίτο ανεξάρτητο φίλτρο είναι ένα αναλώσιμο φίλτρο άνθρακα.

Περιοδικά, επιθεωρήστε και καθαρίστε τα δύο φίλτρα στο περίβλημα για την διασφάλιση της σωστής εισαγωγής αερίων.

Θυμηθείτε ότι η σωστή συντήρηση του συστήματος φίλτρων είναι σημαντική για την διάρκεια ζωής του αναλυτή

Για να καθαρίσετε τα φίλτρα, ενεργήστε ως εξής:

- ✓ ξεβιδώστε το περίβλημα
- ✓ αφαιρέστε το
- ✓ ξεβιδώστε το ρουλεμάν του δοχείου
- ✓ πλύνετε το δοχείο χρησιμοποιώντας βενζίνη ή παρόμοιο διαλυτικό ή σαπούνι, εκπλύνετε με νερό
- ✓ στεγνώστε με αέρα υπό πίεση από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του φίλτρου
- ✓ επανατοποθετήστε το δοχείο στο ρουλεμάν και τοποθετήστε το στην αρχική του θέση
- ✓ επανατοποθετήστε το περίβλημα, βεβαιωθείτε ότι είναι καλά βιδωμένο

*Σημείωση: για να αυξήσετε το χρονικό διάστημα μεταξύ των καθαρισμών συνιστάται να εγκαταστήσετε χάρτινο φίλτρο μετά από τον μετρητή αερίων.*

## 18.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ - NO

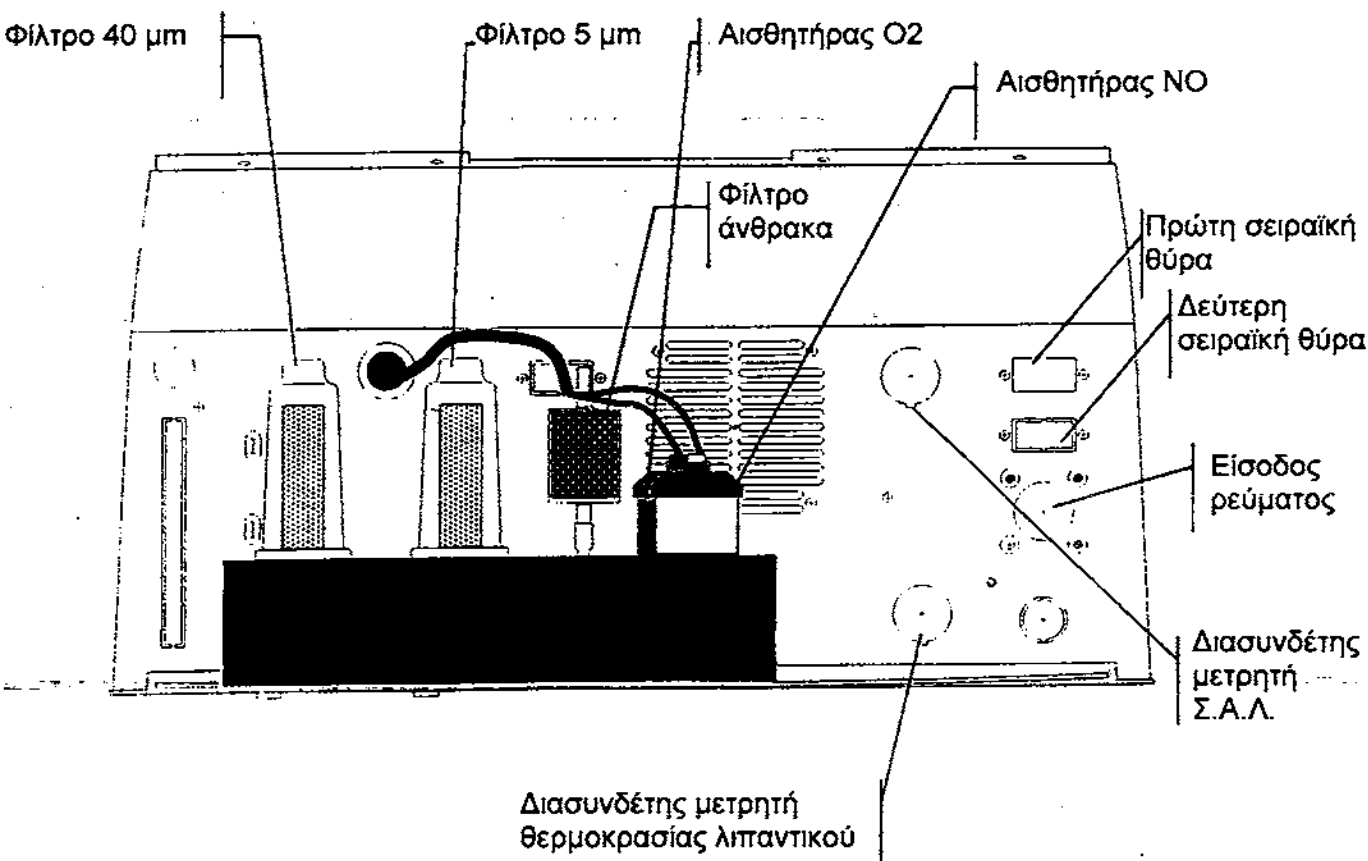
Όταν ο ενεργός μετατροπέας Οξυγόνου ή NO φθαρεί, ο αναλυτής, κατά την διάρκεια της μέτρησης, εμφανίζει το ακόλουθο μήνυμα στην οθόνη: «Λήξη διάρκειας ζωής του αισθητήρα NO / O<sub>2</sub>».

Για να αντικαταστήσετε τον ενεργό μετατροπέα ενεργήστε ως εξής:

- ✓ Αφαιρέστε τον διασυνδέτη του αισθητήρα
- ✓ Ξεβιδώστε τον αισθητήρα
- ✓ Καταγράψτε την ημερομηνία αλλαγής στο αυτοκόλλητο του νέου ενεργού μετατροπέα.
- ✓ Εγκαταστήστε τον νέο ενεργό μετατροπέα βιδώνοντάς το στο στήριγμα και τοποθετήστε τον διασυνδέτη του.

**Σημείωση:** Ανταλλακτικά διανέμονται μόνο από εξουσιοδοτημένους αντιπρόσωπους.

## 19 ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ



## **20 ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ**

Όταν το όργανο μέτρησης ανιχνεύσει ανωμαλία λειτουργίας, προβάλλεται ένα μήνυμα σφάλματος. Όλα τα πιθανά μηνύματα σφαλμάτων και οι ερμηνείες τους αναφέρονται στην ενότητα αυτή.

<b>ΜΗΝΥΜΑ</b>	<b>ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΙ</b>
Θερμοκρασία αερίων θαλάμου εκτόνωσης χαμηλή	Κλείστε το όργανο μέτρησης και εκτελέστε την μέτρηση σε θερμότερο περιβάλλον.
Θερμοκρασία αερίων θαλάμου εκτόνωσης υψηλή	Κλείστε το όργανο μέτρησης και εκτελέστε την μέτρηση σε ψυχρότερο περιβάλλον.
Λήξη διάρκειας ζωής του αισθητήρα NO	Ελέγξτε την σύνδεση του αισθητήρα NO / Αντικαταστήστε τον αισθητήρα.
Λήξη διάρκειας ζωής του αισθητήρα O2	Ελέγξτε την σύνδεση του αισθητήρα O2 / Αντικαταστήστε τον αισθητήρα.
Κανένα σήμα από τον ανιχνευτή I-Red	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
Εσφαλμένη διαφορά πίεσης αισθητήρα	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
Εσφαλμένη απόλυτη πίεσης αισθητήρα	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
Χαμηλή ροή	Ελέγξτε: το πώμα του μετρητή, ελέγξτε για παρεμπόδιση λόγω σωματιδίων, υγρασία, στρέβλωση ή εξομάλυνση στον μετρητή αερίων, καθαρίστε τα φίλτρα εισαγωγής.
Υψηλή ροή	Ελέγξτε για φράξιμο στην εξαγωγή αερίων.
CO2 εκτός ορίων	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
HC εκτός ορίων	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
Απόκλιση REF πολύ υψηλή	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
REF εκτός ορίων	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
CO εκτός ορίων	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.
Ελέγξτε τον συσσωρευτή RTC	Αναφέρατε τον αριθμό σφάλματος στην τεχνική υποστήριξη.

