

Α.Τ.Ε.Ι ΣΕΡΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

---

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**«ΡΥΠΟΙ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ»**



**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΟΓΙΑΝΤΖΙΚΗΣ ΗΛΙΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΟΝΤΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΣΕΡΡΕΣ**

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2009**

Ρύποι - Περιβάλλον & Αυτοκινητο

# Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| <b>Πρόλογος - Περίληψη</b>  | 6  |
| <br>  |    |
| <b>Κεφάλαιο 1 – Περιβάλλον και καυσαέρια</b>  |    |
| <b>1.1 Περιβάλλον και Ρύπανση</b>   | 9  |
| 1.1.1.Ατμόσφαιρα.   | 9  |
| 1.1.2.Έννοια της ρύπανσης.  | 9  |
| 1.1.3.Ρυπαντές αέρα.  | 11 |
| 1.1.4.Το νέφος από ρύπους καυσαερίων και οι επιπτώσεις από αυτό στον άνθρωπο και το περιβάλλον. | 12 |
| <b>1.2 Καυσαέρια και περιβαλλοντικές επιπτώσεις</b>   | 13 |
| 1.2.1.Το διοξείδιο του άνθρακα. (CO <sub>2</sub> )  | 13 |
| 1.2.2.Το μονοξείδιο του άνθρακα. (CO)   | 14 |
| 1.2.3.Υδρογονάνθρακες. (HC)   | 16 |
| 1.2.4.Οξείδια του αζώτου. (NO <sub>x</sub> )  | 18 |
| 1.2.5.Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.   | 20 |
| 1.2.6.Δευτερογενής ρυπαντής όζον.   | 21 |
| 1.2.7.Ρυπαντές παραγόμενοι από αυτοκίνητα.  | 23 |
| 1.2.8.Σύγκριση ρυπαντών – Σύνθεση καυσαερίων.   | 24 |
| <b>Παράρτημα</b>  | 26 |
| <br>  |    |
| <b>Κεφάλαιο 2 – Σχετική νομοθεσία</b>   |    |
| <br>  |    |
| <b>2.1 Περιβαλλοντικές ενέργειες της Ευρωπαϊκής ένωσης για τον περιορισμό των ρύπων</b>         | 27 |
| 2.1.1.Ιστορική αναδρομή.  | 27 |
| 2.1.2.Όρια εκπομπών ρύπων. (EU)   | 28 |
| 2.1.3.Νομοθετικές απαιτήσεις EOBD.  | 30 |
| 2.1.4.Κύκλος πόλης (Αστικός κύκλος).  | 32 |
| 2.1.5.Ευρωπαϊκός κύκλος οδήγησης (ECE / EG).  | 33 |
| <b>2.2 Όρια εκπομπών καυσαερίων κατά την Ελληνική νομοθεσία</b>                                 | 33 |
| <b>2.3 Ευρωπαϊκά Πρότυπα Εκπομπών καυσαερίων (EURO)</b>   | 36 |
| 2.3.1.Εισαγωγή.   | 36 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3.2.Εκπομπή καυσαερίων: στάδια και νομικό πλαίσιο.           | 37        |
| 2.3.3.Όρια εκπομπών καυσαερίων ΕΕ για ελαφριά φορτηγά οχήματα. | 38        |
| <b>Παράρτημα</b>   | <b>40</b> |

## **Κεφάλαιο 3 – Μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.1 Μηχανικά συστήματα περιορισμού ρύπων</b> | <b>41</b> |
| 3.1.1.Συστήματα μεταβλητού χρονισμού.           | 41        |
| 3.1.2.Σύστημα μεταβλητού χρονισμού με καδένα.   | 42        |
| 3.1.3.Σύστημα μεταβλητού χρονισμού VVT-i.       | 43        |
| 3.1.4.Συστήματα μεταβλητού χρονισμού V-TEC.     | 44        |
| 3.1.5.Σύστημα μεταβλητού χρονισμού Valvetronic. | 46        |
| 3.1.6.Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες.               | 49        |
| <b>3.2 Συστήματα ανάφλεξης</b>                  | <b>50</b> |
| 3.2.1.Συμβατικό σύστημα ανάφλεξης.              | 50        |
| 3.2.2.Ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης.          | 62        |
| <b>3.3 Γωνίες ρύθμισης</b>                      | <b>72</b> |
| 3.3.1.Προπορεία σπινθήρα (AVANS).               | 72        |
| 3.3.2.Γωνία Dwell.                              | 74        |
| 3.3.3.Ηλεκτρονική ρύθμιση γωνίας ανάφλεξης.     | 75        |
| <b>Παράρτημα</b>                                | <b>77</b> |

## **Κεφάλαιο 4 – Συστήματα έγχυσης καυσίμου**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.1 Συστήματα ψεκασμού</b>                                     | <b>79</b> |
| 4.1.1.Εισαγωγή.   | 79        |
| 4.1.2.Ιστορική αναδρομή.  | 79        |
| 4.1.3.Προτερήματα των συστημάτων ψεκασμού έναντι του καρμπυρατέρ. | 81        |
| 4.1.4.Είδη συστημάτων ψεκασμού.                                   | 82        |
| 4.1.5.Κατάταξη συστημάτων ψεκασμού.                               | 83        |
| <b>4.2 Ανάλυση συστημάτων ψεκασμού σε βενζινομηχανές</b>          | <b>89</b> |
| 4.2.1.Εισαγωγή.   | 89        |
| 4.2.2.Μηχανικός ψεκασμός.   | 89        |
| 4.2.3.Μηχανικοηλεκτρονικός ψεκασμός.                              | 93        |
| 4.2.4.Ηλεκτρονικός ψεκασμός.                                      | 96        |
| 4.2.5.Συστήματα ανάφλεξης – έγχυσης.                              | 105       |

|   |     |
|---|-----|
| 4.2.6.Συστήματα ανάφλεξης – έγχυσης φτωχού μείγματος. | 112 |
| <b>Παράρτημα</b>                                      | 115 |

## **Κεφάλαιο 5 – Συστήματα περιορισμού ρύπων**

|  |     |
|--|-----|
| <b>5.1 Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)</b>                  | 116 |
| 5.1.1.Εισαγωγή.  | 116 |
| 5.1.2.Κύρια μέρη εγκεφάλου.                                  | 117 |
| 5.1.3.Σύστημα αυτοδιάγνωσης.                                 | 118 |
| 5.1.4.Μηδενισμός μνήμης.                                     | 119 |
| <b>5.2 Αισθητήρες – Ενεργοποιητές</b>                        | 119 |
| 5.2.1.Εισαγωγή.  | 119 |
| 5.2.2.Αισθητήρες και ενεργοποιητές.                          | 119 |
| <b>5.3 Καταλύτες</b>   | 135 |
| 5.3.1.Ορισμός καταλύτη.                                      | 135 |
| 5.3.2.Καταλύτης.   | 135 |
| 5.3.3.Είδη καταλυτών.  | 136 |
| 5.3.4.Λειτουργία καταλύτη.                                   | 137 |
| 5.3.5.Είδη καταλυτών ανάλογα με την κατασκευή τους.          | 139 |
| 5.3.6.Μεταλλικός μονόλιθος ή μεταλλικός φορέας.              | 142 |
| 5.3.7.Μετρά προστασίας καταλύτη.                             | 145 |
| <b>5.4 Ανάλυση Συστημάτων περιορισμού των ρύπων</b>          | 146 |
| 5.4.1.Εισαγωγή.  | 146 |
| 5.4.2.Σύστημα θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου.            | 146 |
| 5.4.3.Σύστημα ελέγχου εκπομπής εξαμιζόμενου καυσίμου.        | 150 |
| 5.4.4.Σύστημα ρύθμισης της θέσεως πεταλούδας.                | 153 |
| 5.4.5.Σύστημα ελέγχου σπινθήρα.                              | 156 |
| 5.4.6.Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (EGR).                  | 161 |
| 5.4.7.Συστήματα αναρρόφησης αέρα και συστήματα έγχυσης αέρα. | 172 |
| 5.4.8.Σύστημα ανατροφοδότησης καρμπυρατέρ.                   | 176 |
| 5.4.9.Σύστημα αντιστάθμισης μεγάλου υψομέτρου.               | 179 |
| 5.4.10.Σύστημα αυτόματης εισαγωγής θερμού αέρα.              | 180 |
| 5.4.11.Σύστημα αντιστάθμισης θερμής λειτουργίας.             | 182 |
| 5.4.12.Σύστημα βοηθητικής αντλίας επιτάχυνσης.               | 186 |
| 5.4.13.Σύστημα αποσβεστήρα (DP).                             | 187 |
| 5.4.14.Επιβραδυντικό σύστημα αποκοπής καυσίμου.              | 189 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4.15.Σύστημα ελέγχου μείγματος (MC).          | 190 |
| 5.4.16.Σύστημα θέρμανσης κρύου μείγματος (CMH). | 193 |
| 5.4.17.Σύστημα θερμής εκκίνησης κινητήρα.       | 193 |
| 5.4.18.Σύστημα μερικής ακύρωσης τσοκ (CB).      | 195 |

## **Κεφάλαιο 6 – Βλάβες που προκαλούν αύξηση των ρύπων**

|   |     |
|---|-----|
| <b>6.1 Διαγνωστικός έλεγχος αυτοκινήτων</b>                       | 197 |
| 6.1.1.Εισαγωγή.   | 197 |
| 6.1.2.Αυτοδιάγνωση.   | 197 |
| <b>6.2 Βλάβες στους αισθητήρες και ενεργοποιητές του οχήματος</b> | 198 |
| 6.2.1.Ενέργειες εγκεφάλου κατά τη δυσλειτουργία αισθητήρων.       | 198 |
| 6.2.2.Αισθητήρας O <sub>2</sub> .                                 | 199 |
| 6.2.3.Βαλβίδα EGR.  | 201 |
| 6.2.4.Εγχυτήρας (Μπεκ).   | 203 |
| 6.2.5.Καταλύτης.  | 204 |
| 6.2.6.Αισθητήρας κρουστικής καύσης.                               | 205 |
| 6.2.7.Αισθητήρας θερμοκρασίας.                                    | 206 |
| 6.2.8.Αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρος.                            | 207 |
| <b>6.3 Τεχνητές βλάβες και μετρήσεις των καυσαερίων</b>           | 208 |
| 6.3.1.Δημιουργία τεχνητών βλαβών και συνέπειες αυτών.             | 208 |

## **Κεφάλαιο 7 – Δευτερογενείς ρύποι στο αυτοκίνητο**

|  |     |
|--|-----|
| <b>7.1 Δευτερογενείς εκπομπές από τα οχήματα</b> | 213 |
| 7.1.1.Στερεά σωματίδια.                          | 213 |
| 7.1.2.Στερεά υλικά.                              | 214 |
| 7.1.3.Ψυκτικό μέσο – Freon.                      | 217 |
| 7.1.4.Υγρά και αέρια υλικά.                      | 220 |
| <b>7.2 Ηχορύπανση</b>                            | 221 |
| 7.2.1.Εισαγωγή.                                  | 221 |
| 7.2.2.Μέτρηση του ήχου.                          | 222 |
| 7.2.3.Έλεγχος ηχορύπανσης.                       | 223 |
| 7.2.4.Μετρά μείωσης της ηχορύπανσης.             | 225 |

## **Κεφάλαιο 8 – Πηγές ενέργειας**

|  |     |
|--|-----|
| <b>8.1 Συμβατικά καύσιμα</b>             | 229 |
| 8.1.1.Πετρέλαιο.                         | 229 |
| 8.1.2.Βενζίνη.                           | 229 |
| <b>8.2 Εναλλακτικά καύσιμα</b>           | 230 |
| 8.2.1.Εισαγωγή.                          | 230 |
| 8.2.2.Η πράσινη βενζίνη.                 | 230 |
| 8.2.3.Φυσικό αέριο.                      | 231 |
| 8.2.4.Υδρογόνο.                          | 232 |
| 8.2.5.Ηλιακό αυτοκίνητο.                 | 238 |
| 8.2.6.Ηλεκτρικό αυτοκίνητο.              | 239 |
| 8.2.7.Υβριδικό αυτοκίνητο.               | 242 |
| 8.2.8.Βιοκαύσιμα.                        | 245 |
| 8.2.9.Βιοντήζελ.                         | 247 |
| 8.2.10.Βιομεθανόλη.                      | 249 |
| 8.2.11.Βιοϋδρογόνο.                      | 251 |
| 8.2.12.Βιοαέριο.                         | 252 |
| 8.2.13.Κυψέλες καυσίμου.                 | 253 |
| 8.2.14.Βιοδιμεθυλαιθέρας.                | 255 |
| 8.2.15.Οικολογικά καύσιμα του μέλλοντος. | 256 |
| <b>Παράρτημα</b>                         | 258 |
| <b>Επίλογος</b>                          | 261 |
| <b>Βιβλιογραφία</b>                      | 266 |

## Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση της ρύπανσης του πλανήτη από την οποία ένα μεγάλο ποσοστό οφείλεται στις εκπομπές ρύπων από μηχανές εσωτερικής καύσης τις οποίες συναντούμαι κυρίως στα οχήματα. Τα οχήματα και ειδικότερα το αυτοκίνητο είναι αναπόσπαστο κομμάτι του πολιτισμού μας και της καθημερινότητάς μας.

Η συνεισφορά των οχημάτων οδήγησε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας σε μεγάλα τεχνολογικά άλματα, και η χρήση τους αν και αλόγιστη δεν χρειάζεται να αναλυθεί, μιας και πλέον κανείς δε μπορεί να φανταστεί τη ζωή μας χωρίς αυτά. Επίσης οδήγησε ειδικότερα τα τελευταία χρόνια σε αρκετούς περιβαλλοντολογικούς προβληματισμούς μιας και η ανεξέλεγκτη παραγωγή και χρήση τους επιβαρύνει άμεσα το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα. Το αυτοκίνητο επιβαρύνει την ατμόσφαιρα σε όλη τη διάρκεια της «ζωής» του από την στιγμή της παραγωγής του, την χρήση του στους δρόμους, ως και την απόσυρσή του.

Η προερχόμενη από τα αυτοκίνητα ρύπανση άρχισε να προβληματίζει τις κυβερνήσεις, υγειονομικές αρχές, οικολογικές οργανώσεις και τους ευαισθητοποιημένους πολίτες από τότε που έγινε αισθητό το πρόβλημα της ρύπανσης στις μεγάλες πόλεις και από τότε που μπορούσαμε να παίρνουμε σαφείς μετρήσεις για τα ποσοστά ρυπαντών στη σύσταση της ατμόσφαιρας.

Το πρόβλημα επιδεινώνεται αν αναλογιστεί κανείς τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορεί καθημερινά στις μεγάλες πόλεις και τα τεράστια ποσά καυσαερίων που εκπέμπουν.



*Εικόνα Π.1 – Φωτοχημικό νέφος στην Αθήνα.*



Προκειμένου να εξασφαλιστεί η δυνατότητα χρήσης τους τις επόμενες δεκαετίες οι αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν εντείνει την προσοχή τους στη κατασκευή αυτοκινήτων φιλικότερων προς το περιβάλλον εφαρμόζοντας αυτά ολοένα και πιο προηγμένα συστήματα περιορισμού των ρύπων.

Η πτυχιακή αυτή εργασία έχει ως στόχο να καλύψει καταρχήν την δική μας ανάγκη για έρευνα, προβληματισμό και ανάδειξη συγκεκριμένων συμπερασμάτων σε σχέση με το πώς μπορούμε να καλύπτουμε την ανάγκη της μετακίνησης και μεταφοράς χωρίς να επιβαρύνουμε την ίδια τη ζωή μας, την αναφορά και ανάλυση των συστημάτων αυτών σε βενζινοκίνητες μηχανές εσωτερικής καύσης ,τη μελέτη των εκπεμπόμενων ρύπων, τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον καθώς και τις ενέργειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την θέσπιση ορίων στις εκπομπές ρύπων.

## Περίληψη

Η πτυχιακή μας εργασία με τίτλο : *Ρύποι – Περιβάλλον & Αυτοκίνητο* αποτελείται από οχτώ κυρίως κεφάλαια :

- Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύουμε βασικές έννοιες όπως αυτή του περιβάλλοντος , της ρύπανσης των καυσαερίων ,τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον καθώς και των δευτερογενών ρυπαντών
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις περιβαλλοντικές ενέργειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον περιορισμό των ρύπων , τα όρια εκπομπών ρύπων που έχουν θεσπιστεί από την Ελληνική κυβέρνηση και τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών καυσαερίων γνωστά ως EURO
- Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα περιορισμού ρύπων καθώς και ρυθμίσεις στην λειτουργία της μηχανής όσον αφορά τη μείωση των ρύπων
- Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τρόπους ψεκασμού και ανάλυση των συστημάτων ψεκασμού σε βενζινομηχανές
- Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται τα σημαντικότερα και πιο σύγχρονα συστήματα περιορισμού ρύπων όπως η Ηλεκτρονική Μονάδα οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές, οι καταλύτες, ενώ επίσης γίνεται εκτενή ανάλυση του κάθε συστήματος ξεχωριστά
- Στο έκτο κεφάλαιο αναφέρουμε τη διαδικασία διάγνωσης και ελέγχου, τις βλάβες που μπορούν να προκληθούν στους διάφορους αισθητήρες και ενεργοποιητές και τις

επιπτώσεις αυτών των δυσλειτουργιών τους στους ρύπους, καθώς επίσης και μετρήσεις που καταγράφηκαν από εμάς δημιουργώντας τεχνητές βλάβες στο όχημα.

- Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται οι δευτερογενείς ρύποι από τα αυτοκίνητα όπως είναι τα στερεά σωματίδια το ψυκτικό μέσον (φρέον), διάφορα άλλα υγρά και αέρια υλικά, η ηχορύπανση καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους.
- Στο όγδοο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμβατικά καύσιμα και η σύστασή τους καθώς και εναλλακτικά καύσιμα τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μας κ. Ηλία Στογιαντζίκη που με παρότρυνε να ασχοληθώ με αυτό το θέμα αποκομίζοντας από την προσπάθεια αυτή πολύ χρήσιμες πληροφορίες και γνώσεις, τον κ. Παναγιώτη Σταματόπουλο για την βοήθεια στην αποπεράτωση του 6<sup>ου</sup> κεφαλαίου και για την παραχώρηση των εγκαταστάσεων του.

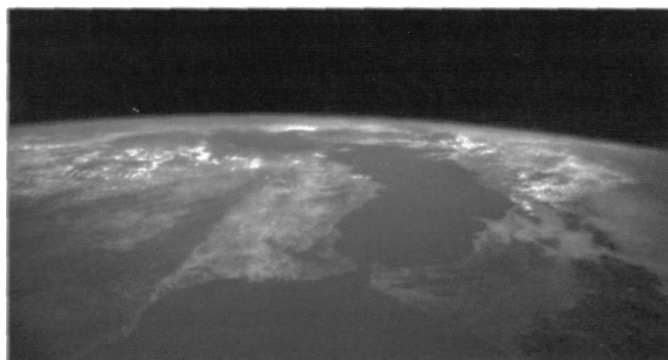
# 1

## Περιβάλλον & Καυσαέρια

### 1.1. Περιβάλλον και Ρύπανση

#### 1.1.1. Ατμόσφαιρα

Η ατμόσφαιρα της γης η οποία κανονικά ονομάζεται "αέρας", αποτελείται κυρίως από δύο αέρια: Το οξυγόνο ( $O_2$ ) που είναι το 21 % περίπου (κατ' όγκο) της ατμόσφαιρας και το άζωτο ( $N_2$ ) που είναι το 78% περίπου της ατμόσφαιρας. Το υπόλοιπο 1% είναι διάφορα άλλα αέρια, συμπεριλαμβανομένου του αργκόν ( $Ar$ ) το οποίο υπολογίζεται στο 0.94% του υπολοίπου 1% και του διοξειδίου του άνθρακα  $CO_2$ . Στην παρακάτω εικόνα 1.1 βλέπουμε την ατμόσφαιρα της γης.



*Εικόνα 1.1 – Η ατμόσφαιρα της γης.*

Η ποσότητα ενός αερίου όταν αυτό μετράται σε αναλογία κατ' όγκο, μπορεί να διαφέρει θεωρητικά απ' ότι όταν αυτό μετράται σε αναλογία κατά βάρος. Για παράδειγμα, παραπάνω αναφέρθηκε ότι το οξυγόνο είναι το 21% περίπου της ατμόσφαιρας όταν αυτό μετράται σε αναλογία κατ' όγκο. Σε αναλογία κατά βάρος αυτό είναι το 23% περίπου της ατμόσφαιρας.

#### 1.1.2. Έννοια της ρύπανσης

Η ρύπανση είναι μία έννοια φορτισμένη με οικονομικά και πολιτικά συμφέροντα. Από την αρχή που παρουσιάστηκε το φαινόμενο της ρύπανσης του περιβάλλοντος με την βιομηχανική ανάπτυξη και την ανάπτυξη εργοστασίων κλπ. όλοι διακήρυξαν ότι θα πρέπει να προστατευθεί το περιβάλλον και να ληφθούν μέτρα για αυτό. Για την ρύπανση υπάρχουν

πολλοί ορισμοί. Ένας πρώτος ορισμός είναι ο ακόλουθος: Ρύπανση είναι οι εκπομπές και τα προϊόντα των πάσης φύσεως ανθρώπινων δραστηριοτήτων που προκαλούν βλάβη στον άνθρωπο και το Περιβάλλον. Συνδέθηκε δηλαδή η ρύπανση με την βλάβη. Γρήγορα όμως ο ορισμός αυτός εγκαταλείφθηκε, αφού η σύνδεση αυτή σήμαινε πρακτικά ότι θα πρέπει να εξαλειφθούν εντελώς οι ρύποι δηλαδή όλες αυτές οι εκπομπές και τα προϊόντα που προξενούν την βλάβη, πράγμα δύσκολο ως και ακατόρθωτο, αφού σήμαινε κόστος και επενδύσεις χωρίς άμεσο αντίκρισμα για τις επιχειρήσεις. Έτσι στην έννοια της βλάβης προστέθηκε η έννοια του κινδύνου βλάβης για τον άνθρωπο και το Περιβάλλον. Οι εκπομπές και τα προϊόντα των πάσης φύσεως ανθρώπινων δραστηριοτήτων που προκαλούν κίνδυνο βλάβης στον άνθρωπο και το Περιβάλλον. Έγινε δηλαδή σύνδεση της ρύπανσης με τον κίνδυνο. Κίνδυνος είναι η αυξημένη πιθανότητα να συμβεί η βλάβη. Αυτή η διακινδύνευση που είναι αφηρημένη διότι οι παράμετροί της δεν είναι ορισμένοι δεν έχουν οριστεί ούτε το πλαίσιο χρόνου που ενδέχεται να συμβεί η βλάβη, αλλά ούτε και το περιεχόμενο της βλάβης. Ούτε και αυτός ο ορισμός μπόρεσε να σταθεί για πολύ, αφού πρακτικά σήμαινε ότι οι επιχειρήσεις θα έπρεπε να καταβάλλουν μεγάλα ποσά για την μεγάλη μείωση των ρύπων.

Έτσι μετά προστέθηκε η λέξη **άμεσος κίνδυνος βλάβης** και αμέσως μετά προσδιορίστηκαν και τα έννομα αγαθά που διακυβεύονται από την βλάβη αυτή που είναι η ζωή και η υγεία των πολιτών. Αυτά τα δύο η ζωή και η υγεία είναι δύο ατομικά δικαιώματα, τα οποία μαζί με άλλα, όπως η ανάπτυξη της προσωπικότητας, η ελευθερία, η ασφάλεια, η εκπαίδευση, η εργασία κλπ. κατοχυρώνονται στο Σύνταγμα μας, τον ανώτατο Νόμο κάθε κράτους, όπως άλλωστε και σε όλα τα Συντάγματα όλων των δημοκρατικών Πολιτειών του κόσμου. Τα ατομικά δικαιώματα του πολίτη ή ανθρώπινα δικαιώματα έχουν σαν συνέπεια την υποχρέωση του κράτους να τα προστατεύει και να τα κάνει σεβαστά και αυτόματα την αξίωση των πολιτών, να γίνονται σεβαστά από το κράτος.

Μετά τον β' παγκόσμιο πόλεμο, μία μεγάλη κατάκτηση ήταν η κατοχύρωση σε όλα τα ευρωπαϊκά Συντάγματα και το δικό μας το Σύνταγμα του 1975, στην παρ.1 του άρθρου 2, της αρχής της ανθρώπινης αξιοπρέπειας. Η αρχή αυτή είναι γενική και καλύπτει όλα τα ατομικά δικαιώματα του πολίτη. Καλύπτει δηλαδή και τα ατομικά δικαιώματα που δεν αναφέρονται ή δεν εννοούνται σε μία διάταξη που προστατεύει το περιβάλλον από την ρύπανση. Με την κρατούσα άποψη και τον ορισμό που δίνει στην ρύπανση, συνδέθηκε η ρύπανση με την προσβολή συγκεκριμένων εννόμων αγαθών και οι ρύποι χωρίστηκαν σε επικίνδυνους και μη επικίνδυνους ρύπους. Μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών υπάρχει το όριο επιφυλακής όπου το κράτος πρέπει να λαμβάνει μέτρα.

Οι ουσίες που ρυπαίνουν το περιβάλλον και αποκαλούνται ρύποι είναι αέριες, υγρές ή στερεές, ξένες προς τα φυσιολογικά συστατικά της ατμόσφαιρας, του εδάφους ή του νερού, ή ουσίες που φυσιολογικά υπάρχουν στο περιβάλλον, αλλά εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά. Οι κυριότεροι ρύποι είναι το διοξείδιο του θείου, το θειικό οξύ, τα οξείδια του αζώτου, οι υδρογονάνθρακες, το όζον, ο καπνός και τα κάθε μορφής αιωρούμενα σωματίδια, ο μόλυβδος, η ακτινοβολία, ο θόρυβος, οι κραδασμοί, τα οικιακά και βιομηχανικά απορρίμματα κτλ.

### **1.1.3. Ρυπαντές αέρα**

Επιπρόσθετα, στο αργκόν και στο διοξείδιο του άνθρακα, υπάρχουν ακόμα πολλά ανεπιθύμητα υλικά που παράγονται από τον άνθρωπο, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογονάνθρακες (HC), οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) κλπ.

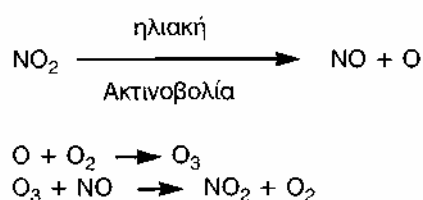
Αυτά τα ανεπιθύμητα υλικά ονομάζονται "ρυπαντές του αέρα ή της ατμόσφαιρας". Η ρύπανση της ατμόσφαιρας δεν προξενείται μόνο από τ' αυτοκίνητα. Άλλες κύριες αιτίες συμπεριλαμβανομένων και των σταθερών πηγών, όπως εργοστάσια, θερμοηλεκτρικοί σταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας, κεντρικές θερμάνσεις κτιρίων και αποτεφρωτικοί κλίβανοι, καθώς και οι κινητές πηγές, όπως αεροπλάνων και πλοίων. Επιπρόσθετα στα διάφορα αέρια που αναφέρθηκαν παραπάνω, ακόμα η ατμόσφαιρα περιέχει στερεά, όπως σκόνη, σωματίδια άνθρακα κλπ.

Ένας "υδρογονάνθρακας" είναι ένα σώμα αποτελούμενο από άτομα υδρογόνου (H) και άνθρακα (C), ενωμένα σε διάφορους συνδυασμούς που ονομάζονται μόρια. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται σαν καύσιμο, αλλά ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος στα αυτοκίνητα είναι η βενζίνη, η οποία είναι ένα μίγμα διαφόρων τύπων υδρογονανθράκων, ο πιο επικρατέστερος τύπος στα πιο πολλά μίγματα είναι το ονομαζόμενο "οκτάνιο".

Υπάρχουν τρεις κύριες πηγές των CO, HC και NO<sub>x</sub> που παράγονται από ένα αυτοκίνητο : καυσαέρια, αναθυμιάσεις και εξατμισμένο καύσιμο.

### 1.1.4. Το νέφος από ρύπους καυσαερίων και οι επιπτώσεις από αυτό στον άνθρωπο και στο περιβάλλον

α) Το γνωστό «νέφος» της Αθήνας που ονομάζεται και φωτοχημική ομίχλη προέρχεται από το διοξείδιο του αζώτου ( $\text{NO}_2$ ) που παράγεται από την οξείδωση του ατμοσφαιρικού αζώτου κατά την καύση σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις. Το διοξείδιο του αζώτου ( $\text{NO}_2$ ) διασπάται στην ατμόσφαιρα από την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας της ηλιακής ενέργεια σε μονοξείδιο του αζώτου ( $\text{NO}$ ) και ενεργό οξυγόνο ( $\text{O}$ ). Η ένωση του μονοατομικού οξυγόνου ( $\text{O}$ ) με το διατομικό οξυγόνο ( $\text{O}_2$ ) του ατμοσφαιρικού αέρα δημιουργεί το όζον ( $\text{O}_3$ ). Η επίδραση του όζοντος στο μονοξείδιο του αζώτου ( $\text{NO}$ ) δημιουργεί και πάλι διοξείδιο του αζώτου ( $\text{NO}_2$ ). Έτσι έχουμε τις αντιδράσεις:



Επειδή η ταχύτητα των δύο τελευταίων αντιδράσεων είναι της ίδιας τάξης με τη ταχύτητα της πρώτης αντίδρασης έχουμε μια διαρκή διάσπαση και ανασύνθεση του  $\text{NO}_2$  στην ατμόσφαιρα και δημιουργία του φωτολυτικού κύκλου του  $\text{NO}_2$ . Η συσσώρευση  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  και  $\text{HC}$  και η διαρκής αύξηση τους λόγω αλυσιδωτών χημικών αντιδράσεων κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας σχηματίζει το γνωστό «νέφος» της φωτοχημικής ομίχλης.

β) Θερμοκρασιακή αναστροφή. Όμως και με απουσία ηλιακού φωτός έχουμε περίπτωση νέφους. Τα  $\text{SO}_2$  (διοξείδιο του θείου),  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , η αιθάλη και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες ( $\text{HC}$ ) είναι ουσίες βαρύτερες από τον αέρα και συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους. Οι ρύποι  $\text{NO}_x$  και  $\text{HC}$  παράγονται κυρίως από τα οχήματα. Υπάρχει ένα φυσικοθερμικό αίτιο που προκαλεί την ανάμιξη αυτών των ρύπων με την ατμόσφαιρα. Λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας τους από τον αέρα οι ρύποι ανυψώνονται στην ατμόσφαιρα. Στην επόμενη εικόνα 1.2 βλέπουμε την συγκέντρωση ρύπων, αυτούς που προαναφέραμε, στην ατμόσφαιρα.



*Εικόνα 1.2 – Η συγκέντρωση ρύπων στην ατμόσφαιρα της γης.*

Τα ρυπογόνα αέρια είναι θερμότερα από τα υπερκείμενα στρώματα αέρα οπότε σιγά σιγά ανυψώνονται, ψύχονται λόγω συμπίεσης του αέρα, και διαχέονται ομοιόμορφα στην ατμόσφαιρα. Όταν η ατμόσφαιρα δεν εξελίσσεται θερμοκρασιακά ομαλά, με μείωση της θερμοκρασίας του αέρα προς τα πάνω, (αλλά σε κάποιο ύψος διατηρεί στρώμα αέρα σε θερμοκρασία ανώτερη από τα κατώτερα στρώματα), τότε τα καυσαέρια δεν ανυψώνονται και δεν διασπείρονται ομοιόμορφα. Έτσι τα ρυπαντικά αέρια εγκλωβίζονται μεταξύ του εδάφους και του στρώματος της ατμόσφαιρας όπου δημιουργείται η θερμοκρασιακή αναστροφή. Το φαινόμενο αυτό είναι το γνωστό «νέφος» με όλες τις δυσμενείς επιδράσεις του στην υγεία του ανθρώπου και στην ποιότητα ζωής του.

γ) Οι επιδράσεις του νέφους στην υγεία των ανθρώπων είναι πολλές: αναπνευστικές διαταραχές, αιματολογικές, διαταραχές του νευρικού ιστού, καρκινοπάθειες. Αυτές είναι μερικές από τις άμεσες επιδράσεις. Το νέφος όμως προκαλεί βλάβες και στα φυτά, λόγω του όζοντος, που είναι πόροι οξυγόνου για τον άνθρωπο. Προκαλεί επίσης φθορές στα μνημεία, λόγω  $SO_2$ , στα ελαστικά στα χρώματα των σωμάτων, λόγω όζοντος.

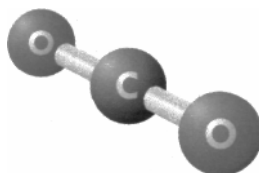
## **1.2. Καυσαέρια και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις**

### **1.2.1. Το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ )**

Είναι το προϊόν της πλήρους καύσης του άνθρακα, δηλαδή της ταχείας ένωσης αυτού με το οξυγόνο. Αν και το  $CO_2$  δεν θεωρείται ρυπαντής, γιατί βρίσκεται στην ατμόσφαιρα από φυσικές αιτίες, παρ' όλα αυτά όταν σε κλειστό χώρο αυξηθεί πολύ, η περιεκτικότητά του οξυγόνου εκτοπίζεται και εμφανίζονται φαινόμενα ασφυξίας. Δεν υπάρχει νομοθετημένο όριο ελέγχου του  $CO_2$  κατά τις μετρήσεις των καυσαερίων στα αυτοκίνητα. Εν τούτοις η

περιεκτικότητα του στα καυσαέρια μαζί με την περιεκτικότητα του οξυγόνου, προσδιορίζουν τη σωστή λειτουργία του συστήματος τροφοδοσίας του καυσίμου και γενικότερα τη σωστή καύση στους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Το CO<sub>2</sub> εκτός από τις φυσικές πηγές παραγωγής του (π.χ. ηφαίστεια) παράγεται σε μεγάλες ποσότητες από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Οι θερμικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι παντός είδους καύσεις στις βιομηχανίες, στις κεντρικές θερμάνσεις των κατοικιών και των γραφείων, η λειτουργία διαφόρων φούρνων, κλιβάνων, και ανοιχτών εστιών καύσης, οι πυρκαγιές δασών και χορτολιβαδικών εκτάσεων, η καύση πετρελαίου, βενζίνης και υγραερίου στις μεταφορές (οχήματα, πλοία, τρένα, αεροπλάνα) η χρήση φυσικού αερίου στη βιομηχανία και στις κατοικίες και πολλοί ακόμη παράγοντες, συμβάλλουν στην έκλυση τεραστίων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα από δραστηριότητες του ανθρώπου.

Βέβαια ένα μεγάλο ποσοστό το CO<sub>2</sub> που παράγεται, χρησιμοποιείται από τα φυτά, τα οποία με τα φύλλα τους και τη βοήθεια του ηλιακού φωτός δεσμεύουν το CO<sub>2</sub> και το αποθηκεύουν υπό μορφή κυτταρίνης στους κορμούς, στις ρίζες και στους βλαστούς τους. Ένα ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό δεσμεύεται στους ωκεανούς και χρησιμοποιείται για την παραγωγή τεραστίων ποσοτήτων μικροοργανισμών και κοραλιών. Στην παρακάτω εικόνα 1.3 βλέπουμε την χημική σύσταση διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>.



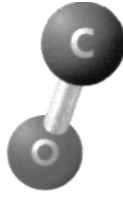
*Εικόνα 1.3 – Χημική σύσταση διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>.*

Λόγω των συνεχώς αυξημένων ποσοτήτων που παράγονται από τις παραπάνω δραστηριότητες των ανθρώπων, η περιεκτικότητα του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα συνεχώς αυξάνεται και αυτό σύμφωνα με τους επιστήμονες θα προκαλέσει, σε σύντομο χρονικό διάστημα, σοβαρά δυσμενή φαινόμενα στο πλανήτη μας.

### **1.2.2. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**

Το μονοξείδιο του άνθρακα CO είναι πρωτογενής ρυπαντής και παράγεται από ατελή καύση καυσίμου, λόγω έλλειψης οξυγόνου στο θάλαμο καύσης. Στην επόμενη εικόνα 1.4 βλέπουμε την χημική σύσταση μονοξειδίου του άνθρακα CO.



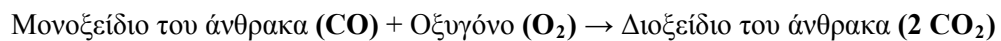


**Εικόνα 1.4** – Χημική σύσταση μονοξειδίου του άνθρακα CO

Θεωρητικά, δεν πρέπει να παράγεται μονοξείδιο του άνθρακα CO, αν υπάρχει περισσότερο οξυγόνο απ' αυτό που απαιτείται στη σχέση αέρα - καυσίμου (π.χ. αν το μίγμα είναι πολύ φτωχό). Στην πραγματικότητα όμως παράγεται μονοξείδιο του άνθρακα CO και στην περίπτωση αυτή γιατί υπεισέρχονται και άλλοι λόγοι.

**Τρεις είναι οι κυριότεροι λόγοι:**

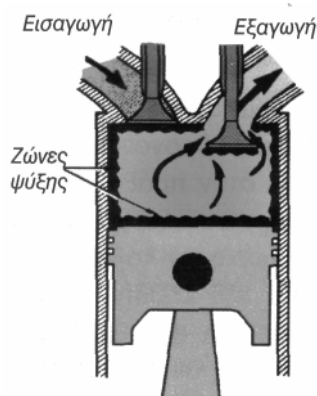
- Το CO μετατρέπεται σε CO<sub>2</sub> με περαιτέρω οξείδωση, αλλά ο διαθέσιμος χρόνος αντίδρασης είναι συγκριτικά μικρός και δεν μπορεί να μετατρέψει όλο το υπόλοιπο CO σε CO<sub>2</sub>.



Γι' αυτό το λόγο το CO παράγεται ακόμα και όταν το μίγμα αέρα-καυσίμου είναι πολύ φτωχό.

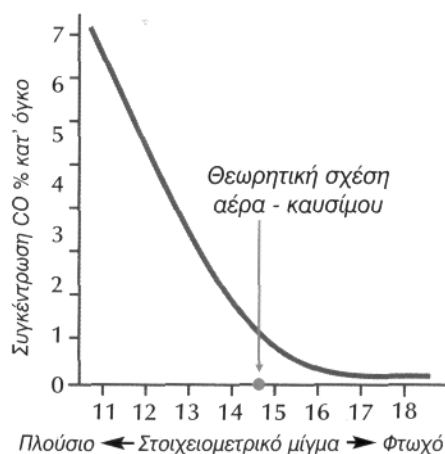
- Λόγω της δεδομένης ανομοιογενούς διανομής του καυσίμου στο θάλαμο καύσης, πραγματοποιείται ανομοιόμορφη καύση του μίγματος αέρα-καυσίμου.
- Οι θερμοκρασίες γύρω από τα τοιχώματα των κυλίνδρων είναι χαμηλές, οδηγώντας σε "ψύξη", που σημαίνει ότι η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή για να πραγματοποιηθεί καύση.

Η θερμοκρασία της φλόγας ξαφνικά πέφτει τόσο χαμηλά σε αυτές τις περιοχές ή ζώνες, ώστε η φλόγα σβήνει (ψύχεται), λόγω διασποράς της θερμότητας, μόλις φθάσει τα τοιχώματα. Γι' αυτό οι περιοχές αυτές ονομάζονται "**ζώνες ψύξης**". Όπως βλέπουμε στην επόμενη εικόνα 1.5.



**Εικόνα 1.5** – Το καύσιμο φεύγει άκαυστο από τις ζώνες ψύξης.

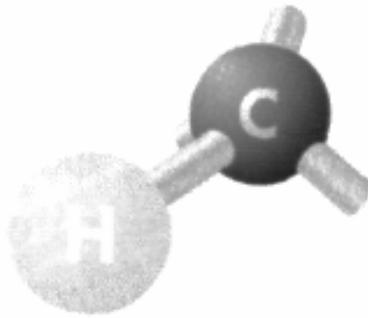
Η καύση διακόπτεται σε αυτές τις ζώνες ψύξης και δημιουργείται CO. Η συγκέντρωση (ογκομετρική σχέση) του CO στην εξαγωγή προσδιορίζεται γενικά από τη σχέση αέρα-καυσίμου και αυξομειώνεται ανάλογα με τις μεταβολές της σχέσης αυτής. Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα 1.6.



**Εικόνα 1.6** – Σχέση μεταξύ λόγου αέρα – καυσίμου και συγκέντρωσης του CO στα καυσαέρια.

### 1.2.3. Υδρογονάνθρακες (HC)

Ένας άλλος πρωτογενής ρυπαντής είναι οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), οι οποίοι στην πράξη είναι άκαυστη βενζίνη που εξέρχεται από την εξάτμιση χωρίς να λάβει μέρος στη διαδικασία της καύσης. Στην παρακάτω εικόνα 1.7 βλέπουμε την χημική σύσταση του Υδρογονάνθρακα (HC).



*Εικόνα 1.7 – Χημική σύσταση Υδρογονάνθρακα HC.*

Όπως προαναφέρθηκε και στο CO, αν η βενζίνη καεί πλήρως στο θάλαμο καύσης, οι HC δεν εκπέμπονται ως καυσαέρια. Στην πραγματικότητα όμως ακόμα και σε αυτή την περίπτωση, εξέρχονται συχνά άκαυστοι HC. Οι HC προέρχονται από τις παρακάτω περιπτώσεις:

#### Παλάντζα βαλβίδων

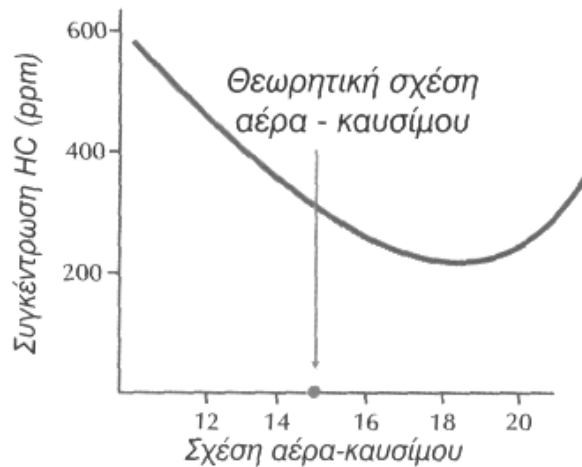
Κατά τη διάρκεια που οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι ταυτοχρόνως ανοικτές, κάποια ποσότητα HC βγαίνει έξω από το θάλαμο καύσης διαμέσου της βαλβίδας εξαγωγής, χωρίς να καεί.

#### Κακή ανάφλεξη

Άκαυστα αέρια μπορεί να παραμείνουν μέσα στο θάλαμο καύσης μετά από κακή ανάφλεξη, όταν το αυτοκίνητο ρολλάρει ή όταν ο κινητήρας φρενάρει, οπότε η πεταλούδα γκαζιού είναι κλειστή. Αυτό γίνεται γιατί δεν διοχετεύεται καθόλου αέρας μέσα στους κυλίνδρους, αν και υπάρχει κάποιο καύσιμο που παρέχεται, όταν το αυτοκίνητο είναι στο ρελαντί. Αυτός έχει ως αποτέλεσμα χαμηλή συμπίεση και συγκριτικά πλούσιο μίγμα. Χαμηλή συμπίεση και έλλειψη οξυγόνου προκαλεί όμως κακή (ατελή) καύση του καυσίμου, που έχει σαν αποτέλεσμα την εκπομπή HC από την εξάτμιση.

#### Λανθασμένη αναλογία μίγματος αέρα-καυσίμου

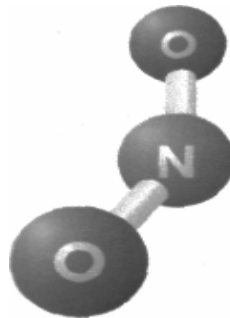
Όταν το μίγμα αέρα-καυσίμου γίνεται πλουσιότερο, η ποσότητα των HC στα καυσαέρια αυξάνει πέρα από ένα ορισμένο σημείο. Αυτό προκαλείται λόγω ατελούς καύσης (έλλειψη οξυγόνου). Αν το μίγμα είναι πολύ φτωχό, η συγκέντρωση των HC θ' αρχίσει να αυξάνεται πάλι αντί να μειώνεται, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα 1.8.



*Εικόνα 1.8 – Σχέση μεταξύ λόγου αέρα – καυσίμου και συγκέντρωσης του HC στα καυσαέρια σε ppm (Parts per million).*

#### 1.2.4. Οξείδια του αζώτου (NOx)

Το άζωτο ( $N_2$ ), αν και αδρανές, κάτω από τις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της καύσης, σχηματίζει χημικές ενώσεις με το οξυγόνο  $O_2$ , δημιουργώντας οξείδια αζώτου (NOx). Υπάρχουν διάφορες χημικές ενώσεις του αζώτου ( $N_2$ ) με το οξυγόνο ( $O_2$ ), όπως NO,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ , κλπ. Όλα αυτά ονομάζονται χάρη ευκολίας "οξείδια του αζώτου" και εκφράζονται ως "NOx". Πιο συγκεκριμένα, τα οξείδια του αζώτου αποτελούν χημική ένωση του αζώτου με το οξυγόνο του μίγματος, όταν η θερμοκρασία μέσα στο θάλαμο καύσης ξεπεράσει τους  $1800^\circ C$ . Για να συμβεί αυτό, απαιτείται υψηλή θερμοκρασία, καθώς και μεγάλη συγκέντρωση οξυγόνου. Συνεπώς τα NOx σχηματίζονται σε φτωχά κυρίως μίγματα κατά τη διάρκεια πλήρους και όχι ατελούς καύσης. Στην παρακάτω εικόνα 1.9 βλέπουμε την χημική σύσταση των οξειδίων του αζώτου (NOx).



*Εικόνα 1.9 – Χημική σύσταση των οξειδίων του αζώτου (NOx).*

Το μονοξείδιο του αζώτου οξειδώνεται γρήγορα από το ήδη υπάρχον οξυγόνο και σχηματίζει το διοξείδιο του αζώτου, έναν από τους πιο επιβλαβείς ρυπαντές, αφού συμμετέχει σημαντικά στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους.

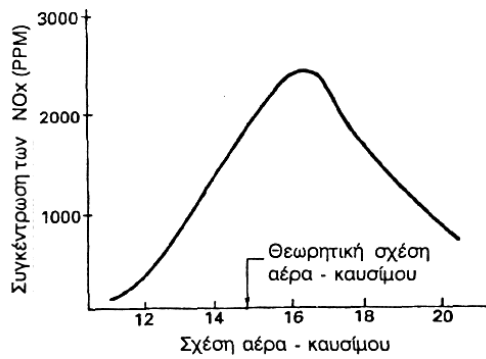
*Οι παράγοντες που επιδρούν περισσότερο για τη συγκέντρωση των σχηματιζόμενων NOx κατά την καύση είναι:*

- Η μέγιστη θερμοκρασία που δημιουργείται στο θάλαμο καύσης.
- Η σχέση αέρα-καυσίμου.

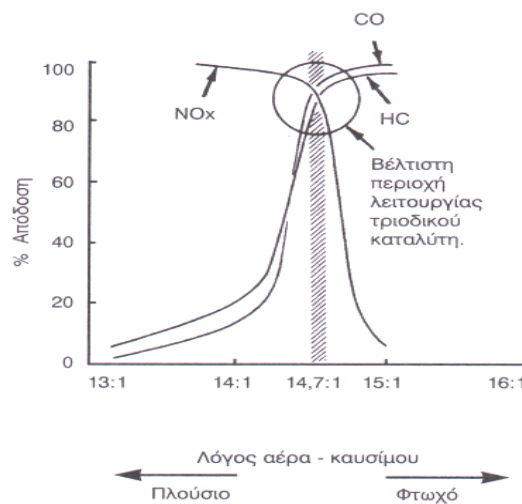
*Ο καλύτερος τρόπος για να μειωθεί η ποσότητα των εξερχόμενων NOx είναι:*

- Να εμποδιστεί η ανύψωση της θερμοκρασίας μέσα στο θάλαμο καύσης πάνω από τους 1800°C.
- Να μειωθεί ο χρόνος κατά τον οποίο επιτυγχάνονται υψηλές θερμοκρασίες με κατάλληλη ρύθμιση του χρονισμού ανάφλεξης.
- Να μειωθεί η ποσότητα συγκέντρωσης οξυγόνου με ρύθμιση της σχέσης αέρα-καυσίμου.

Η μικρότερη συγκέντρωση των NOx παρατηρείται σε μία σχέση αέρα-καυσίμου 16:1 περίπου (περιοχή φτωχού μίγματος). Ο λόγος για τον οποίο μειώνεται η συγκέντρωση των NOx, είναι ότι η καύση είναι αργή και εμποδίζει τη θερμοκρασία της φλόγας στο θάλαμο καύσης ν' ανεβεί στο μέγιστο επίπεδο. Στις δυο επόμενες εικόνες 1.10 και 1.11 βλέπουμε πόσο αναγκαία είναι η τοποθέτηση τριοδικού καταλύτη στο όχημα μας για την εκπομπή οξειδίων του αζώτου.



*Εικόνα 1.10 – Σχέση μεταξύ λόγου αέρα – καυσίμου και συγκέντρωσης των NOx χωρίς καταλυτικό μετατροπέα.*



*Εικόνα 1.11 – Σχέση μεταξύ λόγου αέρα – καυσίμου και συγκέντρωσης των NOx με καταλυτικό μετατροπέα.*

### 1.2.5. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Όπως γνωρίζουμε, στα θερμοκήπια, που είναι καλυμμένα με ένα διαφανές υλικό, (κυρίως γυαλί), μπορεί να εισέλθει η ηλιακή ακτινοβολία, να θερμανθεί το έδαφος και ο εσωτερικός αέρας. Το βράδυ, μετά την δύση του ηλίου, η κάλυψη του θερμοκηπίου (δηλαδή το γυαλί) θα εμποδίσει την απαγωγή της θερμότητας, (λόγω μεταφοράς και δημιουργίας ρευμάτων αέρα) και έτσι να διατηρηθεί η θερμότητα που αποκτήθηκε. Παρόμοιο φαινόμενο, σε ότι αφορά τον εγκλωβισμό της θερμότητας, ισχυρίζονται οι επιστήμονες ότι μπορεί να συμβεί με τη συνεχή αύξηση της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του ατμοσφαιρικού αέρα.

Το CO<sub>2</sub> επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και επομένως στο έδαφος και στην θάλασσα, με αποτέλεσμα την αύξηση κατά την ημέρα της θερμοκρασίας του εδάφους και των ωκεανών. Κατά την νύχτα το CO<sub>2</sub> εμποδίζει την ακτινοβολία της αποκτηθείσας κατά την ημέρα θερμότητας από το έδαφος, τα νερά και τα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας προς το διάστημα. Δηλαδή τα μόρια του CO<sub>2</sub> ενεργούν όπως το γυαλί στο θερμοκήπιο σε ότι αφορά την μετάδοση της θερμότητας.

Όσο μάλιστα αυξάνεται η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>, τόσο αυτό το ισοζύγιο εισαγωγής - απαγωγής θερμότητας θα είναι θετικό προς την πλευρά της εισαγωγής της θερμότητας, με αποτέλεσμα τη σταδιακή μέση αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους και των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας του πλανήτη.

Αποτέλεσμα του παραπάνω φαινομένου του θερμοκηπίου θα είναι η δραστική αλλαγή μετεωρολογικών και κλιματολογικών συνθηκών σε σχέση με τις συνθήκες που γνωρίζουμε.

Πολλοί επιστήμονες αναφέρουν απαισιόδοξες προβλέψεις, ακόμη και για μερικούς βαθμούς Κελσίου αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της γης. Ομιλούν για λιώσιμο των πάγων στους πόλους, αύξηση της στάθμης των ωκεανών, με αποτέλεσμα να πλημμυρίσουν πολλές παράκτιες χώρες, να εξαφανιστούν νησιά, να επέλθει σε πολλές εύκρατες περιοχές ξηρασία, να δημιουργηθούν οικονομικές αναταραχές σε επίπεδο χωρών, να γίνουν ακαλλιέργητα πολλά εδάφη ενώ να μπορούν να καλλιεργηθούν σε βορειότερες περιοχές.

Άλλοι πάλι επιστήμονες είναι πιο αισιόδοξοι και πιστεύουν ότι ο πλανήτης θα «αντιδράσει» σε αυτή τη μη φυσιολογική αλλαγή και οι επιπτώσεις θα είναι πιο ήπιες και για πολλές περιοχές ακόμη και ευεργετικές. Πάντως οι χώρες όλου του πλανήτη σε παγκόσμιες διασκέψεις (Ρίο κλπ.) για το περιβάλλον προσπαθούν να συμφωνήσουν σε σταδιακή μείωση των επιπέδων παραγωγής CO<sub>2</sub>, ώστε να αποφευχθεί ή τουλάχιστον να μετατεθεί χρονικά η δημιουργία των δυσμενών συνθηκών από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτό όμως είναι πολύ δύσκολο, λόγω κυρίως της μεγάλης οικονομικής διαφοράς μεταξύ ανεπτυγμένων και υπανάπτυκτων χωρών.

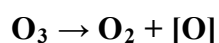
### **1.2.6. Δευτερογενής ρυπαντής όζον**

Με τον όρο ρυπαντής ορίζουμε κάθε ουσία που έχει άμεσα ή μακροπρόθεσμα επιβλαβείς επιδράσεις στη ζωή ή στην υγεία του ανθρώπου, των ζώων και φυτών, ή φθείρει τα υλικά αγαθά. Πρωτογενείς ρυπαντές ονομάζουμε εκείνους τους ρυπαντές που εκπέμπονται

απευθείας από την πηγή ρύπανσης. Τέτοιες ουσίες που εκπέμπονται από το αυτοκίνητο είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξειδία του αζώτου (NOx), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), η αιθάλη και οι ενώσεις του μολύβδου. Δευτερογενείς ρυπαντές ονομάζονται οι ρυπαντές που δεν εκπέμπονται απευθείας από την πηγή ρύπανσης, αλλά είναι προϊόντα αλληλεπίδρασης μεταξύ των πρωτογενών ρυπαντών.

Τέτοιοι δευτερογενείς ρυπαντές που οφείλονται και στην κυκλοφορία των οχημάτων είναι το όζον (O<sub>3</sub>) και το PAN μια οργανική ένωση του αζώτου.

Ειδικά το όζον (O<sub>3</sub>) αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και είναι αέριο πολύ οξειδωτικό. Η οξειδωτική του δράση οφείλεται στο ότι το οξυγόνο στη φυσική του μορφή είναι διατομικό (O<sub>2</sub>). Το όζον έχει επομένως ένα επιπλέον άτομο οξυγόνου, εφόσον είναι τριατομικό και διασπάται εύκολα σε διατομικό οξυγόνο και μονοατομικό οξυγόνο.



Το μονατομικό οξυγόνο είναι ο οξειδωτικός παράγοντας του όζοντος, επειδή ενώνεται πολύ εύκολα με πλήθος ουσιών τις οποίες οξειδώνει γιατί δεν μπορεί να παραμείνει μόνο του σε φυσική κατάσταση. Το όζον βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και δημιουργεί ένα προστατευτικό στρώμα, το οποίο απορροφά τις βλαβερές υπεριώδεις ακτινοβολίες που προέρχονται από τον ήλιο και έτσι φιλτράρει την ηλιακή ακτινοβολία, αφήνοντας να περάσουν μόνο οι ευεργετικές ορατές ακτινοβολίες του ηλίου. Φαίνεται λοιπόν ότι το όζον, το οποίο βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, είναι ευεργετικό για τη ζωή και την υγεία των ανθρώπων και των ζώων.

Όταν προσβάλλεται από τα καυσαέρια καταστρέφεται όλο και περισσότερη βλαβερή υπεριώδης ακτινοβολία φτάνει στη γη. Η ολική καταστροφή του στρώματος του όζοντος αποτελεί τη λεγόμενη «ΤΡΥΠΑ» του όζοντος.

Αντίθετα όμως, όταν το όζον βρίσκεται σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις πλησίον του εδάφους, τότε λόγω της οξειδωτικής του δράσης θεωρείται δευτερογενής ρυπαντής και όπως αναφέρθηκε προηγούμενα προκαλεί τσουξίμο στο λαιμό και στα μάτια και παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος.



### 1.2.7. Ρυπαντές παραγόμενοι από τα αυτοκίνητα

Σήμερα, κυκλοφορούν περισσότερα από 200 εκατομμύρια αυτοκίνητα στους δρόμους της Ευρώπης, προσφέροντας ελευθερία κίνησης σε πολλές κατηγορίες επιβατών. Ταυτόχρονα όμως, τα αυτοκίνητα θεωρούνται ως επιβλαβή για τα οικοσυστήματα του πλανήτη, με επιπτώσεις από την παγκόσμια υπερθέρμανση και τα αέρια του θερμοκηπίου, μέχρι τη φωτοχημική ρύπανση, το θόρυβο και την ρύπανση του εδάφους. Τα τελευταία χρόνια, οι αυτοκινητοβιομηχανίες καταβάλλουν συνεχώς μεγάλη προσπάθεια για τη μείωση του περιβαλλοντικού φορτίου από τα οχήματα, νιώθοντας την πίεση από τους πολίτες, βλέποντας σαν μια καλή κίνηση μάρκετινγκ την ενασχόλησή τους με την προστασία του περιβάλλοντος και στο τέλος, λόγω του αγώνα δρόμου που προκαλεί ο ανταγωνισμός για να καλύψουν το μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς και σε αυτό τον τομέα, δηλαδή των αυτοκινήτων φιλικών στο περιβάλλον.

Στη κατασκευή των αυτοκινήτων καταναλώνονται πρώτες ύλες και ενέργεια, ενώ τα αυτοκίνητα παράγουν καυσαέρια κατά τη χρήση και πρέπει να τα διαχειριστούμε όταν φτάσουν στο τέλος της ζωής τους κατά φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Η μείωση των επιπτώσεων σε κάθε μια από τις φάσεις αυτές είναι μια βασική πρόκληση για όλους.

Τα οχήματα επενεργούν στο περιβάλλον σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους από τον αρχικό σχεδιασμό και την κατασκευή τους, μέχρι τη χρήση τους στο δρόμο και την τελική τους διάθεση όταν φτάσουν στο τέλος της ζωής τους.

Κατά την λειτουργία τους, οι κινητήρες των οχημάτων εκλύουν στην ατμόσφαιρα καυσαέρια, τα οποία επηρεάζουν την χημική σύσταση της ατμόσφαιρας που αναπνέουμε και έμμεσα επιδρούν και στο κλίμα του πλανήτη. Η πρόκληση είναι: Πως μπορούν να μειωθούν αυτά τα καυσαέρια ακόμα περισσότερο;

Μια δεύτερη περιβαλλοντική επίπτωση ξεκινά από το γεγονός ότι τα οχήματα κατασκευάζονται από μέταλλα, πλαστικά και άλλα συνθετικά υλικά. Μπορούν τα αυτοκίνητα να σχεδιαστούν ώστε να ανακυκλώνονται ευκολότερα και πιο ολοκληρωμένα;

Επίσης τα εργοστάσια αυτοκινήτων χρησιμοποιούν ενέργεια και υλικά κατά την κατασκευή και παράγουν απόβλητα ως παραπροϊόντα της διαδικασίας παραγωγής.

### 1.2.8. Σύγκριση ρυπαντών – Σύνθεση καυσαερίων

Κάθε τεχνολογική εξέλιξη σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη είχε σαν αποτέλεσμα την ευημερία του ανθρώπου σε βάρος του περιβάλλοντος. Αυτό σημαίνει ότι από την πιο απλή παραγωγή ενός προϊόντος μέχρι την παραγωγή ενέργειας ο άνθρωπος παράγει απόβλητα και θόρυβο σε διάφορες μορφές:

- Στερεά απόβλητα.
- Υγρά απόβλητα.
- Αέρια (Εκπομπές αερίων).

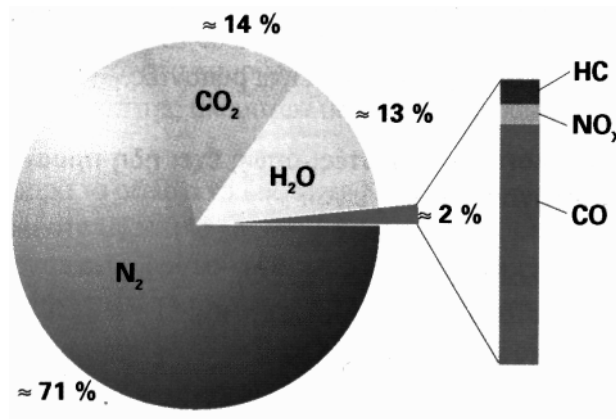
Η έλλειψη σωστής περιβαλλοντικής διαχείρισης των αποβλήτων διεθνώς έχει επηρεάσει τους νομοθέτες με αποτέλεσμα την θεσμοθέτηση ολοένα και πιο αυστηρών νομοθετικών διατάξεων, για την προστασία του περιβάλλοντος.

Αναφέρονται χαρακτηριστικά τα πυρηνικά απόβλητα (ένα πρόβλημα που συνεχώς διογκώνεται από τις χώρες που κατέχουν πυρηνική τεχνολογία), μέχρι και τα διαστημικά απόβλητα από τις διάφορες αποστολές στο διάστημα τα τελευταία χρόνια.

Όταν γίνεται αναφορά στη σύνθεση των καυσαερίων και στους εκπεμπόμενους πρωτογενείς ρυπαντές, όλοι νομίζουν ότι αυτοί αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών από την εξάτμιση ενός συμβατικού αυτοκινήτου.

Αυτό όμως είναι λάθος. Από τις εκπομπές καυσαερίων ενός καλορυθμισμένου κινητήρα που βρίσκεται σε καλή μηχανική κατάσταση, τα καυσαέρια που ανέρχονται σε ποσοστό 98 % έως 99% είναι αβλαβή για την υγεία και μόνο το υπόλοιπο 1% έως 2% είναι ρυπαντές.

Στην επόμενη εικόνα 1.12 βλέπουμε την σύνθεση καυσαερίων από κινητήρες που τροφοδοτούνται από βενζίνη.



*Εικόνα 1.12 – Σύνθεση καυσαερίων από βενζινοκινητήρες.*

Τα αβλαβή αέρια που περιλαμβάνονται στα καυσαέρια είναι τα εξής:

- Άζωτο (N<sub>2</sub>)
- Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)
- Νερό (H<sub>2</sub>O)

Τα παραπάνω αέρια που εξέρχονται από την εξάτμιση ενός συμβατικού αυτοκινήτου, αποτελούν το 98 - 99% του συνόλου των εκπομπών και δεν είναι ρυπαντές.

Οι βασικότεροι ρυπαντές, όπως έχει ήδη προαναφερθεί για βενζινοκινητήρες είναι:

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO),
- Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)
- Οξείδια του Αζώτου (NO<sub>x</sub>).

Όλοι αυτοί μαζί αποτελούν το (επιβλαβές) 1% έως 2% στα καυσαέρια ενός συμβατικού αυτοκινήτου. Είναι αξιοσημείωτο ότι η καταλυτική τεχνολογία προσπάθησε όλα αυτά τα χρόνια να εκμηδενίσει αυτό το 1% έως 2% των ρυπαντών των καυσαερίων, χωρίς να το καταφέρει και απόλυτα αφού οι τάσεις που διαφαίνονται από την πρωτοπόρο πάντα Πολιτεία της Καλιφόρνια είναι να θέσει σε εφαρμογή ένα μεγαλεπήβολο σχέδιο με το 10% των νεοκυκλοφορούντων οχημάτων να έχουν μηδενικά όρια εκπομπών αρχίζοντας από το 2004.

Σχετικά με τη δημιουργία μονοξειδίου του άνθρακα (CO), παρατηρείται ότι αυτό είναι πολύ λιγότερο όταν χρησιμοποιείται ως καύσιμο υγραέριο απ' ότι όταν χρησιμοποιείται βενζίνη, λόγω του ότι εξασφαλίζεται καλύτερη ομοιογένεια του μίγματος υγραερίου-αέρα απ' ότι στο

μίγμα βενζίνης-αέρα. Για το λόγο αυτό, στα καυσαέρια του υγραερίου υπάρχουν μειωμένες ποσότητες άκαυστων υδρογονανθράκων.

Σε ότι αφορά τα οξείδια του αζώτου (NOx), αυτά πρακτικά είναι τα ίδια στο υγραέριο και στη βενζίνη.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το υγραεριοκίνητο αυτοκίνητο, είναι ένα αυτοκίνητο με σχετικά "καθαρότερα" καυσαέρια. Γι' αυτό και η Πολιτεία προώθησε την εφαρμογή του στα ταξί στο Λεκανοπέδιο Αττικής, όπου έχει διαπιστωθεί σοβαρό πρόβλημα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

## Παράρτημα

### Η τρύπα του όζοντος

Το όζον το οποίο έγινε γνωστό τα τελευταία χρόνια από την σχέση αλληλεπίδρασης με τα προωθητικά υλικά των διαφόρων σπρέι και την γνωστή *τρύπα του όζοντος* αποτελεί την ασπίδα της ανθρώπινης ζωής αλλά και του ίδιου του πλανήτη αφού φιλτράρει το μεγαλύτερο μέρος της καταστροφικής υπεριώδους ακτινοβολίας του Ήλιου.

Το όζον απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία, αποτελώντας έτσι μία αποτελεσματική ασπίδα για τη γη. Το όζον απουσιάζει και περισσότερη υψηλής ενέργειας υπεριώδη ακτινοβολία διαπερνά την ατμόσφαιρα, φτάνοντας στην επιφάνεια της γης όπου είναι επιβλαβής για τους ζώντες οργανισμούς.

Η αλυσιδωτή αντίδραση καταστροφής του όζοντος από τα ψυκτικά υγρά κλιματιστικών τύπου Φρέον Β-12 (χρώμα Λευκό) οδήγησε τους κατασκευαστές παγκόσμια στην εξεύρεση καινούργιων ψυκτικών υγρών χωρίς χλωροφθοράνθρακες (CFC's).

Οι κλιματολογικές αλλαγές είναι αναμφισβήτητες και δυστυχώς πολύ δύσκολα αναστρέφονται. Ακόμα κι αν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου περιοριστούν στα σημερινά επίπεδα, η θερμοκρασία θα συνεχίσει να αυξάνεται εκτιμών οι επιστήμονες.

# 2

## Σχετική Νομοθεσία

### 2.1. Περιβαλλοντικές ενέργειες Ευρωπαϊκής Ένωσης για περιορισμό ρύπων

#### 2.1.1. Ιστορική αναδρομή

Η κατασκευή, εμπορία και συντήρηση του αυτοκινήτου σήμερα αποτελεί έναν σημαντικό κλάδο της οικονομίας και ταυτόχρονα επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα της ζωής. Από την δεκαετία του 1970 έγιναν σοβαρές προσπάθειες με νομοθετικές ρυθμίσεις για την μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας δεδομένου ότι με τον αυξανόμενο αριθμό αυτοκινήτων αυξανόταν συνεχώς και η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων τους. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος δημιουργήθηκε στις ΗΠΑ και εφαρμόστηκε στα αυτοκίνητα ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης μέσα από το σύστημα ηλεκτρονικής διαχείρισης του κινητήρα, για τον εντοπισμό πληροφοριών που έχουν σχέση με τα καυσαέρια. Το σύστημα ονομάστηκε **OBD (On - Board - Diagnose)** και δίνει την δυνατότητα στον οδηγό, να βλέπει στο ταμπλό των οργάνων του αυτοκινήτου, εάν το σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων με τον καταλυτικό μετατροπέα και τα ηλεκτρονικά του κινητήρα λειτουργούν σωστά.

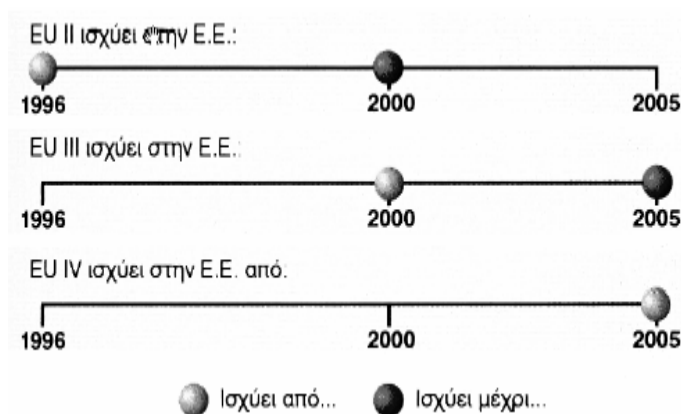
Το ίδιο το σύστημα OBD, δίνει την δυνατότητα με την βοήθεια κατάλληλης συσκευής, στο συνεργείο να κάνει άμεσο έλεγχο για την καλή λειτουργία του κινητήρα. Ήδη οι φορείς ελέγχου, οι τροχονόμοι αν εφοδιαστούν με μία αντίστοιχη μικρή φορητή συσκευή (τέστερ) που θα συνδέουν στο αυτοκίνητο θα μπορούν να ελέγχουν εάν ο καταλυτικός μετατροπέας και γενικά το σύστημα ελέγχου των καυσαερίων, λειτουργεί ικανοποιητικά ή όχι, και να επιβάλουν τα ανάλογα χρηματικά πρόστιμα ή ποινές.

Από τις αρχές του 2000 αυτό το σύστημα διάγνωσης εφαρμόστηκε σαν **EOBD (Euro - On - Board - Diagnose)** και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αρχικά για τους βενζινοκινητήρες και στην συνέχεια και για τους πετρελαιοκινητήρες. Αυτό το σύστημα διάγνωσης έφερε θετικά αποτελέσματα στην μείωση εκπομπών των καυσαερίων από τα αυτοκίνητα και συνέβαλε σημαντικά στην διατήρηση της ποιότητας του αέρα.

## 2.1.2. Όρια εκπομπών ρύπων (EU)

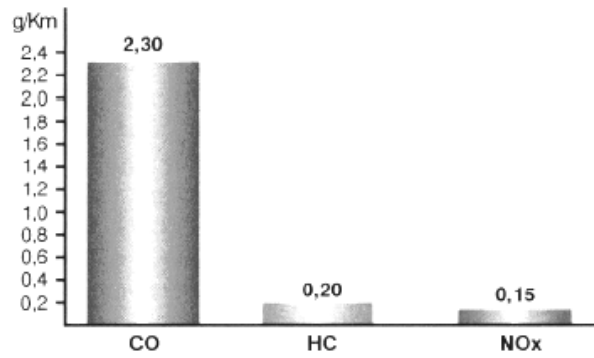
Η νομοθεσία για τα καυσαέρια των κρατών της ΕΕ βασίζεται στην Ρύθμιση ECE R15 ή στην Οδηγία περί καυσαερίων 70/220/ΕΟΚ και στις συμπληρώσεις τους.

Μέχρι το 2000 ίσχυαν οι προδιαγραφές EU II. Από την 01.01.2000 μέχρι το 2005 οι προδιαγραφές EU III και από το 2005 και μετά οι προδιαγραφές EU IV. Στην παρακάτω εικόνα 2.1 βλέπουμε τα χρονικά όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

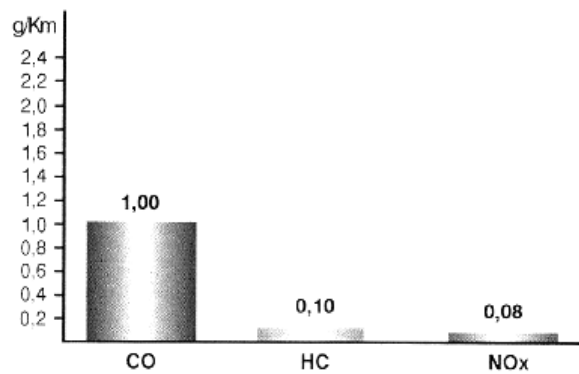


*Εικόνα 2.1 – Χρονοδιάγραμμα προδιαγραφών.*

Βασική διαφορά μεταξύ των προδιαγραφών EU III και EU II είναι ότι οι ρυπαντές, οξείδια του αζώτου (NOx) και υδρογονάνθρακες (HC) αναφέρονται στον κανονισμό EU III σαν ξεχωριστές οριακές τιμές, ενώ μέχρι τώρα στον κανονισμό EU II αναφέρονταν συνολικά. Στις επόμενες δύο εικόνες 2.2 & 2.3 βλέπουμε τα όρια εκπομπών καυσαερίων για EU III και EU IV που έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση από 1/1/2000 και 1/1/2005 ανάλογα.



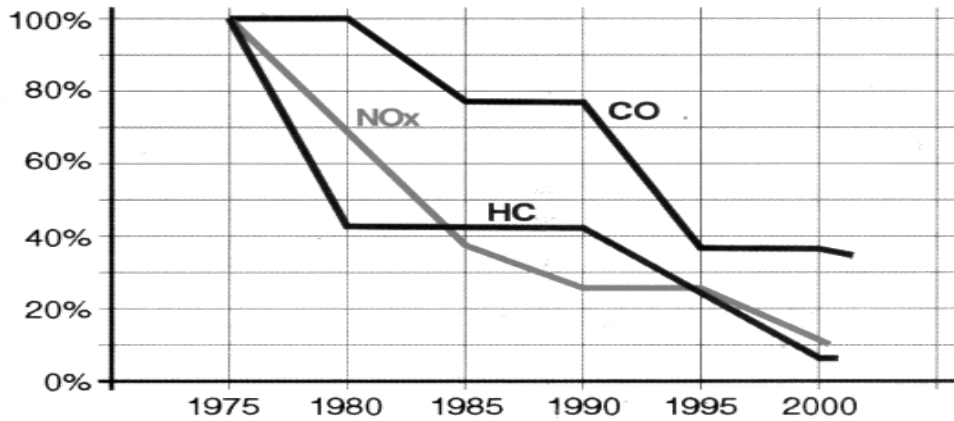
*Εικόνα 2.2 – Όρια εκπομπών καυσαερίων κανονισμού EU III σε βενζινοκινητήρες (ισχύς από 1/1/2000).*



*Εικόνα 2.3 – Όρια εκπομπών καυσαερίων κανονισμού EU IV σε βενζινοκινητήρες (ισχύς από 1/1/2005).*

Επίσης στην παρακάτω εικόνα 2.4 φαίνεται η σταδιακή μείωση των ρύπων όπου από το '75 και μετά όπου άρχισαν να εφαρμόζονται αυστηρά μέτρα ελέγχου των εκπεμπόμενων καυσαερίων από τα αυτοκίνητα.

### Οριακές τιμές καυσαερίων



Εικόνα 2.4 – Χρονοδιάγραμμα οριακών τιμών καυσαερίων.

### 2.1.3. Νομοθετικές απαιτήσεις EOBD

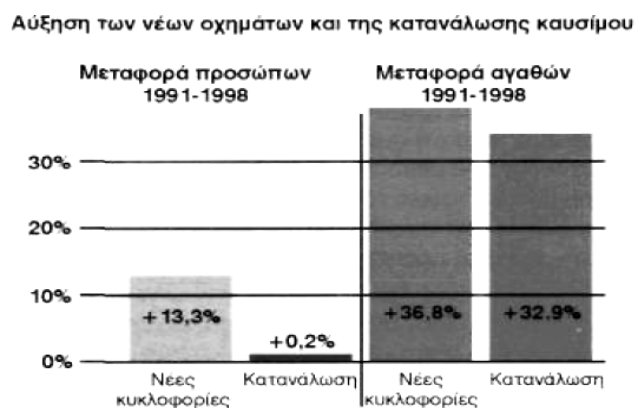
Η νομοθεσία ορίζει τις προδιαγραφές, οι οποίες σήμερα είναι αρκετά αυστηρές και οι αυτοκινητοβιομηχανίες κατασκευάζουν τα αυτοκίνητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις αυτής της νομοθεσίας. Τα μέτρα που λαμβάνονται σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την προσπάθεια της αυτοκινητοβιομηχανίας για καθαρότερα αυτοκίνητα έχουν δώσει σημαντικά αποτελέσματα.

Οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί από την νομοθεσία προς τους κατασκευαστές των αυτοκινήτων και που αφορούν την διάγνωση EOBD είναι οι παρακάτω:

- Έλεγχος όλων των εξαρτημάτων, τα οποία είναι σημαντικά για την ποιότητα των καυσαερίων.
- Δυνατότητα διάγνωσης των κύριων ρυπαντών των καυσαερίων.
- Τυποποιημένη υποδοχή διάγνωσης με καλή πρόσβαση από το κάθισμα του οδηγού.
- Οπτική προειδοποιητική ένδειξη, όταν τα σημαντικά για την εκπομπή καυσαερίων εξαρτήματα παρουσιάζουν βλάβες λειτουργίας ή για την ποιότητα των εκπομπών καυσαερίων.
- Προστασία του καταλύτη.



- Αποθήκευση σφαλμάτων.
- Τυποποιημένοι κωδικοί σφαλμάτων για όλους τους κατασκευαστές οχημάτων.
- Ένδειξη σφαλμάτων και με κοινή διαγνωστική συσκευή εμπορίου.
- Εμφάνιση των συνθηκών λειτουργίας, κατά τις οποίες παρατηρήθηκε ένα σφάλμα.
- Κανονισμοί για το πότε και πώς πρέπει να εμφανιστεί ένα σφάλμα καυσαερίων.
- Τυποποιημένες ονομασίες-συντμήσεις εξαρτημάτων, συστημάτων και σφαλμάτων. Η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε ελεγχόμενους ρυπαντές, μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογονάνθρακες (HC) και οξειδίων του αζώτου (NOx) δεν μπορεί τεχνικά να μετρηθεί άμεσα με ανεκτό κόστος.

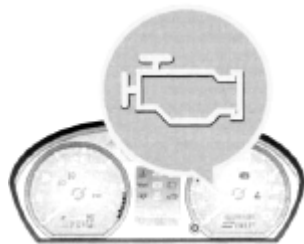


***Εικόνα 2.5** – Σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης καυσίμου και νέο-κυκλοφορούντων οχημάτων στην Γερμανία.*

Στην παραπάνω εικόνα 2.5 φαίνονται τα θετικά αποτελέσματα που δείχνει μία σύγκριση μεταξύ κατανάλωσης καυσίμου και νεοκυκλοφορούντων αυτοκινήτων στην Γερμανία. Η κατανάλωση του καυσίμου αυξάνει ελάχιστα, αν και ο αριθμός των νέων ΙΧ Επιβατικών στην κυκλοφορία έχει αυξηθεί κατά περίπου 13 %, ενώ για τα φορτηγά η κατανάλωση είναι σημαντικά ποσοστιαία μεγαλύτερη.

Η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε ελεγχόμενους **ρυπαντές**, μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογονάνθρακες (HC) και οξειδίων του αζώτου (NOx) δεν μπορεί τεχνικά να

μετρηθεί άμεσα με ανεκτό κόστος. Γι' αυτό πρέπει επιπρόσθετα να χρησιμοποιηθεί ο έλεγχος των ρυπαντών μέσω της ηλεκτρονικής διαχείρισης του κινητήρα με διάφορους τρόπους ως γρήγορη διαπίστωση των βλαβών από τον οδηγό με το άναμμα της ενδεικτικής λυχνίας στο ταμπλό των οργάνων, από τον επισκευαστή με το διαγνωστικό μηχάνημα ή από τον τροχονόμο απ' ευθείας μέσω μιας συσκευής εμφάνισης στοιχείων διάγνωσης. Στην παρακάτω εικόνα 2.6 βλέπουμε την ενδεικτική λυχνία που βρίσκεται στο ταμπλό του οχήματος.



*Εικόνα 2.6 – Ενδεικτική λυχνία βλαβών των ηλεκτρονικών συστημάτων του κινητήρα.*

Επίσης με το σύστημα EOBD υπάρχει η δυνατότητα της εμφάνισης της απόστασης ή της χρονικής στιγμής που διανύθηκε από το αυτοκίνητο από την στιγμή που άναψε η προειδοποιητική λυχνία μέχρι τη στιγμή του ελέγχου.

#### **2.1.4. Αστικός κύκλος (Κύκλος πόλης)**

Αστικός κύκλος ονομάζεται ο έλεγχος των καυσαερίων που γίνεται για την έγκριση τύπου που πρέπει να λάβουν τα νέα οχήματα. Το αυτοκίνητο τοποθετείται επάνω σε ένα δοκιμαστήριο που συμπεριλαμβάνει ένα δυναμόμετρο και προσομοιάζεται οδήγηση κάτω από συγκεκριμένες, αυστηρές, προδιαγραφές ταχύτητας και χρόνου.

Ο κύκλος N.E.D.C. (Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης) ήταν υποχρεωτικός για την ΕΕ μέχρι το 1999. Χαρακτηριστικό για αυτόν τον *κύκλο πόλης* ήταν μία φάση προθέρμανσης 40 δευτερολέπτων πριν την έναρξη μέτρησης της εκπομπής καυσαερίων. Μετά την ισχύ των προδιαγραφών εκπομπής EU III την 01.01.2000 καταργήθηκε από τον κύκλο οδήγησης η φάση προθέρμανσης. Έτσι η μέτρηση αρχίζει αμέσως μετά την εκκίνηση του κινητήρα.

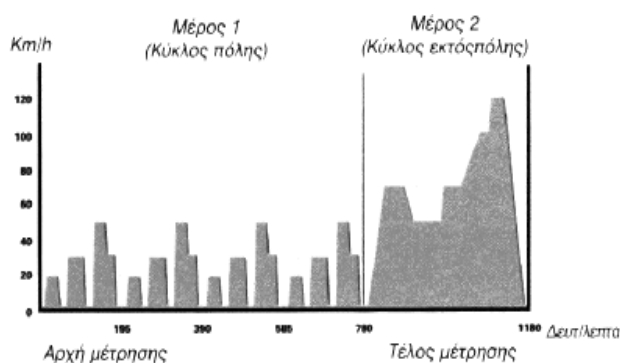
Η κατάργηση της φάσης προθέρμανσης σημαίνει πιο αυστηρή μέθοδο μέτρησης, γιατί στα αποτελέσματα μέτρησης συνυπολογίζονται όλοι οι ρυπαντές των καυσαερίων, οι οποίοι δημιουργούνται κατά την κρύα εκκίνηση, δηλαδή στη φάση προθέρμανσης του κινητήρα και του καταλύτη.

### 2.1.5. Ευρωπαϊκός κύκλος οδήγησης (ECE / EG)

Με τον κύκλο πόλης ολοκληρώνεται ένας κύκλος δοκιμών, ο οποίος αντιστοιχεί σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του αυτοκινήτου. Με τον τρόπο αυτό λαμβάνονται αποτελέσματα μέτρησης καυσαερίων που είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους.

#### Μέθοδος μέτρησης καυσαερίων

Ο έλεγχος γίνεται σε πιστοποιημένα Κέντρα Ελέγχου Καυσαερίων (αντίστοιχο Κέντρο Ελέγχου Καυσαερίων υπάρχει και στην Ελλάδα, στο ΚΤΕΟ Ελληνικού) όπου κατάλληλες εγκαταστάσεις μέτρησης, καταγράφουν και αξιολογούν τα συστατικά των καυσαερίων σύμφωνα με την διεθνή μέθοδο CVS (Constant Volume Sampling - Λήψη δείγματος σταθερού όγκου). Στην παρακάτω εικόνα 2.7 βλέπουμε τον ευρωπαϊκό κύκλο οδήγησης.



*Εικόνα 2.7 – Κύκλος οδήγησης (ECE / EG).*

## 2.2. Όρια εκπομπών καυσαερίων κατά την Ελληνική νομοθεσία

Για τον τεχνικό έλεγχο των βενζινοκίνητων και υγραεριοκίνητων οχημάτων οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συγκέντρωσης των ρύπων μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων καθώς και η περιοχή στην οποία επιτρέπεται να κυμαίνεται ο συντελεστής "λ" προσδιορίζονται ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής του οχήματος και με το έτος έκδοσης της πρώτης άδειας κυκλοφορίας.

Οι τιμές αυτές καθορίζονται με βάση την Υ.Α. 50/94474/4556(ΦΕΚ 829/Β/8-11- 94) όπως αναφέρονται στους παρακάτω πίνακες.

| <b>Πίνακας 1</b>   |                                   |                             |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| <b>Οχήματα με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα</b> |                                   |                             |
| <b>Λειτουργία κινητήρα</b>                                   |                                   |                             |
| <b>Ρυπαντής</b>  | <b>Ρελαντί</b>                    | <b>2500 ± 300 στρ/λεπτό</b> |
| Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO) %                                | < 0,5                             | < 0,3                       |
| Υδρογονάνθρακες (HC) ppm                                     | < 120                             | < 100                       |
| Συντελεστής «λ»  | 0,97 ÷ 1,03 στις 2500 ± στρ/λεπτο |                             |

| <b>Πίνακας 2</b>   |                |                             |
|--|----------------|-----------------------------|
| <b>Οχήματα με αρρυθμιστο τριοδικό ή οξειδωτικό καταλυτικό μετατροπέα</b> |                |                             |
| <b>Λειτουργία κινητήρα</b>   |                |                             |
| <b>Ρυπαντής</b>  | <b>Ρελαντί</b> | <b>2500 ± 300 στρ/λεπτό</b> |
| Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO) %  | < 1,2          | < 1                         |
| Υδρογονάνθρακες (HC) ppm   | < 220          | < 200                       |

| <b>Πίνακας 3</b>   |                |                             |
|--|----------------|-----------------------------|
| <b>Οχήματα συμβατικής τεχνολογίας με έτος έκδοσης πρώτης άδειας κυκλοφορίας πριν από την 1/10/1986</b> |                |                             |
| <b>Λειτουργία κινητήρα</b>   |                |                             |
| <b>Ρυπαντής</b>  | <b>Ρελαντί</b> | <b>2500 ± 300 στρ/λεπτό</b> |
| Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO) %  | < 4,5          | < 4                         |
| Υδρογονάνθρακες (HC) ppm   | < 800          | < 700                       |

| <b>Πίνακας 4</b><br><b>Οχήματα συμβατικής τεχνολογίας με έτος έκδοσης πρώτης</b><br><b>άδειας κυκλοφορίας από την 1/10/1986 και έπειτα</b><br><b>Λειτουργία κινητήρα</b> |                |                             |
|--|----------------|-----------------------------|
| <b>Ρυπαντής</b>  | <b>Ρελαντί</b> | <b>2500 ± 300 στρ/λεπτό</b> |
| Μονοξείδιο του Άνθρακα<br>(CO) %   | < 3,5          | < 3                         |
| Υδρογονάνθρακες<br>(HC) ppm  | < 500          | < 400                       |

#### **Παρατηρήσεις:**

1. Σε αυτοκίνητα με σύστημα τριοδικού ρυθμιζόμενου καταλυτικού μετατροπέα η μέγιστη περιεκτικότητα των καυσαερίων σε υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) στο ρελαντί καθώς και ο συντελεστής "λ" επιτρέπεται να φθάνουν τα όρια που ορίζει ο κατασκευαστής.
2. Σε αυτοκίνητα συμβατικής τεχνολογίας που έχουν κινητήρες δίχρονους ή κινητήρες WANKEL ισχύουν οι παραπάνω πίνακες ανάλογα με το έτος έκδοσης πρώτης άδειας κυκλοφορίας, χωρίς όμως να ελέγχεται η συγκέντρωση των υδρογονανθράκων στα καυσαέρια τους.
3. Στον δειγματοληπτικό έλεγχο των βενζινοκίνητων και υγραεριοκίνητων οχημάτων συμβατικής τεχνολογίας στο δρόμο, οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές της συγκέντρωσης των ρυπαντών στα καυσαέρια καθορίζονται όπως αυτές στους πίνακες 3 και 4 αυξημένες κατά 0,5% για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και κατά 100 ppm για τους υδρογονάνθρακες (HC).
4. Στον δειγματοληπτικό έλεγχο των βενζινοκίνητων και υγραεριοκίνητων οχημάτων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα, οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές της συγκέντρωσης των ρύπων στα καυσαέρια καθορίζονται όπως αυτές του πίνακα 1 αυξημένες κατά 0,1% για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και κατά 10 ppm για τους υδρογονάνθρακες (HC).

## 2.3. Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών καυσαερίων EURO

### 2.3.1. Εισαγωγή

Λαμβάνοντας υπ' όψιν την συνεχώς επιβαρυνόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει περιορισμούς στα καυσαέρια που μπορεί να εκπέμπει ένα όχημα. Τα όρια αυτά πλαισιώνονται από την βασική οδηγία 70/220/EEC η οποία τροποποιείται συνεχώς με σκοπό αυτά να γίνονται όλο και αυστηρότερα. Οι βασικές τροποποιήσεις είναι οι παρακάτω:

- Πρότυπο Euro I (γνωστό και ως EC 93): Οδηγίες 91/441/EEC μόνο για επιβατηγά ή 93/59/EEC για επιβατηγά και ελαφρά φορτηγά.
- Πρότυπο Euro II (ή EC 96): Οδηγίες 94/12/EEC ή 96/69/EEC.
- Πρότυπα Euro III/IV (2000/2005): Οδηγία 98/69/EC, περισσότερες τροποποιήσεις με την 2002/80/EC.
- Πρότυπα Euro V/VI (2009/2014): Ο προτεινόμενος κανονισμός Euro V εκδόθηκε τον Δεκέμβριο του 2005, ενώ τα προτεινόμενα όρια του Euro VI εκδόθηκαν από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο τον Δεκέμβριο του 2006.

Μετά το πρότυπο Euro II, οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιβάλλουν διαφορετικά όρια για κινητήρες βενζίνης και πετρελαίου. Οι πετρελαιοκινητήρες έχουν αυστηρότερα όρια μονοξειδίου του άνθρακα CO, αλλά μικρότερα όσον αφορά τα οξείδια του αζώτου NO<sub>x</sub>. Τα βενζινοκίνητα εξαιρούνται των ορίων εκπομπής μικροσωματιδίων PM (Particulate Matter) έως και το πρότυπο Euro IV, αλλά το προτεινόμενο Euro V εισάγει αντίστοιχα όρια για βενζινοκινητήρες άμεσου ψεκασμού.

### **2.3.2. Εκπομπή καυσαερίων: στάδια και νομικό πλαίσιο**

Τα στάδια αναφέρονται χαρακτηριστικά ως Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4 και Euro 5 για τα ελαφριά πρότυπα οχημάτων καθήκοντος. Οι αντίστοιχες σειρές προτύπων για τα οχήματα μεγάλης απόδοσης χρησιμοποιούν τους λατινικούς, παρά τους αραβικούς αριθμούς (Euro I, Euro II, κ.λπ....)

Το νομικό πλαίσιο αποτελείται σε μία σειρά οδηγιών, για κάθε τροποποίηση στην οδηγία 70/220/ΕΟΚ του 1970 . Εδώ είναι ένας συνοπτικός κατάλογος των προτύπων, όταν είχαν ταχθεί σε ισχύ, και ποιες οδηγίες της ΕΕ παρέχουν τον ορισμό των προτύπων.

- **Euro 1.(1993)**  
Για τα επιβατικά αυτοκίνητα - 91/441/ΕΟΚ. Επίσης για τα επιβατικά αυτοκίνητα και ελαφριά φορτηγά - 93/59/ΕΕC.
- **Euro 2 (1996)**  
Για τα επιβατικά αυτοκίνητα - 94/12/ΕΚ & 96/69/ΕΚ
- **Euro 3 (2000)**  
Για οποιοδήποτε όχημα - 98/69/ΕΚ
- **Euro 4 (2005)**  
Για οποιοδήποτε όχημα - 98/69/ΕΚ & 2002/80/ΕΚ
- **Euro 5 (2008/9)**  
Για οποιοδήποτε όχημα - (COM(2005) 683 - προτεινόμενος)

**Τα παρακάτω όρια αφορούν νέες εγκρίσεις τύπου οχημάτων, δηλαδή οχήματα που θα πρωτοεμφανιστούν στην αγορά μετά την ημερομηνία εφαρμογής του προτύπου. Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπουν επίσης και μια δεύτερη ημερομηνία (ένα χρόνο μετά) που αφορά την πρώτη ταξινόμηση υπαρχόντων μοντέλων οχημάτων με παλαιότερη έγκριση τύπου.**

| <b>Euro Standard</b> | <b>Test cycle</b> | <b>CO</b>  | <b>HC</b> | <b>NO<sub>x</sub></b> | <b>HC+NO<sub>x</sub></b> | <b>PM</b> |
|----------------------|-------------------|------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------|
| <b>pre-Euro 1</b>    | ECE 15 + EUDC     | up to 10.0 |           |                       | up to 2.55               |           |
| <b>Euro 1</b>        | ECE 15 + EUDC     | 2.72       |           |                       | 0.97                     |           |
| <b>Euro 2</b>        | ECE 15 + EUDC     | 2.20       |           |                       | 0.70                     |           |
| <b>Euro 3</b>        | NEDC*             | 2.30       | 0.20      | 0.15                  |                          |           |
| <b>Euro 4</b>        | NEDC*             | 1.00       | 0.10      | 0.08                  |                          |           |
| <b>Euro 5</b>        | NEDC*             | 1.00       | 0.075     | 0.06                  |                          | 0.005     |

### **2.3.3. Όρια εκπομπών καυσαερίων Ευρωπαϊκής Ένωσης για ελαφριά φορτηγά οχήματα**

Σημαντικό είναι επίσης να αναφέρουμε ότι από το πρότυπο Euro 3, τα οχήματα υποχρεούνται να είναι εξοπλισμένα με σύστημα διάγνωσης επί του οχήματος (On Board Diagnostics – OBD). Έτσι, σε περίπτωση δυσλειτουργίας του συστήματος ελέγχου εκπομπών καυσαερίων, ο οδηγός θα πρέπει να ειδοποιείται άμεσα μέσω της αντίστοιχης ενδεικτικής λυχνίας ότι οι ρύποι υπερβαίνουν τα ανώτερα επιτρεπτά όρια.

Από το παραπάνω συμπεραίνει κανείς ότι τα οχήματα πλέον παράγουν πολύ λιγότερα βλαβερά καυσαέρια σε σύγκριση με 15 χρόνια πριν, με συνεχώς μειούμενες τάσεις. Το σημαντικότερο ρόλο σε αυτό το γεγονός διαδραματίζει η ίδια η Ευρωπαϊκή Ένωση με τα όρια που επιβάλλει, πιέζοντας έτσι συνεχώς τις αυτοκινητοβιομηχανίες για καθαρότερα οχήματα. Από την άλλη όμως ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός οχημάτων που κυκλοφορούν αντισταθμίζει τα πλεονεκτήματα των καθαρότερων κινητήρων, με αποτέλεσμα ο περιορισμός της ρύπανσης του αέρα να αποτελεί πραγματική πρόκληση.

Στον τομέα των καυσίμων, 2001 Η οδηγία βιολογικών καυσίμων απαιτεί ότι το 5.75% που μεταφέρουν συμβατικά καύσιμα (βενζίνη και diesel) πρέπει να αντικατασταθούν με βιολογικά καύσιμα μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου, 2010, με απώτερο στόχο αύξηση τους ως 2% μέχρι το τέλος του 2005. <sup>[21]</sup>

#### ***Κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης***

Οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που δημοσιεύονται ως οδηγίες, έχουν τη δύναμη του νόμου μέσα στα κράτη μέλη της ΕΕ στο πλαίσιο των διατάξεων της Συνθήκης της Ρώμης. Με



την εισαγωγή της "παγιωμένης οδηγίας εκπομπών" τον Ιούνιο του 1991, η εφαρμογή έγινε υποχρεωτική για όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και δεν αφέθηκε πλέον στην κρίση των μεμονωμένων εθνών.

Σε συνεργασία με τη βιομηχανία πετρελαίου και μηχανοκίνητων οχημάτων, η Επιτροπή επιτόησε ένα κοινό "πρόγραμμα Auto-oil" για να μειώσει τις εκπομπές αερίου εξάτμισης. Το πρόγραμμα Auto-oil χαρακτηρίζει δύο νέες οδηγίες (οδηγίες 70/156 98/69 και 98/70 τροποποίησης και 70/220) εξετάζοντας την ποιότητα της βενζίνης, για να αντιμετωπίσει την ατμοσφαιρική ρύπανση από τις εκπομπές οχημάτων.

Η οδηγία 98/70 εισάγει τις νέες περιβαλλοντικές προδιαγραφές στα καύσιμα βενζίνης και diesel, και απαγορεύει τη μολυβδόυχο βενζίνη από την αγορά το έτος 2000. Επιτρέπει επίσης τις προοδευτικές βελτιώσεις στην περιβαλλοντική ποιότητα των αμόλυβδων καυσίμων βενζίνης και diesel.

Η οδηγία 98/69 καθορίζει τις διαφορετικές οριακές τιμές για τις εκπομπές με τα αυτοκίνητα βενζίνης και diesel από το 2000 ως το 2005. Η οδηγία επιτρέπει επίσης φορολογικά κίνητρα που χορηγούνται από τα κράτη μέλη, για να ενθαρρύνει τη συμμόρφωση προόδου με τις νέες οριακές τιμές.

Η οδηγία 98/77 παρεμβάλλει τις νέες τεχνικές απαιτήσεις στην οδηγία 70/220 όπως την έγκριση ΕΚ των καταλυτικών μετατροπέων αντικατάστασης ως χωριστές τεχνικές μονάδες.

Η έγκριση ΕΚ των οχημάτων μπορεί να λειτουργήσει στα LPG ή CNG, και τη μέτρηση της αντίστασης κύλισης.

## Παράρτημα

### Σύγκριση με Εθνικά όρια ποιότητας ατμόσφαιρας

Η χώρα μας έχει νομοθετήσει για τους ρύπους διοξείδιο του θείου, καπνό, διοξείδιο του αζώτου, μόλυβδο και όζον τα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας που έχουν καθιερωθεί στη Ευρωπαϊκή Ένωση. Υπάρχει διαφορά μεταξύ των όρων όριο και στόχος. Ο μεν πρώτος αναφέρεται σε κάποια τιμή ενός ρύπου, που έχει καθιερωθεί νομοθετικά λαμβάνοντας υπόψη, εκτός των επιδράσεων του ρύπου αυτού στο περιβάλλον και τη δυνατότητα επίτευξης της τιμής αυτής από τεχνολογικής και οικονομικής πλευράς. Αντίθετα ο στόχος λαμβάνει υπόψη μόνο την επίδραση του ρύπου στην ανθρώπινη υγεία, δεν είναι νομοθετημένος και συνήθως είναι αυστηρότερος από το όριο.

# 3

## Μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα

### 3.1. Μηχανικά συστήματα περιορισμού ρύπων

#### 3.1.1. Συστήματα μεταβλητού χρονισμού

Με την αύξηση του αριθμού των βαλβίδων οι κατασκευαστές βελτίωσαν τους κινητήρες ως προς την καλύτερη πλήρωση των κυλίνδρων με καύσιμο μίγμα, ενώ με τα συστήματα μεταβλητού χρονισμού των βαλβίδων βελτίωσαν το πρόβλημα ρύθμισης της γωνίας ανοίγματος - κλεισίματος των βαλβίδων.

Για τη βέλτιστη απόδοση του κινητήρα οι βαλβίδες πρέπει να ανοίγουν και να κλείνουν σε διαφορετικούς χρόνους στις χαμηλές στροφές του κινητήρα και σε διαφορετικούς χρόνους στις υψηλές. Ανάλογα με την χρήση του αυτοκινήτου οι κατασκευαστές φρόντισαν αντίστοιχα για τον σχεδιασμό του εκκεντροφόρου.

Σε κινητήρες αυτοκινήτων με ζητούμενο τη μέγιστη απόδοση και μείωση των εκπομπών στις υψηλές στροφές χρησιμοποιήθηκαν εκκεντροφόροι με μεγαλύτερη διάρκεια (σε μοίρες) ανοίγματος και κλεισίματος των βαλβίδων εισαγωγής ή εξαγωγής, με μεγαλύτερο βύθισμα (σε χιλιοστά) των βαλβίδων και μεγαλύτερη επικάλυψη των γωνιών ανοίγματος - κλεισίματος των αντίστοιχων βαλβίδων εισαγωγής - εξαγωγής.

Με τον τρόπο αυτό ο κινητήρας στις υψηλές στροφές έχει ταχύτερη και περισσότερη εισαγωγή μίγματος ανά κύλινδρο και αντίστοιχα ταχύτερη εξαγωγή των καυσαερίων. Ένα μικρό ποσοστό μίγματος που αναμιγνύεται με τα καυσαέρια στο μεγαλύτερο σχετικά χρόνο επικάλυψης των βαλβίδων δεν επηρεάζει τη λειτουργία, αλλά αντίθετα αποτελεί ένα φυσικό σύστημα επανακυκλοφορίας των προϊόντων της καύσης που βελτιώνει την οικονομία και μειώνει τους ρύπους.

Όμως τα πλεονεκτήματα αυτά ενός τέτοιου εκκεντροφόρου, όταν το αυτοκίνητο εργάζεται στις χαμηλές στροφές, γίνονται μειονεκτήματα. Υπάρχει απώλεια μίγματος και συμπίεσης κατά τη διάρκεια επικάλυψης των βαλβίδων, αυξημένη εκπομπή ρύπων, κατανάλωση καυσίμου και μειωμένη απόδοση του κινητήρα.

Για τα συμβατικά αυτοκίνητα οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν μία μέση λύση εκκεντροφόρου, ώστε ο κινητήρας να εργάζεται ικανοποιητικά τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές στροφές.

Σε εξελιγμένα μοντέλα αυτοκινήτων οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν σήμερα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα μεταβλητού χρονισμού.

### **3.1.2. Συστήματα μεταβλητού χρονισμού με καδένα**

Αυτό είναι ένα έξυπνο σύστημα χρονισμού που μεταβάλλει τη γωνία ανοίγματος -κλεισίματος των βαλβίδων καθώς και τη διάρκεια του χρόνου υπερκάλυψης των βαλβίδων εισαγωγής -εξαγωγής. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε αυτοκίνητα AUDI - V.W. - SKODA.

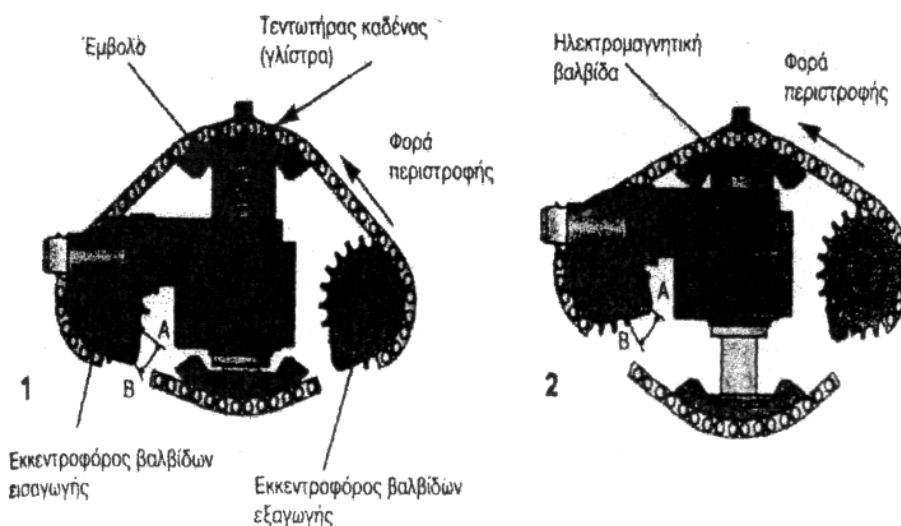
Υπάρχουν και εδώ δύο εκκεντροφόροι, ένας για το άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής και ένας για το άνοιγμα των βαλβίδων εξαγωγής.

Ο εκκεντροφόρος που κινεί τις βαλβίδες εξαγωγής παίρνει την κίνηση μέσω οδοντωτού μάντα από τον στροφαλοφόρο άξονα και τη μεταδίδει μέσω καδένας στον εκκεντροφόρο άξονα που κινεί τις βαλβίδες εισαγωγής. Από τη μια πλευρά του κινητήρα μπροστά, υπάρχει ο μάντας κίνησης του εκκεντροφόρου, ενώ από την άλλη πλευρά πίσω, οι δύο εκκεντροφόροι συνδέονται μεταξύ τους με καδένα.

Το μήκος της καδένας μεταξύ των γραναζιών των δύο εκκεντροφόρων, μπορεί να μεγαλώνει από τη μία πλευρά και ταυτόχρονα να μικραίνει από την άλλη. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας και ενός υδραυλικού μηχανισμού τεντώματος της αλυσίδας.

Όταν το έμβολο κινείται προς τη μία πλευρά η γλιστιέρα της καδένας που υπάρχει στην άκρη του εμβόλου σπρώχνει την καδένα και μεγαλώνει το μήκος από την αντίστοιχη πλευρά προς την οποία κινείται το έμβολο, ενώ η γλιστιέρα της καδένας που υπάρχει από την αντίθετη πλευρά του εμβόλου υποχωρεί και μικραίνει το μήκος της καδένας. Η κάθε κίνηση του εμβόλου για την αλλαγή του μήκους της καδένας προς μία κατεύθυνση, συνεπάγεται και αντίστοιχη περιστροφή του εκκεντροφόρου άξονα που κινεί τις βαλβίδες εισαγωγής με αποτέλεσμα την μεταβολή της γωνίας ανοίγματος - κλεισίματος των βαλβίδων και της γωνίας υπερκάλυψης του χρόνου ανοίγματος των βαλβίδων εισαγωγής και κλεισίματος των βαλβίδων εξαγωγής (παλαντζάρισμα).

Η ηλεκτρονική μονάδα ρυθμίζει τη μεταβολή του χρονισμού ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής και το φορτίο του κινητήρα. Στην παρακάτω εικόνα 3.1 βλέπουμε πως λειτουργεί το σύστημα μεταβλητού χρονισμού με καδένα.



*Εικόνα 3.1 – Λειτουργία συστήματος μεταβλητού χρονισμού με καδένα.*

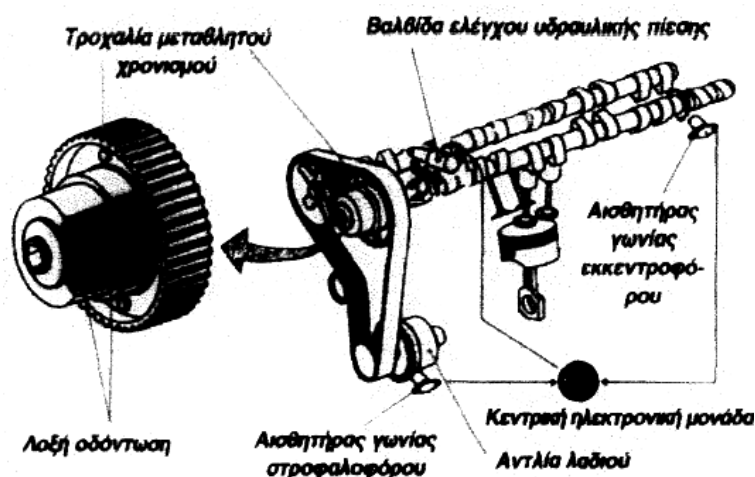
### 3.1.3. Συστήματα μεταβλητού χρονισμού VVT-i

Η Toyota , με το σύστημα VVT-i, έχει ένα πιο οικολογικό προφίλ. Να σημειωθεί ότι, οι περιορισμοί στα καυσαέρια γίνονται όλο και πιο αυστηροί. Οι μηχανικοί της Toyota προσανατολίστηκαν σε σύστημα μεταβλητού χρονισμού, εφαρμόζοντας το ακόμα και στους κινητήρες με τη μικρότερη χωρητικότητα. Αυξάνοντας την επικάλυψη των βαλβίδων, ένα μέρος των καυσαερίων ξαναμπαίνει στο θάλαμο καύσης μειώνοντας την εκπομπή HC και NO<sub>x</sub>.

Η εφαρμογή αυτή είναι ηλεκτροϋδραυλική. Μια κεντρική ηλεκτρονική μονάδα, βοηθούμενη και από τους ανάλογους αισθητήρες, διαπιστώνει πότε πρέπει να στρέψει τον εκκεντροφόρο εισαγωγής. Στις υψηλές στροφές ο εκκεντροφόρος μέσα από ένα σύστημα γραναζιών και ενός υδραυλικού εμβόλου, στρέφεται έτσι ώστε να ανοίγει τη βαλβίδα εισαγωγής πιο νωρίς. Η εντολή δίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα και εκτελείται υδραυλικά από μια βαλβίδα που κοντρολάρει την πίεση ανάλογα με τις εντολές της ηλεκτρονικής μονάδας. Όπως ειπώθηκε, υπάρχει ένα σύστημα γραναζιών που προκαλεί την κίνηση του εκκεντροφόρου μεταβάλλοντας το χρονισμό.

Τα γρανάζια είναι λοξής οδόντωσης και είναι εμπλεγμένα με ένα έμβολο, αντίστοιχα λοξής οδόντωσης. Όταν το έμβολο πιέζεται υδραυλικά προς τα δεξιά, αναγκάζει τον εκκεντροφόρο να περιστραφεί ελαφρώς κατά τη φορά του ρολογιού. Όταν το έμβολο κινείται προς τα αριστερά, ο εκκεντροφόρος - πάντα της εισαγωγής - κινείται αντίθετα από τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Αυτή ακριβώς η περιστροφή, λόγω της διαμόρφωσης των γραναζιών, καθυστερεί ή προωθεί τον εκκεντροφόρο σε σχέση πάντα με τον στροφαλοφόρο, μεταβάλλοντας αντίστοιχα το χρονισμό των βαλβίδων εισαγωγής.

Παρόμοιας φιλοσοφίας σύστημα είναι και ο μεταβλητός χρονισμός που έχει τοποθετηθεί στους δίλιτρους Twin Spark της Alfa Romeo. Και εκεί υπάρχει ένα σύστημα με γρανάζια στην τροχαλία του εκκεντροφόρου και δίνει προπορεία ή υστέρηση στον εκκεντροφόρο εισαγωγής. Στην παρακάτω εικόνα 3.2 βλέπουμε την λειτουργία μεταβλητού χρονισμού VVT-i.



Εικόνα 3.2 – Λειτουργία συστήματος μεταβλητού χρονισμού VVT-i.

### 3.1.4. Συστήματα μεταβλητού χρονισμού V-TEC

Υπάρχουν συστήματα όπως το T-VIS της Toyota, που καταπολεμούν το πρόβλημα της απόκρισης με τη μεταβολή της συνολικής διατομής των αυλών εισαγωγής ανάλογα με τις στροφές, αλλά αυτά αυξάνουν ακόμα περισσότερο την πολυπλοκότητα και το κόστος του κινητήρα. Γεγονός είναι πάντως, ότι παρά το πρόβλημα αυτό στις χαμηλές στροφές, οι πολυβάλβιδι κινητήρες έχουν γενικά καλή απόδοση και η διαφορά τους από τους κινητήρες με συμβατικές κυλινδροκεφαλές από τις μεσαίες στροφές και πάνω, είναι εμφανέστατη.

Η Honda παρουσίασε ένα σχετικά απλό μηχανισμό μεταβλητού χρονισμού και μεταβλητής βύθισης των βαλβίδων και ηλεκτρονικού ελέγχου του ανοίγματος, εξελίσσοντας το σύστημα REM ή V-TEC που παρουσίασε σε μοτοσικλέτα το 1983.

Το αποτέλεσμα είναι μία θεαματική αύξηση της μέγιστης ιπποδύναμης και ροπής όπως επίσης και της ελαστικότητας, δηλαδή της σταθερότητας της ροπής σε μεγάλες διακυμάνσεις των στροφών.

Η μακρόχρονη εξέλιξη του V-TEC ξεκίνησε από την επιδίωξη των σχεδιαστών να επιτύχουν τους εξής αντικειμενικούς στόχους:

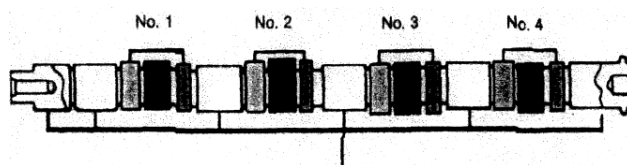
- Τη βελτίωση εισαγωγής του μίγματος αέρα-βενζίνης, καλύτερη πλήρωση του Θαλάμου καύσης, ταχύτερη και ομαλότερη εξαγωγή των καυσαερίων.
- Περισσότερο ομοιογενή καύση, με τη μείωση του απαιτούμενου χρόνου για την ανάφλεξη της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας μίγματος.
- Μείωση των μηχανικών τριβών που προκαλούν τα κινητά μέρη του κινητήρα.
- Βελτίωση της απόδοσης του κινητήρα στις χαμηλές όπως επίσης και στις υψηλές στροφές, για άνετη οδήγηση στις σημερινές κυκλοφοριακές συνθήκες.

Η έρευνα της Honda επικεντρώθηκε σε ένα μηχανισμό, που αργότερα μεταβλήθηκε σε ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα βύθισης και χρονισμού των βαλβίδων, που κάνει χρήση ενός μικρού υδραυλικού εμβόλου μέσα στο ζύγωθρο της κάθε βαλβίδας.

Η λειτουργία αυτού του απλού σαν σύλληψη μηχανισμού, βασίζεται στην ύπαρξη ενός τρίτου έκκεντρου ανάμεσα στα δύο βασικά έκκεντρα του κάθε ζεύγους βαλβίδων εισαγωγής ή εξαγωγής (το «πρωτεύον» έκκεντρο, με προφίλ ειδικά σχεδιασμένο για απόδοση στις χαμηλές στροφές και το «δευτερεύον» για απόδοση στις μεσαίες στροφές). Το τρίτο έκκεντρο με προφίλ για τις υψηλές στροφές, συνοδεύεται από ένα τρίτο ζύγωθρο, που όμως δεν συνδέεται με το στέλεχος κάποιας βαλβίδας. Μέσα στα τρία ζύγωθρα (του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος που κινούν τις αντίστοιχες βαλβίδες και του μεσαίου «τυφλού») βρίσκεται το υδραυλικό έμβολο, αποτελούμενο από τρία κομμάτια ίδιας διαμέτρου και ένα ειδικό ελατήριο (έδρασης του εμβόλου), έτσι ώστε σε χαμηλές και μεσαίες στροφές το κάθε ζύγωθρο να δρα ανεξάρτητα από το άλλο.

Σε υψηλές στροφές όμως, η ηλεκτρονική μονάδα διαχείρισης και ελέγχου του κινητήρα, που καταγράφει τις συνθήκες λειτουργίας του (στροφές, φορτίο, θερμοκρασία λειτουργίας και ταχύτητα του οχήματος), μπαίνει σε δράση. Ενεργοποιεί μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (που βρίσκεται στα ζύγωθρα), η οποία ανοίγει, αφήνοντας λάδι υπό πίεση να περάσει στο χώρο του εμβόλου.

Αυτό με τη σειρά του, ωθούμενο συμπιέζει το ελατήριο έδρασης, κλειδώνοντας με αυτόν τον τρόπο σαν συρτής τα τρία ζύγωθρα και αναγκάζοντας τα σε ταυτόχρονη κίνηση, σύμφωνα όμως με το προφίλ του «ταχύτερου» τρίτου έκκεντρου. Στην παρακάτω εικόνα 3.3 βλέπουμε τον εκκεντροφόρο άξονα ενός συστήματος μεταβλητού χρονισμού V-TEC.



*Εικόνα 3.3 – Εκκεντροφόρος άξονας συστήματος μεταβλητού χρονισμού V-TEC.*

### **3.1.5. Συστήματα μεταβλητού χρονισμού Valvetronic**

Το Valvetronic είναι το νέο σύστημα που χρησιμοποιεί προς το παρόν η BMW στους τετρακύλινδρους κινητήρες των 1.800 κ.εκ. της σειράς 3 Compact. Η καινοτομία του συστήματος είναι ότι το Valvetronic καταργεί το κλασικό σύστημα γκαζιού με πεταλούδα.

Το Valvetronic είναι ουσιαστικά ένα σύστημα μεταβλητού χρονισμού των βαλβίδων εισαγωγής, όχι όμως μόνο ως προς το χρόνο που παραμένουν ανοικτές, αλλά και ως προς το βύθισμα τους. Θα μπορούσε να θεωρηθεί εξέλιξη του συστήματος Vanos, που ήδη χρησιμοποιεί η BMW σε όλους τους κινητήρες της. Η διαφορά του με αυτό εντοπίζεται στο γεγονός ότι το Vanos μπορεί να μεταβάλλει μόνο το χρονικό διάστημα που παραμένουν ανοικτές οι βαλβίδες και όχι το βύθισμα τους.

Μία άλλη διαφορά από αντίστοιχα συστήματα μεταβλητού χρονισμού και βυθίσματος των βαλβίδων, άλλων αυτοκινητοβιομηχανιών, είναι ότι ο χρονισμός και το βύθισμα μεταβάλλονται σε όλο το εύρος των στροφών, ενώ, για παράδειγμα, το V-Tec της Honda ή το VVTL-i της Toyota, που έχει η Celica T-Sport, αρχίζουν να λειτουργούν πάνω από κάποιο όριο υψηλών στροφών και δίνουν την αίσθηση υπερτροφοδοτούμενου κινητήρα.



Το συμβατικό σύστημα με την πεταλούδα , επειδή στραγγαλίζει τη ροή του αέρα και αποτελεί μεγάλη τοπική αντίσταση , προκαλεί αρκετή απώλεια ισχύος και αύξηση ρύπων. Η πεταλούδα ουσιαστικά είναι ένας ρυθμιστής παροχής του αέρα που εισέρχεται στην πολλαπλή εισαγωγής του κινητήρα και συνδέεται με το pedal του γκαζιού, με μηχανικό ή ηλεκτρονικό τρόπο.

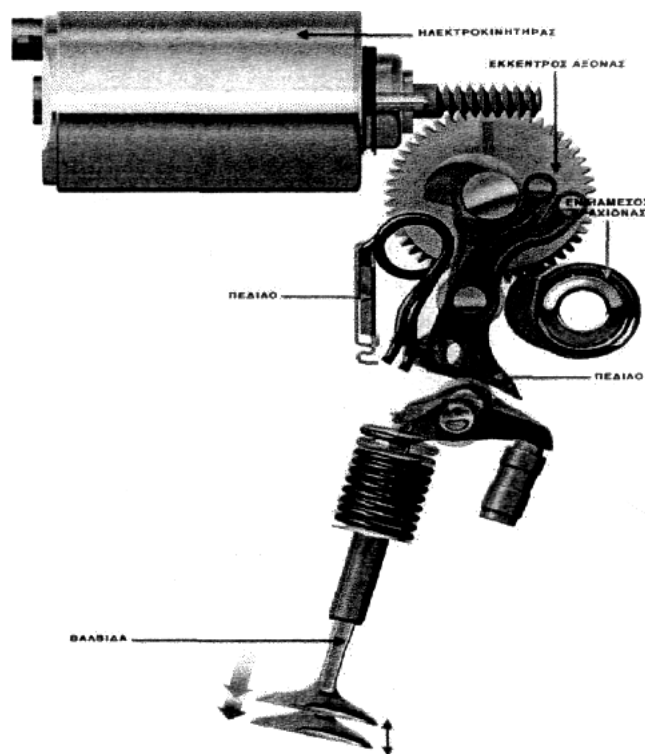
Όταν το αυτοκίνητο λειτουργεί σε πλήρη ισχύ, τότε η πεταλούδα βρίσκεται σε οριζόντια σε σχέση με τη ροή του αέρα θέση, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα της μέγιστης παροχής αέρα και καυσίμου. Όταν όμως σηκώσουμε το πόδι από το γκάζι, η πεταλούδα κλείνει "πνίγοντας" ουσιαστικά τον κινητήρα, ενώ, όταν είναι πλήρως ανοιχτή, ναι μεν έχουμε τη μέγιστη απόδοση, αλλά αυτό δεν συμβαίνει χωρίς απώλειες, με ταυτόχρονη αύξηση της κατανάλωσης. Αυτό που κατάφεραν οι μηχανικοί της BMW είναι να αντικαταστήσουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η πεταλούδα, εξαλείφοντας το βασικό της μειονεκτήματα.

Η αντικατάσταση αυτή δεν θα ήταν εφικτή, αν δεν είχε βρεθεί ο τρόπος ώστε να μεταβάλλεται συνεχώς η ρύθμιση του χρονισμού και του ανοίγματος των βαλβίδων εισαγωγής του κινητήρα. Αυτό κατέστη δυνατό με την προσθήκη της μεταβολής του βυθίσματος της βαλβίδας που ρυθμίζει ανάλογα την ενεργή κίνηση του εκκεντροφόρου και στη διάρκεια του ανοίγματος αλλά και στο βύθισμα, σε συνάρτηση με τις συνθήκες.

Ο κύριος λόγος που οδήγησε τους μηχανικούς της BMW στη δημιουργία του Valvetronic είναι ότι δεν υπήρχε δυνατότητα περαιτέρω μείωσης της κατανάλωσης, ακόμα και με τη χρήση συστημάτων μεταβλητού χρονισμού των βαλβίδων, τα οποία όλο και περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες τοποθετούν στους κινητήρες τους.

Ένα από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το Valvetronic είναι η κατά 10% χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, συγκρίσιμη με εκείνη ενός κινητήρα diesel. Επιπρόσθετα, το Valvetronic δεν επηρεάζεται από την ποιότητα του καυσίμου και των διαφόρων προσθέτων, ειδικά του θείου (S), που υπάρχει στη βενζίνη και λειτουργεί το ίδιο ομαλά. Στο σημείο αυτό, το Valvetronic υπερέχει σε σχέση με τα συστήματα άμεσου ψεκασμού βενζίνης, γιατί αυτά επηρεάζονται από την ποιότητα των καυσίμων, όσον αφορά στους εκπεμπόμενους ρύπους, ενώ το Valvetronic δεν χρειάζεται υψηλές πιέσεις για τον ψεκασμό, αρκούμενο σε δύο έως τρία bar, σε αντίθεση με τους κινητήρες άμεσου ψεκασμού που χρειάζονται πιέσεις της τάξης των 200 bar. Εννοείται ότι ο κινητήρας με το Valvetronic καλύπτει τις προδιαγραφές ρύπων EU IV που ισχύουν από το 2005.

Στα πλεονεκτήματα του Valvetronic περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, η πολύ ομαλή λειτουργία του κινητήρα, όταν είναι κρύος, η πολιτισμένη "συμπεριφορά" σε όλο το εύρος των στροφών και η άμεση απόκριση, όποτε αυτή χρειάζεται. Ο πρώτος κινητήρας στον οποίο χρησιμοποιείται αυτό το σύστημα είναι ο νέος 1.800κ.εκ., που κινεί την καινούρια 316 I Compact. Η απόδοση του είναι 115 ίπποι στις 5.500σ.α.λ. και 173 Nm ροπής στις 3750 σ.α.λ. και κατασκευάζεται ήδη στο εργοστάσιο του Ham Shall στη Μ. Βρετανία. Στην παρακάτω εικόνα 3.4 βλέπουμε την λειτουργία ενός συστήματος μεταβλητού χρονισμού Valvetronic.



*Εικόνα 3.4 – Λειτουργία συστήματος μεταβλητού χρονισμού Valvetronic.*

Στο νέο σύστημα της BMW ο εκκεντροφόρος δεν έρχεται σε άμεση επαφή με τις βαλβίδες, όπως συμβαίνει σε όλους τους κινητήρες, και αυτό διότι δεν θα ήταν δυνατή η συνεχής ρύθμιση του βυθίσματος λόγω της κατασκευής των έκκεντρων. Μεταξύ του εκκεντροφόρου που κινεί τις βαλβίδες εισαγωγής, παρεμβαίνουν ενδιάμεσοι βραχίονες και άξονες που κινούν τις βαλβίδες, αντί του εκκεντροφόρου. Αυτοί οι ενδιάμεσοι βραχίονες είναι τοποθετημένοι κάθετα, σε συνέχεια του εκκεντροφόρου. Ανάμεσα στους βραχίονες αυτούς και στα ζύγωθρα που τελικά κινούν τις βαλβίδες, βρίσκονται τα πέδιλα.

Το κάτω άκρο του βραχίονα στηρίζεται στο ζύγωθρο, ενώ το άνω άκρο του οδηγείται από έναν έκκεντρο άξονα μέσου ενός δεύτερου πέδilu. Όταν γυρνά ο εκκεντροφόρος, ο ενδιάμεσος βραχίονας κινείται σαν εκκρεμές, που ουσιαστικά λόγω της μικρής γωνίας

κίνησης του εκκρεμούς, θεωρείται ευθύγραμμη. Αυτή η ευθύγραμμη κίνηση μετατρέπεται σε κάθετη, εξαιτίας των πολλών βαθμών ελευθερίας που έχουν οι βραχίονες. Θα παρομοιάζαμε αυτή την κίνηση με το σχήμα ενός μπούμερανγκ. Όταν η γωνία του μπούμερανγκ μετακινήσει το πέδιλο του βραχίονα, τότε πιέζει το βραχίονα προς τα κάτω, κινεί το ζύγωθρο και ανοίγει ή κλείνει τη βαλβίδα.

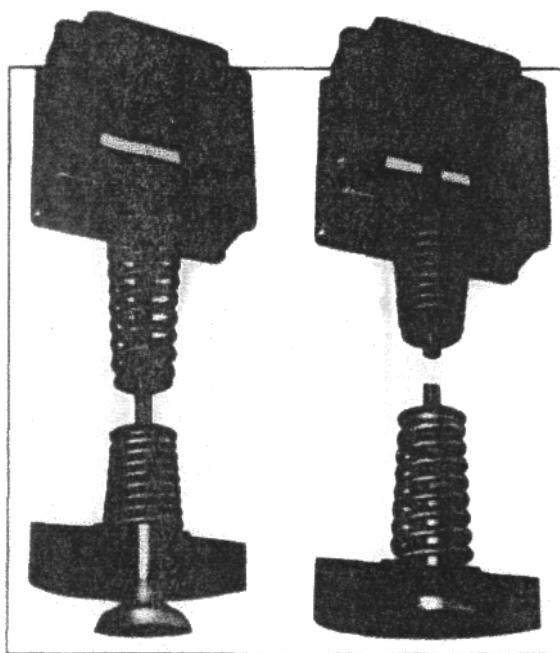
Στο όλο σύστημα βέβαια υπάρχει και ένας ηλεκτροκινητήρας που κινεί τον έκκεντρο άξονα και κατ' επέκταση και τον ενδιάμεσο βραχίονα. Ο ηλεκτροκινητήρας είναι απαραίτητος γιατί το όλο σύστημα βασίζεται στην ακρίβεια και στην ταχύτητα. Το βύθισμα της βαλβίδας κυμαίνεται μεταξύ 0 και 9,7 χιλιοστών και ο ηλεκτροκινητήρας χρειάζεται 300 χιλιοστά του δευτερολέπτου για να κινήσει τη βαλβίδα μεταξύ των δύο ακραίων θέσεων. Ίδιο χρόνο χρειάζεται και η μεταβολή του εκκεντροφόρου άξονα κατά 60 μοίρες. Κατ' επέκταση απαιτούνται πολύ ισχυρά υπολογιστικά συστήματα για τον έλεγχο του Valvetronic. Έτσι, η συνολική λειτουργία του συστήματος ελέγχεται από μία κεντρική μονάδα 32bit στα 40MHz.

### **3.1.6. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες**

Η πρόοδος της τεχνολογίας προσφέρει άπειρες δυνατότητες στους μηχανικούς. Τόσες, που είναι δυνατόν να αλλάζουν εντελώς τη διαμόρφωση ενός κινητήρα. Μια τέτοια πρόταση παρουσίασε η Renault. Πρόκειται για έναν κινητήρα χωρίς καθόλου εκκεντροφόρο. Ηλεκτρομαγνήτες σε συνδυασμό με ελατήρια αναλαμβάνουν να ανοίξουν και να κλείσουν τις βαλβίδες. Φυσικά, μια τέτοια εφαρμογή ελέγχεται εξολοκλήρου από μια ηλεκτρονική μονάδα.

Η μονάδα αυτή ενεργοποιεί τις βαλβίδες, που δουλεύουν ηλεκτρομαγνητικά και αλλάζει συνεχώς το χρονισμό ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα και άλλες παραμέτρους, αυξάνοντας τη ροπή του από 20 ως 30% στις χαμηλές στροφές. Η αυξημένη ροπή επιτρέπει και τη χρήση πιο μακριών σχέσεων στο κιβώτιο, βελτιώνοντας την οικονομία και τις εκπομπές ρύπων. Η λύση με τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες μειώνει και το θόρυβο που προξενείτε από τους εκκεντροφόρους, όταν ανοίγουν ή κλείνουν τις βαλβίδες, μειώνοντας παράλληλα και τις αντίστοιχες απώλειες ισχύος.

Οι εντελώς ηλεκτρονικά ελεγχόμενες βαλβίδες, ουσιαστικά επιτρέπουν άπειρες ρυθμίσεις στο χρονισμό της εισαγωγής και της εξαγωγής. Στην παρακάτω εικόνα 3.5 βλέπουμε το σύστημα των ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων.



*Εικόνα 3.5 – Σύστημα ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων αντί εκκεντροφόρου άξονα.*

## **3.2. Συστήματα ανάφλεξης**

### **3.2.1. Συμβατικό σύστημα ανάφλεξης**

Προορισμός του συμβατικού συστήματος ανάφλεξης στους κινητήρες που χρησιμοποιούν για καύσιμο τη βενζίνη ή και το υγραέριο, είναι η παραγωγή σπινθήρα τη κατάλληλη χρονική στιγμή, ξεχωριστά για κάθε κύλινδρο του κινητήρα, ώστε να αναφλεχθεί και να καεί το καύσιμο μίγμα εντός του κυλίνδρου, αποδίδοντας την απαιτούμενη ισχύ ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Το συμβατικό σύστημα ανάφλεξης είναι μέρος του ηλεκτρικού συστήματος του αυτοκινήτου και εξυπηρετεί αποκλειστικά τις ανάγκες λειτουργίας του κινητήρα. Όπως το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου είναι απαραίτητο για την παραγωγή και διανομή του καυσίμου μίγματος σε κάθε ένα κύλινδρο ξεχωριστά, έτσι και το σύστημα ανάφλεξης είναι απαραίτητο για την παραγωγή και διανομή του ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής τάσης σε κάθε ένα κύλινδρο ξεχωριστά. Με το ρεύμα υψηλής τάσης επιτυγχάνεται η δημιουργία του κατάλληλου ηλεκτρικού σπινθήρα μεταξύ των ηλεκτροδίων των σπινθηριστών (μπουζί) και η ανάφλεξη του καυσίμου μίγματος εντός του κυλίνδρου τη κατάλληλη χρονική στιγμή.

## **Μέρη συμβατικού συστήματος ανάφλεξης**

Σε ένα κλασικό βενζινοκινητήρα παλαιότερου τύπου τα κύρια εξαρτήματα που απαρτίζουν το σύστημα ανάφλεξης είναι:

1. Ο συσσωρευτής (μπαταρία).
2. Ο διακόπτης ανάφλεξης (γενικός διακόπτης).
3. Ο διακόπτης χαμηλής τάσης ρεύματος του πρωτεύοντος πηνίου του πολλαπλασιαστή (πλατίνες).
4. Ο πολλαπλασιαστής.
5. Ο διανομέας (ντιστριμπυτέρ).
6. Ο πυκνωτής.
7. Τα καλώδια χαμηλής και υψηλής τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος.
8. Οι σπινθηριστές (μπουζί).

### ***1.Συσσωρευτής (μπαταρία).***

Η μπαταρία είναι ουσιαστικά η αποθήκη της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται από τον εναλλακτήρα ή την γεννήτρια. Πρέπει να έχει την δυνατότητα, να παρέχει ισχυρά ηλεκτρικά ρεύματα κατά τις ψυχρές εκκινήσεις του κινητήρα με χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και επιπλέον, να έχει την δυνατότητα να καλύπτει τα ηλεκτρικά φορτία που υπάρχουν στο αυτοκίνητο, όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο ρελαντί ή δεν λειτουργεί.

Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα είναι μολύβδου με ηλεκτρολύτη διάλυμα θεικού οξέος. Οι χρησιμοποιούμενες τάσεις είναι 12 Volt για τα επιβατηγά και 24 ή 48 Volt για τα φορτηγά και λεωφορεία και 6V ή 12V για τα δίκυκλα.

Η μπαταρία των 12 Volts αποτελείται από 6 κυψέλες (στοιχεία) συνδεδεμένες σε σειρά μέσα σε δοχείο από πολυπροπυλένιο. Κάθε κυψέλη αποτελείται από σετ αρνητικών και θετικών πλακών από θεικό και ενεργό μόλυβδο, μεταξύ των οποίων υπάρχει διαχωριστικό μονωτικό

υλικό με πόρους, ενώ ο ηλεκτρολύτης που είναι διάλυμα θειικού οξέος, καλύπτει τις πλάκες και το μονωτικό υλικό μέχρι μία ορισμένη στάθμη του δοχείου. Οι ακροδέκτες των πλακών και οι πόλοι της μπαταρίας είναι κατασκευασμένοι από μόλυβδο. Το επάνω τμήμα του δοχείου είναι καλυμμένο με μονωτικό υλικό, το οποίο στεγανοποιεί το κουτί της μπαταρίας. Στο επάνω τμήμα κάθε κυψέλης (στοιχείου), υπάρχει άνοιγμα με πώμα το οποίο φέρει οπές και χρησιμοποιείται για τη συμπλήρωση υγρών της μπαταρίας και την έξοδο των αερίων κατά την φόρτιση της.

Στην αγορά διατίθενται μπαταρίες, που δεν απαιτούν καμία συντήρηση και είναι τελείως σφραγισμένες, εκτός από τις απαιτούμενες οπές για την έξοδο των αερίων κατά την φόρτιση τους.

### ***2. Διακόπτης ανάφλεξης (Γενικός διακόπτης).***

Αυτός ενεργοποιείται από το κλειδί του αυτοκινήτου και στην θέση ON συνδέει το θετικό πόλο της μπαταρίας (+) με τον ακροδέκτη του πολλαπλασιαστή (+), από τον οποίο τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή. Ο διακόπτης ανάφλεξης βρίσκεται στο ταμπλό του αυτοκινήτου ή κοντά στον άξονα του τιμονιού και ενεργοποιείται από τον οδηγό. Συνδυάζει επίσης και άλλες λειτουργίες κατά την περιστροφή του κλειδιού, όπως κλείδωμα του τιμονιού, και τροφοδοσία με ηλεκτρικό ρεύμα της μίζας του αυτοκινήτου για την εκκίνηση του κινητήρα.

### ***3. Διακόπτης χαμηλής τάσης του πρωτεύοντος του πολλαπλασιαστή (πλατίνες).***

Οι πλατίνες βρίσκονται στο σώμα του διανομέα στο πάνω μέρος του. Οι πλατίνες αποτελούνται από δύο επαφές, μια σταθερή και μια κινητή, οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν τις κατάλληλες χρονικές στιγμές, ώστε με τη ροή του ρεύματος από το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή, όταν είναι κλειστές να δημιουργήσουν το κατάλληλο μαγνητικό πεδίο για την παραγωγή του ρεύματος υψηλής τάσης στο δευτερεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή. Όταν οι πλατίνες είναι κλειστές το πρωτεύον κύκλωμα του συστήματος ανάφλεξης, διαρέεται από ρεύμα και στο πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή δημιουργείται ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Μόλις οι πλατίνες ανοίξουν, το μαγνητικό πεδίο στο πολλαπλασιαστή καταρρέει και δημιουργείται εξ' επαγωγής υψηλή τάση στο δευτερεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή. Η υψηλή τάση διανέμεται μέσω του διανομέα και των μπουζοκαλωδίων στα μπουζί, στα ηλεκτρόδια των οποίων δημιουργείται ισχυρός σπινθήρας.

Οι πλατίνες ανοιγοκλείνουν με τη βοήθεια έκκεντρου, το οποίο είναι προσαρμοσμένο στον

άξονα του διανομέα και περιστρέφεται μαζί με αυτόν. Το έγκεντρο έχει τόσες κορυφές όσος είναι και ο αριθμός των κυλίνδρων του κινητήρα. Η κινητή πλατίνα με τη βοήθεια ελατηρίου τείνει να είναι σε επαφή με τη σταθερή πλατίνα. Η περιστροφή όμως του έγκεντρου μετακινεί προς τα έξω την κινητή πλατίνα και έτσι απομακρύνονται οι επαφές και διακόπτεται το κύκλωμα. Ο χρόνος διακοπής και αποκατάστασης του πρωτεύοντος κυκλώματος είναι ο κύριος συντελεστής της καλής απόδοσης του κινητήρα ιδίως στις πολλές στροφές. Από αυτό το χρόνο, εξαρτάται η ισχύς και η διάρκεια του σπινθήρα στα μπουζί για την καλή καύση του μίγματος. Η διάρκεια ύπαρξης σπινθήρα σε κάθε μπουζί, εξαρτάται από τον χρόνο παραμονής των πλατινών στην ανοιχτή θέση, ενώ η διάρκεια ροής του ρεύματος από τις πλατίνες και η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πολλαπλασιαστή, εξαρτώνται από τον χρόνο παραμονής των πλατινών στην κλειστή θέση. Ο χρόνος παραμονής των πλατινών στην ανοιχτή και στην κλειστή θέση εξαρτάται από το σχήμα του έγκεντρου, το διάκενο των πλατινών και τους μηχανισμούς ρύθμισης της προπορείας (αβάνς) του διανομέα.

Ο χρόνος παραμονής των πλατινών στη κλειστή θέση μετρούμενος σε γωνία κύκλου που διαγράφει ο άξονας του διανομέα, ονομάζεται γωνία επαφής ή γωνία ντούελ (Dwell).

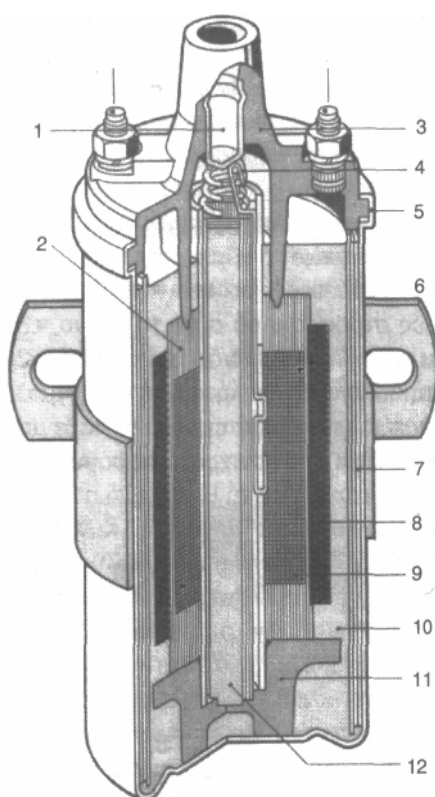
#### **4. Πολλαπλασιαστής.**

Ο πολλαπλασιαστής είναι το εξάρτημα του συστήματος ανάφλεξης, με το οποίο επιτυγχάνεται η δημιουργία της υψηλής τάσης στο δευτερεύον κύκλωμα, ώστε να επιτευχθεί ο σπινθήρας στα ηλεκτρόδια των μπουζί. Δεν έχει κινούμενα μέρη και συνδέεται ηλεκτρικά ο ακροδέκτης (+) της χαμηλής τάσης με το διακόπτη ανάφλεξης και ο ακροδέκτης (-) της χαμηλής τάσης με την σταθερή πλατίνα και τον πυκνωτή. Ο ακροδέκτης της υψηλής τάσης συνδέεται με το κεντρικό ακροδέκτη στο καπάκι του διανομέα.

Ο πολλαπλασιαστής αποτελείται από κυλινδρικό δοχείο κατασκευασμένο από περίβλημα μεταλλικών πλακών για την μείωση της εξάπλωσης του μαγνητικού πεδίου που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του. Έχει δύο κεντρικά πηνία (τυλίγματα) ομόκεντρα τοποθετημένα στο πυρήνα που είναι από μαλακό σίδηρο. Το δευτερεύον πηνίο είναι κατασκευασμένο από σύρμα λεπτής διατομής, με πολλές σπείρες μονωμένες μεταξύ τους με μονωτικό χαρτί, και συνδέεται με το κεντρικό ακροδέκτη υψηλής τάσης του πολλαπλασιαστή.

Το άνω μέρος (καπάκι) και το κάτω μέρος (βάση) του πολλαπλασιαστή είναι κατασκευασμένο από ανθεκτικό μονωτικό υλικό. Ο πυρήνας από μαλακό σίδηρο είναι στερεωμένος μεταξύ καπακιού και βάσης. Όλος ο υπόλοιπος εσωτερικός χώρος στον οποίο βρίσκονται τα δύο πηνία είναι συμπληρωμένος με άσφαλτο που είναι ισχυρό μονωτικό μέσο. Οι απώλειες

κατά την λειτουργία του πολλαπλασιαστή, οφείλονται κυρίως στην θερμότητα που αναπτύσσεται λόγω αντίστασης στο πρωτεύον πηνίο χαμηλής τάσης. Η θερμότητα μεταφέρεται στο εξωτερικό περίβλημα του πολλαπλασιαστή και μέσω του ειδικού μεταλλικού κολάρου, το οποίο είναι κατασκευασμένο από λάμα μεγάλου πλάτους για το σκοπό αυτό, η θερμότητα μεταφέρεται με αγωγή στο σασί του αυτοκινήτου, ενώ ταυτόχρονα στηρίζει τον πολλαπλασιαστή. Η αναλογία μεταξύ των τυλιγμάτων του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος πηνίου είναι 1:100, με αποτέλεσμα όταν ανοίγουν οι πλατίνες και διακόπτεται το κύκλωμα του πρωτεύοντος να επάγεται στο κύκλωμα του δευτερεύοντος πηνίου ηλεκτρική τάση ορισμένων χιλιάδων Volts (KV). Στην παρακάτω εικόνα 3.6 βλέπουμε σε τομή ένα πολλαπλασιαστή και τα κύρια του μέρη.



- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1. Σύνδεση υψηλής τάσης                        | 7. Μαγνητικά μεταλλικά ελάσματα |
| 2. Μόνωση χάρτου                               | 8. Πρωτεύον πηνίο               |
| 3. Μονωτικό κάλυμμα                            | 9. Δευτερεύον πηνίο             |
| 4. Ακροδέκτες υψηλής τάσης με επαφή ελατηρίου. | 10. Μονωτικό μίγμα              |
| 5. Κέλυφος                                     | 11. Μονωτική βάση               |
| 6. Στηρίγματα                                  | 12. Πυρήνας από μαλακό σίδηρο.  |

*Εικόνα 3.6 – Πολλαπλασιαστής.*



### **5. Διανομέας (ντιστριμπυτέρ).**

Ο διανομέας είναι το βασικότερο εξάρτημα του συστήματος ανάφλεξης. Συνδυάζει την ταυτόχρονη λειτουργία των επί μέρους εξαρτημάτων που τον απαρτίζουν, εξασφαλίζοντας ισχυρό σπινθήρα μεταξύ των ηλεκτροδίων των μπουζί τη κατάλληλη χρονική στιγμή.

Προορισμός του διανομέα είναι:

- Να παραλαμβάνει την υψηλή τάση του ρεύματος από το δευτερεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή και να την διανέμει στα μπουζί των κυλίνδρων.
- Να διακόπτει και να επανασυνδέει το πρωτεύον κύκλωμα χαμηλής τάσης με τη βοήθεια των πλατινών και του πυκνωτή, ώστε να δημιουργείται το κατάλληλο μαγνητικό πεδίο στο πολλαπλασιαστή.
- Να διοχετεύει σε κάθε μπουζί υψηλή τάση τη κατάλληλη χρονική στιγμή, λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο άνω νεκρό σημείο, ρυθμίζοντας την προπορεία σπινθήρα (αβάνς), ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα.

Ο διανομέας παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα με την βοήθεια ζεύγους οδοντωτών τροχών. Ο ένας οδοντωτός τροχός βρίσκεται επί του εκκεντροφόρου και ο άλλος στο κάτω μέρος του άξονα του διανομέα. Ο άξονας του διανομέα περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές που περιστρέφεται ο εκκεντροφόρος δηλαδή με τις μισές στροφές του στροφαλοφόρου άξονα.

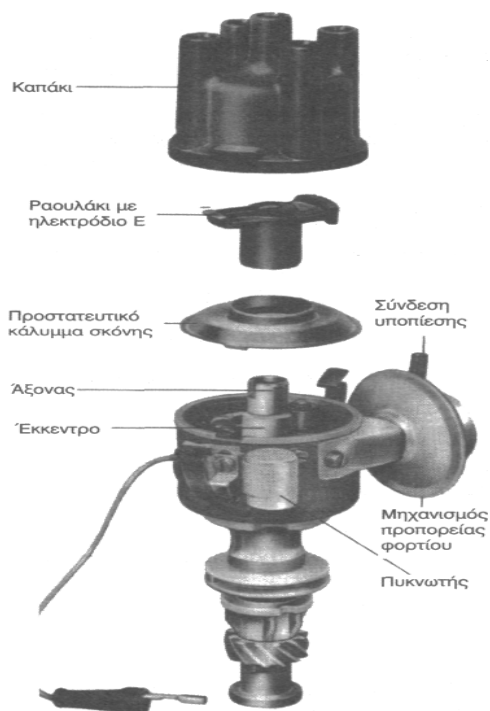
#### *Κατασκευή του διανομέα*

Το άνω μέρος του διανομέα (καπάκι), είναι κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό και στηρίζεται στο κυρίως σώμα του διανομέα με την βοήθεια βιδών ή κλιπς. Το καπάκι είναι κυλινδρικής μορφής και φέρει ένα κεντρικό ακροδέκτη στον οποίο καταλήγει το καλώδιο υψηλής τάσης από το πολλαπλασιαστή. Περιμετρικά από αυτό υπάρχουν 4 ή 6 ακροδέκτες ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα, στους οποίους συνδέονται τα μπουζουκαλώδια των 4 ή 6 μπουζί των κυλίνδρων. Εσωτερικά του καπακιού βρίσκεται ένα ραουλάκι, το οποίο είναι προσαρμοσμένο στο άνω μέρος του άξονα του διανομέα και περιστρέφεται και αυτό με τις στροφές του άξονα. Το ραουλάκι φέρει ένα ηλεκτρόδιο στη κορυφή του από αγωγίμο υλικό, συνήθως χαλκό, ενώ το σώμα του είναι κατασκευασμένο και αυτό από μονωτικό υλικό.

Εσωτερικά του καπακιού του διανομέα και στο κέντρο του καπακιού υπάρχει ένα πειράκι από κάρβουνο, το οποίο με την βοήθεια ελατηρίου είναι σε μόνιμη επαφή με το ηλεκτρόδιο στο κέντρο του ραούλου που περιστρέφεται. Η υψηλή τάση από το πηνίο του πολλαπλασιαστή μεταφέρεται με καλώδιο υψηλής τάσης στο κεντρικό ακροδέκτη του καπακιού του διανομέα και από αυτόν στο ηλεκτρόδιο του ραούλου μέσω του κάρβουνο.

Με την περιστροφή του ραούλου το άκρο του ηλεκτροδίου του έρχεται σε διαδοχική "επαφή" με τους ακροδέκτες του καπακιού, από τους οποίους ξεκινούν τα μπουζοκαλώδια, και έτσι η υψηλή τάση διανέμεται μέσω του ραούλου προς τα μπουζί των κυλίνδρων. Ο ρόλος του κάρβουνο είναι η παρεμβολή στην υψηλή τάση μιας ηλεκτρικής αντίστασης μεγαλύτερης από 1 KΩm (κιλόωμ) ώστε να περιορίζονται τα παράσιτα που προέρχονται από σπινθηρισμούς. Κάτω από το ραουλάκι βρίσκεται ένα κάλυμμα που προστατεύει τις πλατίνες που βρίσκονται κάτω από αυτό.

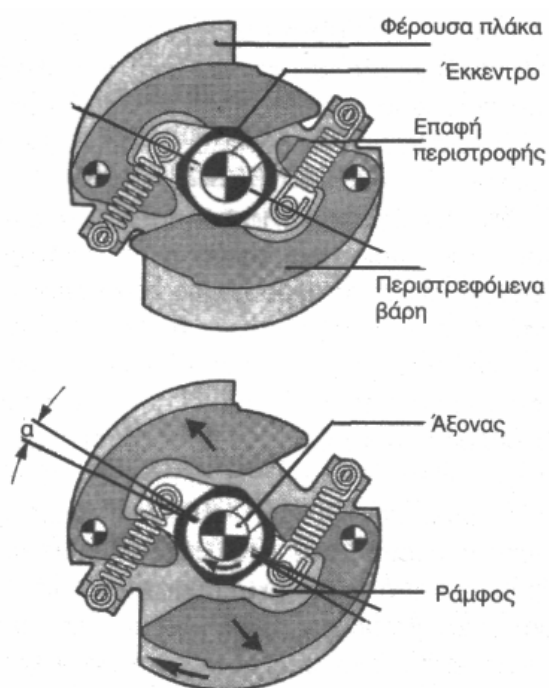
Η λειτουργία των πλατινών αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Στον άξονα του διανομέα και στο ύψος των πλατινών βρίσκεται προσαρμοσμένο και το έκκεντρο, το οποίο έχει κορυφές όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα, περιστρέφεται με τις στροφές του άξονα του διανομέα και ανοιγοκλείνει τις πλατίνες. Κάτω από τις πλατίνες και εντός του διανομέα βρίσκεται ο φυγοκεντρικός μηχανισμός, ο οποίος ρυθμίζει τη προπορεία (αβάνς), ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα. Στην επόμενη εικόνα 3.7 βλέπουμε συνοπτικά τα μέρη ενός διανομέα.



**Εικόνα 3.7 – Διανομέας.**

### Ο φυγοκεντρικός μηχανισμός

Αποτελείται από την φέρουσα πλάκα των πλατινών, τα περιστρεφόμενα βάρη, τα ελατήρια συγκράτησης και το ζυγό περιστροφής της πλάκας των πλατινών. Η λειτουργία του μηχανισμού βασίζεται στην αναπτυσσόμενη φυγόκεντρο δύναμη, στα περιστρεφόμενα βάρη με την αύξηση των στροφών του άξονα του διανομέα και επομένως και του κινητήρα. Αυτά μετακινούνται προς τα έξω περιστρέφουν το ζυγό της πλάκας των πλατινών ομόρροπα, δηλαδή κατά την ίδια διεύθυνση που περιστρέφεται το έκκεντρο. Με το τρόπο αυτό αυξάνεται η γωνία προπορείας της ανάφλεξης ανάλογα με την αύξηση των στροφών. Στην επόμενη εικόνα 3.8 βλέπουμε τον φυγοκεντρικό μηχανισμό που διαθέτει ο διανομέας.



**Εικόνα 3.8** – Φυγοκεντρικός μηχανισμός.

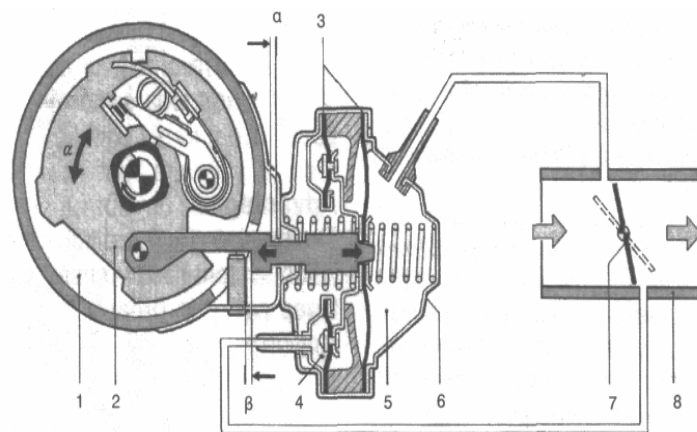
### Μηχανισμός κενού

Ο μηχανισμός κενού ρυθμίζει το σημείο ανάφλεξης του μπουζί ανάλογα με την ισχύ ή το φορτίο του κινητήρα. Η υποπίεση η οποία λαμβάνεται από την πολλαπλή εισαγωγή σε ένα σημείο πλησίον της πεταλούδας του γκαζιού, χρησιμοποιείται για την ρύθμιση της προπορείας λόγω φορτίου. Όσο χαμηλότερο είναι το φορτίο του κινητήρα τόσο νωρίτερα πρέπει να αναφλέγει το καύσιμο μίγμα στο κύλινδρο, γιατί καίγεται πιο αργά. Όσο μειώνεται το φορτίο του κινητήρα τόσο αυξάνει η υποπίεση. Μέσα στην κάψουλα του μηχανισμού

κενού είναι τοποθετημένο ένα εύκαμπτο διάφραγμα το οποίο βρίσκεται σε ενδιάμεση θέση στηριζόμενο με την βοήθεια ελατηρίου. Το διάφραγμα χωρίζει τον χώρο σε δύο τμήματα. Στο ένα τμήμα επικρατεί η υποπίεση που λαμβάνεται από την πολλαπλή εισαγωγή, στο δεύτερο ατμοσφαιρική πίεση.

Με την μείωση του φορτίου του κινητήρα, αυξάνεται η υποπίεση και επομένως αυξάνεται η διαφορά πίεσης στα δύο τμήματα που χωρίζεται η "φούσκα" από το διάφραγμα. Το γεγονός αυτό δημιουργεί μια δύναμη στην επιφάνεια του διαφράγματος από την πλευρά που επικρατεί η ατμοσφαιρική πίεση. Η δύναμη αυτή υπερνικά τη τάση του ελατηρίου και μετακινεί το κέντρο του διαφράγματος και το στέλεχος που συνδέεται με αυτό, σε διεύθυνση αντίθετη προς την φορά περιστροφής του έκκεντρου των πλατινών. Το στέλεχος του διαφράγματος συνδέεται με τη φέρουσα πλάκα των πλατινών, την οποία ταυτόχρονα μετακινεί αντίθετα προς τη φορά περιστροφής του έκκεντρου. Έτσι οι πλατίνες ανοίγουν νωρίτερα και αυξάνεται η προπορεία σπινθηροδότησης (αβάνς) στους κυλίνδρους. Η αύξηση του φορτίου του κινητήρα μετακινεί το διάφραγμα αντίθετα με τελικό αποτέλεσμα, τη μείωση της προπορείας.

Ο φυγοκεντρικός μηχανισμός και ο μηχανισμός κενού που διαθέτει ο διανομέας εξασφαλίζουν συνεχή και αυτόματη ρύθμιση της προπορείας (αβάνς) ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Αυτή είναι απαραίτητη προϋπόθεση για σωστή καύση μέσα στο κύλινδρο, ώστε να εξασφαλίζεται αυξημένη ισχύς του κινητήρα με μειωμένους ρύπους στα καυσαέρια. Στην επόμενη εικόνα 3.9 βλέπουμε τον μηχανισμό κενού του διανομέα.



(α) και (β), όρια μετακίνησης φέρουσας πλάκας.

- |                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| 1. Διανομέας     | 5. Μονάδα προπορείας υποπίεσης |
| 2. Φέρουσα πλάκα | 6. Μονάδα ελέγχου υποπίεσης    |
| 3. Διάφραγμα     | 7. Πεταλούδα γκαζιού           |
| 4. Κάψουλα κενού | 8. Πολλαπλή εισαγωγή           |

**Εικόνα 3.9** – Μηχανισμός κενού.

## **6.Πυκνωτής.**

Ο πυκνωτής βρίσκεται τοποθετημένος συνήθως εξωτερικά του διανομέα. Συνδέεται ηλεκτρικά παράλληλα με τις πλατίνες. Ο ένας του οπλισμός συνδέεται με την κινητή πλατίνα και τον αγωγό ρεύματος που έρχεται από τον ακροδέκτη (-) χαμηλής τάσης του πολλαπλασιαστή, ενώ ο δεύτερος οπλισμός συνδέεται με την ακίνητη πλατίνα και την γείωση.

Ο πυκνωτής είναι κυλινδρικού τύπου και αποτελείται από δύο μεταλλικά φύλλα μονωμένα μεταξύ τους, που καταλήγουν σε δύο άκρα. Στο ένα άκρο καταλήγει το μονωμένο καλώδιο από τον πολλαπλασιαστή, ενώ το άλλο άκρο συνδέεται με το μεταλλικό περίβλημα του πυκνωτή και επομένως με την γείωση. Προορισμός του πυκνωτή είναι να μειώνει τις απώλειες ρεύματος στο πρωτεύον κύκλωμα με το ανοιγόκλειμα των πλατινών μειώνοντας στο μισό περίπου τον χρόνο καταστροφής του μαγνητικού πεδίου στο πρωτεύον του πολλαπλασιαστή και να ελαχιστοποιεί τους σπινθηρισμούς κατά το άνοιγμα και κλείσιμο των πλατινών μεταξύ των επιφανειών επαφής τους.

*Οι κυριότερες βλάβες του πυκνωτή είναι:*

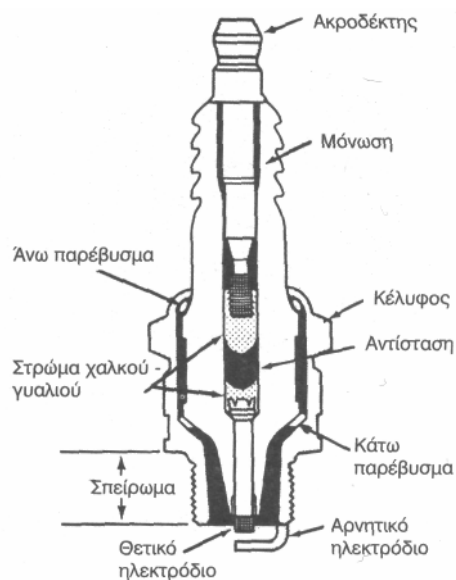
Το βραχυκύκλωμα των μεταλλικών φύλλων μεταξύ τους ή στο περίβλημα λόγω καταστροφής της μόνωσης, οπότε στην περίπτωση αυτή το ρεύμα της μπαταρίας γειώνεται με αποτέλεσμα τη διακοπή της υψηλής τάσης ή τον αδύνατο σπινθήρα στα μπουζί. Η μεγάλη ή η μικρή χωρητικότητα του πυκνωτή, επηρεάζει τις πλατίνες, οπότε στην περίπτωση αυτή, παρατηρείται ψωρίαση των πλατινών με αφαίρεση υλικού από την επιφάνεια της μίας πλατίνας και επικάθηση του υλικού στην επιφάνεια της άλλης.

## **7.Καλώδια χαμηλής και υψηλής τάσης.**

Τα καλώδια χαμηλής τάσης συνδέουν τα εξαρτήματα του πρωτεύοντος κυκλώματος και αποτελούνται από μονωμένο χάλκινο σύρμα χοντρής σχετικά διατομής, ενώ τα καλώδια υψηλής τάσης (μπουζοκαλώδια) συνδέουν τον κεντρικό ακροδέκτη του πολλαπλασιαστή με τον κεντρικό ακροδέκτη του διανομέα, καθώς και τους περιμετρικούς ακροδέκτες του διανομέα που βρίσκονται στο καπάκι, με τα μπουζί. Τα καλώδια αυτά έχουν ισχυρή μόνωση λόγω της υψηλής τάσης από την οποία διαρρέονται, αλλά ο αγωγός τους είναι σχετικά λεπτής διατομής, λόγω των μικρών εντάσεων ρεύματος. Όπως είναι γνωστό το ηλεκτρικό σύστημα στο αυτοκίνητο δεν απαιτεί αγωγό επιστροφής του ρεύματος, γιατί για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το σασί (γείωση). Έτσι όλα τα καλώδια τόσο αυτά της χαμηλής όσο και αυτά της υψηλής τάσης είναι ενός αγωγού.

### 8.Σπινθηριστές (μπουζί).

Το μπουζί είναι εξάρτημα του συστήματος ανάφλεξης. Προορισμός του είναι να δίνει τον σπινθήρα, την κατάλληλη στιγμή, ώστε να γίνεται σωστή καύση του καύσιμου μίγματος μέσα στον κύλινδρο. Στην επόμενη εικόνα 3.10 βλέπουμε σε τομή ένα σπινθηριστή.



*Εικόνα 3.10 – Τομή σπινθηριστή (μπουζί).*

Το μπουζί αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

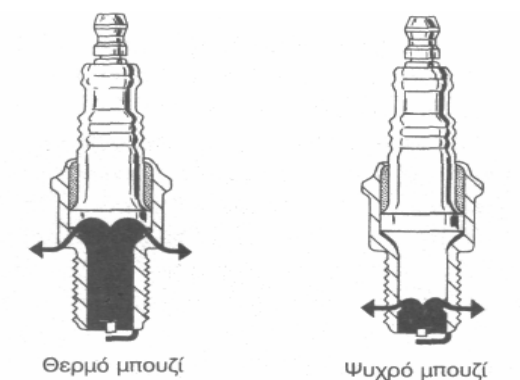
- το μεταλλικό σώμα με την ακίδα του σώματος.
- τη μόνωση.
- το κεντρικό ηλεκτρόδιο.

Κατά τη λειτουργία του κινητήρα, οι ακίδες φτάνουν σε θερμοκρασία μέχρι 1200°F (Φαρενάιτ). Το κεντρικό ηλεκτρόδιο κατασκευάζεται συνήθως από νικέλιο ή κράματα νικελίου (τελευταία από πλατίνα ή χαλκό), για να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες. Η μόνωση κατασκευάζεται από πορσελάνη ή παρόμοια κεραμικά υλικά, ώστε να έχει υψηλή ηλεκτρική αντίσταση και να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι μπουζί:

- τα ψυχρά μπουζί.
- τα θερμά μπουζί.

Στην επόμενη εικόνα 3.11 βλέπουμε τους βασικούς τύπους αυτών.



**Εικόνα 3.11** – Τύποι σπινθηριστή (μπουζί).

Αυτά διαφέρουν στο πάχος της μόνωσης και το μήκος του σπειρώματος. Καθένας από τους τύπους αυτούς, περιλαμβάνει ψυχρότερα ή θερμότερα μπουζί που χρησιμοποιούνται στους κινητήρες, ανάλογα με τη συμπίεση τους, τον τρόπο κίνησης του αυτοκινήτου και τις κλιματολογικές συνθήκες.

Εκτός από τα κοινά μπουζί, υπάρχουν και άλλα που έχουν σε σειρά με το κεντρικό ηλεκτρόδιο, αντίσταση από άνθρακα. Η αντίσταση αυτή είναι της τάξης των 10 Κιλοώμ (ΚΩ) και παρέχει αντιπαρασιτική προστασία. Τα μπουζί καταπονούνται από υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες.

Για να έχουν «σωστό» σπινθήρα πρέπει να λειτουργούν, ανάλογα με το είδος τους, μέσα σε ορισμένα όρια θερμοκρασίας. Αν τα μπουζί είναι πολύ ψυχρά, τότε σχηματίζεται άνθρακας στα εσωτερικά άκρα της μόνωσης. Αυτό προκαλεί διαλείψεις (ρεταρίσματα) στον κινητήρα. Αν πάλι είναι θερμά, η μόνωση και οι ακίδες καταστρέφονται γρήγορα. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις τα θερμά μπουζί προκαλούν προαναφλέξεις.

Η ικανότητα των μπουζί να μεταφέρουν την θερμοκρασία από το μονωμένο κεντρικό ηλεκτρόδιο στο σώμα τους, εξαρτάται από το σχήμα τους. Η μόνη οδός διαφυγής της

θερμοκρασίας, είναι από το άκρο της μόνωσης και το μεταλλικό σώμα του προς την κυλινδροκεφαλή και από εκεί προς το ψυκτικό υγρό. Το μήκος του σπειρώματος και το σχήμα του μπουζί, αυξάνει τη θερμική αγωγιμότητα μεταξύ μπουζί και κυλινδροκεφαλής και έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη αγωγή θερμότητας.

Οι ακίδες των μπουζί «παίζουν» σπουδαίο ρόλο στην ποιότητα του σπινθήρα. Πολλές φορές οι ακίδες παραμορφώνονται.

Οι βασικότερες αιτίες που δημιουργούν την παραμόρφωση των ακίδων είναι:

- Το αντικανονικό μίγμα.
- Η κακή σύσφιξη.
- Το αντικανονικό διάκενο ακίδων.
- Η υπερφόρτιση του κινητήρα.

Σε παραμορφωμένες ακίδες το ρεύμα δεν περνά από το κεντρικό ηλεκτρόδιο προς την ακίδα, ή περνά στην ακίδα πολύ εύκολα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία δημιουργίας σπινθηρισμού για την ανάφλεξη του μίγματος. Στην περίπτωση αυτή το μπουζί μπορεί να είναι βραχυκυκλωμένο.

Βραχυκυκλωμένο μπουζί, είναι αυτό που το ρεύμα δεν περνά από το διάκενο μεταξύ κεντρικού ηλεκτρόδιου και ακίδας, αλλά περνά κατευθείαν στο μεταλλικό σώμα του μπουζί ή στο καπάκι του κινητήρα (γείωση).

Στην περίπτωση αυτή δεν γίνεται ανάφλεξη και καύση του μίγματος στον κύλινδρο.

### **3.2.2. Ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης**

Στα σύγχρονα αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι ηλεκτρονικών αναφλέξεων με πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το συμβατικό τύπο ανάφλεξης που εξετάσαμε. Ορισμένοι από τους τύπους αυτούς συνδυάζονται με τα συστήματα τροφοδοσίας με έγχυση καυσίμου (injection) και η κεντρική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος), είναι κοινή τόσο για την λειτουργία



του συστήματος έγχυσης καυσίμου όσο και για το σύστημα ανάφλεξης.

Οι κυριότεροι τύποι ηλεκτρονικών αναφλέξεων είναι:

- Ηλεκτρονική ανάφλεξη με διανομέα και παλμογεννήτρια.
- Ηλεκτρονική ανάφλεξη με διανομέα, αισθητήρες και εγκέφαλο.
- Πλήρως ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης.

⇒ Συστήματα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με διανομέα και παλμογεννήτρια

Στις ηλεκτρονικές μονάδες ανάφλεξης αντικαταστάθηκαν οι πλατίνες που υπήρχαν μέσα στο διανομέα. Αυτό το σύστημα ανάφλεξης αποτελείται από τον πολλαπλασιαστή, τον παλμοδότη ή παλμογεννήτρια της ανάφλεξης και το διανομέα.

Ο διανομέας ρυθμίζει τη γωνία ανάφλεξης. Η παλμογεννήτρια προκαλεί τις συνθήκες δημιουργίας και κατάρρευσης του μαγνητικού πηνίου στον πολλαπλασιαστή, που είναι αναγκαίες για την ανάπτυξη της υψηλής τάσης (παλμοί έναυσης) στο δευτερεύον κύκλωμα του πολλαπλασιαστή.

Στις ηλεκτρονικές αναφλέξεις με διανομέα οι παραγόμενοι παλμοί έναυσης από το δευτερεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή μεταβιβάζονται στα μπουζί σύμφωνα με τη σειρά έναυσης των κυλίνδρων, μέσω ενός περιστρεφόμενου ρότορα που παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα της μηχανής. Είναι το κλασικό σύστημα ράουλου - καπακιού των συμβατικών συστημάτων.

*Παλμογεννήτριες.*

Η παλμογεννήτρια παράγει ηλεκτρικούς παλμούς. Εν συνεχεία, αυτοί οι παλμοί ενισχύονται από την ηλεκτρονική μονάδα και σηματοδοτούν τη διακοπή του πρωτεύοντος κυκλώματος του πολλαπλασιαστή.

Οι παλμογεννήτριες είναι:

α) επαγωγικού ή μαγνητικού τύπου.

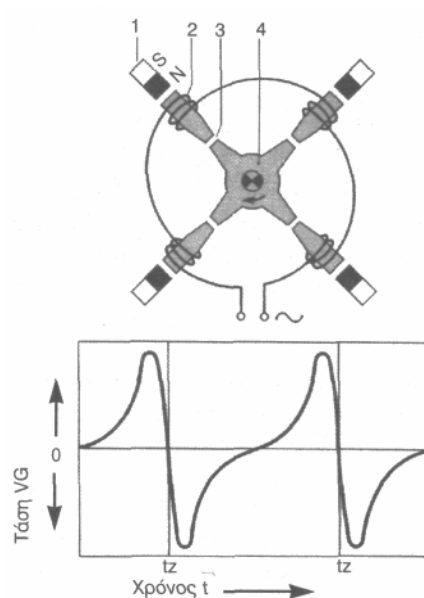
β) τύπου Hall (χωλ).

γ) με οπτικό αισθητήρα.

Ο παλμοδότης ή παλμογεννήτρια παράγει παλμούς ελέγχου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να διακόπτεται και να αποκαθίσταται το πρωτεύον ρεύμα τη σωστή χρονική στιγμή.

### α) Επαγωγική παλμογεννήτρια

Η επαγωγική παλμογεννήτρια αποτελείται από ένα ρότορα και από ένα στάτη. Ο ρότορας εδράζεται στον άξονα του διανομέα και έχει τόσες προεξοχές (δόντια) όσους κυλίνδρους έχει ο κινητήρας. Ο στάτης είναι ένας μόνιμος μαγνήτης και έχει μία επαγωγική περιέλιξη με πυρήνα. Στην επόμενη εικόνα 3.12 βλέπουμε μια επαγωγική παλμογεννήτρια.



1. Μόνιμος μαγνήτης
  2. Επαγωγικό τύλιγμα με πυρήνα
  3. Μεταβαλλόμενο διάκενο αέρα.
  4. Ρότορας
- VG. Τάση επαγωγικής γεννήτριας  
t. Χρόνος

**Εικόνα 3.12** – Επαγωγική παλμογεννήτρια.

Κατά, την περιστροφή του ρότορα το διάκενο μεταξύ των δοντιών του ρότορα και του στάτη μεταβάλλεται. Κατ' αυτό τον τρόπο αλλάζει περιοδικά το μαγνητικό πεδίο στα επαγωγικά πηνία. Έτσι δημιουργείται μια τάση που είναι ο παλμός ελέγχου.

Κάθε φορά που ένα δόντι περνάει μπροστά από το πηνίο, εμφανίζεται ένας ηλεκτρικός παλμός στα άκρα του πηνίου.

Η μέγιστη τιμή της παραγόμενης τάσης είναι 0,5 V στις χαμηλές στροφές και 100V στις υψηλές στροφές.

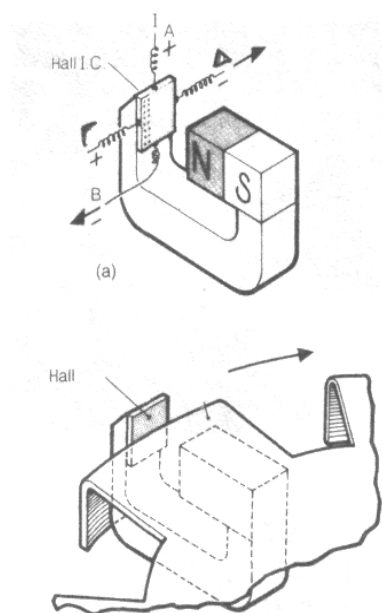
## **β) Παλμογεννήτρια Hall**

Στην παλμογεννήτρια τύπου Hall (χωλ) υπάρχει ένα στρώμα από ημιαγωγικό υλικό, το οποίο συνήθως είναι αρσενιούχο γάλλιο. Ο ημιαγωγός βρίσκεται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο και τροφοδοτείται από ρεύμα σταθερής έντασης που ρέει από το Α προς το Β. Δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο που είναι κάθετο προς το στρώμα του ημιαγωγού. Η ροή των ηλεκτρονίων εκτρέπεται και δημιουργείται μία τάση δυναμικού από το Γ στο Δ.

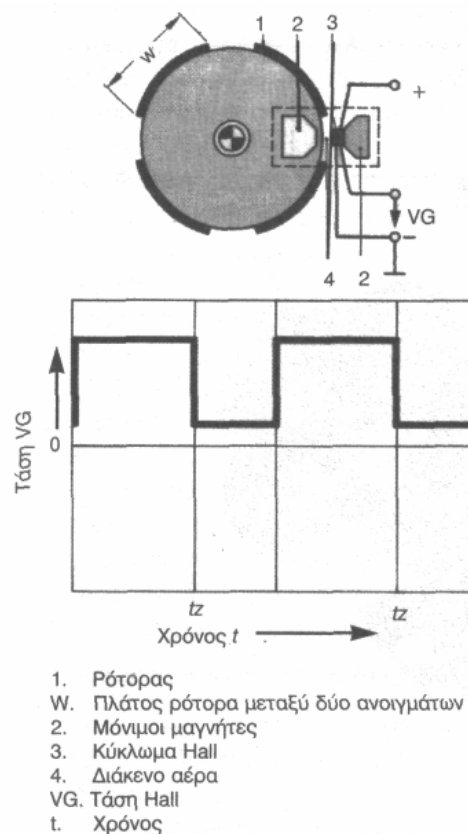
Ο παλμοδότης αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη από σίδηρο, το ολοκληρωμένο κύκλωμα με τον ημιαγωγό Hall και ένα ρότορα με διαφράγματα. Τα διαφράγματα είναι ίσα με τον αριθμό των κυλίνδρων.

Όταν το διάφραγμα εισέρχεται στο διάκενο του μαγνήτη, τότε το μαγνητικό πεδίο εκτρέπεται από τον ημιαγωγό (πλακέτα) Hall και επομένως δε ρέει ρεύμα στο πρωτεύον. Όταν το διάφραγμα φεύγει από το διάκενο, το μαγνητικό πεδίο συναντά τον ημιαγωγό και δημιουργείται πάλι τάση.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα του ημιαγωγού λειτουργεί διακόπτοντας το πρωτεύον ρεύμα, οπότε δημιουργείται υψηλή τάση στο δευτερεύον κύκλωμα του πολλαπλασιαστή. Στην επόμενη σελίδα στις εικόνες 3.13 και 3.14 βλέπουμε τη λειτουργία μιας παλμογεννήτριας Hall και μιας γεννήτριας Hall εντός του διανομέα.



**Εικόνα 3.13** – Λειτουργία παλμογεννήτριας Hall.

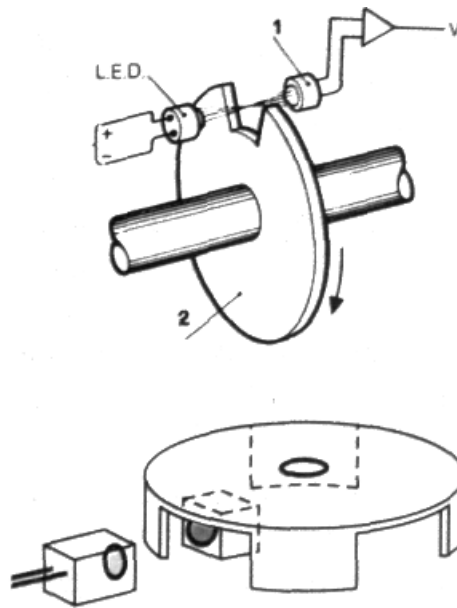


**Εικόνα 3.14** – Γεννήτρια Hall εντός του διανομέα.

### γ) Οπτικός αισθητήρας

Αποτελείται από μια δίοδο LED που εκπέμπει ορατό ή υπέρυθρο φως σε μια φωτοδίοδο ή ένα φωτοτρανζίστορ. Η αγωγιμότητα μεταβάλλεται σύμφωνα με τη φωτεινή ενέργεια που πέφτει στη φωτοδίοδο ή στο φωτοτρανζίστορ.

Το LED εκπέμπει φως στο τρανζίστορ και δείχνει τη θέση του εκκεντροφόρου άξονα. Η παλμογεννήτρια παράγει ή όχι ρεύμα ανάλογα με το αν φωτίζεται ή όχι. Ένα LED και ένας δίσκος με αριθμό εγχοπών όσοι είναι και οι κύλινδροι φροντίζουν, ώστε το φως να πέφτει πάνω στο φωτοτρανζίστορ την κατάλληλη στιγμή. Ο δίσκος περνά μεταξύ του LED και του φωτοτρανζίστορ και όταν το φως από το LED πέφτει στο φωτοτρανζίστορ, δημιουργεί τάση. Ένας-δίσκος με εγχοπές περνάει μπροστά από τη δέσμη του φωτός και όταν το διακόπτει, επειδή στρέφεται ανάμεσα, μας δίνει τη θέση του άξονα. Η τάση του LED κυμαίνεται από 0,2 V έως 2,4 V. Στην επόμενη σελίδα στην εικόνα 3.15 βλέπουμε ένα οπτικό αισθητήρα.

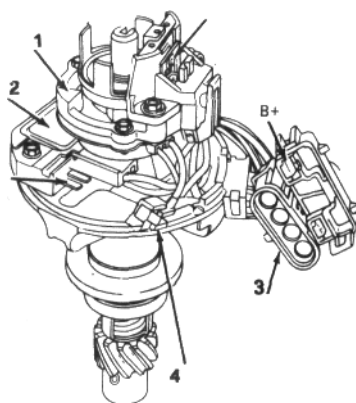


*Εικόνα 3.15 – Οπτικός αισθητήρας (1.Φωτοτρανζίστορ, 2.Ροτορας με περύγια).*

### **Σύστημα ηλεκτρονικής ανάφλεξης υψηλής ενέργειας**

Σ' αυτό το σύστημα ανάφλεξης υπάρχει αισθητήριο τύλιγμα (πικ-απ) που περιβάλλει τον άξονα του διανομέα. Μεταξύ του πικ-απ και του μαγνητικού πόλου είναι τοποθετημένη μία επίπεδη μαγνητική πλάκα. Ο πυρήνας έχει μια προεξοχή για κάθε κύλινδρο της μηχανής. Ο αριθμός των προεξοχών είναι ίδιος με τον αριθμό των επαφών του μαγνητικού πόλου.

Σε μερικά συστήματα ανάφλεξης υψηλής ενέργειας ο πολλαπλασιαστής είναι τοποθετημένος στο επάνω μέρος στο καπάκι του διανομέα και η ηλεκτρονική μονάδα είναι τοποθετημένη στο περίβλημα του διανομέα. Η ηλεκτρονική ανάφλεξη υψηλής ενέργειας έχει τη δυνατότητα ρύθμισης της dwell (ντούελ) και κλείνει το πρωτεύον κύκλωμα τόσο νωρίτερα όσο ανεβαίνουν οι στροφές του κινητήρα. Στην επόμενη εικόνα 3.16 βλέπουμε ένα σύστημα ηλεκτρονικής ανάφλεξης υψηλής ενέργειας.



**Εικόνα 3.16** – Διανομέας ανάφλεξης υψηλής ενέργειας (1.Αισθητήριο πικ-απ, 2.Μονάδα ανάφλεξης, 3.Σύνδεση, 4.Σύνδεση καλωδίων του πικ-απ με την μονάδα).

### **Χωρητική ηλεκτρονική ανάφλεξη (CDI).**

Η χωρητική ανάφλεξη είναι ανάφλεξη ειδικού τύπου και χρησιμοποιείται σε κινητήρες υψηλών επιδόσεων.

Έχει μονάδα επεξεργασίας των παλμών που μετατρέπει το ρεύμα της μπαταρίας από 12 V σε 400 V. Κατ' αυτό τον τρόπο φορτίζεται ο πυκνωτής με τη μορφή παλμών.

Τη χρονική στιγμή της ανάφλεξης εκφορτίζεται ο πυκνωτής στο πρωτεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή με το κλείσιμο ενός ηλεκτρονικού διακόπτη ισχύος (θυρίστορ).

Στο δευτερεύον τύλιγμα δημιουργείται εξ επαγωγής η δευτερεύουσα τάση 10 φορές πιο γρήγορα απ' ό,τι στα άλλα συστήματα ανάφλεξης. Η υψηλή τάση στη συνέχεια διανέμεται στα μπουζί.

Το θυρίστορ είναι η μονάδα που ελέγχει τη φόρτιση και εκφόρτιση του πυκνωτή και, όταν είναι κλειστό, δέχεται ένα ρεύμα εκφόρτισης έως 100 A. Όταν ανοίγει, δέχεται μια τάση 400 V και αυτό μπορεί να συμβεί μέχρι και 40.000 φορές το λεπτό.

⇒ Συστήματα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με διανομέα αισθητήρες και εγκέφαλο

Ένα πιο εξελιγμένο σύστημα ανάφλεξης είναι το ηλεκτρονικό σύστημα με διανομέα και μικροεπεξεργαστή. Στο σύστημα αυτό έχουν καταργηθεί τα μηχανικά μέρη ρύθμισης του αβάνς και έχει αυξηθεί η ακρίβεια ρύθμισης του συστήματος.

## Ηλεκτρονική ανάφλεξη με τρανζίστορ

Η χρήση των τρανζίστορ προσφέρει υψηλή, τάση ανάφλεξης και μεγάλη ενέργεια σπινθηρισμού. Κατ' αυτόν τον τρόπο διαμορφώνονται συνθήκες καλής καύσης. Επίσης, δεν αλλάζει η χρονική στιγμή ανάφλεξης που μερικές φορές επηρεάζεται από τις φθορές των εξαρτημάτων του συστήματος.

Η συσκευή ελέγχου της ανάφλεξης είναι κατασκευασμένη από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και το μικροεπεξεργαστή. Το σύστημα παρακολουθεί το ρεύμα στο πρωτεύον και συγκρίνει την τιμή του με την επιθυμητή τιμή. Με αλλαγή της γωνίας dwell ρυθμίζεται το ρεύμα στο πρωτεύον, έτσι ώστε να διατηρείται η επιθυμητή τιμή. Όταν πέφτει η τάση ή όταν αυξάνεται η αντίσταση του πρωτεύοντος του πολλαπλασιαστή, αυξάνεται περισσότερο η γωνία dwell.

Με την αύξηση των στροφών αυξάνει η γωνία dwell και το πρωτεύον ρεύμα διοχετεύεται για τόσο χρόνο, ώστε τη στιγμή της ανάφλεξης να έχει δημιουργηθεί το μέγιστο δυνατό μαγνητικό πεδίο.

## Ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης

Στα ηλεκτρονικά συστήματα η γωνία ανάφλεξης υπολογίζεται και συγκρίνεται με τις αποθηκευμένες τιμές ανάφλεξης που βρίσκονται στον εγκέφαλο. Αυτά τα συστήματα διαχειρίζονται ηλεκτρονικά τη γωνία dwell που ρυθμίζεται, έτσι ώστε η διάρκεια του παλμού να παραμένει σταθερή, ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα.

Η χρονική διάρκεια του παλμού επηρεάζει άμεσα το ποσό της ενέργειας που αποθηκεύεται στο κύκλωμα του πρωτεύοντος, και κατά συνέπεια την τάση που παράγεται στα άκρα του δευτερεύοντος τυλίγματος. Για τον υπολογισμό και για τη ρύθμιση της ανάφλεξης, ο εγκέφαλος δέχεται πληροφορίες από τους αισθητήρες :

- θέσης στροφαλοφόρου
- θέσης εκκεντροφόρου
- ατμοσφαιρικής πίεσης
- κρουστικής καύσης.

### ⇒ Πλήρως ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης

Στα πλήρως ηλεκτρονικά συστήματα δεν υπάρχει διανομέας. Η υψηλή τάση του δευτερεύοντος κυκλώματος της ανάφλεξης μεταφέρεται απευθείας από τους πολλαπλασιαστές στα μπουζί. Έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα ανάφλεξης αυτού του τύπου, όπου σε ορισμένα υπάρχει ένας πολλαπλασιαστής για κάθε κύλινδρο, ενώ σε άλλα ένας πολλαπλασιαστής τροφοδοτεί με υψηλή τάση δύο μπουζί.

1. Το σύστημα με πολλαπλασιαστή σε κάθε κύλινδρο δίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στο σύστημα ανάφλεξης και οπωσδήποτε πολύ δυνατότερο σπινθήρα.
2. Στο δεύτερο σύστημα έχουμε δύο πολλαπλασιαστές σε ένα τετρακύλινδρο κινητήρα που παίρνουν ρεύμα εναλλάξ. Τη στιγμή της ανάφλεξης ο ένας πολλαπλασιαστής παράγει δύο σπινθήρες.

Ο ένας σπινθήρας αναλογεί στον κύλινδρο που βρίσκεται στη συμπίεση και ο άλλος στον κύλινδρο στον οποίο εκείνη τη στιγμή γίνεται εξαγωγή των καυσαερίων.

Υπάρχουν και μερικές κατασκευές με δύο συγκροτήματα πολλαπλασιαστών και δύο μπουζί ανά κύλινδρο. Τα μπουζί δεν είναι όλα πλέον με μία ακίδα, αλλά με περισσότερες για καλύτερες συνθήκες καύσης στους πολύτροφους κινητήρες. Στα πλήρως ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης ο πολλαπλασιαστής είναι τοποθετημένος επάνω από τον σπινθηριστή εικόνα 3.17 .



*Εικόνα 3.17 – Στην πλήρως ηλεκτρονική ανάφλεξη ο πολλαπλασιαστής βρίσκεται ακριβώς πάνω από τον σπινθηριστή.*

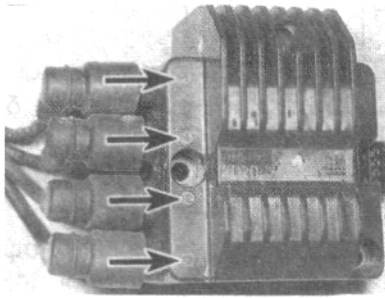
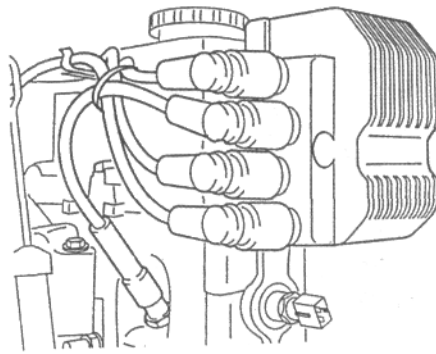


## Ανάφλεξη χωρίς διανομέα (DIS)

Η εφαρμογή των συστημάτων χωρίς διανομέα τείνει να επικρατήσει, γιατί έχουν μεγάλη αξιοπιστία και ακρίβεια, μειωμένη συντήρηση καθώς και πολύ μικρή καταπόνηση. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι δεν απαιτούνται ρυθμίσεις καθώς όλα ελέγχονται ηλεκτρονικά και δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη.

Το σύστημα DIS τροφοδοτεί απευθείας με υψηλή τάση τα μπουζί. Ο διανομέας έχει αντικατασταθεί και το ολοκληρωμένο σύστημα DIS έχει δύο πολλαπλασιαστές και ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα ανάφλεξης μέσα σε ένα σφραγισμένο περίβλημα. Οι πολλαπλασιαστές που χρησιμοποιούνται είναι δίδυμοι ή μονοί. Κάθε πολλαπλασιαστής ενεργοποιεί και καθοδηγεί δύο μπουζί. Ο εγκέφαλος ελέγχει το σύστημα χωρίς διανομέα μέσω δύο κυκλωμάτων χαμηλής τάσης. Το ένα καλώδιο πραγματοποιεί την ανάφλεξη στους κυλίνδρους 1 και 4, ενώ το δεύτερο στους κυλίνδρους 2 και 3. Κάθε πολλαπλασιαστής προκαλεί ταυτόχρονα ανάφλεξη σε έναν κύλινδρο με αναφλέξιμο μείγμα και σε έναν με ήδη καμένο. Απαιτείται μικρή ποσότητα ενέργειας προκειμένου να προκληθεί ανάφλεξη στο μπουζί του κυλίνδρου με το καμένο μείγμα. Για το λόγο αυτό δεν υπάρχει απώλεια ενέργειας στον κύλινδρο που βρίσκεται στη φάση της συμπίεσης. Η αντίσταση της δευτερεύουσας περιέλιξης ανέρχεται σε 6-8 KΩ και η υψηλή τάση του πολλαπλασιαστή ανέρχεται σε πάνω από 34 KV. Ο πολλαπλασιαστής λειτουργεί με τη μέθοδο του χαμένου σπινθήρα. Κάθε τμήμα του πολλαπλασιαστή δίνει ταυτόχρονα ρεύμα για το σπινθήρα σε δύο κυλίνδρους είτε τον 1 & 4 είτε τον 2 & 3.

Ο σπινθήρας στον έναν από τους δύο κυλίνδρους που βρίσκεται στη φάση εξαγωγής των καυσαερίων είναι άχρηστος, ενώ στον άλλο προκαλεί την ανάφλεξη του μείγματος. Η φορά του ρεύματος στα δύο μπουζί είναι αντίστροφη. Στο πρώτο είναι από την ακίδα στο έλασμα ενώ στο άλλο από το έλασμα στην ακίδα. Στην επόμενη σελίδα εικόνα 3.18 συναντάμε ένα σύστημα ανάφλεξης χωρίς διανομέα.



*Εικόνα 3.18 – Διάταξη του συστήματος ανάφλεξης χωρίς διανομέα.*

### **3.3. Γωνίες ρύθμισης**

#### **3.3.1. Προπορεία σπινθήρα (AVANS)**

Ο σπινθήρας ανάφλεξης πρέπει να δίνεται σε κάθε κύλινδρο, όταν το έμβολο βρίσκεται σε ορισμένη απόσταση, πριν από το Α.Ν.Σ κατά το χρόνο της συμπίεσης.

Η απόσταση αυτή μετρούμενη σε γωνία περιστροφής του στροφαλοφόρου, λέγεται «γωνία προπορείας της τάσης ανάφλεξης», ή αβάνς. Αυτή είναι σταθερή στις στροφές του ρελαντί και μεταβάλλεται μέχρι μια ορισμένη τιμή με την αύξηση των στροφών. Η αντικανονική μεταβολή της γωνίας αυτής, αποτελεί βλάβη ή κακή ρύθμιση και είναι μία από τις κύριες αιτίες κακής καύσης του μίγματος και της μικρής απόδοσης του κινητήρα.

Ενδείξεις λανθασμένης προπορείας σπινθήρα είναι:

- η δύσκολη εκκίνηση.
- η αυτανάφλεξη (πειράκια).
- τα ρεταρίσματα.
- η υπερθέρμανση του κινητήρα.
- οι ανάποδες στροφές κατά το σβήσιμο.
- οι κραδασμοί και η μικρή ισχύς του κινητήρα.
- αύξηση των ρύπων.

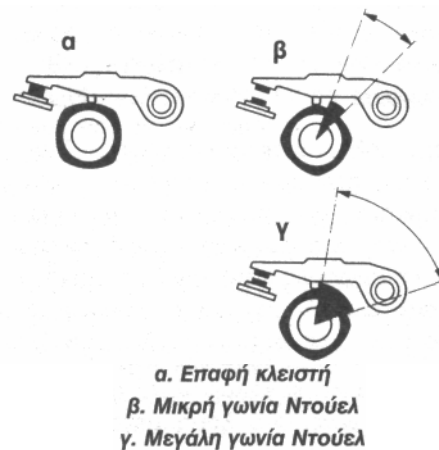
Οι αιτίες της λανθασμένης γωνίας ανάφλεξης (αβάνς) είναι:

1. Η κακή ρύθμιση της γωνίας (Dwell) επαφής των πλατινών.
2. Ο κακός εσωτερικός ή εξωτερικός χρονισμός του κινητήρα.
3. Η κακή λειτουργία των μηχανισμών ρύθμισης του αβάνς.

Όσο πιο μεγάλο είναι το διάκενο των πλατινών, τόσο πιο μεγάλη είναι η γωνία προπορείας. Αντίθετα όσο μικρότερο είναι το διάκενο των πλατινών, τόσο πιο μικρή είναι η γωνία προπορείας. Γι' αυτό πριν από τη ρύθμιση της γωνίας προπορείας είναι απαραίτητη η ρύθμιση του διακένου των πλατινών ή της γωνίας DWELL. Η γωνία προπορείας έχει άμεση σχέση και με το σύστημα διανομής. Γι' αυτό πρέπει η εμπλοκή των οδοντωτών τροχών ή αλυσοτροχών να γίνεται με σύμπτωση στα ειδικά σημάδια, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### 3.3.2. Γωνία Dwell

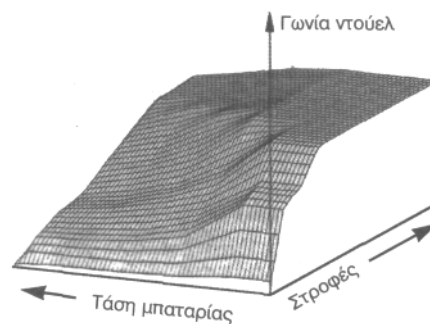
Ο χρόνος παραμονής των πλατινών στη κλειστή θέση μετρούμενος σε γωνία κύκλου που διαγράφει ο άξονας του διανομέα, ονομάζεται γωνία επαφής ή γωνία ντούελ (Dwell). Στην επόμενη εικόνα 3.19 βλέπουμε ποιά είναι η γωνία Dwell πάνω στον άξονα του διανομέα.



*Εικόνα 3.19 – Θέσεις πλατινών σε σχέση με την γωνία Dwell.*

Αυτή δίνεται από το εργοστάσιο κατασκευής και είναι περίπου  $43^\circ$  έως  $54^\circ$  στους τετρακύλινδρους κινητήρες και  $36^\circ$  έως  $44^\circ$  στους εξακύλινδρους κινητήρες.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο ρελαντί, η γωνία ντούελ παραμένει σταθερή εξαρτώμενη από το κανονικό διάκενο και την καλή κατάσταση των επαφών, ενώ όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε υψηλές στροφές, η γωνία ντούελ μεταβάλλεται κατά  $2^\circ$ , εξαρτώμενη από τους μηχανισμούς ρύθμισης του αβάνς του διανομέα.



*Εικόνα 3.20 – Χάρτης γωνίας Dwell.*

### **Ρύθμιση του ρεύματος στο πρωτεύον και έλεγχος της γωνίας Ντούελ.**

Στα συμβατικά συστήματα η γωνία Ντούελ προσδιορίζεται από την μορφή του έκκεντρου, ενώ στην περίπτωση που διατίθεται γεννήτρια Hall, η γωνία Ντούελ προσδιορίζεται από την μορφή του ρότορα.

Ένας πολλαπλασιαστής ταχείας φόρτισης δεν μπορεί να λειτουργήσει με σταθερή γωνία Ντούελ. Έτσι για να προστατευτεί το πρωτεύον πηνίο ενός τέτοιου πολλαπλασιαστή λαμβάνονται δύο μέτρα. Συγκεκριμένα το πρώτο αφορά τη ρύθμιση του ρεύματος στο πρωτεύον πηνίο και το δεύτερο στον έλεγχο της γωνίας Ντούελ.

Κατά την ρύθμιση του ρεύματος του πηνίου περιορίζεται η μέγιστη τιμή του ρεύματος του πρωτεύοντος πηνίου μέχρι μία ορισμένη τιμή, ώστε η τιμή αυτή σε σχέση και με το χρόνο που θα φορτίζεται το πηνίο, να εξασφαλίζει την άριστη αποθήκευση ενέργειας στο πηνίο χωρίς να το καταστρέφει.

Για να επιτευχθεί ο συνδυασμός της τιμής του ρεύματος του πρωτεύοντος με την διάρκεια φόρτισης του πρωτεύοντος, επομένως με την γωνία Ντούελ, τα σύγχρονα συστήματα ανάφλεξης διαθέτουν ειδική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου που περιλαμβάνει υβριδικά κυκλώματα.

Η μονάδα ελέγχου εξασφαλίζει ένα κλειστό κύκλωμα συνεχούς ρύθμισης της γωνίας Ντούελ, το οποίο μετρά συνεχώς την γωνία Ντούελ και επιστρέφει την πληροφορία στη μονάδα ελέγχου, ώστε με την ανατροφοδότηση να επιτευχθεί η βέλτιστη τιμή της γωνίας Ντούελ για τον επόμενο κύκλο, που θα εξασφαλίζει τις απαιτούμενες συνθήκες άριστης φόρτισης του πρωτεύοντος πηνίου του πολλαπλασιαστή. Με τα χρησιμοποιούμενα υβριδικά κυκλώματα, η μονάδα ελέγχου είναι πολύ ελαφριά και μικρών διαστάσεων και μπορεί να είναι ενσωματωμένη στο πολλαπλασιαστή. Θα πρέπει μόνο να ληφθεί μέριμνα για καλή απαγωγή της θερμότητας που αναπτύσσεται στα πηνία του πολλαπλασιαστή και στην μονάδα ελέγχου.

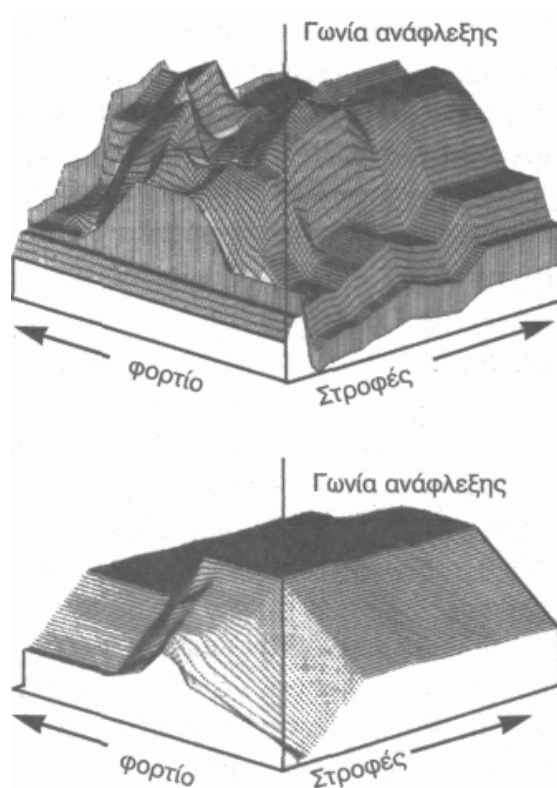
### **3.3.3. Ηλεκτρονική ρύθμιση γωνίας ανάφλεξης**

Γίνεται με τη βοήθεια του εγκεφάλου και σε συνάρτηση με τις στροφές του κινητήρα, το φορτίο, τη θερμοκρασία, τη θέση της πεταλούδας γκαζιού και τη γωνία θέσης του στροφαλοφόρου άξονα.

Η ρύθμιση της ανάφλεξης επαναλαμβάνεται για κάθε κύκλο λειτουργίας. Ο προσδιορισμός της κατάλληλης γωνίας ανάφλεξης γίνεται από το χαρακτηριστικό πεδίο τιμών ανάφλεξης που είναι αποθηκευμένο στη μνήμη του εγκέφαλου.

### Χαρτογράφηση

Είναι η τρισδιάστατη απεικόνιση των χαρακτηριστικών της πραγματικής ή αποθηκευμένης στη μνήμη του εγκέφαλου ηλεκτρονικής λειτουργίας της ανάφλεξης. Στην επόμενη εικόνα 3.21 βλέπουμε μια σύγκριση της προπορείας της ηλεκτρονικής ανάφλεξης με την προπορεία της μηχανικής ανάφλεξης.



*Εικόνα 3.21 – Άνω χάρτης προπορείας ηλεκτρονικής ανάφλεξης. Κάτω χάρτης προπορείας συμβατικής μηχανικής ανάφλεξης.*

Για να προσδιορίσουμε τα σημεία αυτά πάνω στο χάρτη, λειτουργούμε δοκιμαστικά τον κινητήρα στο δυναμόμετρο. Καταγράφουμε τα καλύτερα στοιχεία λειτουργίας και τα καταχωρούμε ηλεκτρονικά στη μνήμη. Ο εγκέφαλος λαμβάνει τα σήματα των στροφών και του φορτίου του κινητήρα, και στη συνέχεια ανακαλεί από το πεδίο τιμών ανάφλεξης την προκαθορισμένη γωνία που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο ζεύγος τιμών φορτίου / στροφών ανά λεπτό.

Η τιμή της γωνίας διορθώνεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα, τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού του κινητήρα, την τάση της μπαταρίας και τη θέση της πεταλούδας.

Σε όλες τις καταστάσεις λειτουργίας υπάρχουν αποθηκευμένες επιπλέον διορθωτικές τιμές που διαμορφώνουν την τελική τιμή της γωνίας ανάφλεξης.

Για να έχουμε ελάχιστες απώλειες στο σύστημα ανάφλεξης, πρέπει τη στιγμή της ανάφλεξης να φθάνει ρεύμα στο πρωτεύον που έχει μια συγκεκριμένη τιμή. Επειδή η γωνία dwell εξαρτάται από τον αριθμό στροφών και από την τάση της μπαταρίας γίνεται διόρθωση της τιμής της κατά την επιτάχυνση.

Με στόχο τη μικρή κατανάλωση καυσίμου και τις χαμηλές εκπομπές ρύπων, το πεδίο τιμών της λειτουργίας του αισθητήρα λάμδα είναι καταχωρημένο στη μνήμη του εγκέφαλου.

## Παράρτημα

### Σύγκριση των ηλεκτρονικών αναφλέξεων έναντι συμβατικής ανάφλεξης

#### Πλεονεκτήματα ηλεκτρονικών αναφλέξεων έναντι συμβατικής ανάφλεξης

1. Έχουν υψηλή τάση που φθάνει μέχρι τα 55kV σε αντίθεση με τα 20 kV της ανάφλεξης με πλατίνες .
2. Στα ηλεκτρονικά συστήματα που έχουν και πλατίνες, η διάρκεια λειτουργίας τους έχει αυξηθεί περίπου στο διπλάσιο.
3. Η διάρκεια λειτουργίας των μπουζί έχει αυξηθεί στο διπλάσιο.
4. Η τάση του δευτερεύοντος είναι σταθερή σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.
5. Γίνεται καλή καύση του μείγματος και έχουμε παρατεταμένη λειτουργία του συστήματος χωρίς βλάβες.

6. Γίνεται καλύτερος έλεγχος της ανάφλεξης με αποτέλεσμα να έχουμε χαμηλότερη κατανάλωση στη βενζίνη.

7. Δεν υπάρχει πρόβλημα κρύας εκκίνησης του κινητήρα γιατί η υψηλή τάση είναι πάνω από 20KV.

8. Δε χρειάζεται συχνή ρύθμιση του αβάνς και της γωνίας dwell, γιατί οι πλατίνες έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Ενώ στην περίπτωση που το σύστημα δεν διαθέτει πλατίνες, δεν υπάρχει ανάγκη ρυθμίσεων και συντήρησης.

9. Δεν απαιτείται συντήρηση για 50.000 έως 60.000 Km. Το συμβατικό σύστημα με πλατίνες μπορεί να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα και συντήρηση για 15000 km περίπου. Η ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες για 30000 Km και η ανάφλεξη χωρίς πλατίνες δηλαδή με γεννήτρια παλμών δε θέλει καθόλου συντήρηση

10. Τα ηλεκτρονικά συστήματα έχουν καλώδια υψηλής τάσης με μικρό μήκος και καλή γείωση.

11. Στις ηλεκτρονικές αναφλέξεις χωρίς διανομέα έχουμε ακόμα:

α) μεγαλύτερης τάσης σπινθήρα

β) μείωση ηλεκτρικών παράσιτων

γ) ελάχιστη συντήρηση και

δ) λιγότερες συνδέσεις καλωδίων.

#### Μειονεκτήματα:

Το μόνο μειονέκτημα των ηλεκτρονικών αναφλέξεων είναι ότι δεν πρέπει να λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίας και γι' αυτό πρέπει να τοποθετούνται σε θέσεις καλά αεριζόμενες και μακριά από την πλευρά της πολλαπλής εξαγωγής.



# 4

## Συστήματα έγχυσης καυσίμου

### 4.1. Συστήματα ψεκασμού

#### 4.1.1. Εισαγωγή

Οι κατασκευαστές κινητήρων προσπαθούν τα τελευταία χρόνια να ανταποκριθούν στα ολοένα αυστηρότερα όρια εκπομπής ρύπων των καυσαερίων. Η προσπάθεια τους εστιάζεται στη βελτιστοποίηση των συστημάτων του κινητήρα που επηρεάζουν τους ρύπους.

Τα συστήματα ψεκασμού ή έγχυσης καυσίμου (injection) αντικατέστησαν τα συστήματα τροφοδοσίας που είχαν μηχανικά ή ηλεκτρονικά καρμπυρατέρ. Τα συστήματα ψεκασμού έχουν τη δυνατότητα μέτρησης της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται με μεγάλη ακρίβεια λαμβάνοντας υπόψη πολλές παραμέτρους λειτουργίας του κινητήρα, όπως το φορτίο του κινητήρα τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού, τις απαιτήσεις του οδηγού κ.λπ. Όλες αυτές οι παράμετροι λειτουργίας υπόκεινται σε επεξεργασία από τον εγκέφαλο του συστήματος με σκοπό την καλύτερη δυνατή προσαρμογή του μείγματος τροφοδοσίας του κινητήρα ανάλογα με τις συνθήκες με κύριο σκοπό την μείωση των ρύπων.

#### 4.1.2. Ιστορική αναδρομή

Το σύστημα ψεκασμού καυσίμου καλύπτει μία περίοδο περίπου 100 χρόνων. Η εταιρεία Cosmotorefabrik Deutz κατασκεύαζε αντλίες βύθισης για τον ψεκασμό καυσίμου από το 1898.

Η εταιρεία Bosch ξεκινά έρευνες σχετικές με αντλίες ψεκασμού βενζίνης το 1912. Η πρώτη μηχανή αεροπλάνου που χρησιμοποιεί το σύστημα ψεκασμού της Bosch είναι μία μηχανή 100 HP, η οποία μπαίνει σε γραμμή παραγωγής το 1937. Εξαιτίας των προβλημάτων, όπως πάγωμα στο καρμπυρατέρ ή κίνδυνος πυρκαγιάς, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση και ώθηση στην ανάπτυξη των συστημάτων ψεκασμού για τα αεροπλάνα. Αυτή η ανάπτυξη σηματοδοτεί την αρχή των συστημάτων ψεκασμού στην εταιρεία Bosch, αλλά ήταν πολύ νωρίς για την ανάπτυξη συστημάτων ψεκασμού καυσίμου για επιβατηγά και τροχοφόρα αυτοκίνητα.

Μία μονάδα άμεσου ψεκασμού πρωτοεμφανίστηκε το 1951 ως εξοπλισμός σειράς σε ένα μικρό αυτοκίνητο. Κάποια χρόνια αργότερα μία μονάδα ψεκασμού καυσίμου εγκαταστάθηκε στο 300 SL, το μυθικό σπορ αυτοκίνητο της Daimler Benz. Στα χρόνια που ακολούθησαν συνεχίστηκε η ανάπτυξη μηχανικών συστημάτων έγχυσης (ψεκασμού).

- Το 1967 έγινε ένα τεράστιο βήμα προόδου και εμφανίστηκε το πρώτο ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού, το D-Jetronic, ελεγχόμενης πίεσης στη βαλβίδα εισαγωγής.
- Το 1973 εμφανίστηκε στην αγορά το L-Jetronic, το οποίο ελεγχόταν μέσω ροής αέρα.
- Την ίδια χρονολογία είχε παρουσιαστεί το K-Jetronic, το οποίο ελεγχόταν από ένα μηχανικό - υδραυλικό σύστημα και χρησιμοποιούσε έναν πνευματικό αισθητήρα.
- Το 1979 εμφανίστηκε ένα νέο σύστημα, το Motronic. Αυτό εισήγαγε ψηφιακή τεχνολογία για τον έλεγχο ψεκασμού καυσίμου και άλλων λειτουργιών του κινητήρα. Σε αυτό το σύστημα έχει συνδυαστεί το L-Jetronic με ηλεκτρονικό έλεγχο της ανάφλεξης. Το σύστημα χρησιμοποιούσε έναν μικροεπεξεργαστή για τον έλεγχο του συστήματος ψεκασμού και ανάφλεξης. Ιστορικά, ήταν η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε μικροεπεξεργαστής στο αυτοκίνητο για τον έλεγχο ψεκασμού καυσίμου από την Bosch.
- Το 1982 το K-Jetronic ήταν διαθέσιμο σε πολλές μορφές, συμπεριλαμβάνοντας ηλεκτρονικά κυκλώματα ελέγχου κλειστών βρόχων και αισθητήρα οξυγόνου λάμδα (στο KE-Jetronic). Το K-Jetronic και το KE-Jetronic συνδυάστηκαν σε μία μονάδα, στη Bosch Mono-Jetronic το 1983. Αυτή ειδικά η μονάδα ήταν κατάλληλη, για να συμπεριληφθεί στον εξοπλισμό μικρών οχημάτων.
- Το 1991, 37 εκατομμύρια οχημάτων σε όλο τον κόσμο ήταν εφοδιασμένα με μονάδες ψεκασμού καυσίμου Bosch. Μέσα στο 1992 κατασκευάστηκαν 5,6 εκατομμύρια μονάδες ψεκασμού καυσίμου. Από αυτές 2,5 εκατομμύρια ήταν Mono-Jetronic και Mono-Motronic, ενώ 2 εκατομμύρια ήταν Motronic. Σήμερα, ο ψεκασμός είναι μία σημαντική παράμετρος στη λειτουργία του αυτοκινήτου.

### **4.1.3. Προτερήματα των συστημάτων ψεκασμού έναντι του καρμπυρατέρ**

#### *Ισχύς*

Με τα συστήματα ψεκασμού μπορεί να επιτευχθεί μεταξύ 10% και 20% περισσότερη ισχύς, χάρη στον καλύτερο προσδιορισμό του μίγματος αέρα βενζίνης.

#### *Κατανάλωση*

Η κατανάλωση είναι χαμηλότερη γιατί το μίγμα μπορεί να καθορισθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι στην περίπτωση του συστήματος καρμπυρατέρ (π.χ κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης ο ψεκασμός διακόπτεται). Καθώς ο ψεκασμός πραγματοποιείται στην είσοδο του κυλίνδρου, δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα με τις επικαθίσεις του καυσίμου στο χώρο της πολλαπλής εισαγωγής, όπως συμβαίνει με το σύστημα καρμπυρατέρ.

#### *Ρύπανση*

Η συγκέντρωση ρυπαντών εξαρτάται απόλυτα από την αναλογία αέρα-καυσίμου. Καθώς το σύστημα ψεκάζει καύσιμο με περισσότερη ακρίβεια, τα καυσαέρια έχουν λιγότερους ρυπαντές από ότι στο σύστημα του καρμπυρατέρ και συνεπώς είναι ευκολότερο να γίνει προσαρμογή στους νόμους για την αντιρρύπανση.

#### *Επιτάχυνση*

Το σύστημα προσαρμόζεται καλύτερα στις αλλαγές ταχύτητας. Το αναγκαίο ποσό καυσίμων ψεκάζεται άμεσα, κατευθείαν στην είσοδο του κυλίνδρου.

#### *Ψυχρή εκκίνηση*

Με το σύστημα ψεκασμού, το μίγμα μεταβάλλεται ώστε να ταιριάζει στη θερμοκρασία και τις συνθήκες εκκίνησης. Έτσι η μηχανή ξεκινά ευκολότερα, δεν υπερθερμαίνεται και λειτουργεί πιο ομαλά.

## Ογκομετρικός Βαθμός απόδοσης

Με την αφαίρεση του καρμπυρατέρ επιτρέπεται ο καλύτερος σχεδιασμός της πολλαπλής εισαγωγής, με αποτέλεσμα την αύξηση του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης και όπως αποδεικνύεται έχουμε καλύτερη οικονομία, μεγαλύτερη απόδοση και μείωση των ρυπογόνων ουσιών.

### 4.1.4. Είδη συστημάτων ψεκασμού

Τα είδη συστημάτων ψεκασμού χωρίζονται στις εξής βασικές κατηγορίες σύμφωνα με :

- **Τον τρόπο ψεκασμού καυσίμου.**

1. *Συνεχής* : Σ' αυτή την περίπτωση το καύσιμο ψεκάζεται συνεχώς με σταθερό ρυθμό. Όταν η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει, το ρεύμα αέρα παρασύρει το καύσιμο (που τώρα είναι σε ομιχλώδη μορφή) μέσα στον κύλινδρο προς καύση. Όταν η βαλβίδα εισαγωγής κλείσει, μια νέα ποσότητα αεριοποιείται.

2. *Διακοπόμενη*: Μ' αυτή τη μέθοδο, ο ψεκασμός πραγματοποιείται μόνο όταν η βαλβίδα εισαγωγής ανοίξει. Υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στην ποσότητα των καυσίμων που ψεκάζεται σ' αυτή την περίπτωση από ότι με τη συνεχή μέθοδο. Το μπεκ ρυθμίζει την ποσότητα του καυσίμου με το χρόνο που ανοίγει η βαλβίδα.

- **Τη θέση του εγχυτήρα «μπέκ» (σε διακοπόμενη έγχυση).**

1. *Άμεσα* : Όταν το μπέκ ψεκάζει το καύσιμο μέσα στο θάλαμο.

2. *Έμμεσα* : Όταν το μπεκ ψεκάζει το καύσιμο πριν από τη βαλβίδα εισαγωγής.

- **Το πλήθος των μπέκ (σε διακοπόμενη έγχυση).**

1. *Μονού σημείου* (τα συστήματα διακοπόμενης έγχυσης όταν ψεκάζουν το καύσιμο από μία βαλβίδα).

2. *Πολλαπλών σημείων* (όταν ψεκάζουν από περισσότερες βαλβίδες - μια για κάθε κύλινδρο μπροστά από τη βαλβίδα εισαγωγής).

#### 4.1.5. Κατάταξη συστημάτων ψεκασμού

⇒ Τα συστήματα ψεκασμού τα διακρίνουμε ανάλογα με την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας τους σε:

1. Μηχανικά.
2. Συνδυασμένα μηχανικά ηλεκτρονικά.
3. Ηλεκτρονικά.
4. Συνδυασμένα συστήματα ψεκασμού και ανάφλεξης.

##### *1. Μηχανικά συστήματα ψεκασμού.*

Το καύσιμο ψεκάζεται από τους εγχυτήρες καυσίμου (μπεκ) που ελέγχονται μηχανικά και ανοίγουν όταν η πίεση που επικρατεί στη γραμμή διανομής του καυσίμου ξεπεράσει κάποιο όριο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της πίεσης στη διάρκεια του ψεκασμού. Το πιο γνωστό μηχανικό σύστημα ψεκασμού είναι το K-Jetronic.

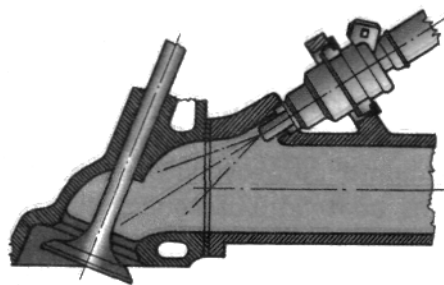
##### *2. Συνδυασμός μηχανικού και ηλεκτρονικού συστήματος ψεκασμού ή KE- Jetronic.*

Τα συστήματα αυτά αποτελούν εξέλιξη των μηχανικών συστημάτων ψεκασμού. Ορισμένες από τις επιμέρους λειτουργίες τους ελέγχονται μηχανικά, ενώ ορισμένες άλλες ελέγχονται ηλεκτρονικά, από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

##### *3. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ψεκασμού.*

Ο υπολογισμός της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται γίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (H M E) με βάση τις πληροφορίες για τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα που μεταβιβάζονται σ' αυτήν από τους αισθητήρες. Η H.M.E συντονίζει με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια όλες τις λειτουργίες του συστήματος, που απαιτούνται για την προετοιμασία του καυσίμου μείγματος. Κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, η αναλογία αέρα - βενζίνης κυμαίνεται στην περιοχή αναλογίας 14,7:1 κατά βάρος. Αυτό το γεγονός εξασφαλίζει τις συνθήκες για την αποδοτική λειτουργία του καταλύτη. Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται, ελέγχεται από το χρόνο που τα ηλεκτρομαγνητικά μπεκ παραμένουν ανοικτά. Ο ψεκασμός του καυσίμου κινείται υπό σταθερή πίεση. Ένα αντιπροσωπευτικό σύστημα αυτού του τύπου είναι το L-Jetronic.

Στην παρακάτω εικόνα 4.1 βλέπουμε σε λειτουργία ένα ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού.



*Εικόνα 4.1 – Λειτουργία ηλεκτρονικού συστήματος ψεκασμού.*

Το ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα ψεκασμού L-Jetronic εξελίχθηκε ώστε να ικανοποιεί τις ολοένα και αυστηρότερες προδιαγραφές για τα όρια ρύπων στα καυσαέρια. Έτσι εμφανίστηκαν διάφορες παραλλαγές του συστήματος αυτού όπως το LE που ήταν το σύστημα που καλύπτει τις προδιαγραφές για τα όρια ρύπων που ίσχυαν στην Ευρώπη.

Στη συνέχεια εμφανίστηκαν πιο εξελιγμένα συστήματα όπως το LE2 και το LE3 που ήταν το πλέον βελτιωμένο. Άλλα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ψεκασμού, όπως το LH διαθέτουν μετρητή μάζας αέρα και τα μπεκ ψεκάζουν ανά ζεύγη, ενώ σε άλλα όπως το LE-Jetronic II τα μπεκ ψεκάζουν ταυτόχρονα ανά ζεύγη σε κάθε περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα το μισό της ποσότητας του καύσιμου που χρειάζεται κάθε κύκλος λειτουργίας.

Σε κάθε κινητήρα χρησιμοποιούνται μπεκ διαφορετικών κατασκευαστικών χαρακτηριστικών.

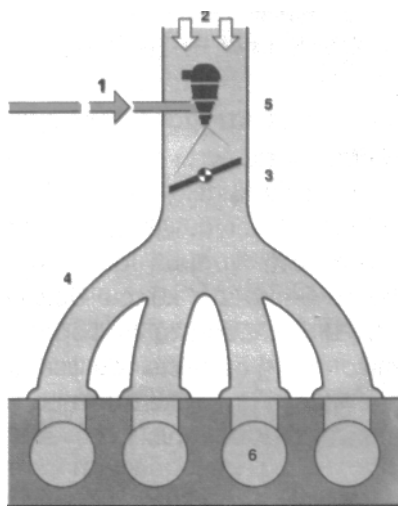
#### *4. Συνδυασμένα συστήματα ανάφλεξης και ψεκασμού.*

Τα ολοένα και αυστηρότερα όρια εκπομπών ρύπων είχαν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία συστημάτων ψεκασμού και ανάφλεξης που ελέγχονται από μία κοινή κεντρική μονάδα ελέγχου και χρησιμοποιούν κοινούς αισθητήρες. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται συνδυασμένα συστήματα ψεκασμού και ανάφλεξης. Χαρακτηριστικά συστήματα αυτού του τύπου είναι το Motronic (πολλαπλός ψεκασμός) και το Multec (κεντρικός ψεκασμός).

⇒ Τα συστήματα ψεκασμού ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τα σημεία ψεκασμού σε:

1. Συστήματα ψεκασμού μονού σημείου.
2. Συστήματα ψεκασμού πολλαπλών σημείων.

Στην πρώτη περίπτωση η τροφοδοσία καυσίμου προς όλους τους κυλίνδρους γίνεται από ένα μπεκ που είναι τοποθετημένο ακριβώς επάνω από την πεταλούδα του γκαζιού. Το καύσιμο διοχετεύεται στην πολλαπλή εισαγωγής με διακοπτόμενο ψεκασμό. Διάφορες εμπορικές ονομασίες συστημάτων μονού ψεκασμού είναι τα Mono-Jetronic, Mono-Motronic, TBI (Throttle Body Injection) και SPI (Single Point Injection). Στην παρακάτω εικόνα 4.2 βλέπουμε ένα σύστημα μονού ψεκασμού.

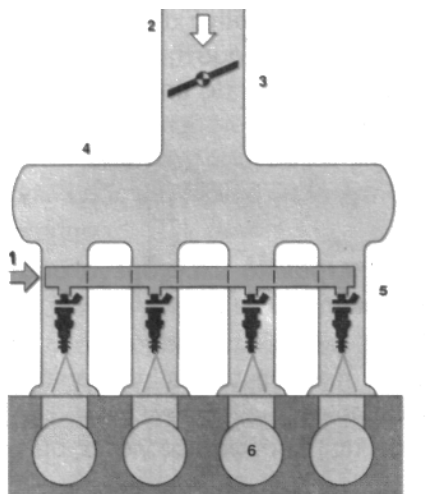


**Εικόνα 4.2** – Σύστημα μονού ψεκασμού.

(1.Καύσιμο, 2.Αέρας, 3.Πεταλούδα, 4.Πολλαπλή εισαγωγής, 5.Μπεκ, 6.Κινητήρας.)

Στους τετρακύλινδρους τοποθετείται σύστημα ψεκασμού με ένα εγχυτήρα «μπεκ», ενώ στους κινητήρες V6 & V8 τοποθετείται σύστημα μονού ψεκασμού με δύο εγχυτήρες «μπεκ» και με δύο πεταλούδες που συνδέονται με κοινό άξονα.

Στη περίπτωση συστημάτων πολλαπλού ψεκασμού, ένα μπεκ έχει τοποθετηθεί σε κάθε αυλό εισαγωγής πριν από τη βαλβίδα ή τις βαλβίδες εισαγωγής κάθε κυλίνδρου. Στην επόμενη εικόνα 4.3 βλέπουμε ένα σύστημα πολλαπλού ψεκασμού που λειτουργεί ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως το σύστημα μονού ψεκασμού απλώς είναι πιο αποτελεσματικό διότι ο ψεκασμός γίνεται ξεχωριστά σε κάθε ένα κύλινδρο.



**Εικόνα 4.3** – Σύστημα πολλαπλού ψεκασμού.

(1.Καύσιμο, 2.Αέρας, 3.Πεταλούδα, 4.Πολλαπλή εισαγωγής, 5.Μπεκ, 6.Κινητήρας.)

⇒ Μία άλλη κατάταξη συστημάτων ψεκασμού βασίζεται στον τρόπο που εκτελείται ο ψεκασμός:

1. Συνεχώς.
2. Διακοπτόμενα.

Οι εγχυτήρες «μπεκ» ψεκάζουν το καύσιμο όλα μαζί ή σε ομάδες ή με τη σειρά τους το ένα μετά το άλλο. Η σειρά ψεκασμού είναι η ίδια με την σειρά ανάφλεξης. Ο συνεχής ψεκασμός ελέγχεται μέσω της πίεσης και ο διακοπτόμενος ελέγχεται με τη μεταβολή της χρονικής διάρκειας που τροφοδοτούνται τα μπεκ με ηλεκτρικό ρεύμα.

⇒ Μία άλλη κατάταξη των συστημάτων ψεκασμού γίνεται σύμφωνα με την ύπαρξη βοηθητικού μπεκ εκκίνησης .

Στα συστήματα πολλαπλού ψεκασμού εκτός από τα κύρια μπεκ μπορεί να υπάρχει ένα βοηθητικό μπεκ ψυχρής εκκίνησης (5<sup>ο</sup> μπεκ). Αυτό ισχύει στα συστήματα L-Jetronic,



TCCS της Toyota, Digifant της VAG. Αντίστοιχα, στα συστήματα μονού ψεκασμού μπορεί να υπάρχει και δεύτερο βοηθητικό μπεκ ψυχρής εκκίνησης όπως στην περίπτωση του PGM-FI της Honda.

⇒ Μια άλλη κατάταξη βασίζεται στο σημείο που έχουν τοποθετηθεί τα μπεκ.

Εάν τα μπεκ έχουν τοποθετηθεί στην πολλαπλή εισαγωγής πριν από τη βαλβίδα εισαγωγής το σύστημα ψεκασμού ονομάζεται έμμεσο, ενώ εάν τα μπεκ ψεκάζουν το καύσιμο απευθείας μέσα στο θάλαμο καύσης, το σύστημα ονομάζεται άμεσο σύστημα ψεκασμού. Ένα τέτοιο σύστημα είναι το GDI της Mishubishi.

Στους κινητήρες με άμεσο ψεκασμό γίνεται καλύτερη ανάμειξη του αέρα με τη βενζίνη εξαιτίας του καλύτερου στροβιλισμού του εισερχόμενου αέρα, με αποτέλεσμα να έχουμε αποδοτικότερη καύση. Η γωνία ψεκασμού είναι η ίδια με την κατεύθυνση της ροής του αέρα εισαγωγής για καλύτερη ανάμειξη. Το μπουζί τοποθετείται στο κέντρο του κυλίνδρου και στο σημείο αυτό έχουμε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του μείγματος.

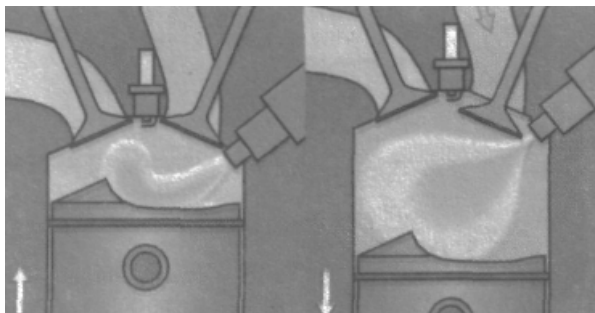
Η εισαγωγή του καυσίμου γίνεται απευθείας μέσα στον κύλινδρο με μεγάλη πίεση. Αυτό δημιουργεί πολύ καλή και ελεγχόμενη διάχυση της βενζίνης. Η κατανάλωση είναι μικρότερη σε σύγκριση με ένα κινητήρα που έχει έμμεσο ψεκασμό και αυτό συνεπάγεται χαμηλούς ρύπους στα καυσαέρια. Επίσης υπάρχει καλύτερη και αμεσότερη απόκριση στην επιτάχυνση και επιβράδυνση του κινητήρα. Ακόμη αυξάνεται η απόδοση, γιατί μπορούμε να αυξήσουμε τη συμπίεση του κινητήρα έως 12:1. Ο κινητήρας αυτός μπορεί να λειτουργήσει με πολύ φτωχό μείγμα, που κατά περίπτωση μπορεί να φθάνει το 40:1 κατά βάρος δηλαδή 40 μέρη αέρα προς 1 μέρος βενζίνης. Ο άμεσος ψεκασμός γίνεται σε δύο φάσεις, κατά την εισαγωγή και κατά τη συμπίεση. Ανάλογα με το αν απαιτείται οικονομία ή υψηλή απόδοση, αλλάζει ο χρονισμός του ψεκασμού. Για οικονομία η βενζίνη ψεκάζεται καθυστερημένα στο θάλαμο καύσης και σχηματίζεται ένα στρωματοποιημένο μείγμα.

Τα έμβολα έχουν διαμορφωθεί κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε:

1. Να αυξάνουν τον στροβιλισμό μέσα στο χώρο καύσης.
2. Στο δεύτερο μισό της καύσης να συγκεντρώνουν το μείγμα πολύ κοντά στα μπουζί.

Για μέγιστη ισχύ η βενζίνη ψεκάζεται νωρίς και σχηματίζει ομογενές μείγμα. Η δεύτερη ποσότητα του ψεκασμού είναι διορθωτική.

Για χαμηλή κατανάλωση και λιγότερα καυσαέρια, το καύσιμο ψεκάζεται στο δεύτερο μισό της καύσης. Επειδή η θερμοκρασία του κυλίνδρου είναι πολύ υψηλή και ο στροβιλισμός του αέρα μέσα στον θάλαμο είναι πολύ έντονος, η βενζίνη ατμοποιείται και έχοντας συγκεντρωθεί κοντά στο μπουζί, καίγεται σχεδόν τέλεια. Στην επόμενη εικόνα 4.4 βλέπουμε την διαμόρφωση των εμβόλων για την επιδίωξη καλύτερης καύσης.



*Εικόνα 4.4 – Θάλαμος καύσης και φάσεις άμεσου ψεκασμού.*

Η μορφή του ψεκασμού των μπεκ διαφοροποιείται στην φάση χαμηλής κατανάλωσης και στη φάση για μεγάλη απόδοση ισχύος.

Η βασική ιδέα για την παραγωγή ακόμα μεγαλύτερης ισχύος είναι η ψύξη του εισερχόμενου αέρα με τη βοήθεια του ψεκασμού της βενζίνης. Η εισαγωγή του αέρα γίνεται κατακόρυφα, δηλαδή οι αυλοί είναι παράλληλοι με τον άξονα των κυλίνδρων, για καλύτερο στροβιλισμό του μείγματος. Η βενζίνη στη συνέχεια ατμοποιείται και ελαττώνεται η θερμοκρασία του θαλάμου καύσης, με αποτέλεσμα να μπορούμε να εισάγουμε περισσότερο μείγμα. Δεδομένης της υψηλής συμπίεσης και της πολύ καλής καύσης που γίνεται, έχουμε απόδοση μεγαλύτερης ισχύος.

## 4.2. Ανάλυση συστημάτων ψεκασμού σε βενζινοκινητήρες

### 4.2.1. Εισαγωγή

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε τα κυριότερα συστήματα ψεκασμού τα οποία αρχικά χωρίζονται με κριτήριο τον τρόπο δόσης του καυσίμου στους εγχυτήρες «μπεκ» στις εξής κατηγορίες:

- *Συστήματα που χρησιμοποιούν μηχανικό ψεκασμό.*
- *Συστήματα που συνδυάζουν μηχανικό και ηλεκτρονικό ψεκασμό.*
- *Συστήματα με ηλεκτρονικό ψεκασμό.*
- *Συστήματα ελέγχου ψεκασμού και ανάφλεξης*

### 4.2.2. Μηχανικός ψεκασμός

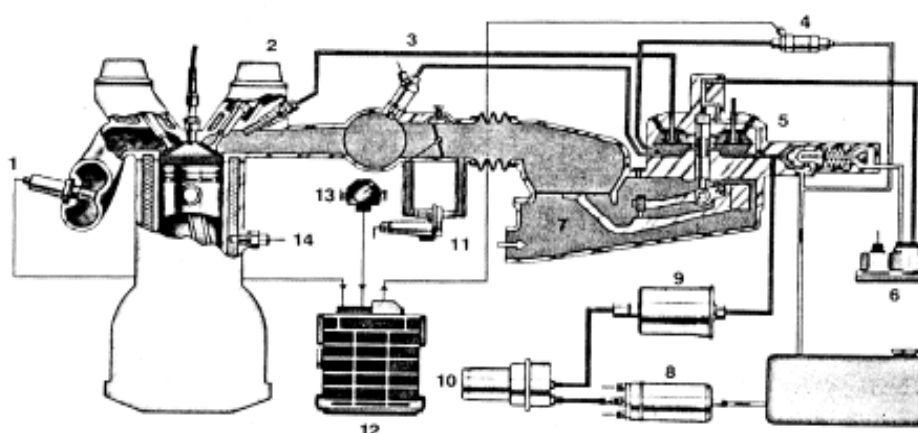
⇒ Σύστημα ψεκασμού K-Jetronic

Το K-Jetronic είναι από τα πρώτα μηχανικά συστήματα ψεκασμού. Λειτουργεί με συνεχή ψεκασμό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κινητήρα. Η βενζίνη ψεκάζεται ανάλογα με την ποσότητα του αέρα τροφοδοσίας που εισέρχεται στον κύλινδρο. Το K-Jetronic αποτέλεσε τη βάση για άλλα συστήματα. Παρουσιάστηκε στην αρχή χωρίς ηλεκτρονική μονάδα και αισθητήρα λ.

Διαιρείται σε τρία υποσυστήματα :

1. Τροφοδοσίας καυσίμου.
2. Τροφοδοσίας αέρα.
3. Προετοιμασίας μείγματος.

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου αποτελείται από την αντλία, τον συλλέκτη καυσίμου, το φίλτρο, το ρυθμιστή πίεσης και τα μπεκ. Το καύσιμο αναρροφάται από το ρεζερβουάρ με αντλία και μέσω του ρυθμιστή πίεσης και του φίλτρου οδηγείται στο διανομέα καυσίμου. Ο διανομέας καυσίμου διανέμει το καύσιμο στους κυλίνδρους μέσω των μπεκ. Το μπεκ ψυχρής εκκίνησης ελέγχεται από ένα χρονοδιακόπτη και ψεκάζει επιπλέον καύσιμο κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Ο κατανεμητής ή διανομέας καυσίμου έχει για κάθε κύλινδρο μια βαλβίδα διαφορικής πίεσης με αγωγό και το μπεκ έγχυσης. Κατ' αυτό το τρόπο το καύσιμο κατανέμεται ομοιόμορφα σε κάθε κύλινδρο. Στην επόμενη εικόνα 4.5 βλέπουμε αναλυτικά από τι αποτελείται το σύστημα ψεκασμού K-Jetronic.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Αισθητήρας Οξυγόνου.                | 8. Αντλία καυσίμου.                         |
| 2. Μπεκ ψεκασμού.                      | 9. Φίλτρο καυσίμου.                         |
| 3. Μπεκ ψυχρής εκκίνησης.              | 10. Συσσωρευτής πίεσης καυσίμου.            |
| 4. Ηλεκτρομαγνητικός ρυθμιστής πίεσης. | 11. Βαλβίδα πρόσθετου αέρα.(Τσοκ)           |
| 5. Διανομέας καυσίμου.                 | 12. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.(ECU)        |
| 6. Ρυθμιστής προθέρμανσης.             | 13. Διακόπτης θέσης πεταλούδας γκαζιού.     |
| 7. Μετρητής ροής αέρα.                 | 14. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού. |

**Εικόνα 4.5** – Απεικόνιση συστήματος ψεκασμού K-Jetronic.

Το κεντρικό έμβολο του διανομέα καθορίζει την παροχή του καυσίμου. Με την αναρρόφηση του αέρα ανασπώνεται ο δίσκος και με τη βοήθεια του μοχλού κινείται το έμβολο που επιτρέπει να εισέλθει βενζίνη στην πάνω πλευρά της μεμβράνης. Η πίεση που εξασκείται στην πάνω πλευρά είναι μεγαλύτερη από την πίεση που υπάρχει στην κάτω πλευρά. Η διαφορά των πιέσεων κινεί τη μεμβράνη προς τα κάτω και απελευθερώνονται οι αγωγοί των μπεκ.

*Πιο αναλυτικά:*

Ο συλλέκτης διατηρεί την πίεση του καυσίμου σταθερή μετά από σταμάτημα του κινητήρα, παρεμποδίζει τη δημιουργία φυσαλίδων, αποσβένει το θόρυβο της αντλίας. Ο εσωτερικός χώρος του συλλέκτη χωρίζεται από μια μεμβράνη σε δύο θαλάμους. Ο ένας θάλαμος αποθηκεύει το καύσιμο και ο άλλος έχει ένα ελατήριο που αντισταθμίζει την πίεση του καυσίμου.

Ο ρυθμιστής πίεσης είναι τοποθετημένος στο εσωτερικό του διανομέα και ρυθμίζει την πίεση του συστήματος. Ο ρυθμιστής διατηρεί σταθερή την πίεση και, όταν ξεπεράσει τα 4,8 μπαρ, ένα έμβολο κινείται από το ελατήριο του και αυξάνει η διατομή του αγωγού επιστροφής του καυσίμου στο ρεζερβουάρ.

Η πίεση του καυσίμου και η δύναμη του ελατηρίου πάνω στο έμβολο βρίσκονται σε ισορροπία. Στην περίπτωση που η κατανάλωση της βενζίνης είναι μεγαλύτερη, η πίεση στο κύκλωμα ελαττώνεται και το ελατήριο πιέζει το έμβολο μειώνοντας τη διατομή της διόδου προς το ρεζερβουάρ. Έτσι η πίεση επανέρχεται στην τιμή που προβλέπεται από τον κατασκευαστή.

Οι εγχυτήρες «μπεκ» ενεργοποιούνται υδραυλικά από τη πίεση ψεκασμού στα 3,3 bar και, όταν σταματήσει ο κινητήρας, οι βαλβίδες των μπεκ κλείνουν επειδή η πίεση γίνεται μικρότερη από την πίεση ψεκασμού. Με το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής, το ρεύμα του αέρα συμπαρασύρει τη βενζίνη και δημιουργεί με τη βοήθεια του στροβιλισμού του αέρα αναφλέξιμο μείγμα.

Ο ρυθμιστής του μείγματος αποτελείται από το μετρητή ποσότητας του αέρα (παροχόμετρο) και από το διανομέα καυσίμου.

Στη χοάνη μέτρησης του αναρροφώμενου αέρα υπάρχει ένας κινητός δίσκος που αλλάζει θέση ανάλογα με τη ποσότητα του εισερχόμενου αέρα. Αυτή η αλλαγή θέσης μεταφέρεται με ένα σύστημα μοχλών στο έμβολο ρύθμισης του διανομέα βενζίνης. Το έμβολο απελευθερώνει μία σχισμή και έτσι τα μπεκ τροφοδοτούνται με περισσότερο ή λιγότερο καύσιμο. Μεταξύ του άνω και του κάτω θαλάμου του διανομέα διατηρείται σταθερή πτώση της πίεσης με τη βοήθεια των διαφορικών βαλβίδων πίεσης. Οι βαλβίδες αυτές διατηρούν σταθερή τη πτώση πίεσης στα διαφράγματα ρύθμισης ανεξάρτητα από την παροχή καυσίμου και λειτουργούν σε συνεργασία με το έμβολο ρύθμισης.

Το έμβολο έχει δοσομετρικές θυρίδες που ρυθμίζουν το καύσιμο. Η κίνηση του εμβόλου ανοίγει τις θυρίδες και προσαρμόζει την ποσότητα του καυσίμου.

Στο πάνω μέρος του εμβόλου επικρατεί μία πίεση που μέσα από μια οπή στραγγαλισμού πιέζει το έμβολο και εμποδίζει την ταλάντωση του όταν το έμβολο επηρεάζεται από την κίνηση του δίσκου που έχει ο μετρητής του αέρα.

Όταν η πίεση ρύθμισης (σερβοπίεση) είναι μικρή, η ποσότητα του αέρα ανασηκώνει περισσότερο το έμβολο, ανοίγουν περισσότερο οι θυρίδες και έχουμε μεγαλύτερη τροφοδοσία καυσίμου.

Ο ρυθμιστής σερβοπίεσης μειώνει την πίεση στο πάνω μέρος του εμβόλου του διανομέα καυσίμου. Θερμαίνεται είτε ηλεκτρικά είτε από τον κινητήρα, και λαμβάνοντας υπόψη την πίεση στη πολλαπλή εισαγωγής, εμπλουτίζει το μείγμα με περισσότερη βενζίνη κατά το ζέσταμα του κινητήρα (πίεση 0,5 bar).

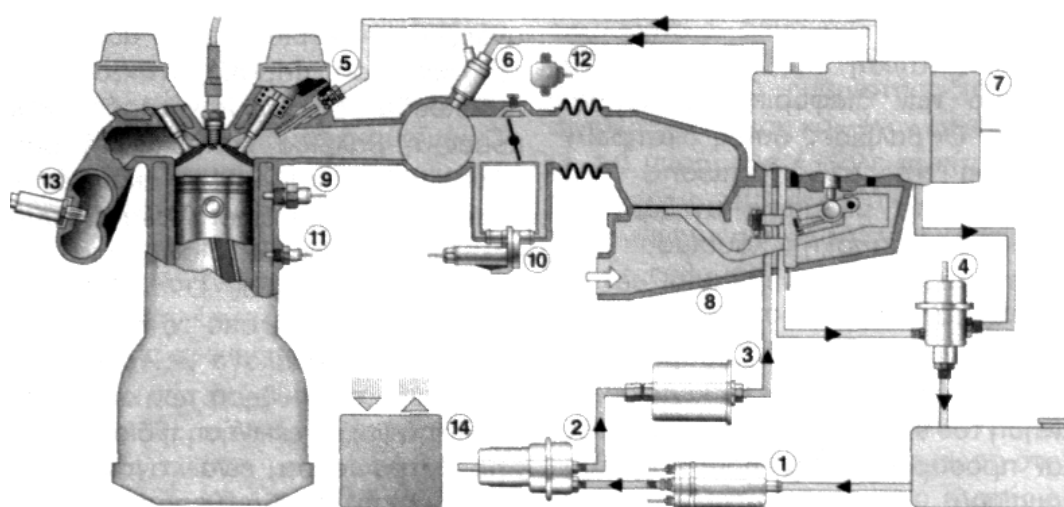
Βασικό κριτήριο για την παροχή του καυσίμου είναι η ποσότητα του αέρα που αναρροφάται από τον κινητήρα ανάλογα με τη θέση της πεταλούδας.

Η βαλβίδα ή κλαπέτο συμπληρωματικού αέρα βοηθάει στην αναρρόφηση περισσότερου αέρα από τον κινητήρα παρακάμπτοντας την πεταλούδα. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος η βαλβίδα επιτρέπει τη ροή συμπληρωματικού αέρα και όταν ζεσταθεί υπάρχει διμεταλλικό έλασμα που παρασύρει το διάφραγμα και κλείνει τη βαλβίδα. Ο πρόσθετος αέρας καθορίζεται από το δίσκο που ανασηκώνεται ανάλογα με το έμβολο και έχουμε την αύξηση των στροφών. Κατά την ψυχρή εκκίνηση η δίοδος του πρόσθετου αέρα είναι ανοικτή. Η διμεταλλική λωρίδα θερμαίνεται με ηλεκτρισμό και βάζει σε κίνηση το περιστροφικό κλαπέτο. Όσο ζεσταίνεται ο κινητήρας, η δίοδος του συμπληρωματικού αέρα βαθμιαία κλείνει.

### 4.2.3. Μηχανικοηλεκτρονικός ψεκασμός

#### ⇒ Σύστημα ψεκασμού KE-Jetronic

Λειτουργεί όπως και το K-Jetronic και συμπληρώνεται με ηλεκτρονική συσκευή ελέγχου, ηλεκτροϋδραυλικό επενεργητή πίεσης, διακόπτη πεταλούδας γκαζιού, ποτενσιόμετρο μέσα στο μετρητή του αέρα και τέλος αισθητήρες για την εξακρίβωση της θερμοκρασίας του κινητήρα, την πίεση του αέρα και το σχηματισμό του μείγματος. Έχει γρήγορη προσαρμογή σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίες του κινητήρα. Στην επόμενη εικόνα 4.6 βλέπουμε αναλυτικά από τι αποτελείται το σύστημα ψεκασμού KE-Jetronic.



1. Αντλία καυσίμου.
2. Συλλέκτης καυσίμου.
3. Φίλτρο καυσίμου.
4. Ρυθμιστής πίεσης.
5. Μπεκ.
6. Μπεκ ψυχρής εκκίνησης.
7. Διανομέας καυσίμου.
8. Αισθητήρας ροής αέρα.
9. Θερμικός χρονοδιακόπτης.
10. Βαλβίδα βοηθητικού αέρα.
11. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού.
12. Διακόπτης θέσης πεταλούδας γκαζιού.
13. Αισθητήρας λάμδα.
14. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.(ECU).

**Εικόνα 4.6** – Απεικόνιση συστήματος ψεκασμού KE-Jetronic.

*Πιο αναλυτικά:*

Από κατασκευαστικής άποψης το σύστημα KE-Jetronic αποτελείται από τρία υποσυστήματα:

1. Τροφοδοσίας καυσίμου.
2. Μέτρησης αναρροφώμενου αέρα.
3. Ηλεκτρονικό έλεγχο του μείγματος.

Η αντλία τροφοδοτεί το κύκλωμα με καύσιμο που διέρχεται από το συλλέκτη, το φίλτρο, το ρυθμιστή πίεσης και τα μπεκ. Ο ρυθμιστής πίεσης του KE διαφέρει από του K, γιατί ο ένας από τους θαλάμους του συνδέεται με την πολλαπλή εισαγωγής έτσι ώστε να λαμβάνεται υπόψη το φορτίο του κινητήρα. Ο ρυθμιστής εξασφαλίζει σταθερή πίεση από το συλλέκτη μέχρι το διανομέα.

Ο διανομέας καυσίμου είναι ίδιος με αυτόν του συστήματος K-Jetronic και έχει ενσωματωμένο ηλεκτρομαγνητικό -υδραυλικό ρυθμιστή που μεταβάλλει την πίεση στους κάτω θαλάμους των διαφορικών βαλβίδων πίεσης, ανάλογα με το ρεύμα που δέχεται από τον εγκέφαλο.

Η ρυθμιστική πίεση (σερβοπίεση) στο πάνω μέρος του εμβόλου προέρχεται από την πίεση του συστήματος και ενισχύεται από τη δράση του ελατηρίου που υπάρχει στο διανομέα καυσίμου. Στο κάτω μέρος της έδρας του εμβόλου υπάρχει στεγανοποιητικός δακτύλιος για τυχόν διαρροές. Ο δακτύλιος ρυθμίζεται από μία βίδα.

Οι βαλβίδες διαφοράς πίεσης έχουν επίπεδες έδρες και χωρίζονται οι πάνω θάλαμοι από τους κάτω με μία μεταλλική μεμβράνη. Οι κάτω θάλαμοι επικοινωνούν μεταξύ τους και έχουν διαφορά πίεσης 0,2 bar από τους επάνω.

Στο πλαϊνό του διανομέα υπάρχει ο ηλεκτρομαγνητικός - υδραυλικός ρυθμιστής. Αυτός ο ρυθμιστής μεταβάλλει την πτώση πίεσης στις θυρίδες που μετρούν την ποσότητα του καυσίμου που θα ψεκασθεί. Παίρνει σήμα από τον εγκέφαλο και σε συνδυασμό με τις υδραυλικές δυνάμεις, που αναπτύσσονται από το καύσιμο μέσα στο διανομέα, ρυθμίζεται το άνοιγμα μιας βαλβίδας μέσω της οποίας μεταφέρεται πίεση στους κάτω θαλάμους.

Η πίεση του καυσίμου, η δύναμη του ελατηρίου και το μαγνητικό πεδίο δημιουργούν μία



ισορροπία στη βαλβίδα. Ανάλογο με το ρεύμα που τροφοδοτεί το πηνίο δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο που όσο πιο ισχυρό είναι τόσο περιορίζει το άνοιγμα της βαλβίδας που έχει ο ρυθμιστής. Με μικρό άνοιγμα της βαλβίδας έχουμε μικρή πίεση στο κάτω θάλαμο και λόγω της σταθερής διαφοράς πίεσεως έχουμε μικρότερη πίεση στο κάτω θάλαμο που συνεπάγεται την πτώση της πίεσης στις θυρίδες. Ως αποτέλεσμα, τροφοδοτείται περισσότερη ποσότητα καυσίμου στους πάνω θαλάμους του διανομέα και επομένως γίνεται αύξηση της ποσότητας του ψεκασμού.

Η φάση της ψυχρής εκκίνησης είναι όμοια με του συστήματος K Jetronic. Ο εγκέφαλος οδηγεί τον ηλεκτρομαγνητικό-υδραυλικό ρυθμιστή να πραγματοποιήσει τον επιπλέον εμπλουτισμό του μείγματος μέχρι το ζέσταμα του κινητήρα. Όσο ζεσταίνεται ο κινητήρας τόσο μειώνεται σταδιακά ο εμπλουτισμός. Το ρεύμα που τροφοδοτεί το ρυθμιστή είναι ανάλογο της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού του κινητήρα.

Κατά την προθέρμανση του κινητήρα υπάρχει ηλεκτρομαγνητική περιστροφική βαλβίδα που τροφοδοτεί με πρόσθετο αέρα τον κινητήρα. Ο ρυθμιστής του συμπληρωματικού αέρα αναλαμβάνει τη σταθεροποίηση των στροφών στο ρελαντί και όταν ο κινητήρας λειτουργεί κάτω από φορτίο.

Όταν ανοίξει η πεταλούδα του γκαζιού οδηγείται αέρας μέσω του μετρητή του αέρα στους κυλίνδρους. Το ποτενσιόμετρο του μετρητή δίνει πληροφορία στον εγκέφαλο για το φορτίο, ο διακόπτης της πεταλούδας πληροφορεί για το μερικό φορτίο και ο αισθητήρας λ για το εάν το μείγμα είναι πλούσιο ή φτωχό.

Όταν ο διακόπτης δώσει σήμα για το πλήρες φορτίο διοχετεύεται στον ηλεκτρομαγνητικό - υδραυλικό ρυθμιστή το ανάλογο ρεύμα. Ο εγκέφαλος διακόπτει τη λειτουργία των μπεκ στην περίπτωση που οι στροφές ανά λεπτό ξεπεράσουν το όριο που προβλέπει ο κατασκευαστής.

Σε μερικά συστήματα KE-Jetronic υπάρχει αισθητήρας της βαρομετρικής πίεσης του αέρα του περιβάλλοντος για την τελική ρύθμιση της ποσότητας του ψεκασμού.

#### 4.2.4. Ηλεκτρονικός ψεκασμός

##### ⇒ Σύστημα ψεκασμού L-Jetronic

Είναι ένα ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα διακοπτόμενου ψεκασμού πολλαπλών σημείων. Η ποσότητα του εισερχόμενου αέρα μετριέται από ένα μετρητή ροής αέρα και, αφού η λειτουργία του κινητήρα παρακολουθείται από διάφορους αισθητήρες, υπολογίζεται ο χρόνος ανοίγματος των ηλεκτρομαγνητικών μπεκ.

Οι στροφές διαμορφώνονται ανάλογα με το φορτίο που ελέγχεται από τη γωνία της πεταλούδας γκαζιού. Για τη λειτουργία του συστήματος μετρούνται οι στροφές του κινητήρα και υπολογίζεται η ποσότητα του εισερχόμενου αέρα.

Επίσης συλλέγονται και χρησιμοποιούνται πληροφορίες όπως:

1. Η θερμοκρασία κινητήρα.
2. Η θερμοκρασία αναρροφώμενου αέρα.
3. Η περιοχή φορτίου.
4. Η μεταβατική λειτουργία κατά την επιτάχυνση.
5. Ο περιορισμός μέγιστων στροφών.
6. Η σύνθεση καυσαερίων μέσω του αισθητήρα λάμδα «λ».

Ο εγκέφαλος συλλέγει αυτές τις πληροφορίες για την κατάσταση λειτουργίας της μηχανής και τις συνθήκες περιβάλλοντος με τη βοήθεια αισθητήρων.

Το σύστημα εισαγωγής και μέτρησης του αέρα αποτελείται από:

1. Το φίλτρο.
2. Το μετρητή ροής.
3. Το μηχανισμό πεταλούδας γκαζιού.
4. Τη βαλβίδα πρόσθετου αέρα.
5. Την πολλαπλή εισαγωγής.

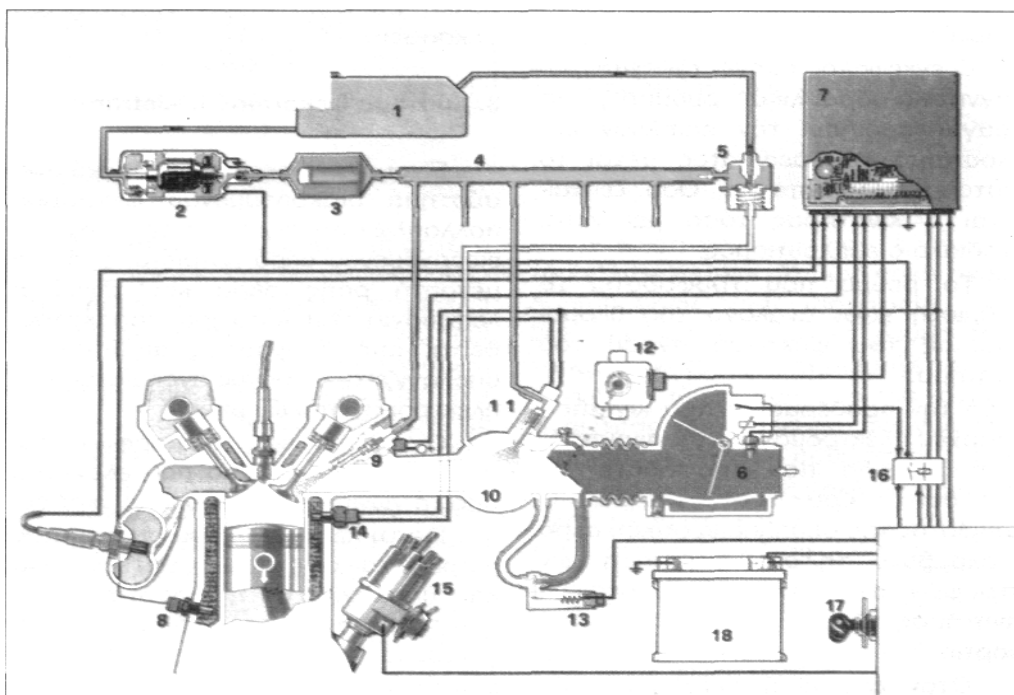
Ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τις πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα του αέρα, τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού, τη θερμοκρασία του αέρα, τη θέση πεταλούδας γκαζιού, τη διαδικασία εκκίνησης, τις στροφές του κινητήρα και τη χρονική στιγμή ψεκασμού. Από αυτά καθορίζεται η διάρκεια ψεκασμού και, κατά συνέπεια, η ποσότητα που ψεκάζεται.

Στο σύστημα καυσίμου των πρώτων μοντέλων με L-Jetronic υπάρχει εξωτερική αντλία καυσίμου. Το φίλτρο τοποθετείται ή στο χώρο του κινητήρα ή στο πίσω τμήμα κοντά στην αντλία.

Τα μπεκ έχουν χαμηλή ωμική αντίσταση και μια προαντίσταση για την καλύτερη προστασία τους. Στους τετρακύλινδρους κινητήρες υπάρχουν τέσσερα μπεκ, ένα για κάθε κύλινδρο, για καλύτερη διανομή του καυσίμου με μεγαλύτερη ακρίβεια. Τα μπεκ παίρνουν εντολή από τον εγκέφαλο για τη διάρκεια του ανοίγματος τους, έτσι ώστε η ποσότητα της βενζίνης που ψεκάζεται να είναι καθορισμένη. Ο χρόνος ψεκασμού του μπεκ ψυχρής εκκίνησης καθορίζεται από το θερμικό χρονοδιακόπτη. Η θερμοκρασία ενεργοποίησης και ο χρόνος ψεκασμού αναγράφονται στο σώμα του θερμικού χρονοδιακόπτη π.χ. 35° C/ 8 sec. Ο σχεδιασμός του συστήματος δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες ώστε να αποφεύγονται τα φαινόμενα συμπίκνωσης της βενζίνης στα τοιχώματα της πολλαπλής εισαγωγής. Στο ένα άκρο του διακλαδωτήρα υπάρχει ο ρυθμιστής πίεσης.

Το L3 Jetronic χρησιμοποιεί μετρητή αέρα καλύτερης τεχνολογίας σε σχέση με τα παλαιότερα μοντέλα. Ο μετρητής δε διαθέτει διακόπτη για τον έλεγχο της αντλίας βενζίνης και ο αισθητήρας θερμοκρασίας δε βρίσκεται πλέον πάνω στο φιλτράκι. Τα μπεκ του συστήματος είναι μεγαλύτερης αντίστασης και ο εγκέφαλος είναι πιο εξελιγμένος απ' ό,τι στο σύστημα L2 που ανήκει στη δεύτερη τεχνολογική γενιά.

Στην επόμενη εικόνα 4.7 βλέπουμε αναλυτικά από τι αποτελείται το σύστημα ψεκασμού L-Jetronic.



- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1. Αποθηκευτικός χώρος καυσίμου.<br>(Ρεζερβουάρ) | 9. Μπεκ.                            |
| 2. Αντλία καυσίμου.                              | 10. Πολλαπλή εισαγωγής.             |
| 3. Φίλτρο καυσίμου.                              | 11. Μπεκ ψυχρής εκκίνησης.          |
| 4. Σωλήνας διανομής καυσίμου.                    | 12. Αισθητήρας διακόπτη πεταλούδας. |
| 5. Ρυθμιστής πίεσης.                             | 13. Βαλβίδα βοηθητικού αέρα.        |
| 6. Μετρητής ροής αέρα με πτερύγιο.               | 14. Θερμικός χρονοδιακόπτης.        |
| 7. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.<br>(ECU).         | 15. Διανομέας.                      |
| 8. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού<br>υγρού.    | 16. Ρελέ.                           |
|  | 17. Διακόπτης εκκίνησης.            |
|  | 18. Συσσωρευτής. (Μπαταρία)         |

*Εικόνα 4.7 – Απεικόνιση του συστήματος L-Jetronic.*

### ⇒ Σύστημα ψεκασμού LH-Jetronic

Λειτουργεί όπως και το προηγούμενο αλλά έχει μεγαλύτερης ακρίβειας μετρητή της μάζας του αέρα. Η μέτρηση του αέρα είναι ανεξάρτητη από την πίεση και από τη θερμοκρασία που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγής.

Το σώμα της πεταλούδας αποτελείται από την πεταλούδα γκαζιού, το bypass και τον αισθητήρα θέσης πεταλούδας που ανιχνεύει τη γωνία του ανοίγματος της.

Η βασική διάρκεια του ψεκασμού υπολογίζεται:

1. Από το σήμα μέτρησης του φορτίου του κινητήρα (υποπίεση πολλαπλής και μέτρηση μάζας αέρα).
2. Από το σήμα των στροφών του κινητήρα.

Η βέλτιστη διάρκεια ψεκασμού προϋποθέτει διορθώσεις των σημάτων που λαμβάνονται από διάφορους αισθητήρες. Γι' αυτό το λόγο, ο εγκέφαλος επιλέγει από τη μνήμη του μία βασική διάρκεια ψεκασμού που είναι κατάλληλη για τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού του κινητήρα

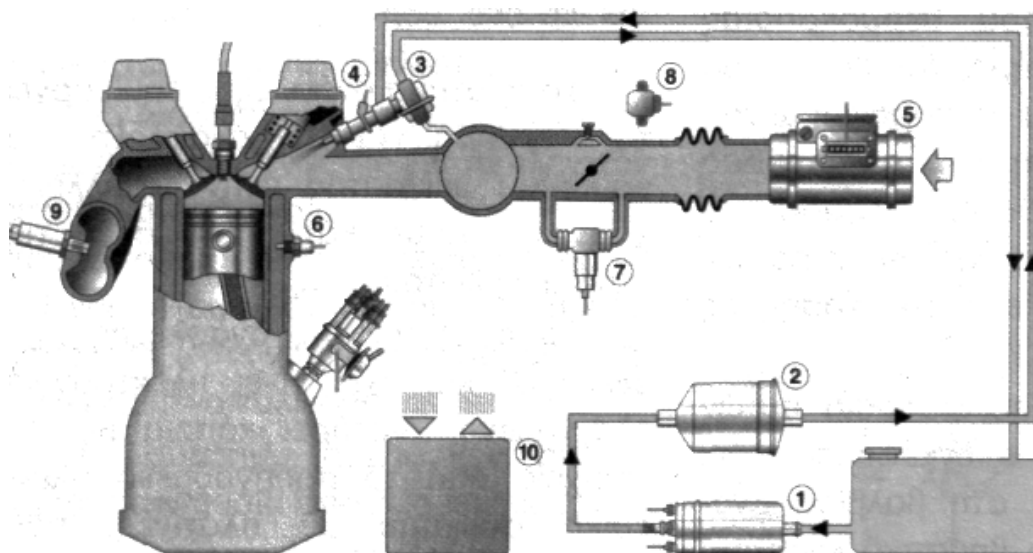
Στη συνέχεια, ο εγκέφαλος προσθέτει μία διόρθωση που προέρχεται από τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής και από τη τάση της μπαταρίας, για να υπολογίσει την πραγματική διάρκεια του ψεκασμού. Στην περίπτωση που το σύστημα διαθέτει μπεκ ψυχρής εκκίνησης, ο ψεκασμός του βελτιώνει την ικανότητα εκκίνησης.

Αμέσως μετά την εκκίνηση ψεκάζεται μια επιπλέον ποσότητα για 30 sec ώστε να σταθεροποιηθεί η λειτουργία. Όταν ο εγκέφαλος ανιχνεύει επιβράδυνση, μειώνει την ποσότητα ψεκασμού. Στην κατάσταση πλήρους φορτίου η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται αυξάνεται σύμφωνα με το φορτίο. Το πλήρες φορτίο ανιχνεύεται από τη μέτρηση του αέρα και τη γωνία ανοίγματος της πεταλούδας. Όταν ανιχνευθεί υπέρβαση του ορίου στροφών διακόπτεται ο ψεκασμός.

Τα σήματα από τον αισθητήρα λ διορθώνουν τη διάρκεια που ψεκάζουν τα μπεκ έτσι ώστε να υπάρχει στοιχειομετρική σχέση αέρα- καυσίμου. Στο LH -Jetronic τα μπεκ ψεκάζουν ανά ζεύγη, ενώ στο LH-2 ψεκάζουν όλα τα μπεκ μαζί σε κάθε στροφή της μηχανής τη μισή ποσότητα καυσίμου που απαιτείται. Τα μπεκ είναι διαφορετικά σε κάθε σύστημα.

Ο διακόπτης πεταλούδας γκαζιού στο LH - Jetronic έχει δύο μικροδιακόπτες. Ο ένας ενεργοποιείται στο ρελαντί και ο δεύτερος στα 2/3 της διαδρομής. Στο LH -2 υπάρχει διακόπτης που πληροφορεί για το κενό στην εισαγωγή.

Σε όλα τα μοντέλα LH-Jetronic υπάρχει έλεγχος στροφών του ρελαντί. Στην παρακάτω εικόνα 4.8 βλέπουμε το σύστημα LH-Jetronic.



- |   |  |
|---|--|
| 1. Αντλία καυσίμου.                           | 7. Ενεργοποιητής ρελαντί<br>περιστροφικού τύπου. |
| 2. Φίλτρο καυσίμου.                           | 8. Διακόπτης πεταλούδας.                         |
| 3. Ρυθμιστής πίεσης.                          | 9. Αισθητήρας λάμδα «λ».                         |
| 4. Μπεκ.                                      | 10. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου<br>(ECU)          |
| 5. Αισθητήρας αέρα θερμού σύρματος.           |  |
| 6. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού<br>υγρού. |  |

*Εικόνα 4.8 – Απεικόνιση του συστήματος LH-Jetronic.*

#### ⇒ Σύστημα ψεκασμού D-Jetronic

Τα περισσότερα εξαρτήματα που χρησιμοποιεί το D-Jetronic, είναι κοινά με το L-Jetronic, γι' αυτό θα περιορισθούμε μόνο στις διαφορές τους :

Στο D-Jetronic, σαν κύριος παράγοντας καταμερισμού της βενζίνης, είναι η πίεση στην πολλαπλή εισαγωγή.

### Σύστημα τροφοδοσίας

Η πίεση στο διακλαδωτήρα είναι 2 μπαρ. Ο ρυθμιστής πίεσης έχει ρυθμιστική βίδα, για τη ρύθμιση της πίεσης.

### Μπεκ ψεκασμού

Σε κάθε κύλινδρο ,είναι τοποθετημένο ένα μπεκ, το οποίο λειτουργεί ηλεκτρομαγνητικά και ψεκάζει καύσιμο πριν τη βαλβίδα εισαγωγής. Η εξακύλινδρη μηχανή έχει δύο ομάδες και η κάθε ομάδα έχει τρία μπεκ. Τα μπεκ μιας ομάδας, είναι συνδεδεμένα παράλληλα και ανοίγουν συγχρόνως.

### Μετρητής αέρα

Στο σύστημα αυτό, δεν υπάρχει ο γνωστός μετρητής αέρα του L-Jetronic, αλλά η μέτρηση της ποσότητας του αέρα γίνεται με έναν έμμεσο τρόπο, με τη μέτρηση της πίεσης στην εισαγωγή.

### Διακόπτης κλαπέτου

Ο διακοπής ανοίγει και κλείνει την ίδια στιγμή με το κλαπέτο, με τη βοήθεια του άξονα του κλαπέτου. Ο διακόπτης φέρει κεντρική επαφή και επαφές σε φόρμα ταινίας. Στην επιτάχυνση οι επαφές ολισθαίνουν, πάνω στις επαφές ταινίας, δημιουργώντας την αύξηση του χρόνου ψεκασμού, για τον εμπλουτισμό της επιτάχυνσης.

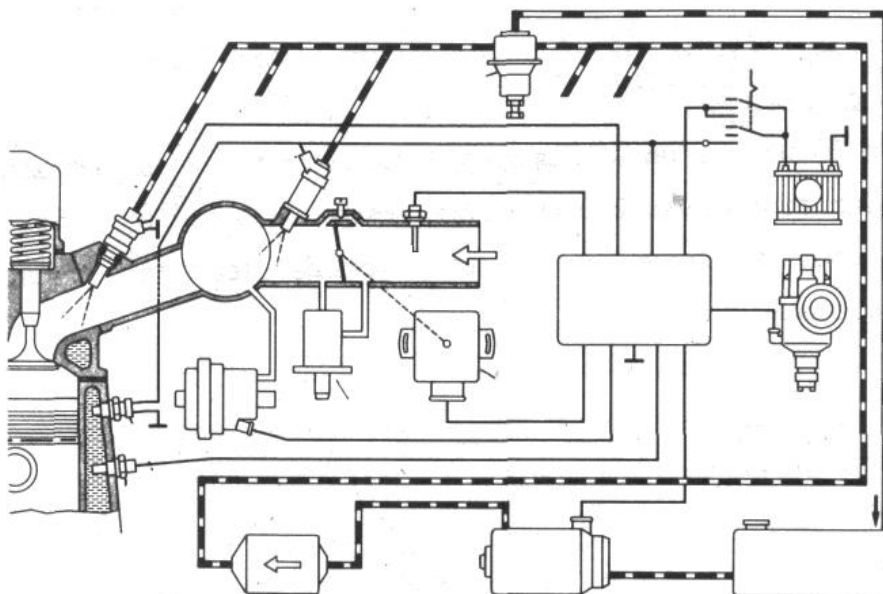
### Υψομετρική διόρθωση

Όπως είναι γνωστό, στα μεγάλα υψόμετρα ο αέρας είναι πιο αραιός και η ατμοσφαιρική πίεση μικρότερη, έτσι πρέπει να γίνεται η καλύτερη προσαρμογή του μίγματος στα μεσαία φορτία. Γι' αυτό, δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο η υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής, αλλά και η διαφορά μεταξύ της υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής και της ατμοσφαιράς.

### Εγκέφαλος

Ο εγκέφαλος του συστήματος, λειτουργεί ανάλογα με του L-Jetronic ,δηλαδή οι διάφοροι αισθητήρες θερμοκρασίας ,στροφών, πίεσης θα φέρουν τις πληροφορίες στον εγκέφαλο. Ο οποίος θα τις επεξεργαστεί και θα δώσει τις ανάλογες εντολές, για τη διάρκεια ψεκασμού και

τη ρύθμιση της γωνίας ανάφλεξης. Στην παρακάτω εικόνα 4.9 βλέπουμε το σύστημα D-Jetronic.



*Εικόνα 4.9 – Απεικόνιση του συστήματος D-Jetronic.*

#### ⇒ Σύστημα ψεκασμού Mono-Jetronic

Είναι ένα σύστημα ψεκασμού μονού σημείου ή όπως διαφορετικά ονομάζεται κεντρικού ψεκασμού. Ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τα σήματα από τους αισθητήρες και ελέγχει το μπεκ στέλνοντας ηλεκτρικούς παλμούς συγκεκριμένης διάρκειας. Ο ψεκασμός είναι διακοπτόμενος και γίνεται πάνω στην πεταλούδα. Η διανομή του καυσίμου γίνεται μέσω της πολλαπλής εισαγωγής.

Ο εγκέφαλος δέχεται πληροφορίες από τον αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού του κινητήρα, τον αισθητήρα θερμοκρασίας του αναρροφώμενου αέρα, το διακόπτη της πεταλούδας γκαζιού, τον αισθητήρα λάμδα, το διανομέα για τον αριθμό των στροφών του κινητήρα και από την τάση της μπαταρίας.

Αφού γίνει η επεξεργασία αυτών των πληροφοριών ο εγκέφαλος δίνει σήματα στα μπεκ, στη βαλβίδα αναθυμιάσεων και στο βηματικό κινητήρα της πεταλούδας του γκαζιού.

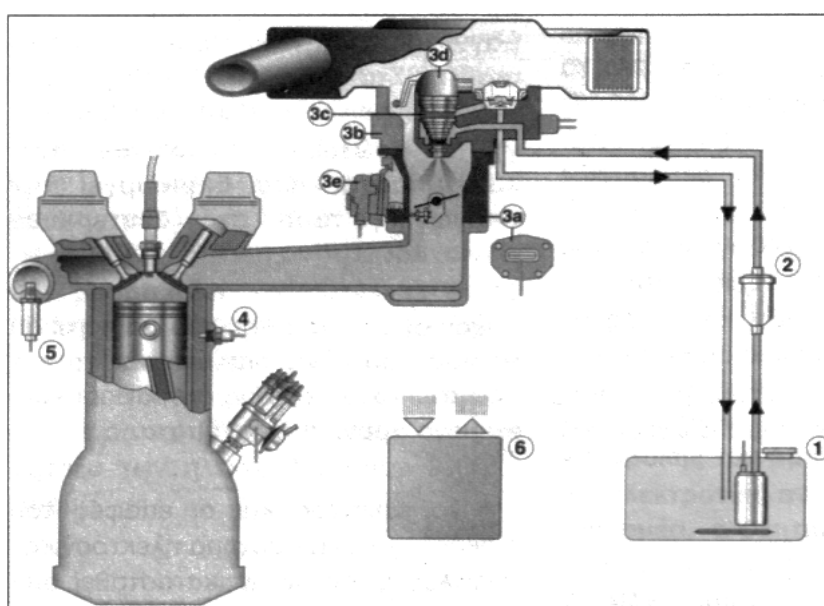
Στο σύστημα αυτό για να προσαρμόζεται η σχέση αέρα - καυσίμου σε κάθε σημείο λειτουργίας του κινητήρα, υπάρχει αποθηκευμένο στη μνήμη το χαρακτηριστικό πεδίο τιμών



λειτουργίας του λάμδα. Υπάρχουν δηλαδή αποτυπωμένα στη μνήμη: η διάρκεια ψεκασμού σε συνάρτηση με τη γωνία πεταλούδας και τον αριθμό στροφών λειτουργίας του κινητήρα.

Ο εγκέφαλος ανάλογα με τα σήματα που λαμβάνει υπολογίζει το χρόνο ψεκασμού. Κατόπιν κάνει διορθώσεις εάν απαιτούνται σε κάποιες περιπτώσεις κατά τον εμπλουτισμό, στην περίπτωση δημιουργίας φτωχού μείγματος, εάν έχει ξεπεραστεί το ανώτατο όριο στροφών και τέλος αν υπάρχει βλάβη σε κάποιο αισθητήρα.

Οι υπόλοιπες λειτουργίες είναι παρόμοιες με τα συστήματα ψεκασμού πολλών σημείων. Στην παρακάτω εικόνα 4.10 βλέπουμε το σύστημα Mono-Jetronic.



- |   |  |
|---|--|
| 1. Αντλία καυσίμου.                                     | 3. e) Βαλβίδα πεταλούδας ρελαντί.          |
| 2. Φίλτρο καυσίμου.                                     | 4. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού. |
| 3. a) Ποτενσιόμετρο πεταλούδας.                         | 5. Αισθητήρας λάμδα «λ».                   |
| 3. b) Ρυθμιστής πίεσης.                                 | 6. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)        |
| 3. c) Μπεκ.   |  |
| 3. d) Σύνδεση με αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής. |  |

**Εικόνα 4.10** – Απεικόνιση του συστήματος Mono-Jetronic.

### ⇒ Σύστημα ψεκασμού Lucas

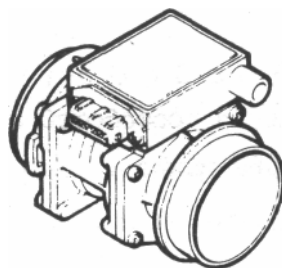
Είναι ένα σύστημα περιοδικού ψεκασμού ,που στέλνει μετρημένες ποσότητες καυσίμου, σε κανονικά χρονικά διαστήματα, τα οποία καθορίζονται από τον εγκέφαλο. Το σύστημα μέτρησης αέρα, δε χρειάζεται μηχανοκίνηση.

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου, υπό πίεση, στις διάφορες συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Το καύσιμο στέλνεται από το ρεζερβουάρ, με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητης αντλίας, που στέλνει με πίεση το καύσιμο στο διακλαδωτήρα, αφού πρώτα περάσει από το φίλτρο.

Ο ρυθμιστής πίεσης, διατηρεί σταθερή την πίεση στο κύκλωμα και επιστρέφει την περίσσεια ποσότητα καυσίμου στο ρεζερβουάρ.

Ο μετρητής του αέρα είναι, για να τροφοδοτεί κάθε κύλινδρο με την απαιτούμενη ποσότητα αέρα, σε κάθε κύκλο. Ο εγκέφαλος λαμβάνει τα σήματα, από τους αισθητήρες και τα επεξεργάζεται στα ηλεκτρονικά του κυκλώματα. Οι παλμοί αυτοί δίνουν τις εντολές στα μπεκ ψεκασμού, τόσο για την ποσότητα του καυσίμου, όσο και για τη διάρκεια ψεκασμού, σε κάθε περιστροφή. Στην επόμενη εικόνα 4.11 βλέπουμε τον μετρητή του αέρα.



*Εικόνα 4.11 – Μετρητής ροής μάζας αέρα.*

Το σύστημα φέρει αισθητήρα λάμδα, που ελέγχει την ποσότητα οξυγόνου των αερίων της εξαγωγής.

#### ⇒ Σύστημα ψεκασμού TCCS (Toyota)

Οι λειτουργίες του συστήματος ελέγχου περιλαμβάνουν τα EFI, ESA και ISC, τα οποία ελέγχουν τη βασική απόδοση του κινητήρα. Μία διαγνωστική λειτουργία είναι ενσωματωμένη όταν γίνονται επισκευές, λειτουργίες αυτοδιάγνωσης και Back-up, οι οποίες λειτουργούν όταν κάποιο απ' αυτά τα συστήματα χαλάσει.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν βοηθητικοί μηχανισμοί ελέγχου του κινητήρα, στον κινητήρα, τέτοιοι είναι το σύστημα ελέγχου ECT, το σύστημα ελέγχου αέρα εισαγωγής και άλλα. Αυτές οι λειτουργίες ελέγχονται όλες από την ECU του κινητήρα.

### **4.2.5. Συστήματα ανάφλεξης – έγχυσης**

#### ⇒ Σύστημα Motronic

Είναι ένα εξελιγμένο σύστημα που αποτελεί συνδυασμό ενός συστήματος ανάφλεξης με χαρτογράφηση και ενός πλήρως ηλεκτρονικά ελεγχόμενου συστήματος ψεκασμού. Τα συνδυασμένα συστήματα ανάφλεξης και ψεκασμού ελέγχονται ή ρυθμίζονται ταυτόχρονα για να βελτιστοποιηθούν οι λειτουργίες του κινητήρα.

Στα ολοκληρωμένα συστήματα έχουμε εναρμόνιση της μέτρησης της ποσότητας του καυσίμου, που ψεκάζεται, και της ανάφλεξης.

Οι μικροεπεξεργαστές επεξεργάζονται ψηφιακά τα δεδομένα λειτουργίας. Ικανοποιούνται λειτουργίες του κινητήρα, όπως η μεγάλη ισχύς και συγχρόνως η μικρή κατανάλωση καυσίμου καθώς και οι ελάχιστοι ρύποι στα καυσαέρια.

Στη διάρκεια της λειτουργίας του κινητήρα, ο εγκέφαλος λαμβάνει συνεχώς τα σήματα στροφών και φορτίου του κινητήρα. Ανακαλεί από το χαρακτηριστικό πεδίο λειτουργίας ανάφλεξης που βρίσκεται στη μνήμη του, την προκαθορισμένη γωνία αβάνς που αντιστοιχεί.

Στη συνέχεια, κάνει διορθώσεις σύμφωνα με τη θερμοκρασία του αέρα, του ψυκτικού υγρού, τη θέση της πεταλούδας, την τάση της μπαταρίας και το σήμα από τον αισθητήρα της κρουστικής καύσης. Τα υπόλοιπα συστήματα του Motronic είναι όμοια με αυτά των υπολοίπων συστημάτων ψεκασμού.

Ο υπολογισμός του αβάνς γίνεται από τις στροφές του κινητήρα, τη θέση της πεταλούδας και την υπολογιζόμενη ροπή.

Η σωστή λειτουργία του συστήματος ψεκασμού του κινητήρα επηρεάζει άμεσα την ποιότητα των καυσαερίων και τη ροπή του κινητήρα, που είναι ένας παράγοντας που πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη.

Για τη σωστή λειτουργία του συστήματος ψεκασμού ο εγκέφαλος λαμβάνει υπόψη τα παρακάτω σήματα από:

1. *Τον αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού.*
2. *Τον αισθητήρα θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα.*
3. *Τον αισθητήρα λάμδα.*
4. *Τη γωνία αβάνς της ανάφλεξης*

Ο εγκέφαλος του Motronic έχει ένα είδος συντονιστή που λαμβάνει όλες τις απαιτήσεις για ροπή και βάζει προτεραιότητες, για τον υπολογισμό της τιμής της ροπής, που πρέπει να αποδοθεί από τον κινητήρα.

Η ρύθμιση της ροπής του κινητήρα γίνεται ως εξής:

Ο εγκέφαλος υπολογίζει τη ροπή που ζητείται από τον κινητήρα, ανάλογα με τις διαφορετικές απαιτήσεις, που μπορεί να είναι εξωτερικές ή εσωτερικές:

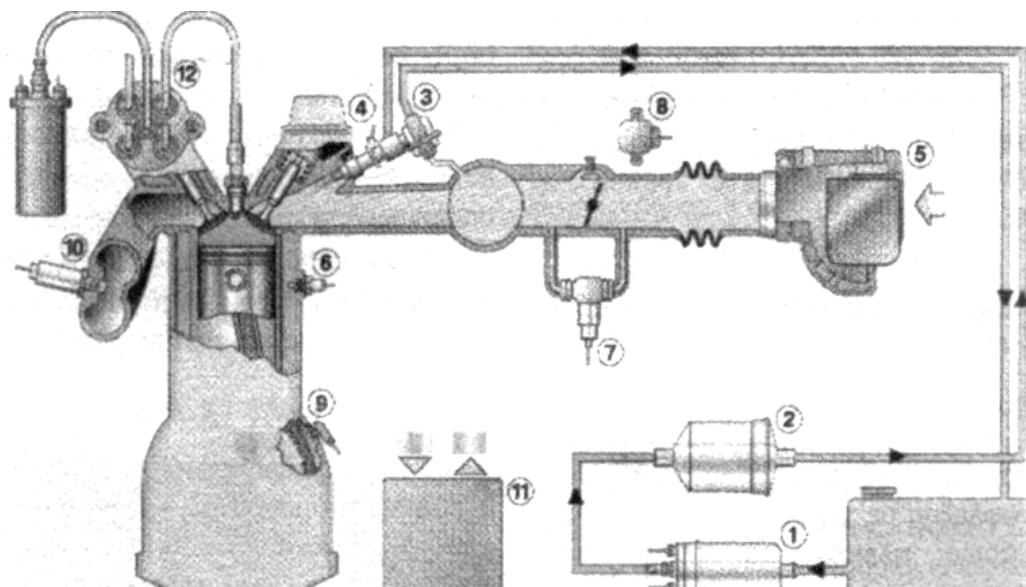
- **Εξωτερικές:**

Επιθυμίες του οδηγού, περιορισμός της ταχύτητας του αυτοκινήτου, άνεση κατά την οδήγηση (έλεγχος ταχύτητας, κιβώτιο ταχυτήτων κ.λ.π.), δυναμική οδήγησης του αυτοκινήτου.

- **Εσωτερικές:**

Ρελαντί, μηχανική προστασία, περιορισμός στροφών, προθέρμανση καταλύτη .

Στην παρακάτω εικόνα 4.12 βλέπουμε το σύστημα Motronic.



1. Αντλία καυσίμου.
2. Φίλτρο καυσίμου.
3. Ρυθμιστής πίεσης.
4. Μπεκ.
5. Αισθητήρας ροής αέρα.
6. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού.
7. Ενεργοποιητής ρελαντί περιστροφικού τύπου.
8. Διακόπτης πεταλούδας.
9. Αισθητήρας ταχύτητας και θέσης πρώτου εμβόλου.
10. Αισθητήρας λάμδα «λ».
11. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU).
12. Διανομέας υψηλής τάσης.

*Εικόνα 4.12 – Απεικόνιση του συστήματος Motronic.*

Υπάρχει επίσης ένα ποσοστό χαμένης ροπής που αντιστοιχεί σε αυτή που χρησιμοποιείται από τα βοηθητικά εξαρτήματα του κινητήρα, όπως είναι:

Ο συμπιεστής του κλιματιστικού και το υδραυλικό τιμόνι.

Ο εγκέφαλος λαμβάνει υπόψη αυτή τη χαμένη ροπή και την αντισταθμίζει χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό πεντάλ του γκαζιού για να αυξήσει το άνοιγμα της πεταλούδας.

Η ρύθμιση της τελικής ροπής ελέγχεται από το πεντάλ του ηλεκτρονικού γκαζιού, παρ' όλο που η τιμή της ροπής μπορεί να μειωθεί χρησιμοποιώντας τον ψεκασμό (γίνεται επιλεκτική

διακοπή ψεκασμού ανά κύλινδρο) και το αβάνς της ανάφλεξης Το σύστημα Motronic αποτελεί βάση για άλλα συστήματα και παρέχει σήματα που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της στρατηγικής που πρέπει να ακολουθηθεί π.χ. κατά τη διάρκεια της αλλαγής ταχυτήτων.

Οι πληροφορίες που μεταδίδονται από τον εγκέφαλο του αυτόματου κιβωτίου του κινητήρα για τη μείωση της ροπής κατά την διάρκεια της εναλλαγής των ταχυτήτων καθώς επίσης και για τη ρύθμιση των στροφών του ρελαντί.

#### ⇒ Σύστημα Mono-Motronic

Είναι σύστημα ηλεκτρονικού ψεκασμού μονού σημείου με ενσωματωμένη ανάφλεξη.

Χωρίζεται στα υποσυστήματα:

α. παροχής καυσίμου.

β. λήψη παραμέτρων λειτουργίας.

γ. επεξεργασία των παραμέτρων λειτουργίας.

Ως μονάδα ψεκασμού χρησιμοποιείται το Mono-Jetronic. Η ηλεκτρονική ρύθμιση της ανάφλεξης γίνεται μέσω του προκαθορισμένου πεδίου των τιμών (χαρτογραφημένη ανάφλεξη).

Οι απαραίτητες ρυθμίσεις αβάνς και dwell γίνονται από τη μονάδα ελέγχου. Έχει κεντρικό και διακοπτόμενο ψεκασμό που γίνεται με χαμηλή πίεση που φθάνει τα 1,2 bar.

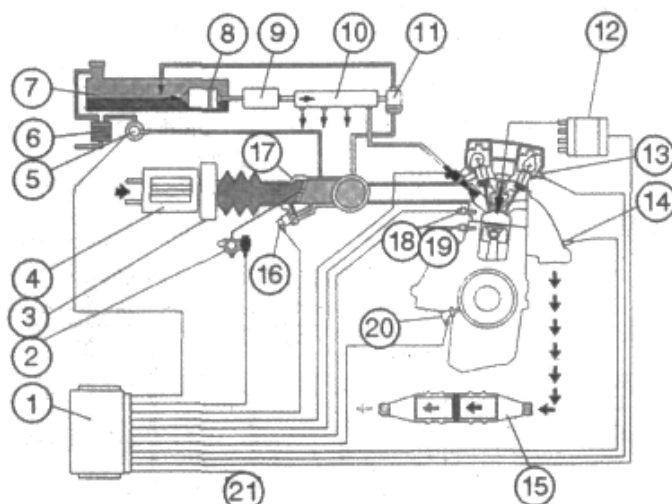
Στο σύστημα ψεκασμού μονού σημείου με Motronic δεν υπάρχει διαφορά στα συστήματα αναγνώρισης στροφών και γωνίας στροφαλοφόρου άξονα από τα άλλα συστήματα που είναι εφοδιασμένα με Motronic.

#### ⇒ Σύστημα Multec

Ένα άλλο συνδυασμένο σύστημα ανάφλεξης και ψεκασμού είναι το Multec της Opel. Το σύστημα αυτό αναγνωρίζει σφάλματα κατά τη λειτουργία του, τα αποθηκεύει και όταν υπάρχει ανάγκη αντικαθιστά τις τιμές των λανθασμένων σημάτων με προκαθορισμένες τιμές λειτουργίας.

Το σύστημα Multec-S διαθέτει διάταξη ηλεκτρονικής ρύθμισης του αβάνς με αισθητήρα κρουστικής καύσης. Πράγμα που επιτρέπει τη χρησιμοποίηση βενζίνης διαφορετικού αριθμού οκτανίων. Χρησιμοποιεί επίσης μετρητή μάζας αέρα με θερμαντικό σπирάλ. Είναι εφοδιασμένο και με διακόπτη που αλλάζει τη χαρτογραφημένη ανάφλεξη. Το σύστημα ελέγχει και ρυθμίζει το αβάνς, όπως επίσης και την ποσότητα του καύσιμου που ψεκάζεται. Έχει σύστημα ανάφλεξης DIS. Τα μπουζί τροφοδοτούνται με την απαραίτητη για την ανάφλεξη ενέργεια απευθείας από δύο πολλαπλασιαστές. Υπάρχει βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων βενζίνης και προσφέρει τη δυνατότητα της εκκένωσης του δοχείου ενεργού άνθρακα σε συνάρτηση με τα φορτία του κινητήρα.

Το Multec-S βελτιστοποιεί την κατανάλωση βενζίνης και περιορίζει τις εκπομπές ρύπων από τις αναθυμιάσεις και από τα καυσαέρια. Στην παρακάτω εικόνα 4.13 βλέπουμε το σύστημα Multec.



- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.(ECU) | 11. Ρυθμιστής πίεσης.                       |
| 2. Ποτενσιόμετρο πεταλούδας.        | 12. Ολοκληρωμένο κύκλωμα DIS.               |
| 3. Μετρητής μάζας αέρα.             | 13. Αισθητήριο θέσης εκκεντροφόρου.         |
| 4. Φίλτρο αέρα.                     | 14. Αισθητήρας λάμδα «λ».                   |
| 5. Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων.    | 15. Καταλύτης.                              |
| 6. Δοχείο ενεργού άνθρακα.          | 16. Βηματοδότης ρελαντί.                    |
| 7. Ρεζερβουάρ.                      | 17. Πολλαπλή εισαγωγής.                     |
| 8. Αντλία.                          | 18. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού. |
| 9. Φίλτρο καυσίμου.                 | 19. Αισθητήριο κρουστικής καύσης.           |
| 10. Σωλήνας διανομής καυσίμου.      | 20. Επαγωγικός παλμοδότης.                  |

**Εικόνα 4.13** – Απεικόνιση του συστήματος Multec.

### ⇒ Σύστημα EFI (Electronic Fuel Injection)

Το σύστημα ψεκασμού EFI έχει τη δυνατότητα συνεχούς ελέγχου του μείγματος και κάνει τη διόρθωση όταν υπάρχουν τυχόν αποκλίσεις. Με βάση τους "χάρτες" ανάφλεξης του κινητήρα προσδιορίζεται η πραγματική κατάσταση της λειτουργίας και επιτυγχάνεται η σωστή αναλογία αέρα καυσίμου.

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος της ανάφλεξης και του ψεκασμού απαιτεί την ύπαρξη μεγάλου αριθμού αισθητήρων και ενεργοποιητών. Τα δεδομένα που παρέχουν ανά πάσα στιγμή οι αισθητήρες δίνουν τη δυνατότητα στον εγκέφαλο να παρακολουθεί την τρέχουσα κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα και να ρυθμίζει με ακρίβεια το μείγμα και την ανάφλεξη μέσω των ενεργοποιητών.

Το σύστημα διαχείρισης κινητήρα EEC IV/ EFI διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Ηλεκτρονικό ψεκασμό καυσίμου πολλαπλών σημείων.
2. Μέτρηση αέρα με παροχόμετρο πίεσης MAP.
3. Ηλεκτρονική ή πλήρως ηλεκτρονική ανάφλεξη με διανομέα ή χωρίς διανομέα.
4. Διόρθωση με βάση τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής.
5. Διόρθωση της τάσης της μπαταρίας για τα μπεκ ψεκασμού.
6. Έλεγχο στροφών ρελαντί.
7. Διακοπή παροχής καυσίμου κατά την υπέρβαση των στροφών του κινητήρα.
8. Κατάσταση λειτουργίας ανάγκης.
9. Λειτουργία αυτοδιάγνωσης.
10. Δυνατότητα διόρθωσης με βάση τον αριθμό οκτανίων.
11. Δυνατότητα ελέγχου των εκπομπών αναθυμιάσεων.
12. Δυνατότητα ένδειξης της κατανάλωσης καυσίμου δηλαδή "υπολογιστή ταξιδιού".

Ο ψεκασμός του καυσίμου από τα μπεκ γίνεται δύο φορές ανά κύκλο λειτουργίας, ανάλογα με τη σειρά ανάφλεξης. Το καύσιμο ψεκάζεται μία φορά μπροστά στην κλειστή βαλβίδα εισαγωγής και μία φορά μπροστά από τη βαλβίδα τη στιγμή που ανοίγει.



Η χρονική περίοδος που παραμένουν τα μπεκ ανοιχτά μετρίεται από τον εγκέφαλο και εξαρτάται από τις πληροφορίες των αισθητήρων που προσδιορίζουν:

1. Τη θέση πεταλούδας.
2. Τη ταχύτητα του οχήματος.
3. Τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού.
4. Το λόγο λάμδα.
5. Τη μάζα του αέρα εισαγωγής.
6. Την πίεση στη πολλαπλής εισαγωγής.
7. Τη θερμοκρασία αέρα εισαγωγής.
8. Τις στροφές κινητήρα.

Το φορτίο του κινητήρα προσδιορίζεται από την ποσότητα του αέρα εισαγωγής και από τις στροφές του κινητήρα. Η βασική περίοδος ψεκασμού εξαρτάται και αντιστοιχεί στο φορτίο του κινητήρα.

Υπάρχει απόκλιση μεταξύ της πραγματικής ροής του αέρα και του ανάλογου ηλεκτρικού σήματος εξαιτίας:

- A. Της παλμικής κίνησης του αναρροφώμενου αέρα εισαγωγής.
- B. Της αλλαγής της πυκνότητας του, και γίνεται διόρθωση λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοκρασία και την απόλυτη πίεση της πολλαπλής εισαγωγής.

Κατά τη λειτουργία των μπεκ γίνεται διόρθωση της ηλεκτρικής τάσης ώστε αυτή να παραμένει πάντοτε σταθερή.

Κατά την κρύα εκκίνηση χρησιμοποιείται ένα προκαθορισμένο σήμα για τον ψεκασμό που εξαρτάται από τη θερμοκρασία και από τις στροφές του κινητήρα. Ο χρόνος κατά τον οποίο γίνεται ο εμπλουτισμός του μείγματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία του κινητήρα.

Οι ιδανικές ρυθμίσεις για όλες τις συνθήκες λειτουργίας είναι αποθηκευμένες στο ψηφιακό κύκλωμα της πλακέτας του εγκέφαλου. Κατά τη μετάβαση από το φτωχό στο πλούσιο μείγμα η τάση του αισθητήρα λάμδα αλλάζει. Ο εγκέφαλος συγκρίνει διαρκώς την τάση του αισθητήρα λ με αυτή που είναι προγραμματισμένη στον εγκέφαλο.

Οι ηλεκτρικοί παλμοί του αισθητήρα λ δίνουν πληροφορίες για τη συγκέντρωση του οξυγόνου στα καυσαέρια, γεγονός που συνεπάγεται την αναλογία του μείγματος.

Κατά τη προθέρμανση του κινητήρα το κύκλωμα που ελέγχει την καλή λειτουργία του αισθητήρα λ απενεργοποιείται. Για να υπάρχει δυνατότητα ελέγχου της απόδοσης του καταλύτη προστίθεται ένας δεύτερος αισθητήρας λάμδα μετά τον καταλύτη. Αυτή η στρατηγική εφαρμόζεται στα αυτοκίνητα σύγχρονης τεχνολογίας που ικανοποιούν τις προδιαγραφές OBD-II.

#### 4.2.6. Συστήματα ανάφλεξης – έγχυσης φτωχού μίγματος

##### ⇒ Σύστημα FSI

Ο δρόμος για την κατασκευή ακόμη πιο οικονομικών σε καύσιμο κινητήρων (άρα και με λιγότερη παραγωγή CO<sub>2</sub>), περνάει από τους κινητήρες πολύ φτωχού μίγματος. Το πρόβλημα είναι, ότι ένα πολύ φτωχό μίγμα με λόγο αέρα προς βενζίνη 30:1 (σε αντίθεση με στοιχειομετρικό 14,7:1 που χρησιμοποιούν οι συμβατικοί), δεν είναι αναφλέξιμο σε όλη την περιοχή των στροφών του κινητήρα.

Μία λύση είναι να πετύχουμε διαστρωμάτωση του μίγματος μέσα στον κύλινδρο, έτσι ώστε να έχουμε αναφλέξιμο μίγμα κοντά στο μπουζί, ενώ στον υπόλοιπο χώρο αέρα. Αυτό δεν μπορεί να γίνει με τους συμβατικούς, δεδομένου ότι το μίγμα προετοιμάζεται έξω από τον χώρο καύσης και είναι αναγκαστικά ομοιογενές. Μπορεί όμως να επιτευχθεί με ψεκασμό της βενζίνης κατευθείαν μέσα στο χώρο καύσης, με κατάλληλη διαμόρφωση του εμβόλου και έλεγχο της ροής του αέρα. Στους κινητήρες αυτούς λοιπόν, ο ψεκασμός γίνεται κατευθείαν μέσα στον κύλινδρο, αμέσως μετά την συμπίεση του (σκέτου) αέρα. Αυτό δίνει και την δυνατότητα αυξημένης συμπίεσης, επειδή η εξάτμιση της βενζίνης δημιουργεί μια ψύξη στον χώρο καύσης και έτσι μειώνεται ο κίνδυνος κρουστικής καύσης (πειράκια).

Το αποτέλεσμα είναι, σύμφωνα με τους κατασκευαστές, ένας κινητήρας που έχει μόνο πλεονεκτήματα σε σχέση με ένα κλασσικό MPI του ίδιου κυβισμού:

- Μειωμένη κατανάλωση κατά 35% (για κύκλο πόλης).
- Αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος και ροπής έως και 10%.
- Αύξηση της επιτάχυνσης του οχήματος κατά 10%.
- Ακόμη μεγαλύτερη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων (μείωση των οξειδίων του αζώτου κατά 97% με χρήση νέου τύπου καταλύτη).

### *Πιο αναλυτικά*

Όσο μεγαλύτερη είναι η αναλογία σε αέρα του στοιχειομετρικού μείγματος τόσο πιο φτωχό είναι το μείγμα, άρα μικρότερη και η κατανάλωση. Όμως, όταν το μείγμα είναι υπερβολικά φτωχό, η καύση είναι αδύνατη. Για αυτόν το λόγο η επιφάνεια του εμβόλου είναι διαμορφωμένη με τέτοιον τρόπο, ώστε να δημιουργείται ομοιογενές μείγμα, το μεγαλύτερο ποσοστό του οποίου κατευθύνεται κάτω από το σπινθηριστή.

Επίσης, η διαμορφωμένη κοιλότητα στην επιφάνεια του εμβόλου επιτρέπει την επίτευξη υψηλής σχέσης συμπίεσης. Με αυτό τον τρόπο ο στροβιλισμός του αέρα ακολουθεί αντίθετη φορά από αυτή στους συμβατικούς κινητήρες χωρίς να *στομώνει* το σπινθηριστή και να υπάρχει πιο ομοιόμορφη κατανομή του μείγματος. Παράλληλα, μειώνονται οι θερμικές απώλειες διατηρώντας αυξημένο το βαθμό απόδοσης του θερμοδυναμικού κύκλου καύσης.

Οι κινητήρες άμεσου ψεκασμού όπως και ο FSI- συνεργάζονται άψογα με την επανακυκλοφορία των καυσαερίων (EGR: Exhaust Gas Recirculation). Μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη βαλβίδα ρυθμίζει την επανακυκλοφορία μέρους των καυσαερίων, τα οποία εισάγονται μαζί με τον αέρα στο θάλαμο καύσης (δημιουργώντας ακόμα πιο πτωχό μείγμα), με αποτέλεσμα τη μείωση των ρύπων και ειδικά των οξειδίων του αζώτου.

Στην περίπτωση του FSI, κατά τη φάση εξαγωγής, η βαλβίδα επανακυκλοφορίας διοχετεύει περισσότερο από το 30% των καυσαερίων πίσω στο θάλαμο καύσης. Δύο καταλύτες ελέγχουν την ποιότητα των καυσαερίων, ένας τριοδικός μετά την πολλαπλή εξαγωγής και ένας καταλυτικός μετατροπέας NOx πριν από το σιγαστήρα της εξάτμισης (σιλανσιέ).

Στην εγχώρια αγορά, σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου GDI διαθέτουν τα Mitsubishi Pajero και Pajero Pinin, χωρητικότητας 3,5 και 1,8 λίτρων αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, η σχέση συμπίεσης του μικρότερου κινητήρα είναι 12:1, ενώ η κατανάλωση καυσίμου και οι ρύποι είναι μειωμένοι κατά 25% και 20% αντίστοιχα. Ωστόσο, όσον αφορά σε ορισμένες χώρες της ευρωπαϊκής αγοράς, οι ιαπωνικοί κινητήρες GDI δεν αποδίδουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, εξαιτίας της διαφοράς ποιότητας των καυσίμων και της υψηλής περιεκτικότητας της ευρωπαϊκής βενζίνης σε θείο. Τα χαμηλά επίπεδα ρύπων και η μείωση της κατανάλωσης είναι δύο παράμετροι που επιτάσσουν την άμεση υιοθέτηση και κατ' επέκταση την εφαρμογή μιας τέτοιας τεχνολογίας.

Στην επόμενη εικόνα 4.14 βλέπουμε τον κινητήρα FSI σε λειτουργία υπό μικρά φορτία (φάση στρωματοποίησης) πως η πεταλούδα στραγγαλίζει την παροχή του αέρα, κατευθύνοντας το πλουσιότερο μείγμα κάτω από τον σπινθηριστή.



*Εικόνα 4.14 – Λειτουργία του κινητήρα FSI υπό μικρά φορτία.*

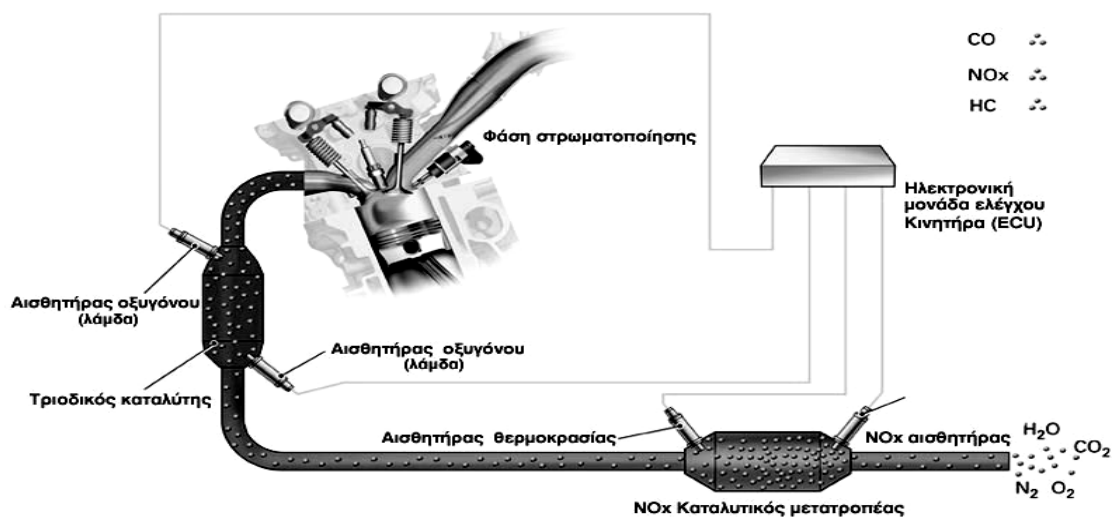
Στην επόμενη εικόνα 4.15 βλέπουμε τον κινητήρα FSI σε λειτουργία υπό μεγάλα φορτία (φάση ομογενοποίησης) πως η κλίση της πεταλούδας επιτρέπει την πλήρη παροχή του αέρα, λίγο πριν από την συμπίεση.



*Εικόνα 4.15 – Λειτουργία του κινητήρα FSI υπό μεγάλα φορτία.*

Η επιφάνεια του εμβόλου είναι κατάλληλα διαμορφωμένη, ώστε το μεγαλύτερο ποσοστό του μείγματος να κατευθύνεται προς το σπινθηριστή χωρίς να διασκορπίζεται στο θάλαμο.

Στην επόμενη εικόνα 4.16 βλέπουμε το σχηματικό διάγραμμα ελέγχου εκπομπής ρύπων του κινητήρα FSI.



Εικόνα 4.16 – Σχηματικό διάγραμμα ελέγχου εκπομπής ρύπων σε κινητήρα FSI.

## Παράρτημα

Στα συστήματα άμεσου ψεκασμού, η κυκλοφορία του μείγματος πραγματοποιείται κατά την αντίθετη φορά απ' ότι στα συμβατικά συστήματα, εξαιτίας της επιφάνειας του εμβόλου. Για παράδειγμα στον κινητήρα FSI (που είδαμε στην εικόνα 4.14 σελίδα 36) επιλέγοντας:

1. Την οικονομική λειτουργία, η στοιχειομετρική αναλογία αέρα – βενζίνης είναι 40:1, καθώς το πλούσιο μείγμα κατευθύνεται προς τον σπινθηριστή.
2. Ενώ υπό υψηλά φορτία ο ψεκασμός γίνεται νωρίτερα, στη φάση της συμπίεσης, με αναλογία 12:1.

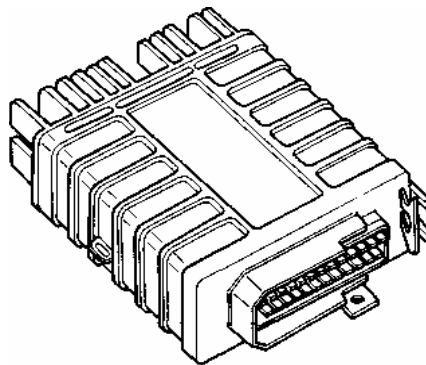
# 5

## Συστήματα περιορισμού ρύπων

### 5.1. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)

#### 5.1.1. Εισαγωγή

Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ή εγκέφαλος ή ECU είναι μια μονάδα στην οποία οι πληροφορίες(ΕΙΣΟΔΟΙ), των αισθητήρων του συστήματος συγκεντρώνονται, επεξεργάζονται, αξιολογούνται και στη συνέχεια η ηλεκτρονική μονάδα δίνει τις ανάλογες εντολές(ΕΞΟΔΟΙ), για την διάρκεια ψεκασμού του καυσίμου, τη ρύθμιση της γωνιάς ανάφλεξης και διάφορες άλλες λειτουργίες. Οι πληροφορίες αυτές, που φαίνονται στην είσοδο του, λέγονται Data (δεδομένα). Η διαδικασία με την οποία τα επεξεργάζεται λέγεται πρόγραμμα. Το πρόγραμμα είναι ένα σύνολο οδηγιών που καθοδηγούν τον εγκέφαλο ή τον προσωπικό υπολογιστή πως να "εργαστεί". Ο εξειδικευμένος χρήστης που επικοινωνεί με τον υπολογιστή είναι ο προγραμματιστής και το μέσο επικοινωνίας είναι η "γλώσσα". Στην επόμενη εικόνα 5.1 βλέπουμε πως είναι μια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU).



*Εικόνα 5.1 – Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.(ECU)*

### 5.1.2. Κύρια μέρη ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου (ECU)

Τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ο εγκέφαλος είναι:

- *Η μονάδα τροφοδοσίας (τροφοδοτικό).*
- *Το σύστημα εισόδου πληροφοριών.*

Όλες οι πληροφορίες που λαμβάνονται από τον εγκέφαλο με τους αισθητήρες που βρίσκονται στα διάφορα σημεία του κινητήρα, όπως βαλβίδα θερμοκρασίας νερού, αισθητήρας στροφών κινητήρα αισθητήρας θέσης πεταλούδας, κλπ. αποτελούν τα σήματα εισόδου.

- *Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) περιλαμβάνει τον επεξεργαστή και το αντίστοιχο πρόγραμμα λειτουργίας.*
- *Το σύστημα εξόδου πληροφοριών είναι όλα τα σήματα που στέλνει ο εγκέφαλος για την ομαλή λειτουργία του αυτοκινήτου. Ένα από τα βασικά σήματα εξόδου είναι η εντολή του χρόνου ψεκασμού των μπέκ.*
- *Μνήμη εγκεφάλου.*
- *Το βοηθητικό πρόγραμμα (SOS), σαν επιπλέον εξάρτημα σε κάποιους νεότερους εγκεφάλους.*

Όταν παρουσιαστεί βλάβη σε κάποιον από τους αισθητήρες (είσοδοι) ή και στον εγκέφαλο, το αυτοκίνητο δεν ακινητοποιείται, αλλά ενεργοποιείται το βοηθητικό πρόγραμμα (SOS) που λειτουργεί με το μέσο όρο των τιμών που θα λάμβανε από τους αντίστοιχους αισθητήρες ώστε το αυτοκίνητο να φτάσει στο πλησιέστερο συνεργείο.

### 5.1.3. Σύστημα αυτοδιάγνωσης

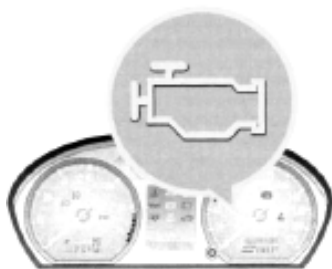
Το σύστημα αυτοδιάγνωσης (βρίσκεται μόνο στους νεότερους εγκεφάλους).

Το σύστημα αυτοδιάγνωσης είναι ένα πρόγραμμα που καταγράφει τις τυχόν βλάβες που θα παρουσιαστούν στον κινητήρα ή στα συστήματα του αυτοκινήτου. Ο τεχνικός, διαβάζοντας την μνήμη του εγκεφάλου εντοπίζει γρήγορα την βλάβη που έχει καταχωρηθεί στον εγκέφαλο.

Τρεις είναι οι τρόποι αναγνώρισης του συστήματος αυτοδιάγνωσης και αποκωδικοποίησης για τον εντοπισμό βλαβών:

1. Με την ύπαρξη μιας ή δύο ενδεικτικών λυχνιών πάνω στον εγκέφαλο.
2. Με την ύπαρξη μιας ενδεικτικής λυχνίας στο ταμπλό οργάνων με ένδειξη "CHECK ENGINE".
3. Με την σύνδεση της συσκευής αποκωδικοποίησης βλαβών (tester) στο φιν αυτοδιάγνωσης του αυτοκινήτου.

Στην παρακάτω εικόνα 5.2 βλέπουμε πως είναι η ενδεικτική λυχνία για εντόπιση βλαβών με ένδειξη "CHECK ENGINE".



**Εικόνα 5.2** – Διαγνωστικό λαμπάκι "CHECK ENGINE" στα ενδεικτικά όργανα του ταμπλό.



#### **5.1.4. Μηδενισμός μνήμης (Μηδενισμός κωδικού διάγνωσης)**

Σε περίπτωση καταχώρησης κάποιας βλάβης και μετά την επισκευή πρέπει να γίνει μηδενισμός του εγκεφάλου. Αυτό γίνεται με προσωρινή διακοπή της τάσης τροφοδοσίας της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου, αφαιρώντας την φίσα ή τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας ή την ασφάλεια της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.

Εάν δεν γίνει μηδενισμός της μνήμης η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος) εξακολουθεί να έχει αποθηκευμένη την βλάβη ακόμη και όταν αλλάξουμε το κατεστραμμένο εξάρτημα με καινούριο. Έτσι συνεπώς το πρόβλημα του αυτοκινήτου παραμένει.

### **5.2. Αισθητήρες – Ενεργοποιητές**

#### **5.2.1. Εισαγωγή**

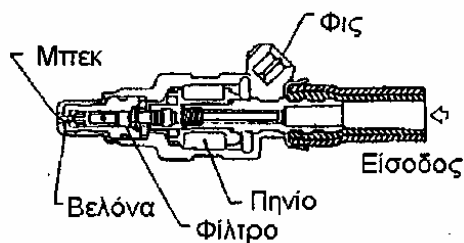
Οι αισθητήρες είναι στην ουσία μετρητές και παίρνουν όλες τις αναγκαίες πληροφορίες, από την μηχανή και το περιβάλλον για τις ακριβείς μετρήσεις διαφόρων μεγεθών, ενώ οι ενεργοποιητές είναι εξαρτήματα που παίρνουν εντολές από την ηλεκτρονική μονάδα που αφού αξιολογεί τα σήματα των αισθητήρων δίνει το κατάλληλο σήμα στους ενεργοποιητές για την εκτέλεση ενεργειών (όπως π.χ την διάρκεια και την ποσότητα ψεκασμού). Οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές αλλάζουν από σύστημα σε σύστημα τα κύρια είδη θα συνοψιστούν παρακάτω.

#### **5.2.2. Αισθητήρες και ενεργοποιητές**

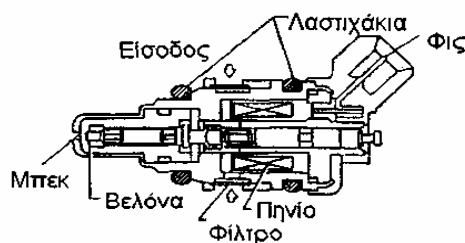
##### ***Εγχυτήρας (μπέκ).***

Το μπέκ είναι μία μικρή ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ακριβείας. Όταν ο εγκέφαλος στέλνει σήμα σώματος στο πηνίο, αυτό ενεργοποιείται και τραβάει τη βελόνα προς τα επάνω και αφήνει μία συγκεκριμένη ποσότητα βενζίνης να περάσει στον αυλό εισαγωγής. Ο εγκέφαλος ελέγχοντας με ακρίβεια το μήκος του παλμού καθορίζει την ποσότητα της ψεκαζόμενης βενζίνης. Τα μπέκ που χρησιμοποιήθηκαν στα πρώτα αυτοκίνητα είχαν πηνίο με χαμηλή αντίσταση και για τον περιορισμό του ρεύματος είχαν μία εξωτερική αντίσταση συνδεδεμένη σε σειρά. Τα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας έχουν πηνίο με υψηλή αντίσταση και δεν χρειάζονται πλέον την εξωτερική αντίσταση.

Στις επόμενες εικόνες 5.3 και 5.4 βλέπουμε δυο ειδών μπεκ που στην ουσία διαφέρουν στον τρόπο εισόδου του καυσίμου στην 5.3 η είσοδος του καυσίμου γίνεται από επάνω ενώ στην 5.4 η είσοδος του καυσίμου γίνεται από πλάγια.



*Εικόνα 5.3 – Εγκυτήρας «μπέκ» τροφοδοτούμενο από επάνω.*



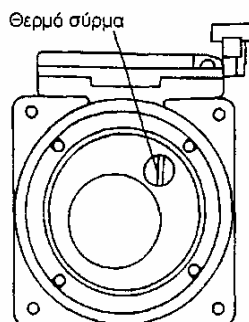
*Εικόνα 5.4 – Εγκυτήρας «μπέκ» τροφοδοτούμενο από πλάγια.*

#### **Αισθητήρας μάζας αέρος μερικής ροής (MAFS).**

Ο αισθητήρας μάζας αέρος μετράει την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα και στέλνει την ανάλογη πληροφορία στον εγκέφαλο. Είναι ένα από τα κύρια εξαρτήματα του ECCS που διασφαλίζει την καλή λειτουργία του συστήματος. Ο αισθητήρας θερμού σύρματος είναι δύο ειδών.

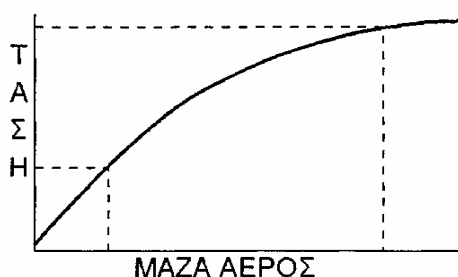
- Ο ένας μετράει ολόκληρη την ποσότητα του αέρα και λέγεται πλήρους ροής (full flow), χρησιμοποιήθηκε όμως στα παλαιότερα συστήματα.
- Ο άλλος είναι μερικής ροής (partial flow) ή (bypass type) όπου μόνο ένα μέρος του αέρα περνάει από το θερμό σύρμα.

Στην επόμενη εικόνα 5.5 βλέπουμε ένα αισθητήρα μάζας αέρος μερικής ροής.



**Εικόνα 5.5** – Αισθητήρας μάζας αέρος μερικής ροής.

Μια ενδεικτική εικόνα μεταβολής της τάσης ανάλογα με τη μεταβολή της μάζας του αέρα φαίνεται στην εικόνα 5.6.



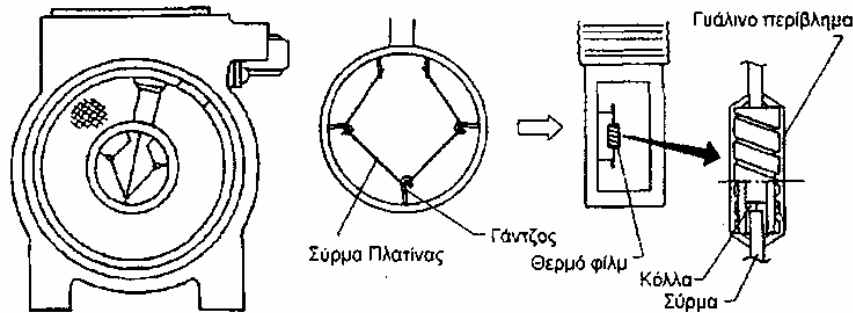
**Εικόνα 5.6** – Μεταβολή της τάσης του αισθητήρα σε σχέση με τη μάζα αέρα.

Κατά βάση και οι δύο τύποι λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Το σύρμα θερμαίνεται σε περίπου 200 βαθμούς Κελσίου. Όταν ο αέρας περνάει γύρω από το σύρμα το ψύχει. Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του αέρα που περνάει τόσο περισσότερο ψύχεται το σύρμα, και εξ αυτού του λόγου μειώνεται η αντίστασή του. Τούτο σημαίνει ότι η μεταβολή της ποσότητας του διερχόμενου αέρα προκαλεί και μεταβολή της αντιστάσεως του σύρματος, και επομένως μεταβολή της τάσεως που δέχεται ο εγκέφαλος. Αυτή λοιπόν η μεταβολή της τάσεως είναι και το σήμα που αξιολογεί ο εγκέφαλος.

#### **Αισθητήρας μάζας αέρος πλήρους ροής (MAFS).**

Ο αισθητήρας μάζας αέρος πλήρους ροής είναι πιο ευαίσθητος από τον μερικής ροής. Το μειονέκτημα του είναι ότι κρατάει περισσότερες ακαθαρσίες από τον αέρα και πρέπει να

καθαρίζεται. Στην επόμενη εικόνα 5.7 βλέπουμε ένα αισθητήρα μάζας αέρος πλήρους ροής.

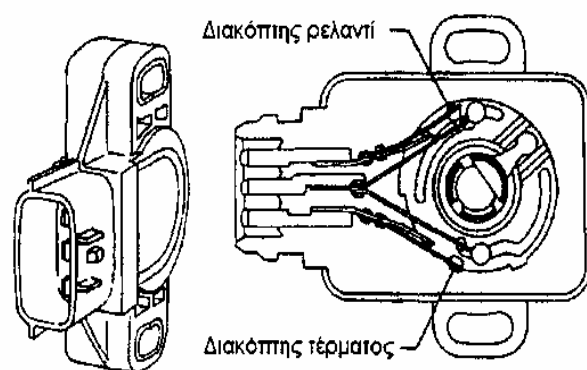


**Εικόνα 5.7 – Αισθητήρας μάζας αέρος πλήρους ροής.**

Ο καθαρισμός γίνεται αυτόματα την ώρα που κλείνουμε τον διακόπτη του κινητήρα θερμαίνοντας το σύρμα για μικρό χρονικό διάστημα. Μία πιο νέα τεχνολογία είναι να καλύψουμε το σύρμα μέσα ένα φιλμ από γυαλί. Η λειτουργία παραμένει η ίδια αλλά πλέον δεν χρειάζεται ο αυτοκαθαρισμός.

#### **Αισθητήρας θέσεως πεταλούδας ( TPS).**

Μετά από τον μετρητή αέρος , ο αέρας περνάει από τη χοάνη της πεταλούδας. Στο άκρο του άξονα της πεταλούδας είναι τοποθετημένος ο αισθητήρας θέσεως πεταλούδας ο οποίος παρακολουθεί τη γωνία ανοίγματος και επομένως την θέση της πεταλούδας. Στην επόμενη εικόνα 5.8 βλέπουμε τον αισθητήρα θέσεως πεταλούδας.



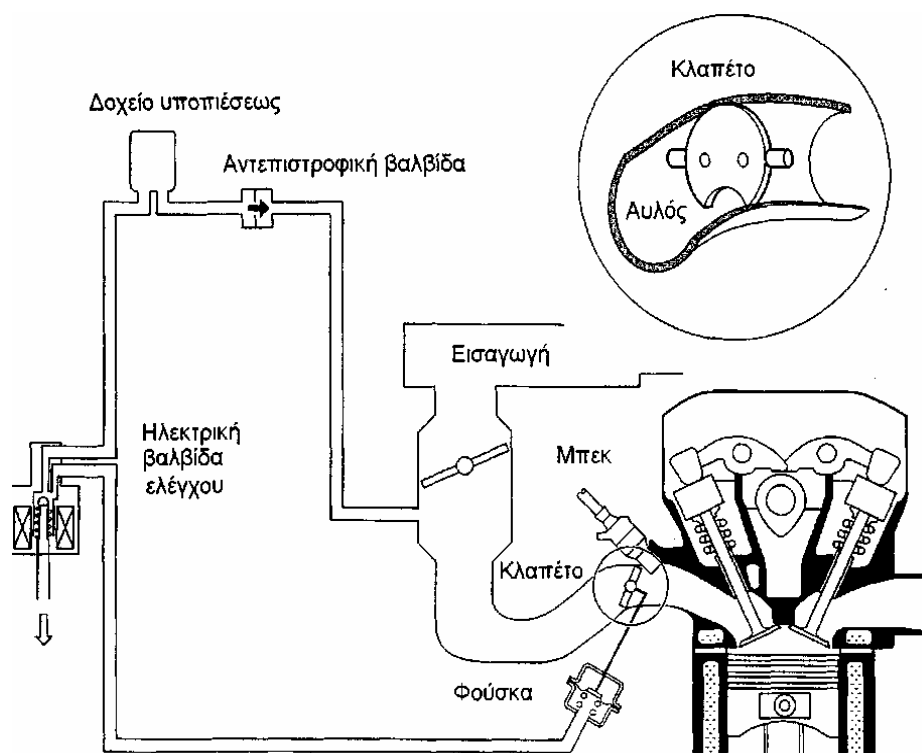
**Εικόνα 5.8 – Αισθητήρας θέσεως πεταλούδας.**

Αποτελείται από ένα ποτενσιόμετρο το οποίο μεταφράζει την γωνία της πεταλούδας σε μία τάση εξόδου και την στέλνει στον εγκέφαλο. Ανάλογα με τον τύπο του αισθητήρα είναι δυνατό να υπάρχουν ταυτόχρονα και επαφές για τη θέση του ρελαντί και το τέρμα της πεταλούδας ( hard idle

and hard full switches ). Σε άλλου τύπου αισθητήρες που δεν έχουν τις επαφές λέμε ότι έχουν «μαλακές επαφές» (soft idle and soft full switches ), παράλληλα με τη θέση της πεταλούδας ο αισθητήρας παρακολουθεί και την ταχύτητα με την οποία άνοιξε ή έκλεισε η πεταλούδα.

### **Βαλβίδα ελέγχου στροβιλισμού αέρος ( SCV).**

Η βαλβίδα αυτή είναι δυνατόν να υπάρχει στους αυλούς εισαγωγής κοντά στο θάλαμο καύσεως. Κατά τη διάρκεια του ρελαντί η βαλβίδα αυτή είναι κλειστή. Ο αέρας περνάει από την εγκοπή της βαλβίδας με αποτέλεσμα να αυξάνει η ταχύτητα του και επομένως να βελτιώνεται η ανάμειξη του αέρα με το καύσιμο από το στροβιλισμό που δημιουργείται. Τούτο βελτιώνει την κατανάλωση και την σταθερότητα του ρελαντί. Σε υψηλότερες στροφές η βαλβίδα ανοίγει αυτόματα με εντολή από τον εγκέφαλο και παύει να εμποδίζει την ροή του αέρα. Στην επόμενη εικόνα 5.9 βλέπουμε την βαλβίδα ελέγχου στροβιλισμού αέρος.



**Εικόνα 5.9 – Θέση βαλβίδας στροβιλισμού αέρος.**

### **Βαλβίδες ελέγχου ρελαντί (A AC).**

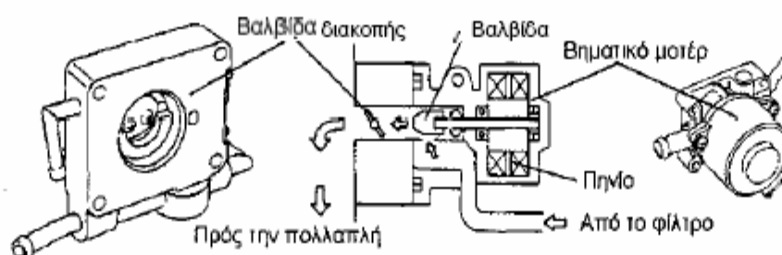
- Τύπος με Βηματικό μοτέρ.

Υπάρχουν διαφορετικές βαλβίδες ελέγχου ρελαντί ανάλογα με το σύστημα. Όλες έχουν τον ίδιο

σκοπό δηλαδή να κρατούν σταθερό το ρελαντί με το να ελέγχουν τον βοηθητικό αέρα όταν η πεταλούδα είναι κλειστή.

Το μοτέρ γυρίζει λίγο ή πολύ με σήματα από τον εγκέφαλο. Ο άξονας της βαλβίδας είναι σαν βίδα η οποία όσο γυρίζει την ανοίγει ή την κλείνει. Όταν η βαλβίδα κινείται προς τα επάνω ανοίγει, ο αέρας αυξάνει και αντίστοιχα αυξάνει και το ρελαντί. Όσο κινείται προς τα κάτω κλείνει και έτσι συμβαίνει το αντίθετο. Η βαλβίδα αυτή μπορεί να λάβει 100 διαφορετικές θέσεις για να ελέγχει την ροή του αέρος με μεγάλη ακρίβεια.

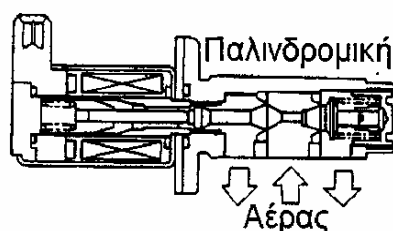
Ορισμένες φορές υπάρχει και ένα πρόσθετο βαλβιδάκι σαν σύστημα ασφαλείας για να αποτρέπεται η αύξηση του ρελαντί σε περίπτωση βλάβης της βαλβίδας. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος το βαλβιδάκι ασφαλείας είναι ανοικτό. Όσο ο κινητήρας ζεσταίνεται το βαλβιδάκι κλείνει για τον περιορισμό της ποσότητας του βοηθητικού αέρος. Στην επόμενη εικόνα 5.10 βλέπουμε την βαλβίδα ελέγχου ρελαντί με βηματικό μοτέρ.



*Εικόνα 5.10 – Βαλβίδα ελέγχου ρελαντί με βηματικό μοτέρ.*

- Τύπος με κύκλο φορτίου ( *duty cycle* ) και σύρτη.

Όταν η βαλβίδα ενεργοποιείται ανοίγει και αυξάνει τον βοηθητικό αέρα και επομένως και το ρελαντί. Αντίθετα όταν απενεργοποιείται συμβαίνει το αντίθετο. Η βαλβίδα κάνει αυτό τον κύκλο με σήμα από τον εγκέφαλο και με συχνότητα 160 Hz ( φορές το δευτερόλεπτο ). Στην επόμενη εικόνα 5.11 βλέπουμε την βαλβίδα ελέγχου ρελαντί τύπου με κύκλο φορτίου και σύρτη.



*Εικόνα 5.11 – Βαλβίδα ελέγχου ρελαντί τύπου με κύκλο φορτίου και σύρτη.*

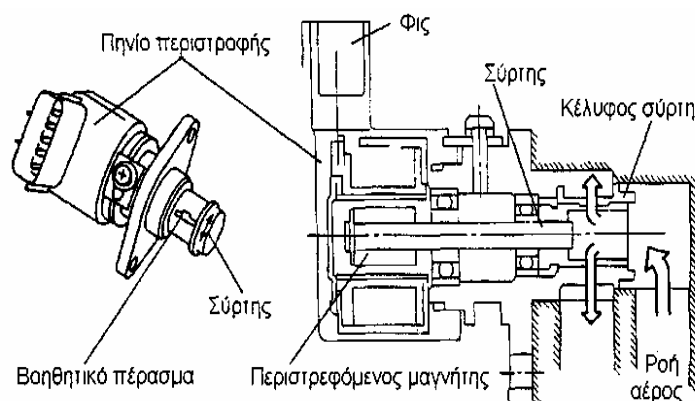
Ο χρόνος που η βαλβίδα μέσα σε αυτό το χρόνο (1/160 του δευτερολέπτου ) είναι ανοικτή μεταβάλλεται και τούτο λέγεται «κύκλος φορτίου». Το σύστημα αυτό επιτρέπει στη βαλβίδα να λειτουργεί σε ενδιάμεσες καταστάσεις παρά «ανοικτή» και «κλειστή». Ο κύκλος φορτίου εκφράζεται σαν το ποσοστό του χρόνου «ανοικτή» ως προς τον συνολικό χρόνο του 1/160 του δευτερολέπτου. Φυσικά ο συνολικός χρόνος είναι ίσος με το άθροισμα των χρόνων :

«ανοικτή» + «κλειστή».

Εάν η βαλβίδα ανοίγει και κλείνει σε ίσα χρονικά διαστήματα τότε ο κύκλος φορτίου είναι 50%. Εάν ο κύκλος φορτίου π.χ. είναι 70% , τότε η βαλβίδα είναι σαν να παραμένει περισσότερο χρόνο ανοικτή. Εάν πάλι ο κύκλος φορτίου είναι 30% τότε ο χρόνος ανοίγματος είναι μικρότερος και επομένως μειώνεται η ποσότητα του βοηθητικού αέρος και αντίστοιχα το ρελαντί.

- Τύπος περιστροφικός.

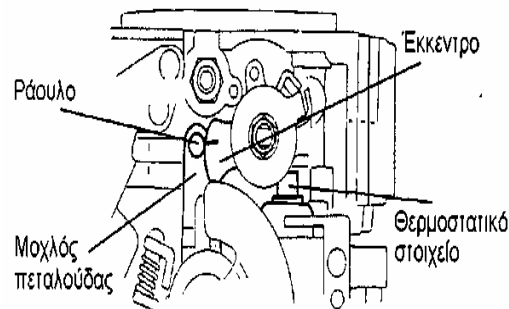
Λειτουργεί όπως η ανωτέρω βαλβίδα με σύρτη αλλά έχει ένα πηνίο περιστροφής το οποίο περιστρέφει τη βαλβίδα αντί να την κινεί γραμμικά. Και πάλι ελέγχεται με σήματα κύκλου φορτίου αλλά σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν δύο παλμοί, ένας για να την ανοίγει και ένας για να την κλείνει. Στην επόμενη εικόνα 5.12 βλέπουμε την βαλβίδα ελέγχου ρελαντί τύπου περιστροφικού.



Εικόνα 5.12 – Βαλβίδα ελέγχου ρελαντί τύπου περιστροφικού.

### **Βαλβίδα αυξήσεως ρελαντί θερμοστατικού τύπου ( FIC).**

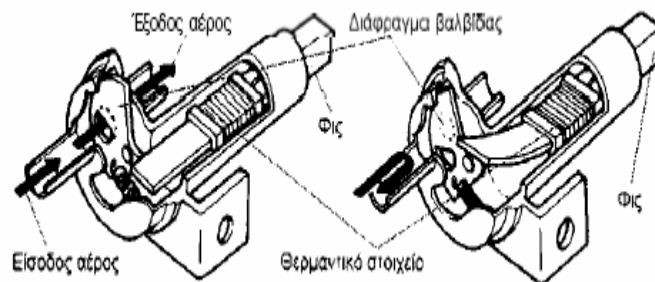
Η βαλβίδα αυτή λειτουργεί με ένα εμβολάκι θερμοστατικού τύπου. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος το εμβολάκι πιέζει ένα έκκεντρο στον άξονα της πεταλούδας, την ανοίγει κατά τι και ανεβάζει το ρελαντί που χρειάζεται για κρύο κινητήρα. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία του κινητήρα το εμβολάκι επιστρέφει σταδιακά και έτσι το ρελαντί μειώνεται μέχρι το κανονικό όταν η θερμοκρασία του κινητήρα φθάσει στα κανονικά επίπεδα Στην επόμενη εικόνα 5.13 βλέπουμε την βαλβίδα αυξήσεως ρελαντί θερμοστατικού τύπου.



*Εικόνα 5.13 – Βαλβίδα αυξήσεως ρελαντί θερμοστατικού τύπου.*

### **Ρυθμιστής αέρος (Air Regulator).**

Κάνει την ίδια ενέργεια με διαφορετικό τρόπο. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος το διμεταλλικό ελατήριο είναι επίπεδο και η τρύπα είναι ανοικτή. Τότε περνάει πρόσθετος βοηθητικός αέρας και αυξάνει το ρελαντί βοηθώντας ταυτόχρονα και στην εύκολη εκκίνηση του κινητήρα. Όσο ο κινητήρας λειτουργεί, περνάει ηλεκτρικό ρεύμα από την αντίσταση που είναι γύρω από το διμεταλλικό ελατήριο και το ζεσταίνει με αποτέλεσμα αυτό να κυρτώνεται και να κλείνει την τρύπα σταδιακά. Όταν ο κινητήρας ζεσταθεί σε περίπου 6 - 8 λεπτά και όσο λειτουργεί, η τρύπα της βαλβίδας παραμένει κλειστή. Θα ανοίξει και πάλι όταν κλείσουμε τον διακόπτη και διακοπεί η τροφοδοσία του ηλεκτρικού ρεύματος. Στην επόμενη εικόνα 5.14 βλέπουμε τον ρυθμιστή αέρος.



*Εικόνα 5.14 – Ρυθμιστής αέρος.*

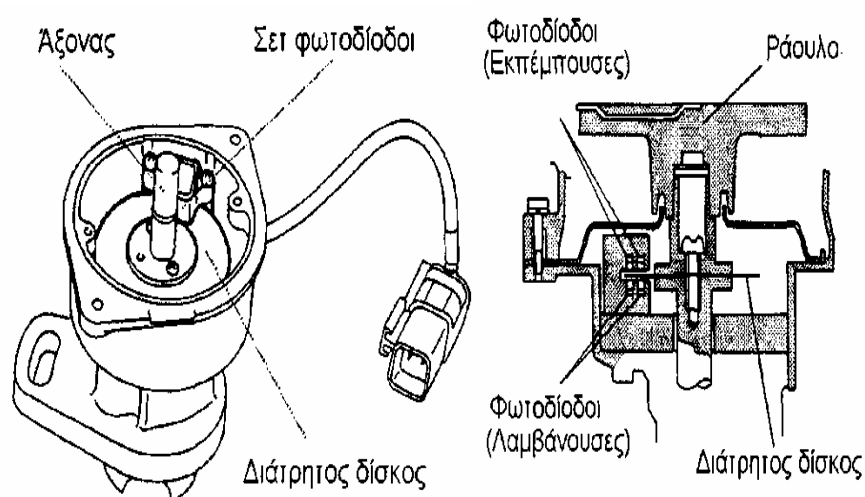


### *Αισθητήρας γωνίας εκκεντροφόρου ( CMPS).*

Κανονικά ο αισθητήρας αυτός ευρίσκεται μέσα στον διανομέα ( ντιστριμπιτέρ ), αλλά σε κινητήρες με απ' ευθείας ανάφλεξη ( N-DIS ) αποτελεί ένα ξεχωριστό εξάρτημα διότι σε αυτούς τους κινητήρες δεν υπάρχει διανομέας. Είναι ένα από τα βασικότερα εξαρτήματα του ECCS και παρέχει στον εγκέφαλο δύο βασικά σήματα , τις στροφές του κινητήρα και την γωνία του στρόφαλου ή αντίστοιχα του εκκεντροφόρου. Η γωνία του στρόφαλου αντιπροσωπεύει απ' ευθείας την θέση του εμβόλου. Ο αισθητήρας γωνία εκκεντροφόρου αποτελείται από τρία μέρη :

- Τους αισθητήρες που είναι οι φωτοδιόδοι ( LED και FOTODIODE ).
- Τον διάτρητο δίσκο που γυρίζει με τις μισές στροφές του στρόφαλου.
- Το ηλεκτρονικό κύκλωμα που παράγει την κυματομορφή του παλμού.

Οι εκπέμπουσες φωτοδιόδοι ( LED ) είναι χωρισμένες από τις λαμβάνουσες φωτοδιόδους ( PHOTODIODE ) με τον διάτρητο δίσκο. Οι λαμβάνουσες φωτοδιόδοι βλέπουν το φως που εκπέμπουν οι άλλες μόνο όταν περνάει από ανάμεσα τους η σχισμή. Γυρίζοντας λοιπόν ο δίσκος οι λαμβάνουσες ανιχνεύουν τις διακοπές του φωτός και έτσι παράγεται το σήμα των στροφών του κινητήρα και της θέσεως του στρόφαλου. Στην επόμενη εικόνα 5.15 βλέπουμε τις θέσεις φωτοδιόδων στους διανομείς.



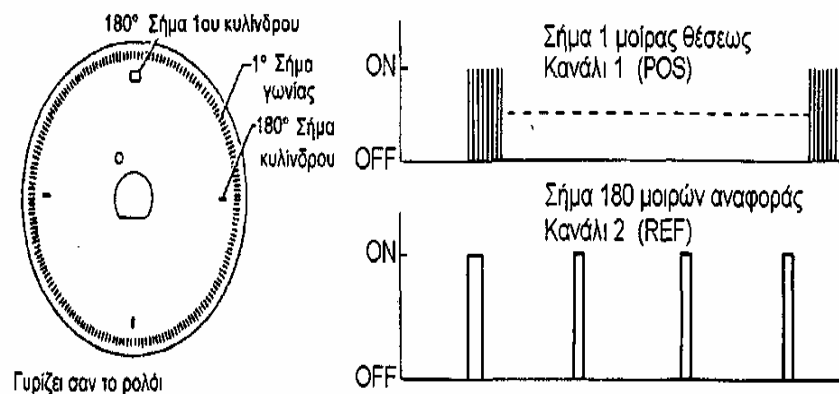
*Εικόνα 5.15 – Θέσεις φωτοδιόδων στους διανομείς.*

Υπάρχουν δύο είδη αισθητήρων :

- Με δυο κανάλια, γνωστός και σαν ελεγκτής γωνίας.
- Με ένα κανάλι γνωστός και σαν ελεγκτής.

*Τύπος με δύο κανάλια (Ελεγχος γωνίας)*

Ο τύπος αυτός έχει ένα δίσκο με 360 σχισμές στην εξωτερική περιφέρεια για να αναγνωρίζει την γωνία του στροφάλου και την ταχύτητα του κινητήρα και τόσες σχισμές όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα στην εσωτερική περιφέρεια για να αναγνωρίζει το κάθε έμβολο. Η μία από αυτές τις σχισμές είναι φαρδύτερη και αντιπροσωπεύει τον πρώτο κύλινδρο. Οι εξωτερικές σχισμές είναι ανά 1 μοίρα και είναι γνωστές σαν σχισμές θέσεως. Οι εσωτερικές είναι ανά 180 ( 4-κύλινδρος ) ή ανά 120 μοίρες ( 6-κύλινδρο ) και είναι γνωστές σαν σχισμές αναφοράς. Στην παρακάτω εικόνα 5.16 βλέπουμε την λειτουργία αισθητήρα με δυο κανάλια.

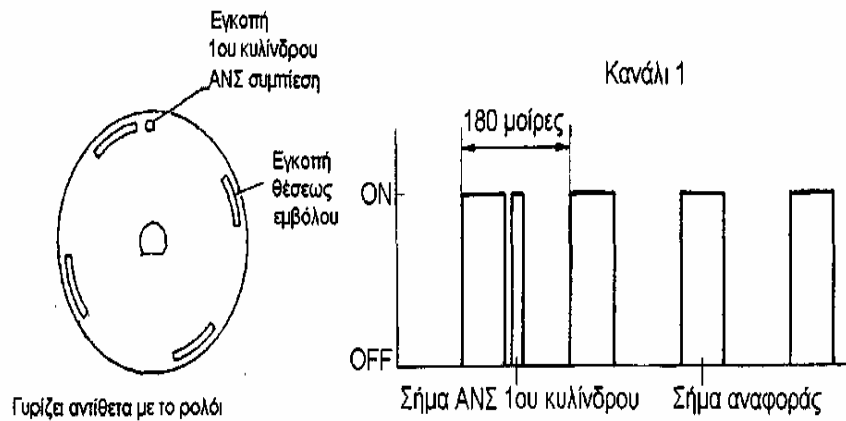


**Εικόνα 5.16** – Λειτουργία αισθητήρα με δύο κανάλια.

*Τύπος με ένα κανάλι (Ελεγχος χρόνου)*

Σε αυτό τον τύπο υπάρχει η διαφορά ότι χρησιμοποιείται μόνον μία εκπέμπουσα και μία λαμβάνουσα διόδους. Ο δίσκος έχει 5 σχισμές ( 4-κύλινδρο ) οι τέσσερις εκ των οποίων είναι μεγάλες και ίσου μήκους και η μία είναι μικρού μήκους και αφορά τον πρώτο κύλινδρο. Η θέση του εκκεντροφόρου και η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα καθορίζονται μετρώντας τον χρόνο που χρειάζεται η κάθε μεγάλη σχισμή να περάσει εμπρός από τις φωτοδιόδους αντί της μετρήσεως του αριθμού τους.

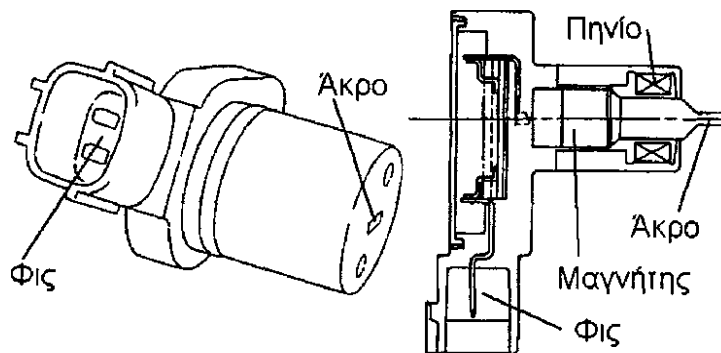
Στην παρακάτω εικόνα 5.17 βλέπουμε την λειτουργία αισθητήρα με ένα κανάλι.



*Εικόνα 5.17 – Λειτουργία αισθητήρα με ένα κανάλι.*

### **Αισθητήρας φάσεως ( PHASE).**

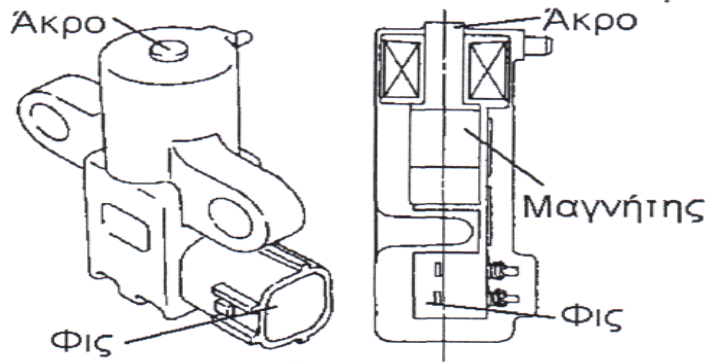
Ο αισθητήρας αυτός ευρίσκεται στον καθρέπτη του κινητήρα και παρακολουθεί τα δοντάκια του γρναζιού του εκκεντροφόρου και εντοπίζει το σήμα του αριθμού του κυλίνδρου. Στην παρακάτω εικόνα 5.18 βλέπουμε τον αισθητήρα φάσεως.



*Εικόνα 5.18 – Αισθητήρας φάσεως.*

### *Αισθητήρας αναφοράς ( REF).*

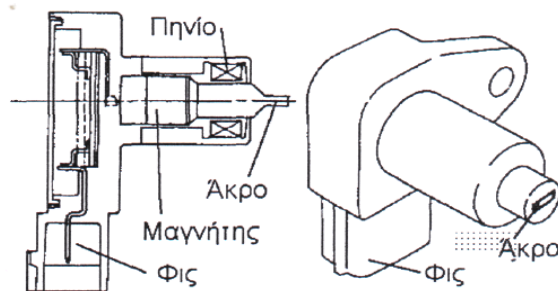
Ο αισθητήρας αναφοράς ευρίσκεται στο άνω μέρος του κάρτερ και παρακολουθεί την τροχαλία του στροφάλου και εντοπίζει το σήμα του άνω νεκρού σημείου. Στην παρακάτω εικόνα 5.19 βλέπουμε τον αισθητήρα αναφοράς.



*Εικόνα 5.19 – Αισθητήρας αναφοράς.*

### *Αισθητήρας θέσεως (POS).*

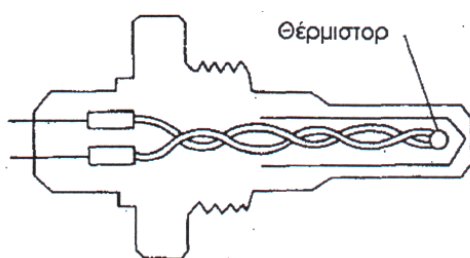
Είναι τοποθετημένος στην χελώνα του κινητήρα και παρακολουθεί τα δόντια του γραναζιού του βολάν. Παρακολουθεί την θέση του στροφάλου δηλαδή το σήμα της 1 μοίρας. Περιέχει ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα το οποίο μετατρέπει το ημιτονοειδές σήμα σε τετραγωνικό παλμό. Στην παρακάτω εικόνα 5.20 βλέπουμε τον αισθητήρα θέσεως.



*Εικόνα 5.20 – Αισθητήρας θέσεως.*

### **Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού ( ECTS).**

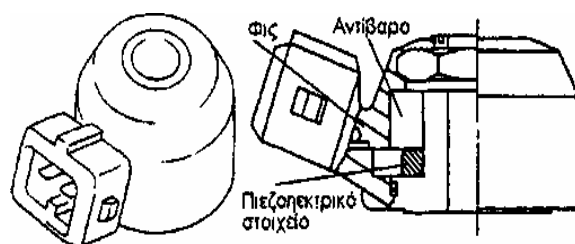
Ο αισθητήρας θερμοκρασίας νερού χρησιμοποιεί ένα θερμίστορ το οποίο είναι ευαίσθητο στις αλλαγές θερμοκρασίας. Η ηλεκτρική αντίσταση του μειώνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία. Οι αισθητήρες που έχουν αυτή την ιδιότητα είναι γνωστοί και σαν τύπου «με αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας (N.T.C.)». Είναι ένα από τα βασικά εξαρτήματα του συστήματος αυτομάτου ελέγχου λόγω του ότι και το μείγμα και το αβάνς ρυθμίζονται ανάλογα με τα σήματα του. Στην παρακάτω εικόνα 5.21 βλέπουμε τον αισθητήρα θερμοκρασίας νερού.



**Εικόνα 5.21 – Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού.**

### **Αισθητήρας κρουστικής καύσεως ( KS ).**

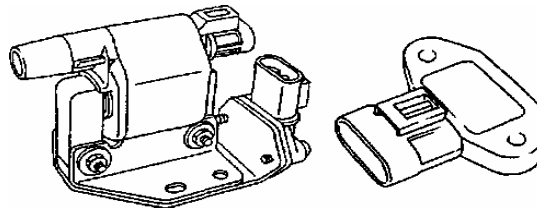
Παρακολουθεί εάν ο κινητήρας χτυπάει πυρράκια και μειώνει το αβάνς. Όταν συμβαίνει αυτό ένα αντίβαρο μέσα στον αισθητήρα πάλλεται με τους παλμούς του κορμού του κινητήρα και πνέζει ένα πιεζοηλεκτρικό στοιχείο το οποίο με τη σειρά του παράγει ρεύμα ακριβώς όπως και ένα μικρόφωνο. Το ρεύμα αυτό πηγαίνει στον εγκέφαλο και τον ειδοποιεί για να μειώσει το αβάνς. Στην παρακάτω εικόνα 5.22 βλέπουμε τον αισθητήρα κρουστικής καύσεως.



**Εικόνα 5.22 – Αισθητήρας κρουστικής καύσεως.**

### *Τρανζίστορ ισχύος ( αναφλέξεως ).*

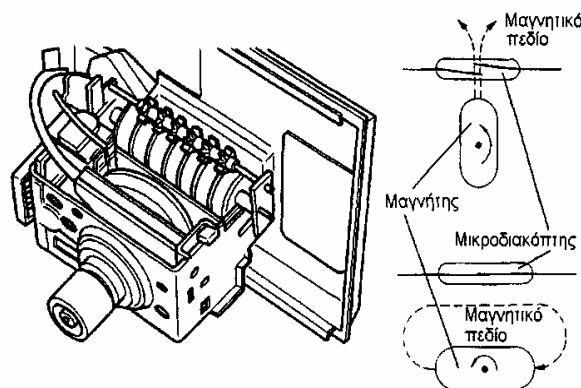
Το τρανζίστορ ισχύος παίζει το ρόλο των πλατινών και κάνει την διακοπή που χρειάζεται το πρωτεύων του πολλαπλασιαστή για να παράγει την υψηλή τάση. Ένα μικρό ρεύμα από τον εγκέφαλο ενισχύεται με αυτό τον τρόπο για να λειτουργήσει ο πολλαπλασιαστής. Το τρανζίστορ αυτό βρίσκεται έξω από τον εγκέφαλο για λόγους ψύξεως. Το σήμα από τον εγκέφαλο τροφοδοτείται από το άκρο B ( βάση/base ) του τρανζίστορ. Αυτό κάνει το τρανζίστορ να άγει και το ρεύμα να περνάει από το C ( συλλέκτη/collector) στο E ( εκπομπός/emiter). Ο εγκέφαλος στη συνέχεια διακόπτει το σήμα του και έτσι παράγεται η υψηλή τάση στο δευτερεύων. Στην παρακάτω εικόνα 5.23 βλέπουμε τον τρανζίστορ ισχύος.



*Εικόνα 5.23 – Τρανζίστορ ισχύος.*

### *Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος ( VSS).*

Είναι τοποθετημένος στο κοντέρ και αποτελείται από ένα μαγνητικό διακόπτη που ανοιγοκλείνει με την περιστροφή του μαγνήτη του χιλιομετρητή. Έτσι παράγεται ένας παλμός η συχνότητα του οποίου αλλάζει με την ταχύτητα του οχήματος. Το σήμα αυτό πηγαίνει στον εγκέφαλο. Στα αυτοκίνητα που έχουν ηλεκτρονικό χιλιομετρητή ο αισθητήρας αυτός είναι τοποθετημένος στο κιβώτιο ταχυτήτων επάνω στο γρανάζι του κοντέρ και τροφοδοτεί τον χιλιομετρητή. Σε αυτή την περίπτωση το σήμα στον εγκέφαλο στέλνεται από τον χιλιομετρητή ο οποίος έχει και την κατάλληλη ηλεκτρονική διάταξη. Στην παρακάτω εικόνα 5.24 βλέπουμε τον αισθητήρα ταχύτητας του οχήματος.

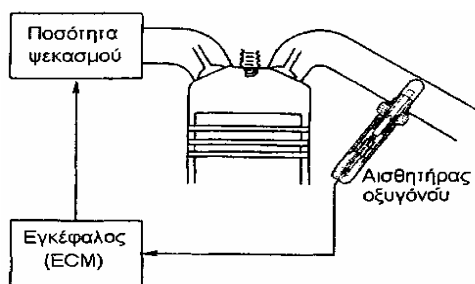


*Εικόνα 5.24 – Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος.*

### *Αισθητήρας οξυγόνου καυσαερίων ( O<sub>2</sub>S).*

Στέλνει πληροφορία στον εγκέφαλο για την πυκνότητα του οξυγόνου στα καυσαέρια. Η πυκνότητα του οξυγόνου έχει απ' ευθείας σχέση με αναλογία του μείγματος.

Το πλούσιο μείγμα δημιουργεί χαμηλή πυκνότητα ενώ το φτωχό μείγμα υψηλή πυκνότητα. Στην παρακάτω εικόνα 5.25 βλέπουμε την ροή σήματος του αισθητήρα οξυγόνου καυσαερίων.



*Εικόνα 5.25 – Ροή σήματος αισθητήρα οξυγόνου καυσαερίων. (Σύστημα κλειστού βρόγχου)*

Ο αισθητήρας ανάλογα με την πυκνότητα παράγει μία μεταβλητή τάση και την στέλνει στον εγκέφαλο ο οποίος ανάλογα με την τάση αυτή αποφασίζει για το μήκος του παλμού που θα στείλει στα μπεκ και επομένως για την ποσότητα της βενζίνης. Με αυτό τον τρόπο το μείγμα συνεχώς διορθώνεται. Η λειτουργία αυτή λέγεται «κλειστός βρόγχος» με αναδραστική πληροφορία. ( CL ) ( CLOSED LOOP ).

Κάτω από ορισμένες όμως συνθήκες π.χ.

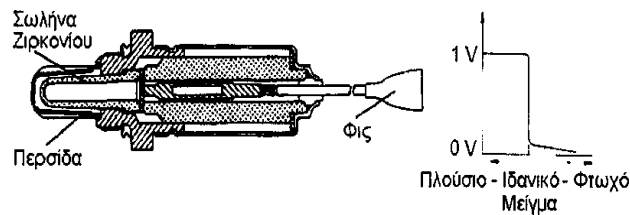
- Εκκίνηση με κρύο κινητήρα.
- Τέρμα πατημένο γκάζι.

Ο κινητήρας χρειάζεται πλούσιο μείγμα οπότε ο εγκέφαλος αγνοεί την πληροφορία του αισθητήρα οξυγόνου και χειρίζεται τα μπεκ με αξίες που είναι καταχωρημένες στη μνήμη του. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται «ανοικτός βρόγχος» (OPEN LOOP)

### Τύποι αισθητήρων οξυγόνου

- *Αισθητήρας οξυγόνου Ζιρκονίου ( $O_2S$ )*

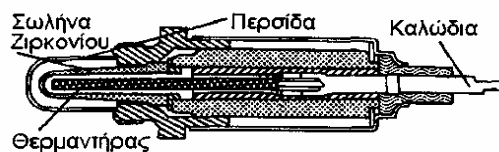
Ο τύπος αυτός έχει ένα κλειστό σωλήνα κατασκευασμένο από ζιρκόνιο. Η εξωτερική πλευρά του έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια και η εσωτερική με την ατμόσφαιρα. Το ζιρκόνιο συγκρίνει τις πυκνότητες σε οξυγόνο των δύο αερίων και ανάλογα παράγει την ανάλογη τάση. Στην παρακάτω εικόνα 5.26 βλέπουμε τον αισθητήρα οξυγόνου ζιρκονίου.



*Εικόνα 5.26 – Αισθητήρα οξυγόνου ζιρκονίου.*

- *Αισθητήρας οξυγόνου θερμαινόμενος ( $HO_2S$ )*

Επειδή οι αισθητήρες δεν λειτουργούν καλά μέχρι η θερμοκρασία τους να φτάσει στους 250 – 400 βαθμούς Κελσίου πολλές φορές είναι τοποθετημένη κοντά στην κυλινδροκεφαλή. Όταν αυτό δεν είναι εφικτό τότε είναι εφοδιασμένοι με ένα ηλεκτρικό θερμαντήρα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο θερμαντήρας λειτουργεί κάτω από ορισμένες συνθήκες π.χ χαμηλές στροφές κινητήρα. Στην παρακάτω εικόνα 5.27 βλέπουμε τον αισθητήρα οξυγόνου θερμαινόμενος.



*Εικόνα 5.27 – Αισθητήρα οξυγόνου θερμαινόμενος.*



- *Αισθητήρας οξυγόνου Τιτανίου ( $O_2S$ )*

Ο τύπος Τιτανίου λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με αυτόν του Ζιρκονίου αλλά χρησιμοποιεί διαφορετικό υλικό. Η μεγαλύτερη διαφορά είναι ότι ο μεν Ζιρκονίου παράγει μεταβλητή τάση, ο δε Τιτανίου μεταβάλλει την αντίστασή του. Στην παρακάτω εικόνα 5.28 βλέπουμε τον αισθητήρα οξυγόνου τιτανίου.

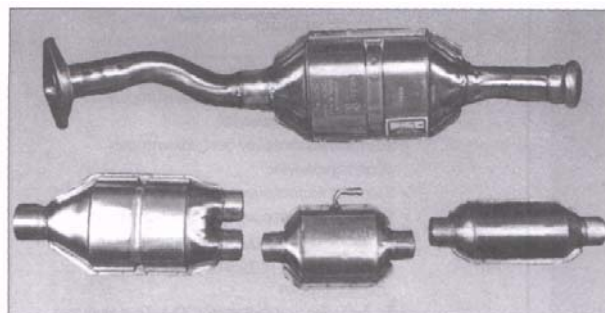


*Εικόνα 5.28 – Αισθητήρα οξυγόνου τιτανίου.*

## 5.3. Καταλύτες

### 5.3.1. Ορισμός καταλύτη

Ο καταλύτης είναι μια κατασκευή που τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής καυσαερίων των βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων με στόχο την μετατροπή των εκπεμπόμενων ρυπαντών σε αβλαβή για την ατμόσφαιρα καυσαέρια. Στην παρακάτω εικόνα 5.29 βλέπουμε πως είναι μερικοί καταλύτες.



*Εικόνα 5.29 – Καταλύτες.*

### 5.3.2. Καταλύτης

Η μετατροπή αυτή πραγματοποιείται μέσω χημικών αντιδράσεων (π.χ. οξείδωση και αναγωγή), που γίνονται στο εσωτερικό του καταλύτη. Στις αντιδράσεις αυτές οξειδώνονται οι ρυπαντές :

- *Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).*
- *Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC που δεν κάηκαν στο χώρο καύσης του κινητήρα).*

Σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και υδρατμούς (H<sub>2</sub>O - νερό). Τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), ανάγονται σε ατμοσφαιρικό άζωτο (N<sub>2</sub>). (Τα NO<sub>x</sub> ανάγονται μόνο από τους τριοδικούς καταλύτες).

Όπως είναι γνωστό από την χημεία, ο καταλύτης είναι ένα στοιχείο, που σε συνθήκες μεγάλης θερμοκρασίας (πάνω από 250° C) με την παρουσία του βοηθάει στην πραγματοποίηση μιας αντίδρασης, χωρίς ο ίδιος να λαμβάνει μέρος σ' αυτή.

Στην περίπτωση αυτή, η ακριβής έννοια του όρου "Καταλύτης" καθορίζει μόνο το πολύ σημαντικό χημικό στοιχείο που επενεργεί στην κατάλυση, π.χ. πλατίνα, παλλαδίο, ρόδιο ή μίγματα πλατίνας - παλλαδίου και πλατίνας - ροδίου.

Παρ' όλα αυτά ο χαρακτηρισμός του όρου "**καταλύτης**" επικράτησε να δηλώνει όλο το σύστημα "καθαρισμού" των καυσαερίων. Η τοποθέτηση του καταλύτη γίνεται στο σωλήνα της εξάτμισης, κοντά στην πολλαπλή εξαγωγής και πριν το σιλανσιέ.

### **5.3.3. Είδη καταλυτών**

Τους καταλύτες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους χωρίζουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- *Οξειδωτικός ή διοδικός καταλύτης.*
- *Τριοδικός καταλύτης.*

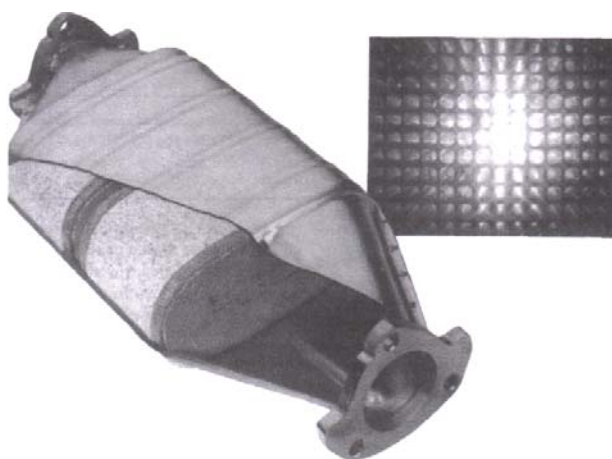
Ο οξειδωτικός καταλύτης ονομάζεται έτσι επειδή οξειδώνει το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τους άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC) και τους μετατρέπει σε μη ρυπαντές όπως θα δούμε παρακάτω.

Επειδή οι ρυπαντές που οξειδώνει είναι δύο CO και HC γι' αυτό λέγεται και διάδικος καταλύτης. Ο τριοδικός καταλύτης ονομάζεται έτσι επειδή μετατρέπει και τους τρεις ρυπαντές, οξειδώνει όπως ο οξειδωτικός καταλύτης το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τους άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC) ενώ επιπλέον μετατρέπει τα οξείδια του αζώτου NO<sub>x</sub> με αναγωγή σε N<sub>2</sub>.

Επίσης οι καταλύτες ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους είτε οξειδωτικοί είναι είτε τριοδικοί χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- *Κεραμικοί καταλύτες ή καταλύτες με κεραμικό μονόλιθο.*
- *Μεταλλικοί καταλύτες ή καταλύτες με μεταλλικό μονόλιθο.*

Στην παρακάτω εικόνα 5.30 βλέπουμε πως είναι σε τομή ένας καταλύτης.



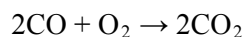
*Εικόνα 5.30 – Τομή καταλύτη.*

#### **5.3.4. Λειτουργία καταλύτη**

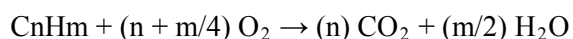
Ο προορισμός του καταλύτη είναι να μετατρέπει τους ρυπαντές των καυσαερίων του αυτοκινήτου (CO - HC - NOx) σε μη ρυπαντές. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του καταλύτη όταν περνούν τα καυσαέρια του αυτοκινήτου είναι οι παρακάτω:

##### **Χημικές αντιδράσεις οξείδωσης.**

Μονοξείδιο του άνθρακα + Οξυγόνο → Διοξείδιο του άνθρακα.

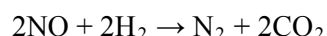


Άκαυστοι υδρογονάνθρακες + Οξυγόνο → Διοξείδιο του άνθρακα + Υδρατμοί (Νερό).

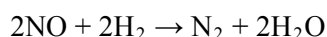


## Χημικές αντιδράσεις αναγωγής.

Μονοξείδιο του αζώτου + Μονοξείδιο του άνθρακα → Άζωτο + Διοξείδιο του άνθρακα.



Μονοξείδιο του αζώτου + Υδρογόνο → Άζωτο + Υδρατμοί (Νερό).



|                                     |   |                             |  |  |
|-------------------------------------|---|-----------------------------|--|--|
| Μονοξείδιο<br>του αζώτου +<br>2NO + | Ακαυστοι<br>υδρογονάνθρακες→<br>C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> → | Άζωτο +<br>N <sub>2</sub> + | Διοξείδιο<br>του άνθρακα +<br>2CO <sub>2</sub> + | Υδρατμοί<br>(Νερό).<br>2H <sub>2</sub> |
|-------------------------------------|---|-----------------------------|--|--|

Για την επιτυχή πραγματοποίηση των παραπάνω αντιδράσεων, πρέπει να πληρούνται κάποιοι παράγοντες, όπως:

- Η θερμοκρασία του καταλύτη να είναι ελάχιστος 250 °C.
- Να μην υπάρχει πολύ οξυγόνο στην εξάτμιση. Ο λόγος λάμδα δηλαδή θα πρέπει να βρίσκεται κάτω από την στοιχειομετρική αναλογία και ο κινητήρας να δουλεύει στην περιοχή του πλούσιου μίγματος. Το οξυγόνο είναι εμπόδιο στις πιο πάνω αντιδράσεις, αφού χρησιμοποιείται από τους καταλύτες στην οξείδωση.
- Το μίγμα αερίων, CO, H<sub>2</sub> και HC χρειάζεται να είναι σε επαρκή ποσότητα για την πραγματοποίηση των αντιδράσεων αναγωγής.
- Από την επιλογή του καταλύτη και σε συνδυασμό με την θερμοκρασία λειτουργίας εξαρτάται η δημιουργία δευτερογενών ρυπαντών, όπως είναι η αμμωνία (NH<sub>3</sub>).

Φυσικά, όλοι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν, έχουν σχέση με το σύστημα τροφοδοσίας και την καλή ρύθμιση του κινητήρα.

Το ευρύτερο χρησιμοποιούμενο καταλυτικό υλικό για την αναγωγή είναι το ρόδιο (Rh) ενώ για την οξείδωση είναι η πλατίνα.

Ο τριοδικός καταλύτης είναι σήμερα το επικρατέστερο σύστημα καταλύτη. Συνδυάζεται με τον ηλεκτρονικό έλεγχο προετοιμασίας του μίγματος, καθώς και την συνεχή διόρθωση στα επιθυμητά όρια της περιοχής του λ= 1.

Κλειδί στην όλη ρύθμιση, όπως προαναφέρθηκε, για ένα κλειστό σύστημα ρύθμισης είναι ο λήπτης λάμδα (ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης).

### 5.3.5. Είδη καταλυτών ανάλογα με την κατασκευή τους

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

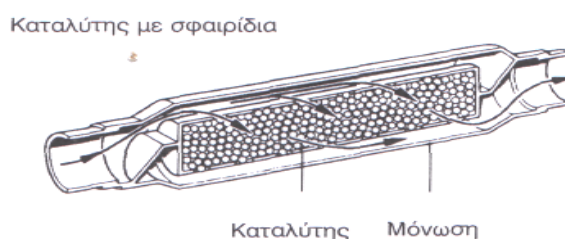
1. Καταλύτης με αντικαθιστώμενα σφαιρίδια (πελλέτες).
2. Καταλύτης με κεραμικό μονόλιθο.
3. Καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο.

Καταλύτες με αντικαθιστώμενα σφαιρίδια

Οι καταλύτες αυτοί είναι γεμάτοι με σφαιρίδια, τα οποία είναι από αδρανές υλικό και έχουν μια λεπτή επικάλυψη από πλατίνα ή άλλο παρόμοιο καταλυτικό μέταλλο.

Τα σφαιρίδια δημιουργούν μέσα στο δοχείο του καταλύτη μια πορώδη μάζα, διαμέσου της οποίας περνούν τα καυσαέρια.

Δημιουργούν όμως και μεγάλη αντίθλιψη και ενεργοποιούνται με καθυστέρηση. Όπως τα καυσαέρια περνούν διαμέσου των σφαιριδίων, εφάπτονται με την πλατίνα και γίνονται οι σχετικές χημικές αντιδράσεις. Αν "δηλητηριαστεί" ο καταλύτης με σφαιρίδια, τότε αυτά μπορούν να αντικατασταθούν. Οι καταλύτες αυτοί επειδή παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση στη ροή των καυσαερίων δεν χρησιμοποιούνται. Στην επόμενη εικόνα 5.31 βλέπουμε ένα καταλύτη με σφαιρίδια.



*Εικόνα 5.31 – Καταλύτης με αντικαθιστάμενα σφαιρίδια.*

*Καταλύτης με κεραμικό μονόλιθο.*

Ο καταλύτης με κεραμικό μονόλιθο είναι αυτός που χρησιμοποιείται ευρέως από τους περισσότερους κατασκευαστές αυτοκινήτων.

Ο κεραμικός μονόλιθος που έχει εξωτερικά κυψελοειδή μορφή, είναι ένα υλικό ευαίσθητο σε κραδασμούς, δονήσεις και θερμοκρασιακές καταπονήσεις.

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

- 1. Εξωτερικό κέλυφος ή μεταλλικό κάλυμμα. Το εξωτερικό κέλυφος ή μεταλλικό κάλυμμα, περικλείει τον κεραμικό μονόλιθο του καταλύτη και είναι κατασκευασμένο συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα.*
- 2. Κεραμικός μονόλιθος ή κεραμικός φορέας.*

Το βασικό στοιχείο του καταλύτη είναι το κεραμικό υλικό, που ονομάζεται μονόλιθος και είναι συνήθως κυλινδρικής μορφής. Η κατασκευή του μονόλιθου είναι κυψελοειδούς μορφής με διαμήκη κανάλια (περάσματα), παράλληλα προς την ροή των καυσαερίων. Ο αριθμός αυτών των καναλιών ανέρχεται σε μερικές εκατοντάδες, αφού σε μια τετραγωνική ίντσα υπολογίζεται ότι περιέχονται κατά μέσο όρο περίπου 240 τέτοια κανάλια ροής καυσαερίων.

Η διατομή των καναλιών ροής των καυσαερίων στο κεραμικό μονόλιθο είναι συνήθως τετραγωνικής μορφής αν και υπάρχουν και με εξαγωνική ή κυκλική μορφή.

Το πάχος των τοιχωμάτων έχει μειωθεί από 0,25 - 0,30 mm σε 0,15 - 0,20 mm, για μικρότερη αντίθλιψη των καυσαερίων στον καταλύτη.

Στα τοιχώματα των καναλιών τοποθετείται η ενδιάμεση επίστρωση - αλουμίνα (wash coat).

Είναι μια βάση οξειδίου του αλουμινίου ( $Al_2O_3$ ), εμποτισμένη στην επιφάνεια των καναλιών ροής καυσαερίων. Η ενδιάμεση επίστρωση, λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας (10 - 25  $m^2/g$ ), αυξάνει κατά πολύ την ενεργό επιφάνεια στην οποία γίνονται οι αντιδράσεις περίπου 10 - 25 φορές. Το πάχος της ενδιάμεσης επίστρωσης φτάνει στα 20  $\mu$ . στις εξωτερικές επιφάνειες και γωνίες και έως 150  $\mu$ . στις εσωτερικές γωνίες του κυψελωτού κεραμικού μονόλιθου. Η επίστρωση ευγενούς μετάλλου, τοποθετείται στην ενδιάμεση επίστρωση και που

είναι κυρίως καταλύτης με τον οποίο έρχονται σ' επαφή τα καυσαέρια του κινητήρα.

Τα "ευγενή" μέταλλα, που συνήθως χρησιμοποιούνται στην επίστρωση για τις αντιδράσεις της οξειδωσης, είναι πλατίνα (λευκόχρυσος) Pt ή παλλάδιο Pd και ρόδιο Rh για τις αντιδράσεις της αναγωγής.

Η ιδανική σχέση επικάλυψης των "ευγενών" μετάλλων πλατίνας - ροδίου σ' έναν τριοδικό καταλύτη είναι 5:1. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της πραγματοποίησης των αντιδράσεων, οι αναλογίες μπορεί να διαφοροποιηθούν γιατί με την πλατίνα γίνονται οι οξειδωτικές αντιδράσεις, ενώ με το ρόδιο οι αναγωγικές.

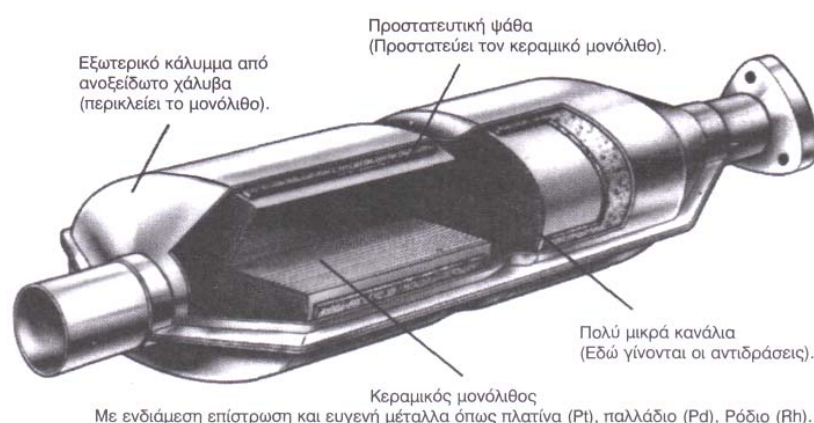
Ο κεραμικός μονόλιθος περιβάλλεται από μια προστατευτική ψάθα.

Υπάρχουν δύο ειδών προστατευτικές ψάθες:

- Τύπος συρμάτινου πλέγματος.
- Τύπος διαστελλομενου τάπητα.

Η προστατευτική ψάθα συρμάτινου πλέγματος είναι κατασκευασμένη από λεπτό ελαστικό σύρμα. Η προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα είναι κατασκευασμένη από ένα θερμοανθεκτικό ελαστικό μονωτικό, από κεραμικές ίνες και ρητίνη. Αντέχει σε θερμοκρασίες άνω των 300 °C.

Η προστατευτική ψάθα προστατεύει τον κεραμικό μονόλιθο από τους κραδασμούς και τις μεγάλες διαστολές - συστολές του μεταλλικού καλύμματος. Στην επόμενη εικόνα 5.32 βλέπουμε τη δομή ενός κεραμικού καταλύτη.



**Εικόνα 5.32** – Κεραμικός καταλύτης σε τομή.

Καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο.

Ο καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο αποτελεί τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων χρόνων. Θα μπορούσε μάλιστα να χαρακτηριστεί ο καλύτερος τύπος καταλύτη, αφού τα εργοστάσια κατασκευής αυτοκινήτων τον τοποθετούν στα κορυφαία τους μοντέλα. Στην επόμενη εικόνα 5.33 βλέπουμε ένα καταλύτη με μεταλλικό μονόλιθο.



*Εικόνα 5.33 – Καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο της Γερμανικής εταιρίας EMITEC.*

### **5.3.6. Μεταλλικός μονόλιθος ή μεταλλικός φορέας**

Ο φορέας αποτελείται από ένα μεταλλικό πλέγμα με μεταβλητή πληθώρα κυψελών, διαφόρων σχημάτων. Η συνηθέστερη μορφή του αποτελείται από δύο ελασμάτινα στρώματα (κυματοειδή ελάσματα), τοποθετημένα σ' ένα άλλο ενδιάμεσο κυκλικό έλασμα.

Η όλη κατασκευή που θυμίζει σερπαντίνα, είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει στα κυματοειδή ελάσματα να περιτυλίγονται, να διαμορφώνονται σε επιστρώσεις και μέσω μιας σκληρής συγκόλλησης να αποτελούν το συμπαγές σώμα, του μεταλλικού μονόλιθου. Το υλικό που χρησιμοποιείται είναι χάλυβας υψηλής θερμότητας και ανθεκτικότητας σε διάβρωση, κατάλληλος για συγκόλληση και επίστρωση του "ευγενούς" καταλυτικού υλικού.

Το πάχος του κυμαίνεται από 0,04 - 0,07 mm. Η τοποθέτηση του μεταλλικού μονόλιθου στο κέλυφος είναι πιο απλή απ' ότι στον κεραμικό μονόλιθο. Ο λόγος είναι ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη διαστολή μεταξύ μονόλιθου και κελύφους. Στον μεταλλικό καταλύτη δεν χρειάζεται το ενδιάμεσο εξισωτικό στοιχείο, ενώ στον κεραμικό καταλύτη είναι απαραίτητη η αντίστοιχη προστατευτική ψάθα.



*Πλεονεκτήματα · μειονεκτήματα  
μεταλλικών · κεραμικών καταλυτών*

Μια σύγκριση των πλεονεκτημάτων -μειονεκτημάτων του μεταλλικού - κεραμικού καταλύτη, δίνει την παρακάτω εικόνα:

- Ο μεταλλικός καταλύτης παρουσιάζει μικρότερη αντίθλιψη καυσαερίων στην εξάτμιση (άρα αύξηση απόδοσης ισχύος), για ισοδύναμη καταλυτική επενέργεια, λόγω κατασκευής.
- Τα τοιχώματα του είναι λεπτότερα (0,05 mm κατά μέσο όρο), απ' ότι στον κεραμικό καταλύτη (0,2 mm κατά μέσο όρο).
- Ο φόβος δημιουργίας τήξης (λιώσιμο) σε εμφάνιση "αιχμών θερμότητας" είναι μικρότερος, γιατί λόγω της 10πλάσιας θερμοαγωγιμότητας του μετάλλου αποβάλλεται ταχύτερα η θερμότητα στο περιβάλλον. Συνεπώς η περίπτωση βλάβης μειώνεται, ενώ αυξάνεται η διάρκεια ζωής.
- Για ίδια αντίθλιψη, αλλά μεγαλύτερο αριθμό κυψελών μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμη μεγαλύτερη καταλυτική επίδραση με αμετάβλητη την ισχύ του κινητήρα.
- Αντίστροφα, ο όγκος του καταλύτη μπορεί να μειωθεί κατά 30% περίπου σε σχέση με τον αντίστοιχο κεραμικό και να αποτελέσει μια πιο μικρή και "συμπαγή" κατασκευή, με αμετάβλητη την ισχύ του κινητήρα και την καταλυτική επίδραση.
- Η ενεργοποίηση στο μεταλλικό μονόλιθο γίνεται γρηγορότερα γιατί η ειδική θερμοχωρητικότητά του είναι περίπου η μισή απ' ότι στον κεραμικό μονόλιθο. Η θερμοκρασία λειτουργίας του καταλύτη επιτυγχάνεται συντομότερα, με αποτέλεσμα μετά την εκκίνηση να πραγματοποιείται μια καλύτερη καταλυτική επίδραση.

Πλεονεκτήματα του μεταλλικού μονόλιθου:

- Η μικρότερη αντίθλιψη.
- Η μεγαλύτερη ειδική επιφάνεια.
- Η μικρότερη και πιο συμπαγής κατασκευή.
- Η μεγαλύτερη θερμοαγωγιμότητα.
- Η χαμηλή ειδική θερμοχωρητικότητα.

Μειονεκτήματα του μεταλλικού μονόλιθου:

- Το υλικό κατασκευής του μεταλλικού μονόλιθου είναι ακριβότερο από αυτό του κεραμικού.
- Μετά τους 1100°C (θερμοκρασία που μπορεί να δημιουργηθεί από ελαττωματική λειτουργία του κινητήρα), δημιουργούνται προβλήματα, όπως αυτό της "θερμικής διάβρωσης".
- Η μηχανική αντοχή του μεταλλικού μονόλιθου είναι μικρότερη από αυτή του κεραμικού μονόλιθου. Τα μεταλλικά ελασμάτινα στρώματα μπορεί να διαχωριστούν, κάτι που δεν υπάρχει στον κεραμικό μονόλιθο.
- Η μικρή θερμοχωρητικότητά του αν και συμβάλλει στη γρήγορη ενεργοποίηση του καταλύτη, επιδρά αρνητικά στην περίπτωση "κυκλοφοριακού προβλήματος", αφού ο μεταλλικός καταλύτης ψύχεται γρηγορότερα.

#### **Δηλητηρίαση - καταστροφή του καταλύτη.**

Ανατρέχοντας στα πρότυπα ANSI-SÄE (J1145a) ως ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ του καταλύτη ορίζεται η σταδιακή μείωση της απόδοσης του (όσον αφορά την ικανότητα μετατροπής των καυσαερίων).

Η δηλητηρίαση οφείλεται στην εναπόθεση ξένων στοιχείων "όπως είναι ο μόλυβδος (Pb), ο φώσφορος (P), και το θείο (S)" πάνω στην ενεργό επιφάνεια του καταλύτη. Η δηλητηρίαση αρχίζει από την επιφάνεια και φτάνει σε βάθος 30 μm. Συγκριτικά, υπενθυμίζεται ότι το πάχος της ενδιάμεσης επίστρωσης (αλουμίνας), κυμαίνεται από 20 μm. στις εξωτερικές επιφάνειες (γωνίες), μέχρι 150 μm. στις εσωτερικές γωνίες του κεραμικού μονόλιθου (1 μικρό = 10<sup>-6</sup> mm).

Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στα λιπαντικά και τα καύσιμα. Η κατανάλωση λαδιού του κινητήρα προκαλεί το βούλωμα του καταλύτη. Το λιπαντικό επικάθεται στην μετωπική επιφάνεια του καταλύτη, αυξάνει την αντίθλιψη των καυσαερίων και μειώνει την ενεργό επιφάνεια.

Η εισαγωγή άκαυστης βενζίνης στον καταλύτη δημιουργεί σοβαρά προβλήματα καταστροφής του καταλύτη.

Λειτουργία του καταλύτη με ένα βραχυκυκλωμένο μπουζί επί 5 λεπτά είναι αρκετή για να καταστρέψει πλήρως τον καταλύτη.

### 5.3.7. Μέτρα προστασίας καταλύτη

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

Τα μέτρα αυτά είναι τα παρακάτω:

- Μη χρησιμοποιείτε άλλη βενζίνη εκτός από αμόλυβδη.
- Αν για οποιοδήποτε λόγο το αυτοκίνητο δεν παίρνει εμπρός, μην επιχειρείτε να ξεκινήσετε τον κινητήρα με την μίζα, πάνω από τρεις φορές.
- Μην πατάτε το πεντάλ του γκαζιού κατά την προθέρμανση του κινητήρα σε κρύο ξεκίνημα (σταματημένο αυτοκίνητο).
- Να κλείνεται το τσοκ του κινητήρα (αν αυτό είναι χειροκίνητο), μόλις ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί ομαλά.
- Αν μετά από πλύσιμο το αυτοκίνητο δεν παίρνει εμπρός, το πιθανότερο είναι να έχει βραχεί η ηλεκτρονική ανάφλεξη ή το καπάκι του διανομέα με τα μπουζοκαλώδια. Αφαιρέστε τις φίσεις και φουσήξτε τους ακροδέκτες της ηλεκτρονικής, διαφορετικά αφήστε τις να στεγνώσουν.
- Μην σπρώχνετε ή ρυμουλκείτε το αυτοκίνητο για να πάρει εμπρός.
- Μην σβήνετε με το κλειδί τον κινητήρα, όταν αυτός λειτουργεί σε υψηλές στροφές.
- Μη χρησιμοποιήσετε πρόσθετα καύσιμα (additives), αν δεν προτείνονται από τον κατασκευαστή του αυτοκινήτου.
- Μην οδηγείτε το αυτοκίνητο αν αυτό καίει λάδι.
- Μην ελέγχετε την ύπαρξη σπινθήρα, αφαιρώντας από κάποιο κύλινδρο το μπουζοκαλώδιο.
- Αποφεύγετε παρατεταμένες μετρήσεις συμπίεσης του κινητήρα.
- Μην παρκάρετε το αυτοκίνητο κάτω από ξερά κλαδιά και χόρτα, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος πυρκαγιάς.
- Μην λειτουργείτε τον κινητήρα, όταν το ρεζερβουάρ είναι σχεδόν άδειο. Αυτό μπορεί να προκαλέσει στον κινητήρα κακή ανάφλεξη και να δημιουργήσει ένα επιπλέον φορτίο στον καταλύτη.

## 5.4. Ανάλυση συστημάτων περιορισμού ρύπων

### 5.4.1. Εισαγωγή

Μετά τις νομοθετικές πιέσεις πολλών κρατών για την θέσπιση ορίων στις εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων, οι κατασκευαστές αναγκάστηκαν να εξελίξουν και να εξοπλίσουν τα αυτοκίνητα με διάφορα συστήματα που θα περιορίσουν τους ρύπους αυτούς.

Έτσι ξεκίνησε μια μακροχρόνια εξέλιξη πάνω στο θέμα αυτό που τελικά έπιασε τόπο, γιατί τα σημερινά αμάξια εκπέμπουν σχεδόν μηδαμινούς ρύπους σε σχέση με τα αυτοκίνητα παλαιότερης τεχνολογίας.

Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας έχει να κάνει περισσότερο στον ηλεκτρονικό έλεγχο καυσίμου – αναφλέξεως, αλλά και σε διάφορα άλλα μηχανικά συστήματα ελέγχου εκπομπών ρύπων.

Τα σημαντικότερα θα αναλυθούν παρακάτω.

### 5.4.2. Σύστημα θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου

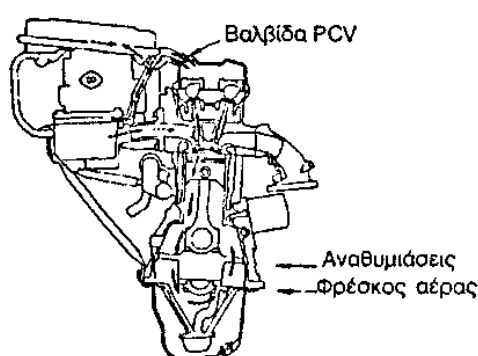
#### *Αναγκαιότητα*

Το 70 έως 80 % των αναθυμιάσεων που παρουσιάζονται στο στροφαλοθάλαμο, είναι άκαυστα αέρια (π.χ. HC), ενώ τα προϊόντα της καύσης (π.χ. υδρατμοί και διάφοροι τύποι εξεραωμένων οξέων), κάνουν το υπόλοιπο 20 έως 30 %. Όλα αυτά μπορεί να καταστρέψουν το λάδι του κινητήρα, να δημιουργήσουν λάσπη, ή να προκαλέσουν διάβρωση και οξειδωση του στροφαλοθαλάμου. Για να το εμποδιστεί αυτό να συμβεί, τα αυτοκίνητα που κατασκευάζονταν μέχρι πρόσφατα εξοπλίζονταν μ' ένα σωλήνα αέρα, ο οποίος οδηγούσε από το στροφαλοθάλαμο τα αέρια αυτά να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα. Όμως επειδή αυτό δεν επιτρέπεται σύμφωνα με τους σημερινούς ισχύοντες κανονισμούς, αυτές οι αναθυμιάσεις πρέπει να ανακυκλωθούν στο θάλαμο καύσης για να ξανακαούν.

Γενικά, η ποσότητα των αναθυμιάσεων που παράγεται, επηρεάζεται περισσότερο από την υποπίεση της πολλαπλής (π.χ. από το φορτίο στον κινητήρα), παρά από την ταχύτητα του κινητήρα. Γι' αυτό το λόγο, αν το κάλυμμα της κυλινδροκεφαλής και η πολλαπλή εισαγωγής ήταν συνδεδεμένες μ' ένα απλό σωλήνα, αυτό δεν θα ήταν μία πολύ αποτελεσματική λύση για το

πρόβλημα, επειδή η υποπίεση της πολλαπλής είναι μεγαλύτερη στα ελαφρά φορτία, όταν η ποσότητα των αναθυμιάσεων είναι μικρότερη και μεγαλύτερη στα μεγάλα φορτία, όταν η ποσότητα των αναθυμιάσεων είναι μεγάλη. Αυτό σημαίνει ότι η πολλαπλή θα ήταν ικανή να διοχετεύσει τις αναθυμιάσεις μέσα στους κυλίνδρους, όταν η ποσότητα των αναθυμιάσεων ήταν η μεγαλύτερη και αντίστροφα.

Γι' αυτό το λόγο μία βαλβίδα PCV είναι τοποθετημένη μεταξύ του στροφαλοθαλάμου (κάλυμμα κυλινδροκεφαλής) και της πολλαπλής εισαγωγής για τη μεταβολή σύμφωνα με την υποπίεση της πολλαπλής, της ποσότητας των αναθυμιάσεων που εισάγονται για καύση. Στην επόμενη εικόνα 5.34 βλέπουμε που είναι τοποθετημένη και πως λειτουργεί μια βαλβίδα PCV.



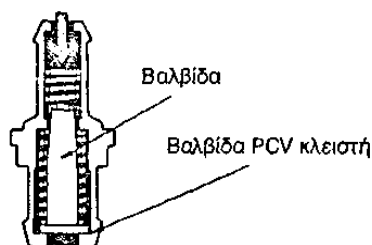
*Εικόνα 5.34 – Θέση βαλβίδας PCV.*

#### *Λειτουργία*

Η βαλβίδα PCV λειτουργεί όπως φαίνεται παρακάτω εικόνα 5.35 σύμφωνα με την κατάσταση του κινητήρα.

#### ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

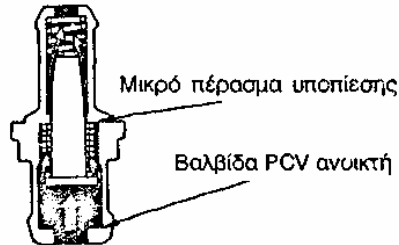
Η βαλβίδα είναι κλειστή λόγω του ίδιου του βάρους της και του βάρους του ελατηρίου.



*Εικόνα 5.35 – Θέση βαλβίδας PCV (Κλειστή). «Η επάνω πλευρά είναι της εισαγωγής, ενώ η κάτω της κυλινδροκεφαλής».*

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Ή ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ

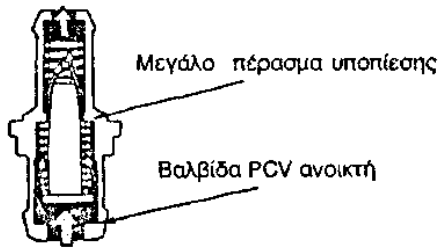
Η υποπίεση είναι δυνατή, έτσι η βαλβίδα κινείται προς τα πάνω (ανοίγει). Όμως, επειδή το πέρασμα της υποπίεσης είναι ακόμα στενό, ο όγκος των αναθυμιάσεων είναι μικρός. Στην επόμενη εικόνα 5.36 βλέπουμε πως λειτουργεί μια βαλβίδα PCV.



*Εικόνα 5.36 – Θέση βαλβίδας PCV σε λειτουργία ή επιβράδυνση.*

## ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

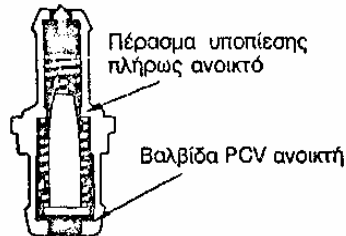
Η υποπίεση είναι κανονική, έτσι το πέρασμα υποπίεσης είναι πλήρως ανοικτό. Στην επόμενη εικόνα 5.37 βλέπουμε τη θέση που λειτουργεί μια βαλβίδα PCV υπό κανονική λειτουργία.



*Εικόνα 5.37 – Θέση βαλβίδας PCV σε κανονική λειτουργία.*

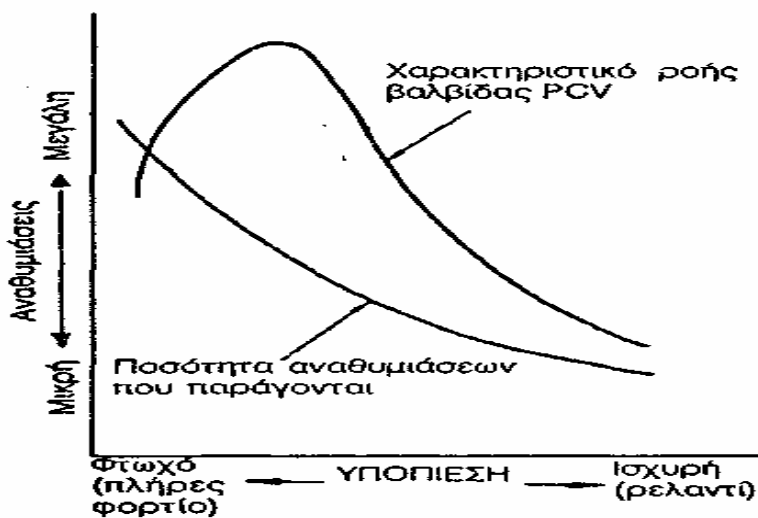
## ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΣΕ ΥΨΗΛΟ ΦΟΡΤΙΟ

Η PVC βαλβίδα ανοίγει πλήρως και το πέρασμα υποπίεσης είναι πλήρως ανοικτό. Στην επόμενη εικόνα 5.38 βλέπουμε τη θέση που λειτουργεί μια βαλβίδα PCV υπό επιτάχυνση σε υψηλό φορτίο.



*Εικόνα 5.38 – Θέση βαλβίδας PCV υπό επιτάχυνση σε υψηλό φορτίο.*

Όπως μπορεί να φανεί από την εικόνα 5.39 παρακάτω, η ποσότητα των αναθυμιάσεων που εισάγονται από τη βαλβίδα είναι μικρή σε φουλ φορτία, ακόμα και αν η ποσότητα αυτών των αερίων που στην πραγματικότητα παράγεται είναι μεγάλη. Γι' αυτό, όταν η παραγωγή των αναθυμιάσεων ξεπερνά την ικανότητα της PCV βαλβίδας να εισάγει μέσα αυτά τα αέρια, οι αναθυμιάσεις επίσης εισάγονται στον κινητήρα από το φίλτρο αέρα, διαμέσου του σωλήνα που συνδέει το φίλτρο αέρα με το κάλυμμα της κυλινδροκεφαλής.



*Εικόνα 5.39 – Σχεδιάγραμμα υποπίεσης του κινητήρα σε σχέση με τις αναθυμιάσεις που εισάγονται στην βαλβίδα.*

### 5.4.3. Σύστημα ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου (EVAP)

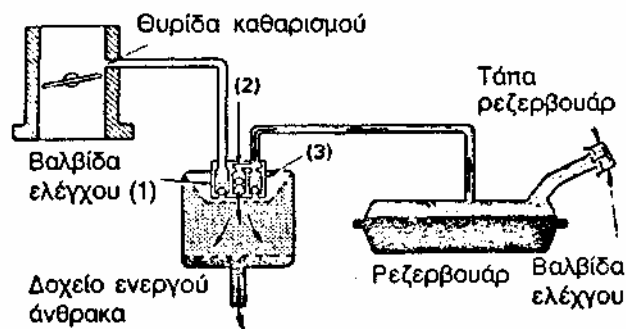
#### Αναγκαιότητα

Σ' αυτό το σύστημα ένα δοχείο ενεργού άνθρακα χρησιμοποιείται για να απορροφήσει τη βενζίνη (HC), η οποία έχει εξατμιστεί από το δοχείο καυσίμου και το θάλαμο του φλοτέρ του καρμπουρατέρ, ώστε να εμποδιστεί αυτό να διαφύγει στην ατμόσφαιρα.

#### Λειτουργία

#### ΔΙΑΤΑΞΗ 1

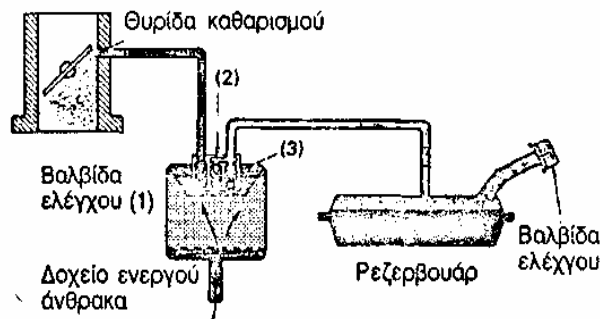
1. Όταν ο κινητήρας είναι σταματημένος, εξατμισμένη βενζίνη από το ρεζερβουάρ κατευθύνεται στο δοχείο ενεργού άνθρακα διαμέσου της βαλβίδας ελέγχου (2). Μία άλλη βαλβίδα ελέγχου (3) και η βαλβίδα ελέγχου της τάπας του ρεζερβουάρ χρησιμοποιούνται, όταν παρουσιάζεται υποπίεση (λόγω της χαμηλής εξωτερικής θερμοκρασίας κλπ.), ώστε να επιτραπεί εξωτερικός αέρας να περάσει μέσα στο ρεζερβουάρ για να εξισορροπηθεί η πίεση. Στην επόμενη εικόνα 5.40 βλέπουμε τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου σε κινήσειρα υπο στάση.



Εικόνα 5.40 – Λειτουργία συστήματος ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου σε κινήσειρα υπο στάση.



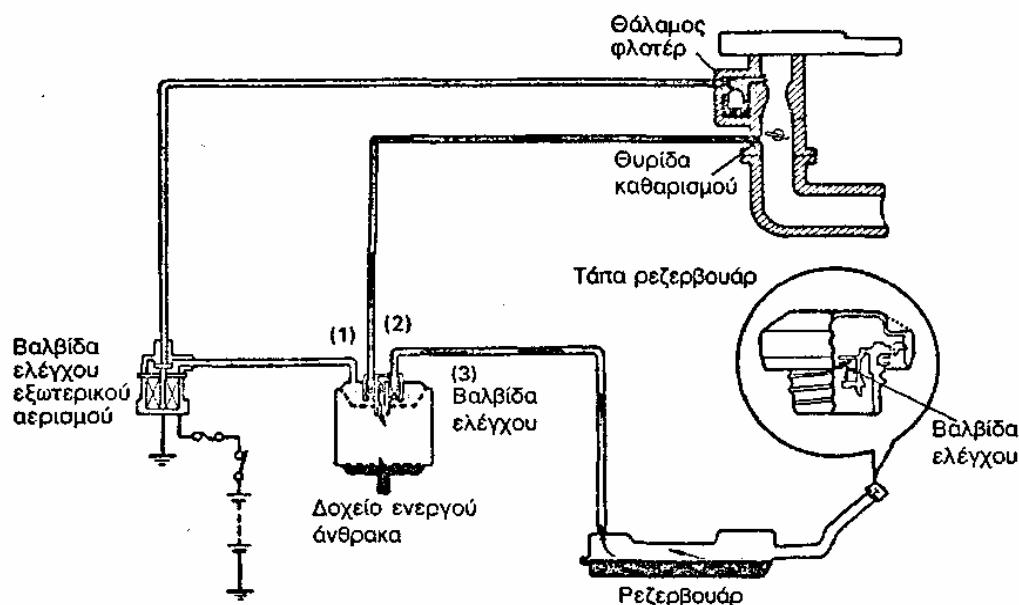
2. Όταν ο κινητήρας δουλεύει, η εξατμισμένη βενζίνη στο δοχείο ενεργού άνθρακα εισάγεται διαμέσου της θυρίδας καθαρισμού του καρμπυρατέρ, στο θάλαμο καύσης και καίγεται. Η πίεση στη θυρίδα καθαρισμού ελέγχεται από τη βαλβίδα καθαρισμού (1), έτσι ώστε να παραμένει μία πίεση αναρρόφησης, χαμηλότερη από την πίεση στη θυρίδα καθαρισμού. Σημειώστε όμως ότι αν η πεταλούδα γκαζιού είναι ανοικτή λιγότερο από 10° περίπου, η υποπίεση δεν πηγαίνει στο δοχείο ενεργού άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι η εξατμισμένη βενζίνη δεν εισάγεται από το δοχείο κατά τη λειτουργία στο ρελαντί ή κάτω από ελαφρά φορτία. Στην επόμενη εικόνα 5.41 βλέπουμε τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου σε λειτουργία του κινητήρα.



*Εικόνα 5.41 – Λειτουργία συστήματος ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου σε λειτουργία του κινητήρα.*

## ΔΙΑΤΑΞΗ 2

Το σύστημα αυτό προσθέτει μία μέθοδο υπολογισμού του προβλήματος της εξάτμισης από το θάλαμο φλοτέρ του καρμπυρατέρ, στο βασικό σύστημα. Σ' αυτό το σύστημα η βαλβίδα ελέγχου της οπής εξόδου παίζει το ρόλο ενός σωλήνα εξαερισμού για το θάλαμο του φλοτέρ. Στην επόμενη εικόνα 5.42 βλέπουμε το σύστημα ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου σε διάταξη 2.



*Εικόνα 5.42 – Λειτουργία συστήματος ελέγχου εκπομπής εξατμιζόμενου καυσίμου σε διάταξη 2.*

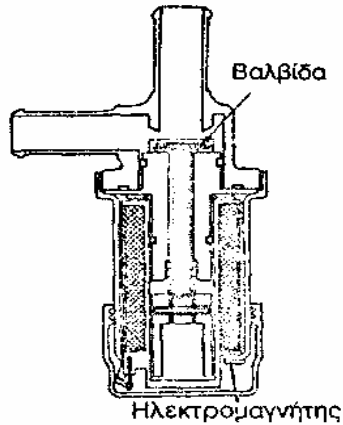
## ΔΙΑΤΑΞΗ 3

Αυτό το σύστημα είναι το ίδιο σύστημα όπως στη διάταξη 2, αλλά με VSV (βαλβίδα διακοπής υποπίεσης) που και αυτή συνεργάζεται με την ECU κλπ.

Δεν υπάρχει βαλβίδα ελέγχου στην έξοδο της θυρίδας καθαρισμού του δοχείου ενεργού άνθρακα και η θυρίδα καθαρισμού είναι τοποθετημένη κάτω από την πεταλούδα γκαζιού. Οι μηχανισμοί αυτοί λειτουργούν για να εισάγουν τους HC στην πολλαπλή εισαγωγής, όταν οι στροφές του κινητήρα έχουν σταθεροποιηθεί. Απ' εκεί και πέρα, αυτό το σύστημα είναι σχεδιασμένο να εμποδίσει μία δυνατή υποπίεση να εφαρμοστεί στο δοχείο ενεργού άνθρακα όταν το αυτοκίνητο επιβραδύνει.

### *VSV (Βαλβίδα διακοπής υποπίεσης)*

Αυτή είναι μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα η οποία ανοίγει και κλείνει τα περάσματα υποπίεσης, σύμφωνα με τη ροή ενός ηλεκτρικού ρεύματος. Στην επόμενη εικόνα 5.43 βλέπουμε την βαλβίδα διακοπής υποπίεσης.



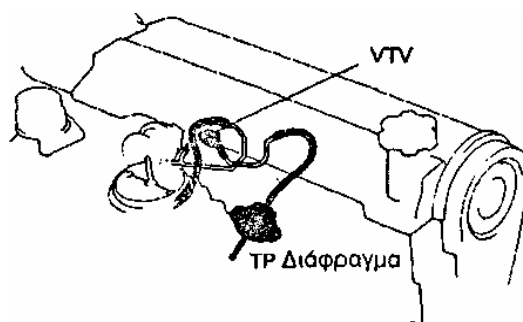
*Εικόνα 5.43 – Βαλβίδα διακοπής υποπίεσης.*

### **5.4.4. Σύστημα ρύθμισης της θέσης της πεταλούδας**

#### *Αναγκαιότητα*

Όταν το αυτοκίνητο επιβραδύνει, η πεταλούδα γκαζιού κλείνει πλήρως, αναγκάζοντας την υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγής ξαφνικά ν' αυξηθεί. Κάποια βενζίνη προσκολλάται στα τοιχώματα της πολλαπλής όπου και εξατμίζεται, κάνοντας το μίγμα αέρα καυσίμου να γίνει πολύ πλούσιο. Στον ίδιο χρόνο επειδή η συμπίεση πέφτει κατά τη διάρκεια επιβράδυνσης, η καύση γίνεται ασταθής (ατελής καύση, κακή ανάφλεξη) και η ποσότητα των HC και CO που παράγονται αυξάνεται πολύ. Για να το εμποδίσουμε αυτό, ο μηχανισμός ανοίγματος του τσοκ ανοίγει την πεταλούδα ελαφρά, περισσότερο απ' ό,τι στο ρελαντί. Αυτό αναγκάζει το μίγμα αέρα - καυσίμου να καεί πλήρως.

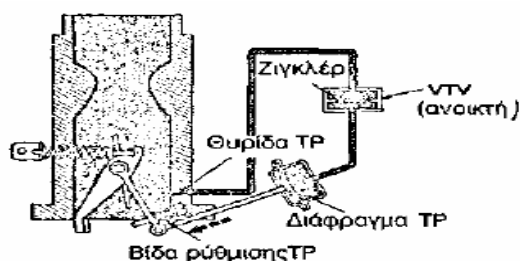
Στην επόμενη εικόνα 5.44 βλέπουμε την θέση του ρυθμιστή θέσεως πεταλούδας στον κινητήρα.



**Εικόνα 5.44** – Η θέση του ρυθμιστή θέσεως πεταλούδας στον κινητήρα.

#### Λειτουργία

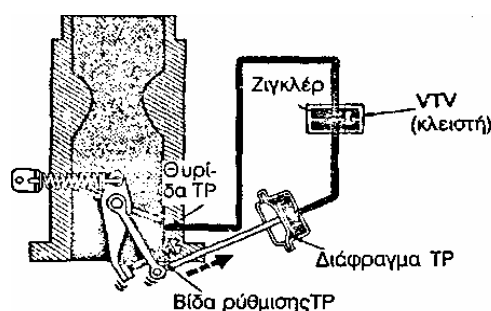
Κατά την κανονική οδήγηση δεν υπάρχει υποπίεση στη θυρίδα TP, έτσι το ελατήριο μέσα στο TP σπρώχνει το διάφραγμα προς τα αριστερά, μετακινώντας τη βίδα ρύθμισης TP προς τα αριστερά. Στην επόμενη εικόνα 5.45 βλέπουμε την λειτουργία του ρυθμιστή θέσεως πεταλούδας στον κινητήρα κατά την κανονική οδήγηση.



**Εικόνα 5.45** – Λειτουργία του ρυθμιστή θέσεως πεταλούδας στον κινητήρα κατά την κανονική οδήγηση.

Κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης, ένας μοχλός συνδεδεμένος στην πεταλούδα χτυπάει τη βίδα ρύθμισης, εμποδίζοντας την πεταλούδα να κλείσει τελείως. Τότε υποπίεση από τη θυρίδα επενεργεί στο διάφραγμα, διαμέσου ενός ζιγκλέρ, επιτρέποντας στην πεταλούδα να κλείσει βαθμηδόν.

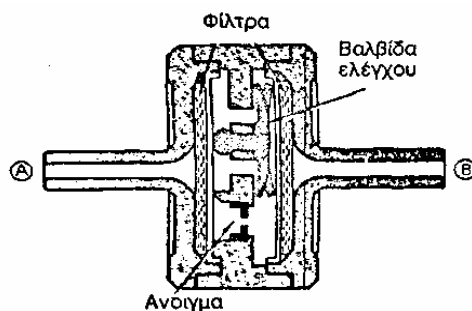
Στην επόμενη εικόνα 5.46 βλέπουμε την λειτουργία του ρυθμιστή θέσεως πεταλούδας στον κινητήρα κατά την επιβράδυνση.



*Εικόνα 5.46 – Λειτουργία του ρυθμιστή θέσεως πεταλούδας στον κινητήρα κατά την επιβράδυνση.*

#### *VTV (Βαλβίδα μεταφοράς υποπίεσης)*

Η VTV βαλβίδα είναι ένας μηχανισμός για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας της υποπίεσης, η οποία επιδρά στο μηχανισμό αβάνς κενού ή σε άλλα συστήματα που λειτουργούν με υποπίεση. Αυτή χρησιμοποιείται συχνά στα συστήματα ελέγχου εκπομπών. Επειδή η βαλβίδα ελέγχου είναι κατασκευασμένη από ελαστικό, ο αέρας μπορεί εύκολα να περάσει από το (A) στο (B), που σημαίνει ότι αν μία υποπίεση εφαρμοστεί στο (B), αυτή εύκολα μπορεί να μεταφερθεί στο (A). Όμως, επειδή ο αέρας δεν μπορεί να περάσει διαμέσου της βαλβίδα στην αντίθετη φορά (από το (B) στο (A)), αλλά μπορεί να περάσει μόνο διαμέσου του ανοίγματος, υποπίεση μεταφέρεται πολύ σιγά από το (A) στο (B). Γι' αυτό μία διαφορική -πίεση ρυθμίζεται μεταξύ (A) και (B), έτσι ώστε αν υποπίεση εφαρμοστεί στο (A), να χρειάζεται κάποιο χρόνο για τις πιέσεις να εξισορροπηθούν. Ο λόγος για αυτό είναι να καθυστερήσει η εφαρμογή της υποπίεσης. Ο χρόνος που αυτή καθυστερεί, μπορεί ν' αλλάξει αλλάζοντας τη διάμετρο του ανοίγματος: όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η καθυστέρηση και αντίστροφα. Στην επόμενη εικόνα 5.47 βλέπουμε την βαλβίδα VTV.



*Εικόνα 5.47 – Βαλβίδα VTV (μεταφοράς υποπίεσης).*

### 5.4.5. Σύστημα ελέγχου σπινθήρα (SC)

#### *Αναγκαιότητα*

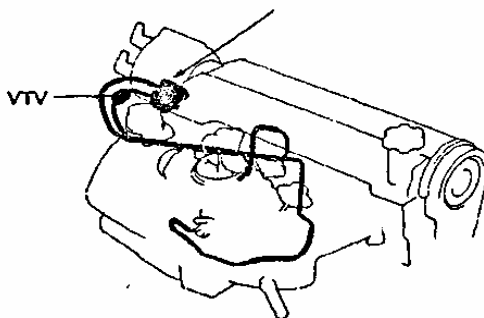
Επιβραδύνοντας το χρονισμό ανάφλεξης μειώνεται η παραγόμενη ποσότητα των NO<sub>x</sub>, χαμηλώνοντας τη μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται κατά τη διαδικασία της καύσης. Όμως επιβραδύνοντας το χρονισμό ανάφλεξης αναγκάζεται η θερμοκρασία των καυσαερίων ν' ανεβεί και αυτό όμως ενδυναμώνει τη μετάκαυση αυτών των αερίων στην πολλαπλή εξαγωγής, κατά το χρόνο της εκτόνωσης (ισχύος) και του χρόνου μετά την εξαγωγή. Αυτό μειώνει την ποσότητα των HC στα καυσαέρια. Όμως αυτό ακόμα μειώνει την απόδοση του κινητήρα και αυξάνει την κατανάλωση καυσίμου στον ίδιο χρόνο. Γι' αυτό στο SC σύστημα, υπάρχουν μερικά διαφορετικά συστήματα συμπεριλαμβανομένης της διάταξης 1: ένας μηχανισμός καθυστέρησης της προπορείας του σπινθήρα, ο οποίος χρησιμοποιεί την υποπίεση της πολλαπλής για να μειώσει την προπορεία του χρονισμού ανάφλεξης, ώστε να μειωθεί η ποσότητα των HC και NO<sub>x</sub> στην εξάτμιση και της διάταξης 2: μ' ένα μηχανισμό προπορείας κατά τη λειτουργία στο ρελαντί, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου και να βελτιωθεί η απόδοση του κινητήρα στο ρελαντί.

Μια από αυτές τις διατάξεις SC ή και οι δύο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μ' ένα ορισμένο κινητήρα. εξαρτώμενες από τα χαρακτηριστικά αυτού του κινητήρα.

#### *Λειτουργία*

#### ΔΙΑΤΑΞΗ 1

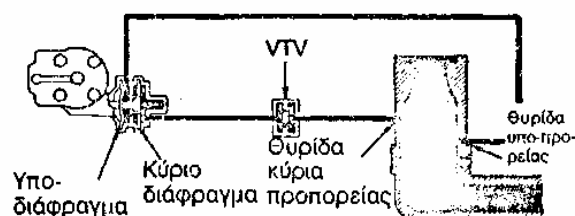
Η διάταξη αυτή χρησιμοποιεί μία VTV (βαλβίδα μεταφοράς υποπίεσης) για να επιβραδύνει τη λειτουργία του μηχανισμού αβάνς κενού. Αυτή λειτουργεί όπως φαίνεται στην εικόνα 5.48 παρακάτω:



**Εικόνα 5.48** – Διάταξη συστήματος ελέγχου σπινθήρα με βαλβίδα VTV.

Στο ρελαντί

Επειδή η πεταλούδα γκαζιού είναι πλήρως κλειστή, η υποπίεση εφαρμόζεται μόνο στη θυρίδα υποπροπορείας και το υποδιάφραγμα τραβιέται (προπορεία 5°) για να βελτιωθεί η απόδοση του κινητήρα στο ρελαντί. Στην επόμενη εικόνα 5.49 βλέπουμε την λειτουργία συστήματος στο ρελαντί.



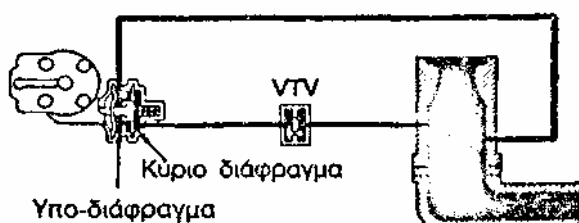
Εικόνα 5.49 – Λειτουργία συστήματος στο ρελαντί.

Σε πορεία (χαμηλή ταχύτητα αυτοκινήτου)

Όταν η πεταλούδα γκαζιού ανοίξει, η υποπίεση που εφαρμόζεται στη θυρίδα υποπροπορείας αποκόπτεται και έτσι το ελατήριο αναγκάζει το υποδιάφραγμα να επιστρέψει τελειώνοντας έτσι την προπορεία. Απ' εκεί και πέρα, η υποπίεση εφαρμόζεται στην πλευρική θυρίδα κύριας προπορείας, αλλά επειδή αυτή συνήθως δεν είναι μία ισχυρή υποπίεση, δεν υπάρχει προπορεία.

Δυνατή υποπίεση στη θυρίδα κύριας προπορείας (υψηλή ταχύτητα αυτοκινήτου)

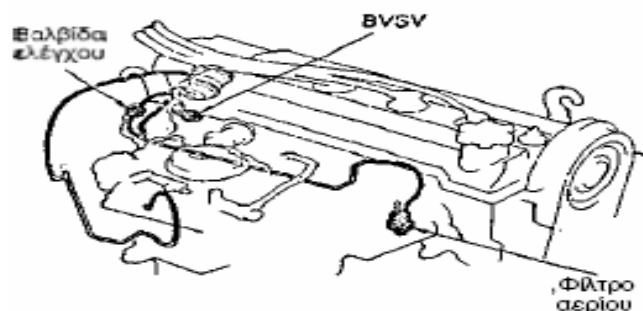
Επειδή η VTV κλείνει καθώς η υποπίεση στη θυρίδα κύριας υποπίεσης γίνεται δυνατότερη, η δύναμη της υποπίεσης από τη θύρα κύριας προπορείας, βαθμηδόν τραβάει το κύριο διάφραγμα. Αυτό επιβραδύνει τη λειτουργία του μηχανισμού αβάνς κενού. Στην επόμενη εικόνα 5.50 βλέπουμε την λειτουργία συστήματος στην υψηλή ταχύτητα.



Εικόνα 5.50 – Λειτουργία συστήματος στην υψηλή ταχύτητα.

## ΔΙΑΤΑΞΗ 2

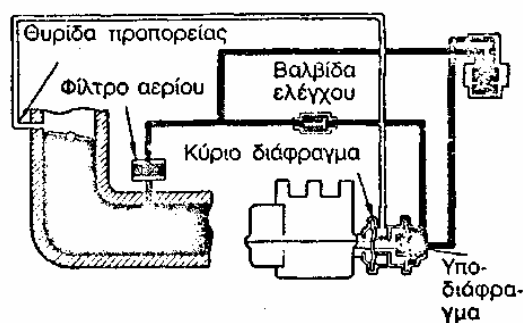
Αυτή η διάταξη χρησιμοποιεί μία BVSV (διμεταλλική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης) και μία βαλβίδα ελέγχου, ώστε να βελτιώσει την κρύα λειτουργία του κινητήρα. Στην επόμενη εικόνα 5.51 βλέπουμε την διάταξη της BVSV.



*Εικόνα 5.51 – Διάταξη με βαλβίδα διακοπής υποπίεσης. (BVSV)*

**Θερμοκρασία ψυκτικού υγρού κάτω από 30 °C (86°F).**

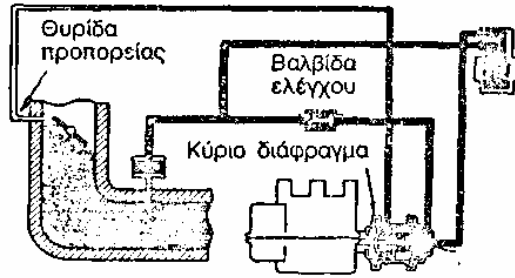
1) Το άνοιγμα της πεταλούδας κάτω από τη θυρίδα προπορείας. Στην επόμενη εικόνα 5.52 βλέπουμε την λειτουργία της.



*Εικόνα 5.52 – Άνοιγμα της πεταλούδας κάτω από τη θυρίδα προπορείας για θερμοκρασία ψυκτικού υγρού κάτω από 30 °C.*

2) Το άνοιγμα της πεταλούδας πάνω από τη θυρίδα προπορείας. Σ' αυτή την κατάσταση ακόμα και κάτω από πλήρες φορτίο, η υποπίεση στο θάλαμο υποδιαφράγματος, κρατιέται στο δυνατότερο σημείο της από τη βαλβίδα ελέγχου, έτσι ο χρονισμός δεν επιβραδύνεται.





*Εικόνα 5.53 – Άνοιγμα της πεταλούδας πάνω από τη θυρίδα προπορείας για θερμοκρασία ψυκτικού υγρού κάτω από 30 °C.*

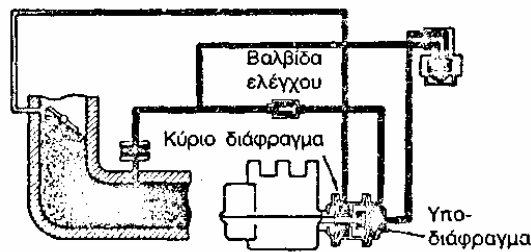
**Θερμοκρασία ψυκτικού υγρού πάνω από 54°C (129°F).**

1) Το άνοιγμα της πεταλούδας κάτω από τη θυρίδα προπορείας



*Εικόνα 5.54 – Άνοιγμα της πεταλούδας κάτω από τη θυρίδα προπορείας για θερμοκρασία ψυκτικού υγρού πάνω από 54 °C.*

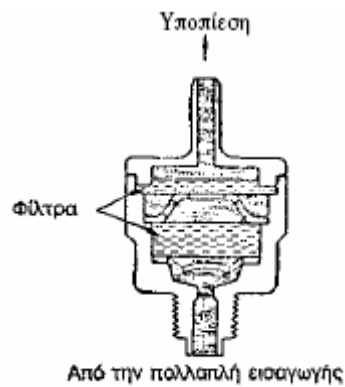
2) Το άνοιγμα της πεταλούδας πάνω από τη θυρίδα προπορείας



*Εικόνα 5.55 – Άνοιγμα της πεταλούδας πάνω από τη θυρίδα προπορείας για θερμοκρασία ψυκτικού υγρού πάνω από 54 °C.*

### Φίλτρο αερίου

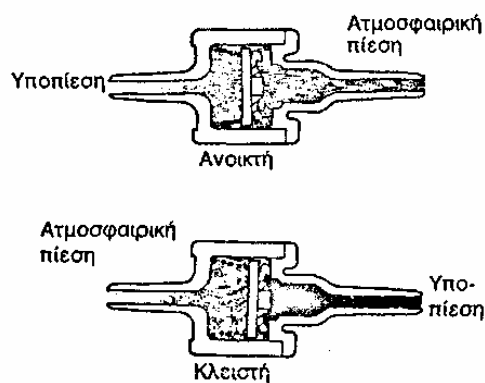
Ένα φίλτρο αερίου προβλέπεται στο σημείο όπου λαμβάνεται υποπίεση από την πολλαπλή εισαγωγή. Το φίλτρο αυτό εμποδίζει τα σωματίδια άνθρακα, βενζίνης κλπ., από το να εισαχθούν στους διάφορους μηχανισμούς ελέγχου του συστήματος ελέγχου εκπομπών. Στην επόμενη εικόνα 5.56 βλέπουμε αυτό το φίλτρο.



Εικόνα 5.56 – Φίλτρο αερίου.

### Βαλβίδα ελέγχου

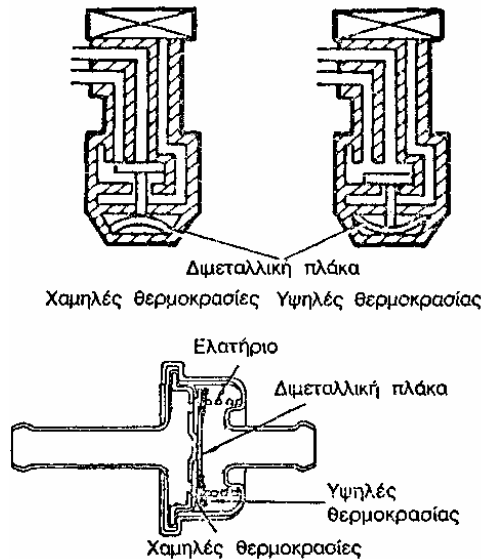
Η βαλβίδα ελέγχου επιτρέπει τη ροή αερίου σε μία μόνο κατεύθυνση, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα 5.57.



Εικόνα 5.57 – Βαλβίδα ελέγχου.

### *BVSV (Διμεταλλική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης)*

Αυτή είναι μία βαλβίδα διακοπής υποπίεσης η οποία λειτουργεί από μία διμεταλλική πλάκα, η οποία σύμφωνα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ανοίγει ή κλείνει τα περάσματα υποπίεσης. Στην επόμενη εικόνα 5.58 βλέπουμε αυτή την διμεταλλική βαλβίδα.

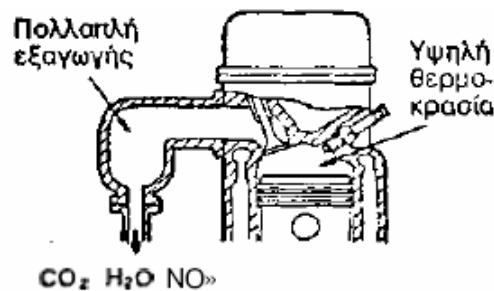


*Εικόνα 5.58 – Διμεταλλική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης.*

### **5.4.6. Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (EGR)**

#### *Αναγκαιότητα*

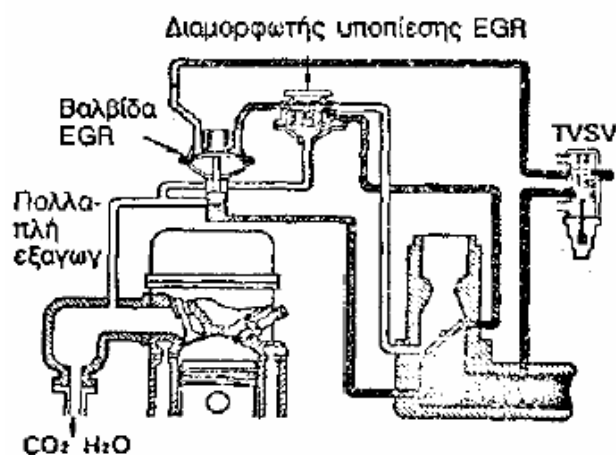
Το σύστημα EGR χρησιμοποιείται για να μειωθεί η ποσότητα των NOx στα καυσαέρια. Όπως εξηγήθηκε προηγούμενα, η παραγωγή των NOx αυξάνει καθώς η θερμοκρασία μέσα στο θάλαμο καύσης αυξάνει, λόγω επιτάχυνσης ή βαρύ φορτίου στον κινητήρα, επειδή υψηλές θερμοκρασίες βοηθούν το άζωτο και το οξυγόνο στον αέρα να ενωθούν.



*Εικόνα 5.59 – Κινητήρας χωρίς σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων.*

Γι' αυτό ο καλύτερος τρόπος να μειωθεί η παραγωγή των NOx είναι να κρατηθεί χαμηλά η θερμοκρασία στο θάλαμο καύσης.

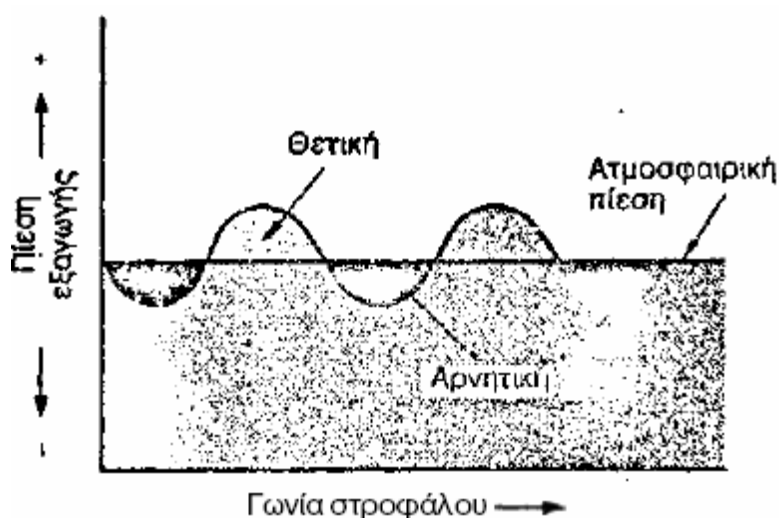
Τα καυσαέρια αποτελούνται κυρίως από διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και υδρατμούς (H<sub>2</sub>O), τα οποία είναι αδρανή αέρια και δεν αντιδρούν με τ' οξυγόνο. Το σύστημα EGR τα ανακυκλώνει διαμέσου της πολλαπλής εισαγωγής, ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η καύση. Όταν το μίγμα αέρα - καυσίμου και τα καυσαέρια αναμιγνύονται μαζί, η αναλογία του καυσίμου στο μίγμα αέρα - καυσίμου φυσικά πέφτει (το μίγμα γίνεται φτωχότερο) και επιπρόσθετα κάποιο μέρος της παραγόμενης θερμότητας από την καύση του μίγματος απομακρύνεται από τα καυσαέρια. Γι' αυτό η μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται στο θάλαμο καύσης πέφτει, μειώνοντας την ποσότητα των παραγόμενων NOx.



*Εικόνα 5.60 – Κινητήρας με σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων.*

Στο σύστημα EGR, η ποσότητα των καυσαερίων που ανακυκλώνονται ελέγχεται από το διαμορφωτή υποπίεσης EGR. Αυτό είναι απαραίτητο επειδή η πίεση στην πολλαπλή εξαγωγής διαφέρει σε μερικά mmHg πάνω και κάτω, από την ατμοσφαιρική πίεση. (Αυτές οι αυξομειώσεις «διακυμάνσεις» ονομάζονται "παλμοί").

Στην επόμενη εικόνα 5.61 βλέπουμε τις διακυμάνσεις σε διάγραμμα πίεσης εξαγωγής σε συνάρτηση με τη γωνία στροφάλου.

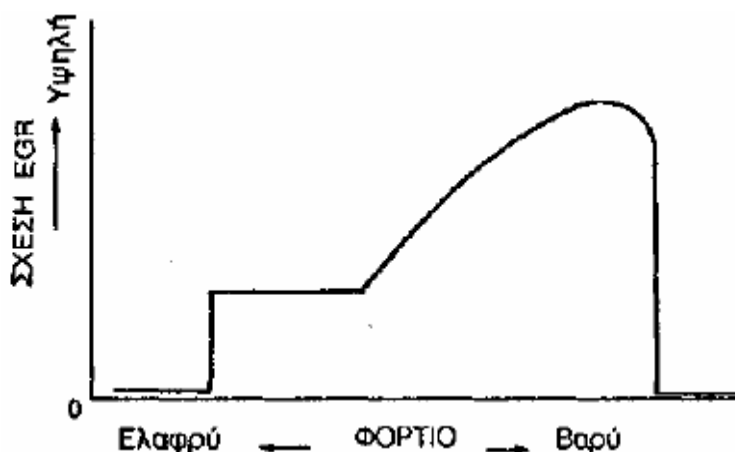


*Εικόνα 5.61 – Διακυμάνσεις στην πίεση της εξαγωγής.*

Στον ίδιο χρόνο η πίεση εισαγωγής είναι υψηλή, όταν το φορτίο στον κινητήρα είναι μικρό. Γι' αυτό αν η ποσότητα των καυσαερίων που ανακυκλώνονται από το σύστημα EGR δεν ελέγχεται, περισσότερα καυσαέρια από τα απαιτούμενα που θ' ανακυκλωθούν λόγω της υψηλής πίεσης πολλαπλής, όταν το φορτίο στον κινητήρα είναι μικρό. Αυτό θ' αναγκάσει τον κινητήρα να λειτουργεί λανθασμένα. Από εκεί και πέρα δεν υπάρχει σχεδόν ανάγκη το σύστημα EGR να λειτουργεί όταν το φορτίο του κινητήρα είναι μικρό, επειδή περισσότερα NOx παράγονται σε μεγάλα φορτία.

Για τους παραπάνω λόγους, ένας διαμορφωτής υποπίεσης EGR χρειάζεται για να περιορίσει την ποσότητα των καυσαερίων, τα οποία ανακυκλώνονται όταν το φορτίο είναι μικρό. Η αναλογία των καυσαερίων που παρουσιάζονται στο μίγμα αέρα - καυσίμου, ονομάζεται "σχέση EGR"\*. Η σχέση μεταξύ αυτής και του φορτίου στον κινητήρα, φαίνεται στο σχεδιάγραμμα παρακάτω.

Στην παρακάτω εικόνα 5.62 βλέπουμε τις σχέσεις EGR και φορτίου κινητήρα.



Εικόνα 5.62 – Σχέσεις EGR και φορτίου κινητήρα.

Επειδή η παραγωγή NOx είναι χαμηλή όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή, δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί το σύστημα EGR αυτή τη στιγμή. Γι' αυτό, επειδή η χρήση του EGR κατεβάζει την απόδοση του αυτοκινήτου, το EGR διακόπτεται αυτόματα την ίδια στιγμή από την TVSV.

\* Μία μικρή σχέση EGR είναι μία σχέση στην οποία δεν υπάρχουν πολλά ανακυκλούμενα καυσαέρια στο μίγμα αέρα καυσίμου. Μία μεγάλη σχέση EGR, είναι μία σχέση στην οποία υπάρχουν πολλά ανακυκλούμενα καυσαέρια

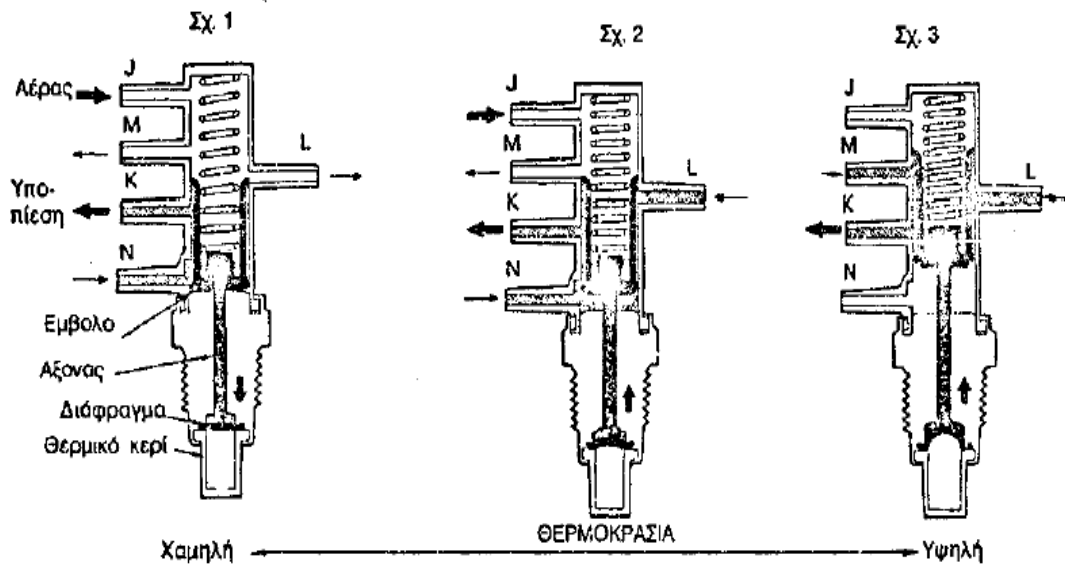
TVSV (Θερμοστατική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης).

Η βαλβίδα TVSV είναι ένας μηχανισμός που διακόπτει την υποπίεση από ένα κύκλωμα σ' ένα άλλο, σύμφωνα με τη θερμοκρασία του ψυκτικού. Λειτουργεί ακόλουθα:

1. Όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι χαμηλή, το θερμικό κερί συστέλλεται, επιτρέποντας στο ελατήριο να σπρώξει το έμβολο προς τα κάτω όλη τη διαδρομή, διαμέσου του άξονα (βλ. Εικ. 5.63 σχ. 1). Γι' αυτό η υποπίεση εφαρμόζεται στη θυρίδα Κ, ενώ ο αέρας εφαρμόζεται στη θυρίδα J. Γι' αυτό το λόγο, η υποπίεση επίσης εφαρμόζεται στη θυρίδα Ν, την ίδια στιγμή ενώ ο αέρας εφαρμόζεται στις υπόλοιπες δύο θυρίδες Μ και L.
2. Καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται το θερμικό κερί διαστέλλεται σπρώχνοντας το

έμβολο πάνω. Αυτό επιτρέπει να εφαρμοστεί υποπίεση στις θυρίδες L και N (βλ. *Εικ.5.63 σχ. 2*).

- Καθώς η θερμοκρασία αυξάνει παραπάνω, το έμβολο σπρώχνεται πάνω ακόμα υψηλότερα. Η υποπίεση σταματά να εφαρμόζεται στη θυρίδα M και εφαρμόζεται στις θυρίδες L και M κατά περίπτωση (βλ. *Εικ.5.63 σχ. 3*).



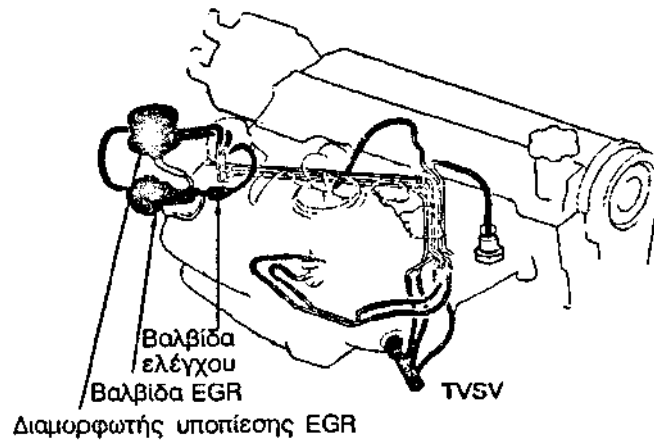
*Εικόνα 5.63 – TVSV (Θερμοστατική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης).*

*Λειτουργία*

## ΔΙΑΤΑΞΗ 1

Εδώ θα εξηγήσουμε το συνηθισμένο σύστημα EGR τύπου πολλαπλής, που χρησιμοποιείται σε κινητήρες με καρμπυρατέρ.

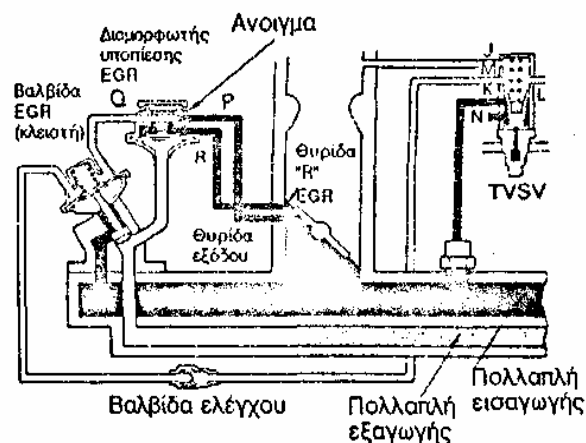
Στην επόμενη εικόνα 5.64 ένα κοινό σύστημα EGR.



Εικόνα 5.64 – Συνηθισμένο σύστημα EGR.

Κρύος κινητήρας (θερμοκρασία ψυκτικού κάτω από 50°C [122°F]).

Όταν είναι κρύος ο κινητήρας, οι θυρίδες J και M της TVSV συνδέονται, έτσι ο αέρας είναι δυνατόν να ρέει από το J στο M διαμέσου της TVSV. Σαν αποτέλεσμα, ο ατμοσφαιρικός αέρας εισάγεται από τη θυρίδα J της TVSV διαμέσου της θυρίδας M και της βαλβίδας ελέγχου, στην κορυφή της βαλβίδας EGR σπρώχνοντας την να παραμείνει κλειστή. Στην επόμενη εικόνα 5.65 τη διάταξη του συστήματος EGR σε κρύο κινητήρα.



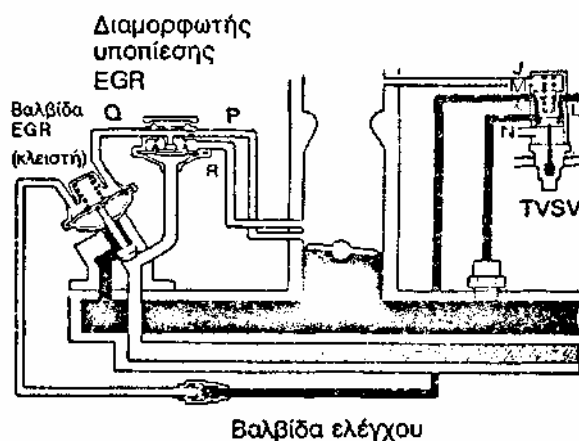
Εικόνα 5.65 – Διάταξη συστήματος EGR (Θέση βαλβίδας EGR κλειστή σε κρύο κινητήρα).



## Ζεστός κινητήρας

### 1) ΠΙΕΤΑΛΟΥΔΑ ΠΛΗΡΩΣ ΚΛΕΙΣΤΗ : ΡΕΛΑΝΤΙ

Στο χρόνο αυτό η υποπίεση πολλαπλής δεν περνάει διαμέσου των θυρίδων EGR και \*R" EGR και δεν επενεργεί στη βαλβίδα EGR. Γι' αυτό η βαλβίδα παραμένει κλειστή και τα καυσαέρια δεν ανακυκλώνονται. Απ' εκεί και πέρα, επειδή ο κινητήρας είναι ζεστός (η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού είναι πάνω από 56°C [133°F]), οι θυρίδες K και M της TVSV συνδέονται και η υποπίεση πολλαπλής εφαρμόζεται στη βαλβίδα ελέγχου. Στην επόμενη εικόνα 5.66 βλέπουμε τη διάταξη του συστήματος EGR σε ζεστό κινητήρα.



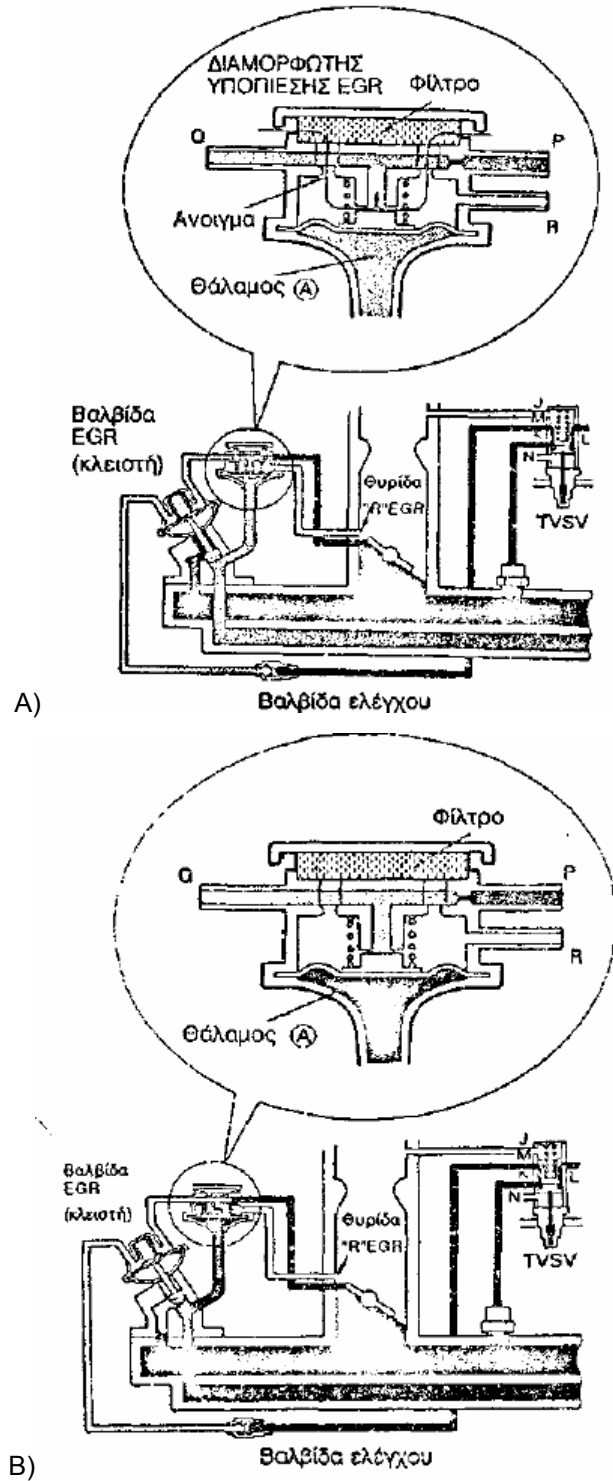
*Εικόνα 5.66 – Διάταξη συστήματος EGR (Θέση βαλβίδας EGR κλειστή σε ρελαντί).*

### 2) ΠΙΕΤΑΛΟΥΔΑ ΜΕΤΑΞΥ ΘΥΡΙΔΩΝ EGR και "R" EGR.

Στο χρόνο αυτό, η δύναμη της υποπίεσης επενεργεί στην βαλβίδα EGR και ρυθμίζεται από τον διαμορφωτή υποπίεσης EGR σύμφωνα με το φορτίο και την ακόλουθη σειρά: υποπίεση από τη θυρίδα EGR επενεργεί στη θυρίδα P του διαμορφωτή υποπίεσης EGR, ενώ η πίεση εξαγωγής ενεργεί στο θάλαμο (A).

Όταν το φορτίο είναι μικρό, η υποπίεση είναι δυνατή και η πίεση των καυσαερίων είναι μικρή. Στο χρόνο αυτό ο αέρας αφού περάσει μέσα από το φίλτρο, εισάγεται στο διαμορφωτή υποπίεσης EGR, μεταξύ των θυρίδων P και Q αναγκάζοντας τη δύναμη της υποπίεσης που επενεργεί στη βαλβίδα EGR να πέσει. Όταν το φορτίο είναι μεγάλο πραγματοποιείται η αντίθετη διαδικασία, ο αέρας δεν εισάγεται πλέον στον διαμορφωτή μεταξύ των θυρίδων P και Q και η δύναμη της υποπίεσης που επενεργεί στη βαλβίδα EGR αυξάνει. Η υποπίεση επενεργεί στη βαλβίδα EGR και έτσι το άνοιγμα αυτής της βαλβίδας παραμένει σχεδόν

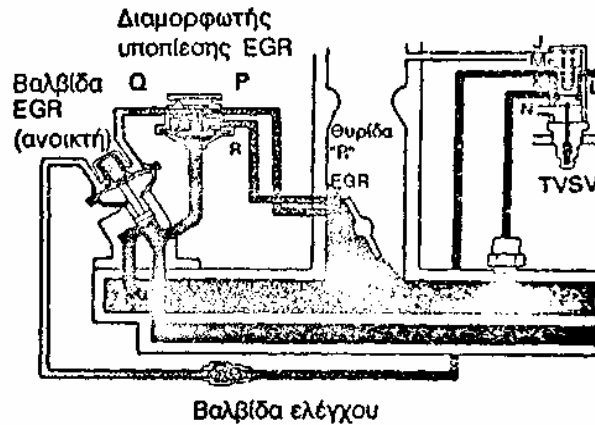
σταθερό, ανεξάρτητο από τη δύναμη της υποπίεσης, από τη θυρίδα EGR. Αυτό εξασφαλίζει ότι η ποσότητα των καυσαερίων που ανακυκλώνεται παραμένει, μία σταθερή αναλογία σύμφωνα με τη λειτουργία του ανοίγματος στη βαλβίδα EGR. Στην επόμενη εικόνα 5.67 βλέπουμε τη διάταξη του συστήματος EGR σε ζεστό κινητήρα.



Εικόνα 5.67 – Διάταξη συστήματος με κλειστή βαλβίδα EGR. A) Για μικρό φορτίο, B) Για μεγάλο φορτίο.

### 3) ΘΥΡΙΔΑ 'R' EGR ΑΝΟΙΚΤΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ.

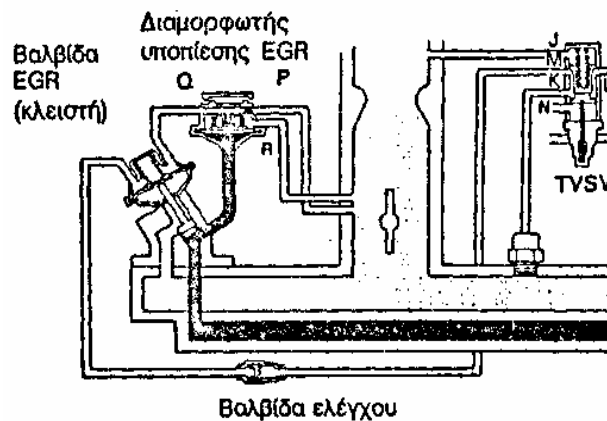
Στο χρόνο αυτό υποπίεση από τη θυρίδα "R" EGR επενεργεί στη θυρίδα R του διαμορφωτή. Η δύναμη της υποπίεσης που επενεργεί στη βαλβίδα EGR αυξάνει, μεγαλώνοντας το άνοιγμα αυτής της βαλβίδας και έτσι την ποσότητα των καυσαερίων που ανακυκλώνεται.



Εικόνα 5.68 – Διάταξη συστήματος με ανοικτή βαλβίδα EGR από την πεταλούδα.

### 4) ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΠΛΗΡΩΣ ΑΝΟΙΚΤΗ.

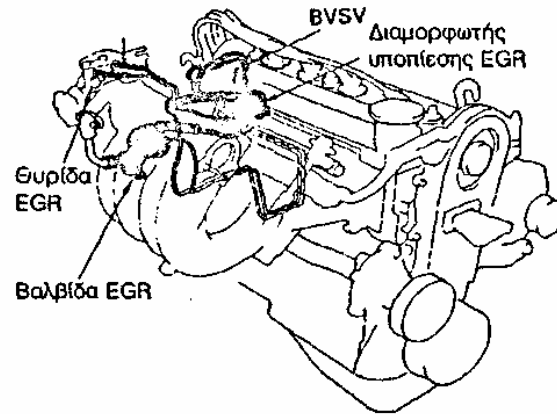
70 mmHg ή περισσότερη υποπίεση χρειάζεται για ν' ανοίξει η βαλβίδα EGR. Γι' αυτό το λόγο όταν υπάρχει ένα βαρύ φορτίο (και η υποπίεση είναι κάτω από 70 mmHg), τα καυσαέρια δεν ανακυκλώνονται.



Εικόνα 5.69 – Διάταξη συστήματος με κλειστή βαλβίδα EGR με την πεταλούδα πλήρως ανοικτή.

## ΔΙΑΤΑΞΗ 2

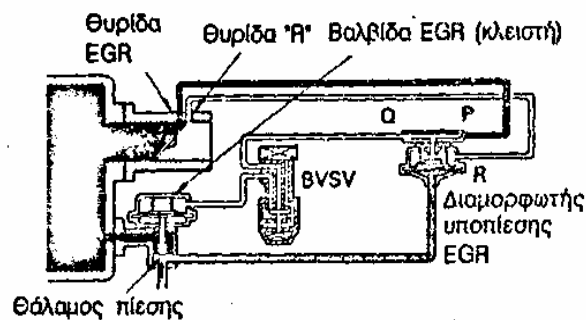
Εδώ θα εξηγήσουμε μία άλλη πιθανή διάταξη για το σύστημα EGR, που χρησιμοποιούν οι κινητήρες EFI.



*Εικόνα 5.70 – Συνηθισμένο σύστημα EGR σε κινητήρες EFI.*

Η λειτουργία του συστήματος EGR είναι βασικά ίδια όπως αυτή που εξηγήθηκε στην “Διάταξη 1”. Η διαφορά είναι στ’ ότι η BSVS χρησιμοποιείται στη θέση της TVSV.

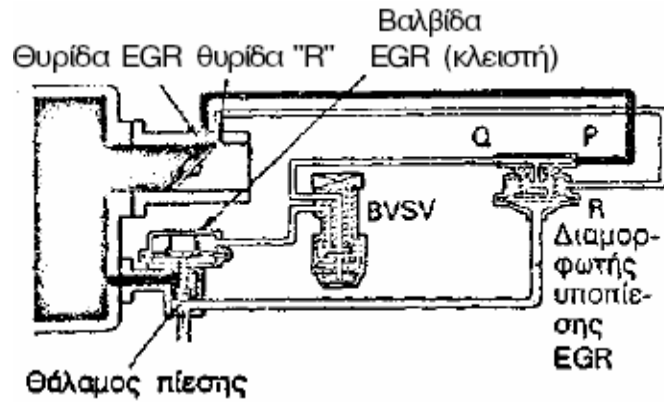
*Κρύος κινητήρας (θερμοκρασία ψυκτικού κάτω από 35°C [95°F]).*



*Εικόνα 5.71 – Διάταξη συστήματος EGR με βαλβίδα BSVS για κρύο κινητήρα.*

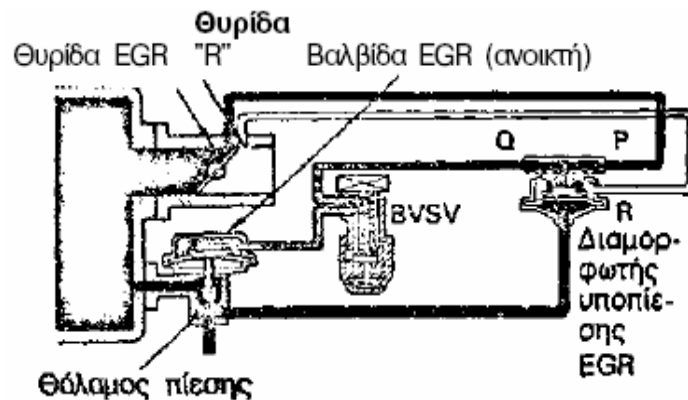
Πεταλούδα μεταξύ θυρίδων EGR και 'R' EGR (θερμοκρασία ψυκτικού πάνω από 50°C [122°F]).

1) ΜΙΚΡΟ ΦΟΡΤΙΟ (η πίεση στο θάλαμο πίεσης της βαλβίδας EGR χαμηλή).



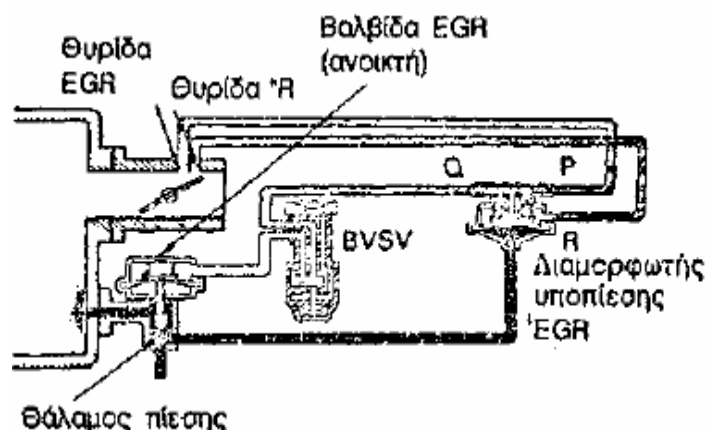
Εικόνα 5.72 – Διάταξη συστήματος EGR με βαλβίδα BVSV για μικρό φορτίο.

2) ΥΨΗΛΟ ΦΟΡΤΙΟ (η πίεση στο θάλαμο πίεσης της βαλβίδας EGR υψηλή).



Εικόνα 5.73 – Διάταξη συστήματος EGR με βαλβίδα BVSV για υψηλό φορτίο.

3) ΑΝΟΙΓΜΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ πάνω από τη θυρίδα "R" EGR.



*Εικόνα 5.74 – Διάταξη συστήματος EGR με βαλβίδα BSVS με άνοιγμα πεταλούδας πάνω από τη θυρίδα "R" EGR.*

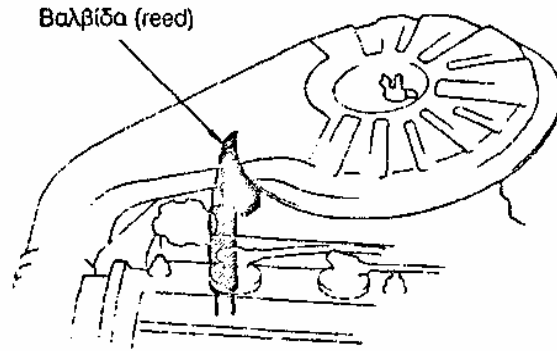
#### 5.4.7. Συστήματα αναρρόφησης αέρα (AS) & Συστήματα έγχυσης αέρα (AI)

*Αναγκαιότητα*

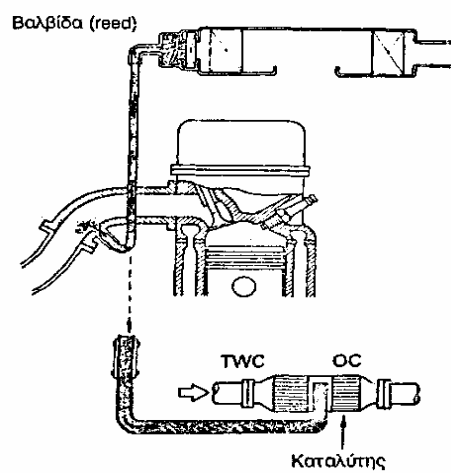
Αν ο αέρας διοχετευθεί στην πολλαπλή εξαγωγής και αν τα καυσαέρια είναι αρκετά ζεστά, αυτά θα ξανακαούν (επανοξειδωση) πριν εξαχθούν στην ατμόσφαιρα και το CO και οι HC που παρουσιάζονται σ' αυτά τα αέρια θα μετατραπούν στους μη ρυπαντές CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Υπάρχουν δύο μέθοδοι για να πραγματοποιηθεί αυτό : Η μέθοδος αναρρόφησης αέρα (AS) και η μέθοδος έγχυσης (ψεκασμού) αέρα (AI).

*Σύστημα αναρρόφησης αέρα (AS)*

Η μέθοδος AS χρησιμοποιεί τους παλμούς των καυσαερίων π.χ. κανονικές ξαφνικές αλλαγές στην πίεση της εξαγωγής: για ν' ανοίξει και να κλείσει μία (reed) βαλβίδα εισαγωγής αέρα μέσα στην πολλαπλή εξαγωγής, σε μικρά "σκασίματα". Η ποσότητα του αέρα που μπορεί να διοχετευθεί μέσα στην πολλαπλή εξαγωγής χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο είναι μικρή σε σύγκριση με τη μέθοδο AI, έτσι ώστε η μέθοδος AS να μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο με συγκριτικά μικρούς κινητήρες.



*Εικόνα 5.75 – Θέση βαλβίδας «reed» στο σύστημα εισαγωγής.*



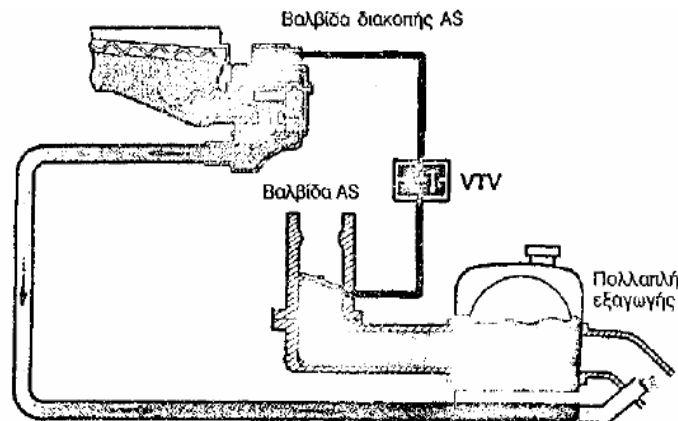
*Εικόνα 5.76 – Σύστημα αναρρόφησης αέρα.*

Επίσης, σε μερικά συστήματα AS ένας μηχανισμός προβλέπεται για να εμποδίσει τον αέρα να παρέχεται, ενώ ο κινητήρας επιβραδύνει ή όταν αυτός είναι κρύος. Κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης και όταν η θερμοκρασία ψυκτικού υγρού είναι χαμηλή, το μίγμα αέρα - καυσίμου είναι πολύ πλούσιο και υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του καταλύτη ή μπορεί να συμβεί μετάκαυση.

#### *Λειτουργία*

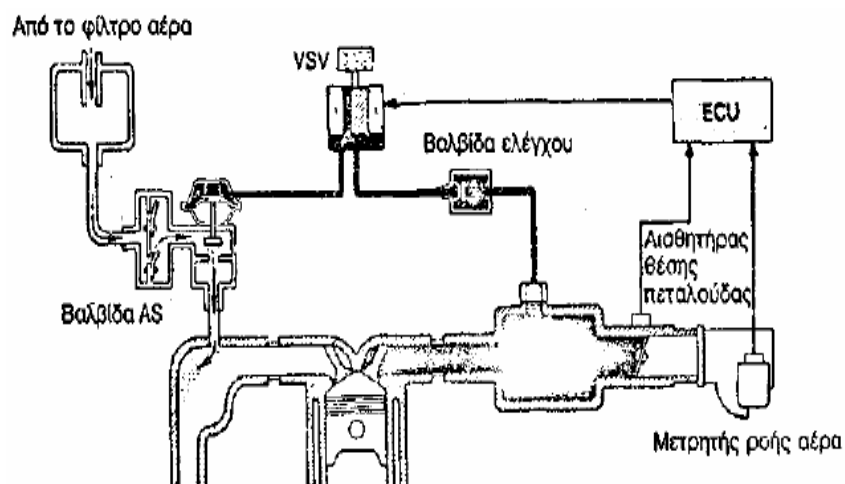
Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων AS και αυτά χωρίζονται ανάλογα με τις διατάξεις τους:

## ΔΙΑΤΑΞΗ 1



*Εικόνα 5.77 – Σύστημα αναρρόφησης αέρα AS με βαλβίδα VTV.*

## ΔΙΑΤΑΞΗ 2



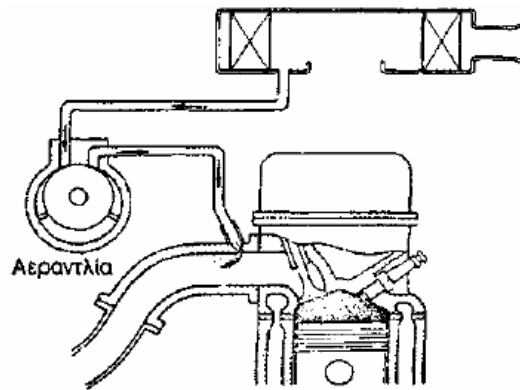
*Εικόνα 5.78 – Σύστημα αναρρόφησης αέρα AS με βαλβίδα VSV με την βοήθεια της ηλεκτρονικής μονάδας.*

### *Σύστημα έγχυσης αέρα (AI)*

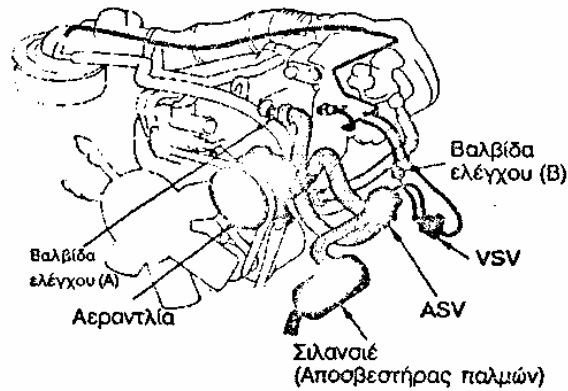
Στη μέθοδο AI, μία αεραντλία η οποία συνήθως κινείται από ένα μίαντα, σπρώχνει αέρα μέσα στην πολλαπλή εξαγωγής. Η μέθοδος αυτή μπορεί να παρέχει αρκετό αέρα για μετάκαυση, αλλά ένα μέρος από την απόδοση του κινητήρα θα χρησιμοποιηθεί για την κίνηση της αεραντλίας. Για το λόγο αυτό και λόγω της εξέλιξης του EFI, του τριδοκικού καταλυτικού μετατροπέα και άλλων τέτοιων μετρήσεων, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται περιορισμένα προς το παρόν.



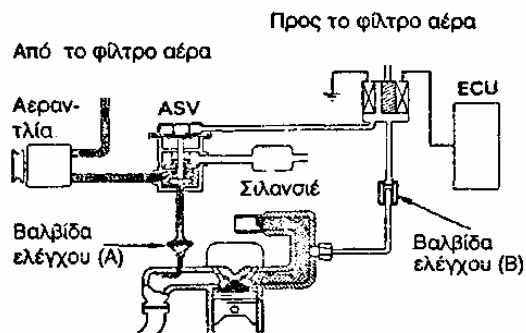
Λειτουργία



Εικόνα 5.79 – Σύστημα έγχυσης αέρα AI.



Εικόνα 5.80 – Θέση εξαρτημάτων συστήματος έγχυσης αέρα AI.

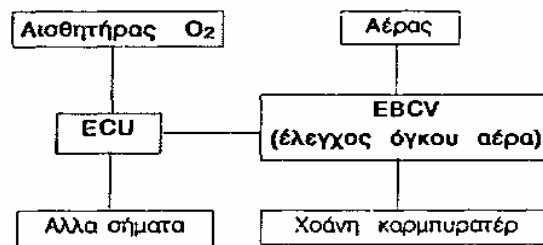


Εικόνα 5.81 – Διάταξη συστήματος έγχυσης αέρα AI.

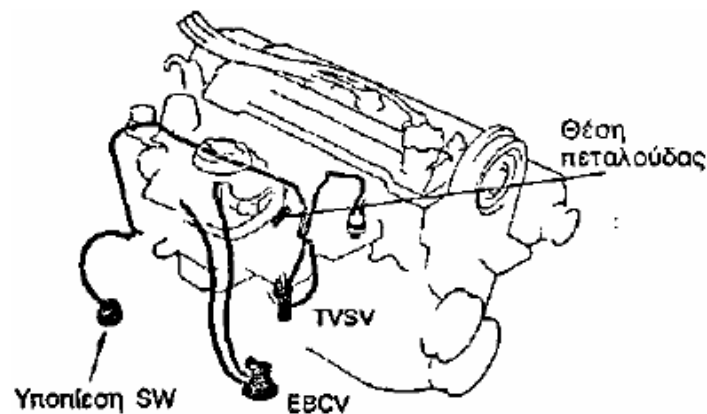
## 5.4.8. Σύστημα ανατροφοδότησης καρμπυρατέρ

### Αναγκαιότητα

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται μαζί με σύστημα TWC (τριοδικός καταλύτης). Τα βασικά μέρη αυτού του συστήματος είναι ο αισθητήρας οξυγόνου ( $O_2$ ), η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU -εγκέφαλος) και EBCV (ηλεκτρονική βαλβίδα ελέγχου αέρα). Μέσω ενός σήματος από τον αισθητήρα  $O_2$ , ο εισερχόμενος όγκος αέρα από το καρμπυρατέρ ελέγχεται, ώστε να παραμείνει στο βέλτιστο μίγμα αέρα - καυσίμου, σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνθήκες οδήγησης, μειώνοντας έτσι τα HC, CO και NOx. Ακόμα αυτό βελτιώνει την ικανότητα οδήγησης και την κατανάλωση καυσίμου.

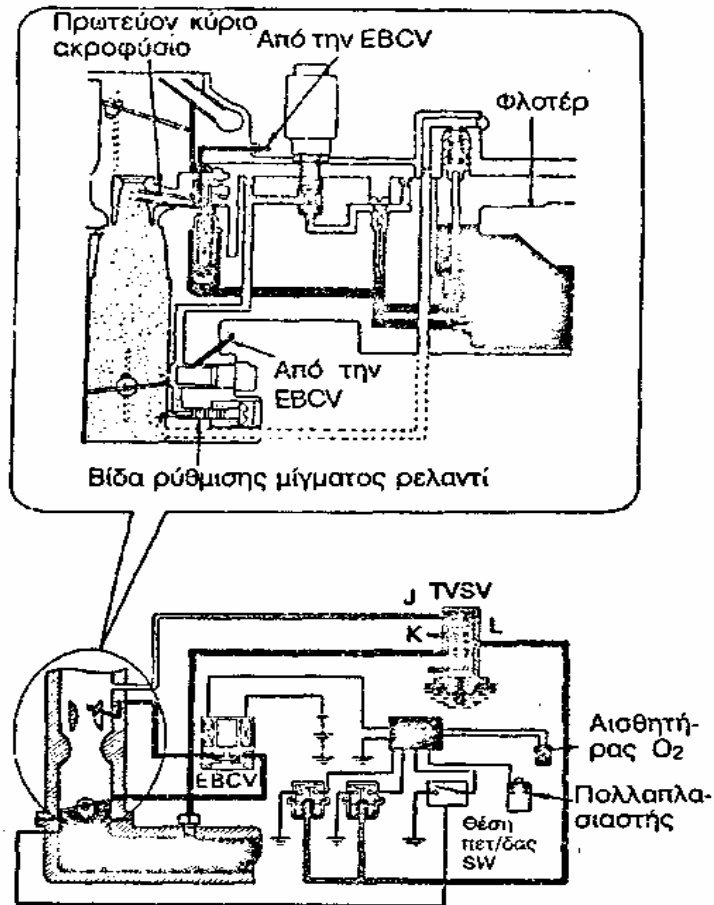


### Λειτουργία



Εικόνα 5.82 – Θέση εξαρτημάτων συστήματος ανατροφοδότησης καρμπυρατέρ στον κινητήρα.

ΚΑΤΩ ΑΠΟ 7 °C (45 °F)



Εικόνα 5.83 – Λειτουργία του συστήματος σε θερμοκρασία κάτω των 7 °C (45 °F).



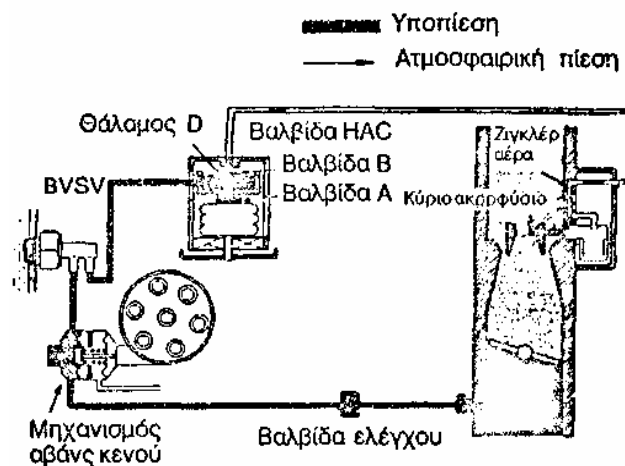
### 5.4.9. Σύστημα αντιστάθμισης μεγάλου υψομέτρου (HAC)

#### Αναγκαιότητα

Σε ορεινές περιοχές και άλλους χώρους με μεγάλο υψόμετρο, ο αέρας είναι αραιός και η ποσότητα οξυγόνου που εισάγεται στους κυλίνδρους είναι μικρή. Αυτό αναγκάζει τη σχέση αέρα - καυσίμου να γίνει πλουσιότερη απ' ό,τι στα χαμηλότερα υψόμετρα. Γι' αυτό όταν ένα αυτοκίνητο οδηγείται σε υψόμετρα πάνω από 1000 m (3280 ft) περίπου, αυτό το σύστημα παράγει εξτρά αέρα μέσα στο καρμπυρατέρ, επαναφέροντας τη σχέση αέρα - καυσίμου στο κατάλληλο επίπεδο και μειώνοντας την εξαγωγή HC και CO.

#### Λειτουργία

Όταν η ατμοσφαιρική πίεση πέσει, οι εξογκωμένες φυσούνες και η βαλβίδα A κλείνουν. Όταν αυτό συμβεί, η υποπίεση εφαρμόζεται στο θάλαμο D και η βαλβίδα B ανοίγει επιτρέποντας στον αέρα να εισρεύσει μέσα και να διορθώσει τη σχέση αέρα - καυσίμου. Στον ίδιο χρόνο, η υποπίεση στο θάλαμο D επενεργεί διαμέσου του μηχανισμού αβάνς του διανομέα για να προπορευθεί επίσης το χρονισμό ανάφλεξης.



Εικόνα 5.85 – Λειτουργία του συστήματος αντιστάθμισης μεγάλου υψομέτρου. (HAC)

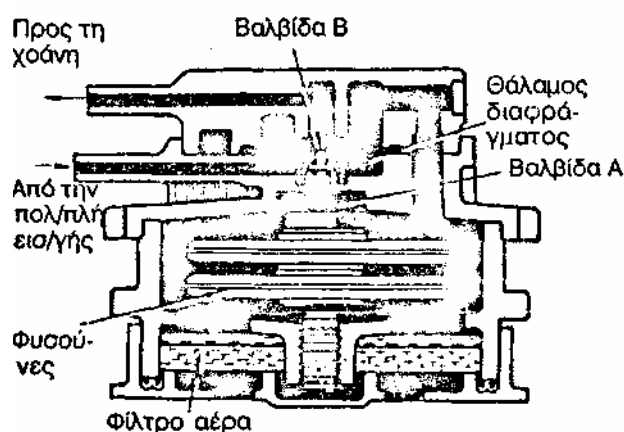
*Λειτουργία της βαλβίδας HAC.*

*Σε χαμηλά ύψη*

Οι φυσούνες συμπιέζονται από τον ατμοσφαιρικό αέρα, έτσι η βαλβίδα A είναι ανοικτή και η βαλβίδα B είναι κλειστή από τη δύναμη του ελατηρίου.

*Σε μεγάλα ύψη*

Οι φυσούνες διαστέλλονται, αναγκάζοντας τη βαλβίδα A να κλείσει. Γι' αυτό η υποπίεση πολλαπλής εισαγωγής επενεργεί στο θάλαμο του διαφράγματος και η βαλβίδα B ανοίγει.



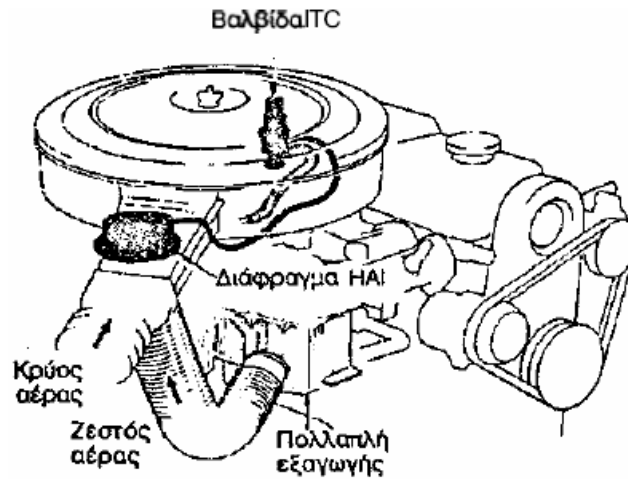
*Εικόνα 5.86 – Βαλβίδα HAC.*

#### **5.4.10. Σύστημα αυτόματης εισαγωγής θερμού αέρα (HAI)**

*Αναγκαιότητα*

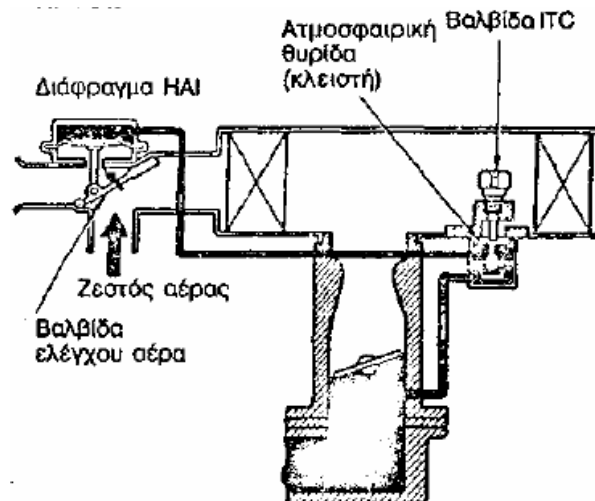
Όταν η θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος είναι χαμηλή, η βενζίνη δεν εξατμίζεται καλά και έτσι ο αέρας ο οποίος πρόκειται να αναμιχθεί πρέπει πρώτα να θερμανθεί. Επιπλέον, ενώ η πολλαπλή και άλλα μέρη του κινητήρα είναι ακόμα κρύα, η βενζίνη έχει μία τάση να προσκολλάται στα τοιχώματα της πολλαπλής κλπ., αναγκάζοντας το μίγμα αέρα - καυσίμου να γίνει φτωχότερο. Για να εμποδιστεί αυτό, η πολλαπλή πρέπει να θερμανθεί μέχρι ο κινητήρας θερμανθεί ικανοποιητικά. Στα συστήματα αυτόματης εισαγωγής θερμού αέρα (HAI) η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα, ανιχνεύεται από μία ITC βαλβίδα. (Αντιστάθμιση θερμοκρασίας του αέρα εισαγωγής), η οποία αυτόματα εισάγει ή κρύο εξωτερικό αέρα ή θερμό αέρα

από τα καυσαέρια, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής. Αυτό γίνεται για να κρατηθεί ο αέρας εισαγωγής στην βέλτιστη θερμοκρασία όλη την ώρα, ώστε να: εξασφαλιστεί ότι το καύσιμο εξατμίζεται επαρκώς όταν ο κινητήρας είναι κρύος, για να μικραίνει έτσι ο απαιτούμενος χρόνος για το ζέσταμα του κινητήρα και να βελτιώνεται η σταθερότητα στο ρελαντί. Τα τρία αυτά βοηθούν να μειωθούν οι ποσότητες CO και HC στην εξαγωγή.

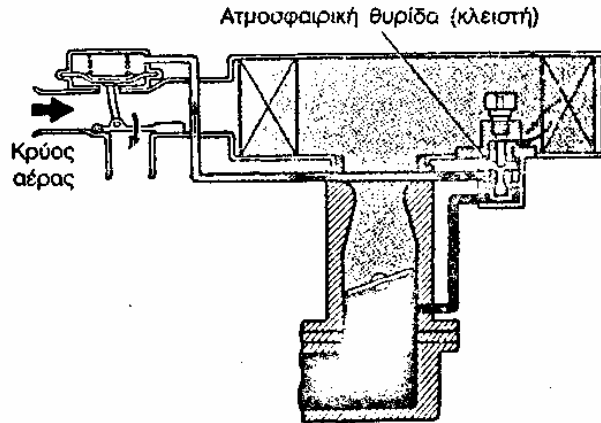


Εικόνα 5.87 – Σύστημα αυτόματης εισαγωγής θερμού αέρα.

Λειτουργία



Εικόνα 5.88 – Λειτουργία συστήματος για κρύο κινητήρα.



*Εικόνα 5.89 – Λειτουργία συστήματος για ζεστό κινητήρα.*

#### **5.4.11. Σύστημα αντιστάθμισης θερμής λειτουργίας**

##### *Αναγκαιότητα*

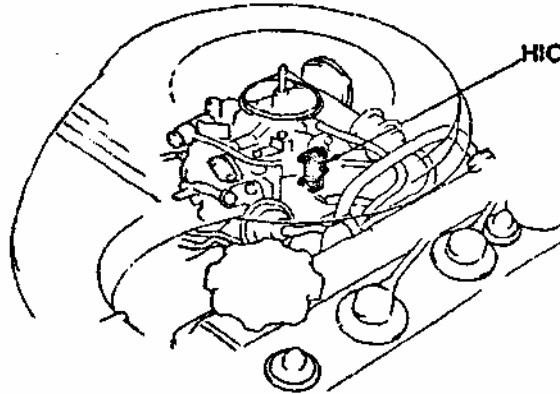
Αν το αυτοκίνητο τρέχει με μία χαμηλή ταχύτητα όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλή, η θερμοκρασία στο χώρο του κινητήρα θ' ανεβεί αναγκάζοντας τη βενζίνη μέσα στο καρμπυρατέρ να βράσει και να δώσει ατμούς. Αν αυτοί οι ατμοί εκφορτισθούν από το κύριο ακροφύσιο και εισέλθουν στην πολλαπλή εισαγωγής, το μίγμα αέρα - καυσίμου θα γίνει υπέρπλουσιο, αναγκάζοντας τον κινητήρα να σταματήσει ή να λειτουργεί άρρυθμα στο ρελαντί. Το σύστημα αντιστάθμισης θερμής λειτουργίας (HIC) προβλέπεται για να υπερνικήσει αυτό το πρόβλημα και να μειώσει την ποσότητα των CO και HC στην εξαγωγή.

Υπάρχουν δύο τύποι συστήματος HIC, οι οποίοι δουλεύουν μαζί για να ελέγξουν τον αέρα που εισέρχεται στην πολλαπλή εισαγωγής ώστε να παραμένει το κατάλληλο μίγμα αέρα - καυσίμου κατά τη διάρκεια λειτουργίας σε υψηλή θερμοκρασία.



- Σύστημα αντιστάθμισης θερμής λειτουργίας σε καρμπυρατέρ

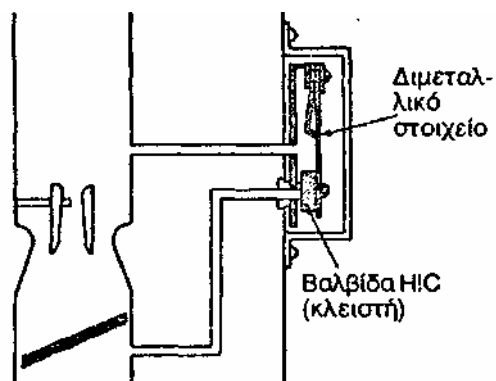
Στο σύστημα αυτό η βαλβίδα HIC τοποθετείται στο καρμπυρατέρ.



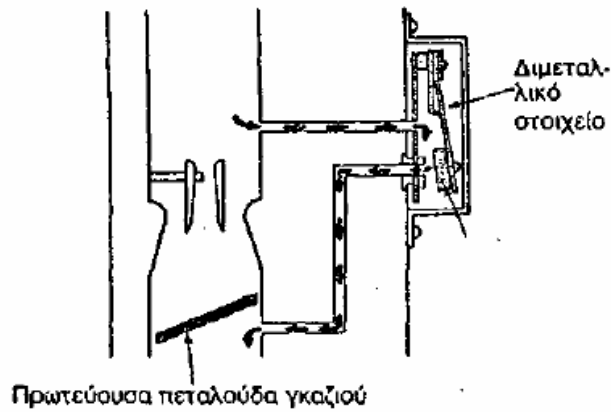
*Εικόνα 5.90 – Θέση βαλβίδας HIC στο καρμπυρατέρ.*

#### *Λειτουργία*

Ένα διμεταλλικό στοιχείο χρησιμοποιείται για ν' ανοίγει και να κλείνει τη βαλβίδα HIC. Αυτό αντιλαμβάνεται τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, ανοίγοντας τη βαλβίδα αν η θερμοκρασία είναι ψυχρή και κλείνει αν η θερμοκρασία είναι ζεστή.



*Εικόνα 5.91 – Λειτουργία βαλβίδας για κρύο αέρα.*



*Εικόνα 5.92 – Λειτουργία βαλβίδας για ζεστό αέρα.*

- Σύστημα αντιστάθμισης θερμής λειτουργίας HIC σε φίλτρο αέρα

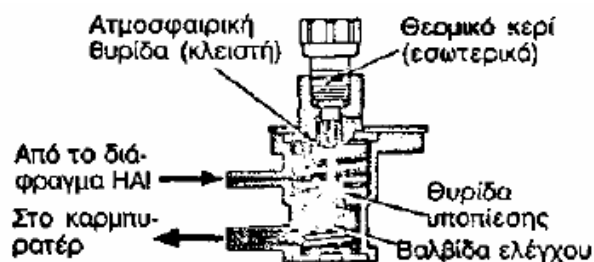
Σ' αυτό το σύστημα, μία βαλβίδα ITC (αντιστάθμιση θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής), τοποθετείται στο φίλτρο αέρα. Δουλεύει όπως φαίνεται στο σχήμα παρακάτω, για να ελέγξει τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής με τον ίδιο τρόπο όπως στα συστήματα ΗΑΙ και ΗΙC.

#### *Λειτουργία*

Θερμικό κερί χρησιμοποιείται να ν' ανοίξει και να κλείσει η βαλβίδα ITC. Το θερμικό κερί διαστέλλεται όταν είναι ζεστό και συστέλλεται όταν είναι κρύο. Αυτό ανοίγει τη βαλβίδα ITC όταν διαστέλλεται και κλείνει τη βαλβίδα όταν συστέλλεται.

#### *Κρύο*

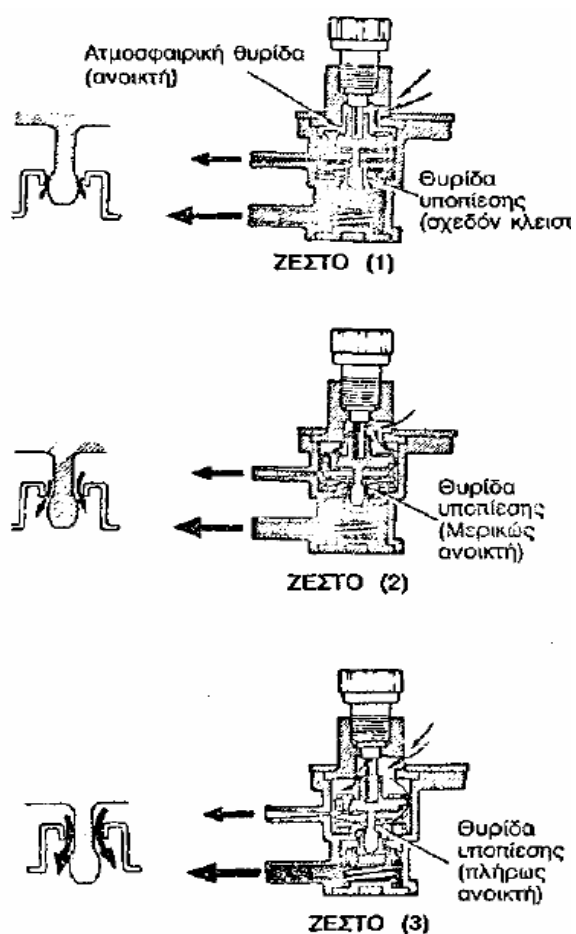
Όσο η θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής είναι χαμηλή, η ατμοσφαιρική θυρίδα της βαλβίδας ITC παραμένει κλειστή και δεν επιτρέπει την εισροή αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής.



*Εικόνα 5.93 – Βαλβίδα ITC.*

## Ζεστός

Όταν η θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής ανεβεί πάνω από ένα προκαθορισμένο επίπεδο, η ατμοσφαιρική θυρίδα της βαλβίδας ITC ανοίγει, επιτρέποντας να εισέλθει αέρας στην πολλαπλή εισαγωγής. Η ποσότητα του αέρα που εισάγεται είναι προσδιορισμένη από το πόσο ανοίγει η θυρίδα υποπίεσης. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος, τόσο πιο πλατιά αυτή ανοίγει και έτσι τόσο περισσότερος αέρας εισάγεται. Αυτό εμποδίζει το μίγμα αέρα - καυσίμου από το να γίνει πολύ πλούσιο, ενώ ο κινητήρας δουλεύει όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλή.

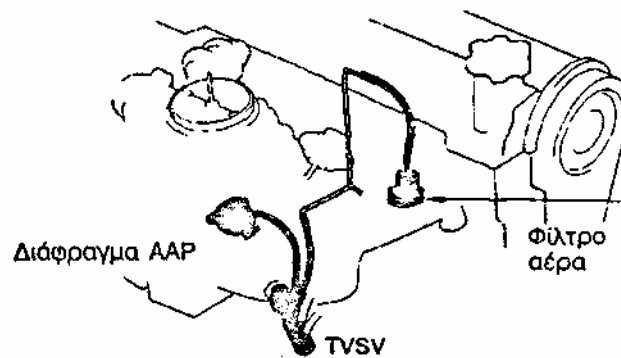


*Εικόνα 5.94 – Λειτουργία βαλβίδας ITC για διαδοχικά φορτία του κινητήρα.*

## 5.4.12. Σύστημα βοηθητικής αντλίας επιτάχυνσης

### Αναγκαιότητα

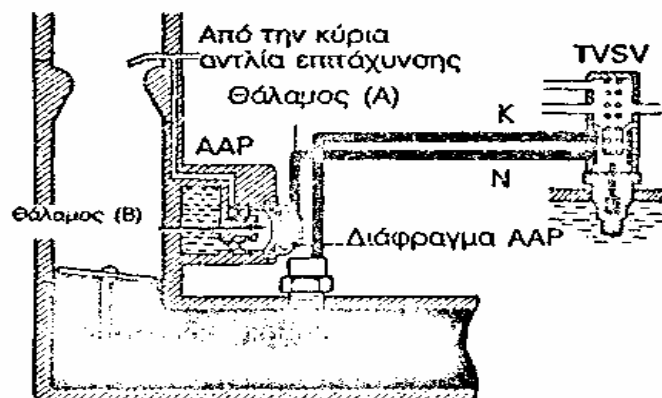
Αν το αυτοκίνητο ξαφνικά επιταχυνθεί, ενώ ο κινητήρας είναι κρύος, η ποσότητα βενζίνης που παρέχεται από την αντλία επιτάχυνσης δεν θα είναι επαρκής και το αυτοκίνητο δεν θα επιταχύνει καλά. Γι' αυτό το λόγο μια βοηθητική αντλία επιτάχυνσης (AAP) έχει προβλεφθεί να συμπληρώνει την κύρια αντλία επιτάχυνσης, όταν ο κινητήρας είναι κρύος.



Εικόνα 5.95 – Σύστημα βοηθητικής αντλίας επιτάχυνσης.

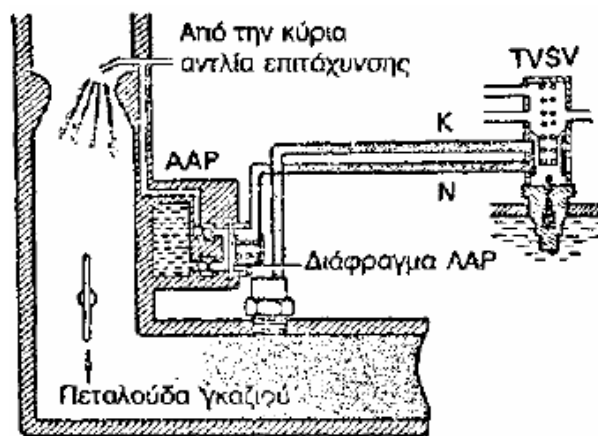
### Λειτουργία

Όταν το ψυκτικό είναι κρύο, η TVSV είναι ανοικτή και η υποπίεση της πολλαπλής εφαρμόζεται στο θάλαμο (A) της AAP. Αυτή τραβάει έξω το διάφραγμα, αναγκάζοντας το θάλαμο (B) του AAP να γεμίσει με βενζίνη.



Εικόνα 5.96 – Διάταξη του συστήματος βοηθητικής αντλίας επιτάχυνσης σε πορεία.

Αν το πεντάλ γκαζιού πατηθεί εκείνη τη στιγμή, η υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγής μικραίνει, αναγκάζοντας το διάφραγμα να ξανατραβηχτεί πίσω στην αρχική του θέση, από το ελατήριο και τη βενζίνη να εκρέει από το ακροφύσιο της αντλίας. Αφού ο κινητήρας έχει ζεσταθεί η TVSV κλείνει και η ΑΑΡ σταματά τη λειτουργία.

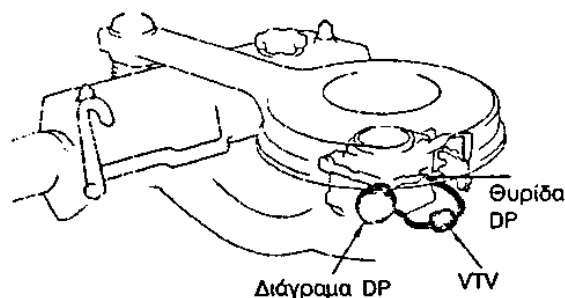


*Εικόνα 5.97 – Διάταξη του συστήματος βοηθητικής αντλίας επιτάχυνσης σε επιτάχυνση.*

### 5.4.13. Σύστημα αποσβεστήρα (DP) «Φούσκα»

*Αναγκαιότητα*

Όταν το αυτοκίνητο επιβραδύνει, η πεταλούδα γκαζιού κλείνει πλήρως, αναγκάζοντας την υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγής ξαφνικά ν' αυξηθεί. Κάποια βενζίνη προσκολλάται στα τοιχώματα της πολλαπλής και στη συνέχεια εξατμίζεται, κάνοντας το μίγμα αέρα - καυσίμου να γίνει πλούσιο. Στον ίδιο χρόνο, επειδή η συμπίεση πέφτει κατά τη διάρκεια επιβράδυνσης, η καύση γίνεται ασταθής (ατελής καύση, κακή ανάφλεξη) και η ποσότητα των HC και CO που παράγονται αυξάνει πολύ. Για να εμποδιστεί αυτό, το σύστημα του αποσβεστήρα χρησιμοποιείται για να κρατηθεί η πεταλούδα γκαζιού από κλείσιμο πολύ ξαφνικά. Αυτό βοηθάει το μίγμα αέρα καυσίμου να καεί πλήρως.

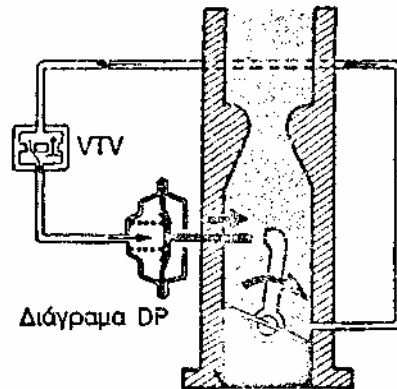


*Εικόνα 5.98 – Σύστημα αποσβεστήρα στην εισαγωγή.*

Λειτουργία

### ΠΟΡΕΙΑ

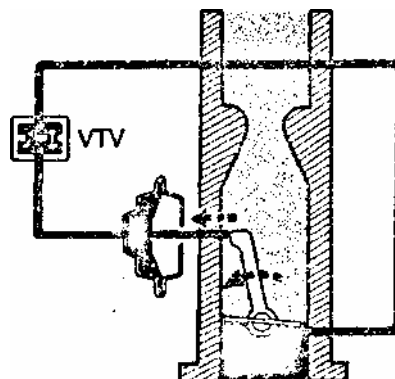
Κατά την πορεία, το διάφραγμα DP σπρώχνεται προς τα δεξιά από το τοποθετημένο ελατήριο μέσα στο DP.



Εικόνα 5.99 – Λειτουργία του συστήματος σε πορεία.

### ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ

Κατά τη διάρκεια επιβράδυνσης, το ελατήριο επαναφοράς προσπαθεί να σπρώξει το διάφραγμα προς τα αριστερά. Έτσι βαθμηδόν σπρώχνεται αέρας από το θάλαμο του διαφράγματος διαμέσου της VTV. Αυτό αναγκάζει την πεταλούδα βαθμηδόν να κλείσει.



Εικόνα 5.100 – Λειτουργία του συστήματος σε επιβράδυνση.

## 5.4.14. Επιβραδυντικό σύστημα αποκοπής καυσίμου

### Αναγκαιότητα

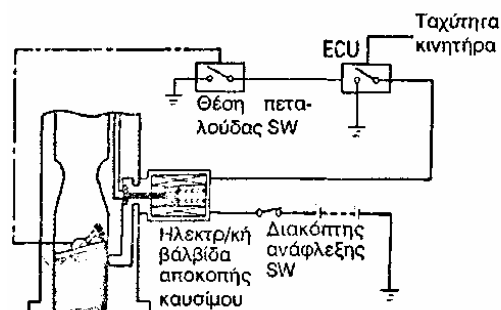
Αυτό το σύστημα σταματάει το καύσιμο από το να εισαχθεί στο κύκλωμα βραδυπορείας του καρμπυρατέρ κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης, για να εμποδιστεί μετάκαυση στην εξάτμιση.



Εικόνα 5.101 – Θέση εξαρτημάτων στο επιβραδυντικό σύστημα αποκοπής καυσίμου.

### Λειτουργία

Ο διακόπτης θέσης πεταλούδας ανοίγει όταν η πεταλούδα γκαζιού είναι πλήρως κλειστή κατά τη διάρκεια επιβράδυνσης. Ο εγκέφαλος το ανιχνεύει αυτό από ένα σήμα από το διακόπτη. Αν η ταχύτητα του κινητήρα είναι περίπου 1900 στροφές ή υψηλότερη στο χρόνο αυτό, ο εγκέφαλος κρίνει ότι το αυτοκίνητο επιβραδύνει και στέλνει ένα σήμα στην ηλεκτρομαγνητική βάλβιδα αποκοπής για να εμποδίσει το καύσιμο να εισέλθει στο κύκλωμα βραδυπορείας του καρμπυρατέρ.

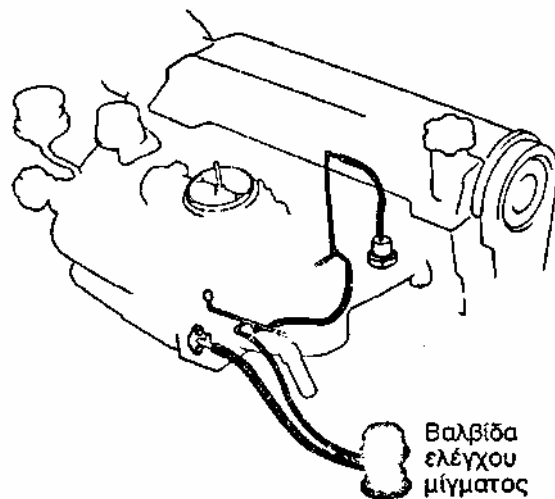


Εικόνα 5.102 – Ηλεκτρικό κύκλωμα συστήματος αποκοπής καυσίμου.

## 5.4.15. Σύστημα ελέγχου μείγματος (MC)

### *Αναγκαιότητα*

Για να εμποδίσουμε τη μετάκαυση και να μειώσουμε τις εκπομπές HC και CO, αυτό το σύστημα επιτρέπει στον αέρα να μπαίνει στην πολλαπλή εισαγωγής κατά τη διάρκεια ξαφνικής επιβράδυνσης.



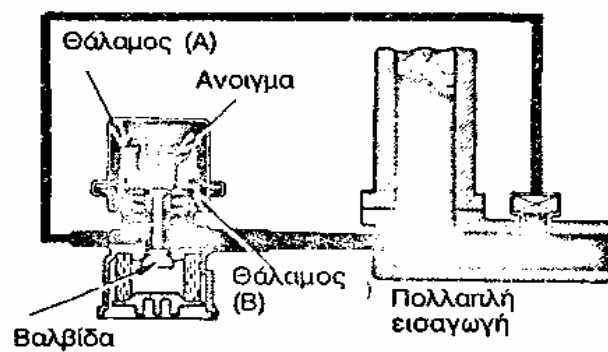
*Εικόνα 5.103 – Θέση βαλβίδας ελέγχου μείγματος στην εισαγωγή.*



## Λειτουργία

### ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ

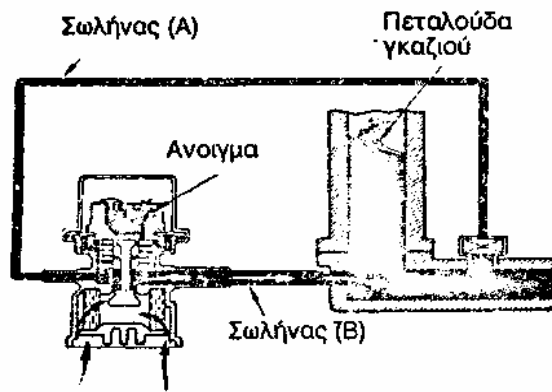
Όταν ο κινητήρας δουλεύει σε σταθερές στροφές, η ίδια πίεση υπάρχει και στους δύο θαλάμους (A) και (B) μέσα στη βαλβίδα MC, όπως φαίνεται στο σχήμα παρακάτω. Σαν αποτέλεσμα, η βαλβίδα προσαρμόζεται στο διάφραγμα, σπρώχνεται προς τα πάνω από το ελατήριο και μένει κλειστή (ατμοσφαιρικός αέρας δεν μπαίνει). Γι' αυτό το λόγο το σύστημα MC δεν λειτουργεί.



*Εικόνα 5.104 – Λειτουργία συστήματος σε σταθερές στροφές.*

## ΞΑΦΝΙΚΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ

Στο σχήμα παρακάτω φαίνεται η κατάσταση του συστήματος MC τη στιγμή που η πεταλούδα γκαζιού είναι κλειστή κατά τη διάρκεια ξαφνικής επιβράδυνσης. Επειδή ένας μεγαλύτερος σωλήνας χρησιμοποιείται για το σωλήνα (B) απ' ότι το σωλήνα (A), η υποπίεση επενεργεί στο θάλαμο (B) πιο γρήγορα απ' ότι στο θάλαμο (A). Αυτό αναγκάζει τη βαλβίδα που είναι προσαρμοσμένη στο διάφραγμα να κινηθεί προς τα κάτω, αφήνοντας ατμοσφαιρικό αέρα μέσα στην πολλαπλή εισαγωγής.

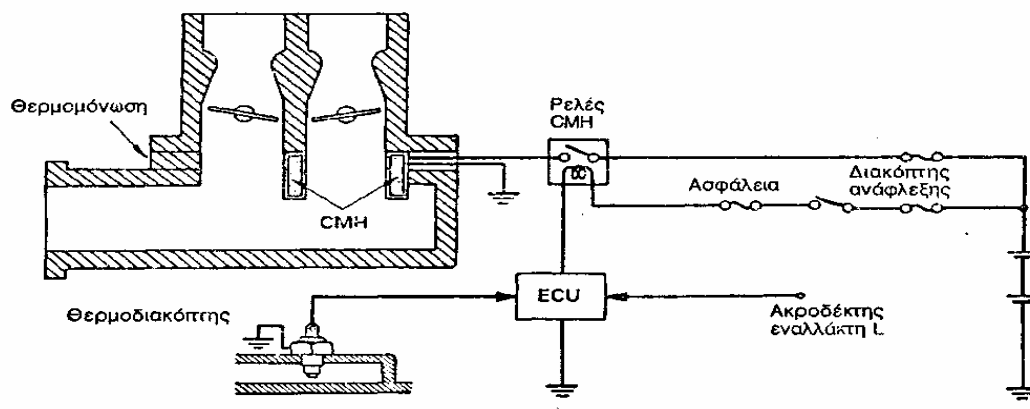


*Εικόνα 5.105 – Λειτουργία συστήματος σε ξαφνική επιβράδυνση.*

## 5.4.16. Σύστημα θέρμανσης κρύου μείγματος (CMH)

### Αναγκαιότητα

Για να μειωθούν οι εκπομπές σε κρύο ξεκίνημα και να βελτιωθεί η ικανότητα οδήγησης, η πολλαπλή εισαγωγής θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης για να επιτευχθεί η εξάτμιση του μίγματος αέρα - καυσίμου.



Εικόνα 5.106 – Ηλεκτρικό κύκλωμα θέρμανσης κρύου μείγματος.

### Λειτουργία

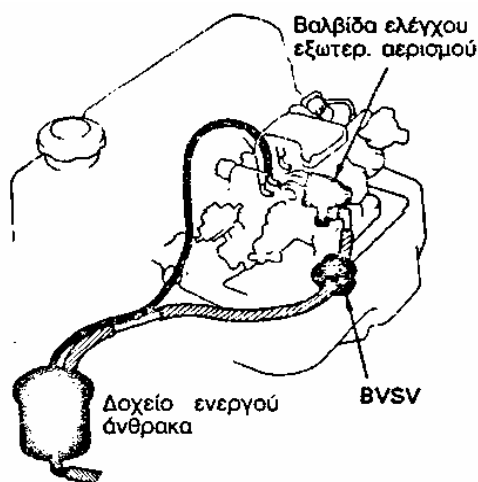
Όταν ο υπολογιστής λαμβάνει σήματα "λειτουργίας κινητήρα" από τον ακροδέκτη L του εναλλάκτη και την ίδια στιγμή σήματα από το θερμοδιακόπτη που τον πληροφορούν ότι η θερμοκρασία του ψυκτικού είναι 43°C (109°F) ή χαμηλότερη, αυτός ανοίγει (ON) το ρελέ CMH. Αυτό αναγκάζει το CMH (πηνία θέρμανσης) να θερμανθεί, ώστε να διευκολυνθεί η εξάτμιση του μίγματος αέρα - καυσίμου.

## 5.4.17. Σύστημα αντιστάθμισης θερμής εκκίνησης κινητήρα

### Αναγκαιότητα

Όταν ο κινητήρας δουλεύει, φρέσκος αέρας διοχετεύεται μέσα στο χώρο του κινητήρα, από το βεντιλατέρ μπαίνει φυσικά καθώς το αυτοκίνητο κινείται μπροστά. Ο αέρας σταματά να μπαίνει στο χώρο όταν το αυτοκίνητο σταματήσει, όμως αναγκάζει τη θερμοκρασία στο χώρο ν' ανεβεί. Όμως αυτό αναγκάζει και τη θερμοκρασία του καυσίμου στο καρμπυρατέρ ν' ανεβεί

και σαν αποτέλεσμα το καύσιμο αποδίδει ατμούς. Οι ατμοί εκφεύγουν από το σωλήνα εξαερισμού στην πολλαπλή εισαγωγής, αναγκάζοντας το μίγμα αέρα - καυσίμου να γίνει πολύ πλούσιο. Σαν ένα αποτέλεσμα χρειάζεται μεγαλύτερος χρόνος περιστροφής με τη μίζα για να ξαναξεκινήσει ο κινητήρας. Το σύστημα αντιστάθμισης θερμής εκκίνησης κινητήρα είναι σχεδιασμένο να μειώνει αυτό το χρόνο περιστροφής.



*Εικόνα 5.107 – Σύστημα αντιστάθμισης θερμής εκκίνησης κινητήρα.*

#### *Λειτουργία*

Κλείνοντας το διακόπτη ανάφλεξης (OFF) κλείνει η βαλβίδα OVCV (βαλβίδα ελέγχου εξωτερικού αερισμού), ανοίγοντας το πέρασμα μεταξύ του θαλάμου του φλοτέρ και του BVSV (διμεταλλική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης). Η BVSV βαλβίδα ανοίγει όταν η θερμοκρασία στο χώρο του κινητήρα ανεβεί πάνω από 50°C (122°F). Σαν αποτέλεσμα το εξατμισμένο καύσιμο στο θάλαμο του φλοτέρ εμποδίζεται να περάσει στην πολλαπλή εισαγωγής και αντίθετα ρέει στα δοχεία ενεργού άνθρακα, διαμέσου των OVCV. Όταν ο κινητήρας ξαναξεκινήσει (ο διακόπτης ανάφλεξης ανοίγει - ON) και η OVCV ανοίγει, κλείνοντας το πέρασμα μεταξύ του θαλάμου του πλωτήρα και της BVSV. Το καύσιμο στα δοχεία ενεργού άνθρακα διοχετεύεται πίσω στην πολλαπλή εισαγωγής, διαμέσου της θυρίδας καθαρισμού με την υποπίεση που παράγεται από τον κινητήρα.

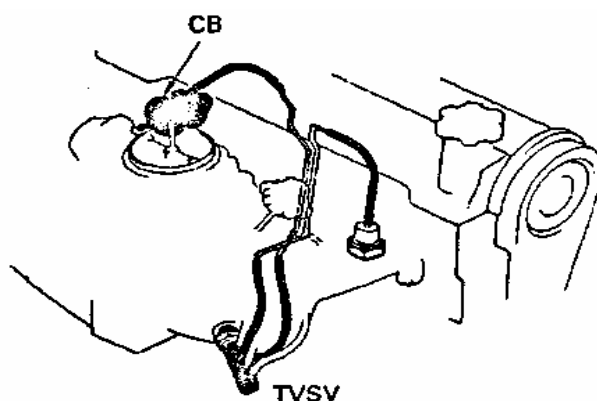
## 5.4.18. Σύστημα μερικής ακύρωσης τσόκ (CB)

### *Αναγκαιότητα*

Αφού ο κινητήρας έχει ξεκινήσει, η πεταλούδα του τσοκ βαθμηδόν ανοίγει από ένα διμεταλλικό πηνίο (μέρος του συστήματος του τσοκ), για να εμποδίσει το μίγμα αέρα - καυσίμου να γίνει πολύ πλούσιο. Ο διακόπτης του τσοκ βοηθάει αυτό να γίνει, ανοίγοντας την πεταλούδα του τσοκ σε μία ορισμένη γωνία, όταν το ψυκτικό υγρό έχει ζεσταθεί σε μία προκαθορισμένη θερμοκρασία. Υπάρχουν δύο τύποι διακόπτη τσοκ: ένας τύπος ενός βήματος και ένα τύπος δύο βημάτων.

Η λειτουργία του τύπου δύο βημάτων περιγράφεται παρακάτω.

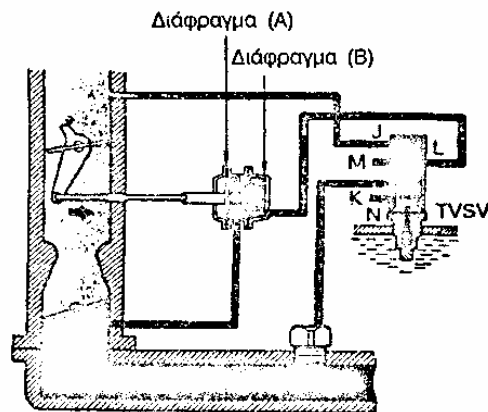
### *Λειτουργία*



*Εικόνα 5.108 – Θέση συστήματος τσόκ στην εισαγωγή.*

## ΚΡΥΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

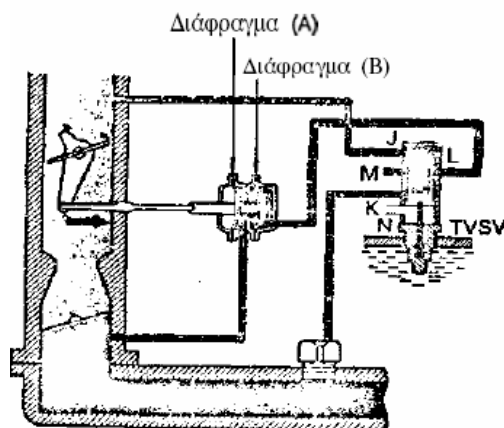
Αμέσως αφού ξεκινήσει ο κινητήρας, η υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής εφαρμόζεται στο διάφραγμα (Α), διαμέσου του ζιγκλέρ. Αυτό αναγκάζει το διάφραγμα (Α) ν' ανοίξει την πεταλούδα του τσοκ, στο πρώτο βήμα.



*Εικόνα 5.109 – Λειτουργία συστήματος για κρύο κινητήρα.*

## ΖΕΣΤΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

Αφού το ψυκτικό υγρό ζεσταθεί σε μία προκαθορισμένη θερμοκρασία (η ακριβής θερμοκρασία εξαρτάται από τον τύπο του κινητήρα), η TVSV (θερμοστατική βαλβίδα διακοπής υποπίεσης) ανοίγει, επιτρέποντας στην πολλαπλή εισαγωγής να επενεργήσει στο διάφραγμα (B). Αυτό αναγκάζει την πεταλούδα του τσοκ ν' ανοίξει στο δεύτερο βήμα.



*Εικόνα 5.109 – Λειτουργία συστήματος για ζεστό κινητήρα.*

# 6

## Βλάβες που προκαλούν αύξηση των ρύπων

### 6.1. Διαγνωστικός έλεγχος αυτοκινήτων

#### 6.1.1. Εισαγωγή

Τα μηχανοκίνητα οχήματα είναι η μεγαλύτερη πηγή τοξικών και ατμοσφαιρικών ρύπων π.χ αιθαλομίχλη. Τα σύγχρονα οχήματα μπορεί να είναι πιο "καθαρά" λόγω των τεχνολογικών προόδων και τις στρατηγικές ελέγχου εκπομπών καυσαερίων αλλά οι εκπομπές μειώνονται μόνο όταν λειτουργούν κατάλληλα όλα τα συστήματα του αυτοκινήτου. Όταν μια μηχανή δεν λειτουργεί σωστά η απόδοση της μειώνεται, τα καύσιμα σπαταλιούνται, και οι εκπομπές καυσαερίων από την εξάτμιση μπορούν να ανέβουν στα ύψη. Το OBD (On Board Diagnostics) μπορεί να ανιχνεύσει και να κατευθύνει τον εκπαιδευμένο τεχνικό ακόμα και εάν το σφάλμα που υπάρχει δεν είναι η πηγή του προβλήματος. Πολλά από αυτά τα προβλήματα δεν είναι εύκολο να εντοπιστούν επειδή είναι ηλεκτρικά ή χημικής φύσης. Το OBD προσφέρει μια ασφάλεια ώστε το πρόβλημα να εντοπιστεί, να διορθωθεί και το όχημα να συντηρηθεί κατάλληλα προτού αναπτυχθούν σοβαρότερα και ακριβά προβλήματα.

#### 6.1.2. Αυτοδιάγνωση

Ο σκοπός της αυτοδιάγνωσης είναι να ελέγχει το σύστημα ελέγχου εκπομπής καυσαερίων στο αυτοκίνητο. Όταν η κεντρική μονάδα ελέγχου του αυτοκινήτου βλέπει ένα ελάττωμα στο σύστημα ελέγχου εκπομπής, τρία πράγματα πρέπει να συμβαίνουν.

Κατ' αρχάς, θα έθετε ένα λαμπάκι προειδοποίησης στο ταμπλό, για να ενημερώσει τον οδηγό ότι ένα πρόβλημα υπήρξε. Δεύτερον να θέσει έναν κώδικα στον υπολογιστή και Τρίτο να καταγράψει εκείνο τον κώδικα στη μνήμη του υπολογιστή, η οποία μπορεί να ανακτηθεί αργότερα από έναν τεχνικό για τη διάγνωση και την επισκευή. Αυτό το σύστημα λειτούργησε τόσο καλά, το 1986 στην Καλιφόρνια, ώστε όλα τα αυτοκίνητα που πωλούνταν στο κράτος εξοπλίζονταν με αυτοδιάγνωση. Αυτά έγιναν έπειτα πρότυπα βιομηχανίας σε όλη την Αμερική και όλα τα αυτοκίνητα που πωλήθηκαν είχαν κάποια μορφή του OBD. Αυτή η πρώτη έκδοση OBD είχε πολλές ατέλειες.

Κατ' αρχάς, κάλυψε μόνο το σύστημα εκπομπής μηχανών. Οι ατμοί δεξαμενών καυσίμων δεν ελέγχθηκαν. Οι εκπομπές καυσαερίων από εξατμίσεις δεν μετρήθηκαν και μόνο οι συσκευές που εγκαταστάθηκαν συγκεκριμένα για τον έλεγχο εκπομπής ελέγχθηκαν. Δεύτερον, δεν υπήρξε καμία τυποποίηση σε όλη τη βιομηχανία. Κάθε κατασκευαστής είχε έναν διαφορετικό όρο για το λαμπάκι προειδοποίησης που ήταν αναμμένο στο ταμπλό του αυτοκινήτου όταν παρουσιαζόταν ένα ελάττωμα. Η GM το ονόμασε check engine ή service engine δηλαδή ελέγξτε την μηχανή. Η Chrysler το ονόμασε power loss. Η Ford το ονόμασε λαμπάκι της μηχανής. Τα περισσότερα ξένα αυτοκίνητα το κάλεσαν λαμπάκι ελέγχου της μηχανής. Αυτό δεν προκαλούσε δυσκολίες μόνο στους τεχνικούς, αλλά και τους οδηγούς. Πολλοί οδηγοί έβλεπαν το λαμπάκι να ανάβει στο ταμπλό της μηχανής, πήγαιναν το αυτοκίνητο τους για επισκευή και ζητούσαν αλλαγή λαδιών αναμένοντας το λαμπάκι να εξαφανιστεί. Αυτό δεν γινόταν βέβαια και μετά από τα περιττά χρήματα που έδιναν στα συνεργεία το σφάλμα έπρεπε να εντοπιστεί και να επισκευαστεί ξανά και αυτό σήμαινε και άλλα λεφτά για τους οδηγούς. Το σύστημα κωδικοποίησης για κάθε κατασκευαστή ήταν επίσης διαφορετικό καθιστώντας τη διάγνωση πολύ πιο σκληρή.

## **6.2. Βλάβες στους αισθητήρες και ενεργοποιητές του οχήματος**

### **6.2.1. Ενέργειες εγκεφάλου κατά τη δυσλειτουργία αισθητήρων**

Εάν υπάρξει δυσλειτουργία ή αντικανονική λειτουργία του συστήματος (βλάβη), τότε ο εγκέφαλος περνάει σ' ένα επείγουσα πρόγραμμα (SOS) με τη βοήθεια του οποίου δεν ακινητοποιείται το όχημα. Λαμβάνονται αυθαίρετες τιμές για τους αισθητήρες, οι οποίοι αγνοούνται, και υπάρχει έτοιμο πρόγραμμα γι' αυτές τις τιμές όπου καθορίζει τη λειτουργία του κινητήρα μέσα σε πολύ φυσιολογικά όρια. Για παράδειγμα, εάν το σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας παρουσιάσει μια δυσλειτουργία από τον αισθητήρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος, αντί να σταματήσει τη λειτουργία του συστήματος, λαμβάνει σταθερές τιμές που έχει δώσει ο κατασκευαστής στο πρόγραμμα του εγκεφάλου ή λαμβάνεται σαν θερμοκρασία λειτουργίας η τελευταία που έχει καταγραφεί πριν τη βλάβη. Αυτό επιτρέπει στο σύστημα να λειτουργήσει σε οριακή βάση αντί να σταματήσει τελείως τη λειτουργία του ο εγκέφαλος.



## 6.2.2. Αισθητήρας O<sub>2</sub>

Τα σημερινά αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου μηχανών στηρίζονται στις πληροφορίες από ποικίλους αισθητήρες για να ρυθμίσουν την απόδοση μηχανών, τις εκπομπές και άλλες σημαντικές λειτουργίες. Οι αισθητήρες πρέπει να παρέχουν ακριβής πληροφορίες ειδικά μάλιστα μπορεί να προκληθούν προβλήματα, όπως αυξημένη κατανάλωση και αυξανόμενες εκπομπές ρύπων. Ένας από τους βασικούς αισθητήρες σε αυτό το σύστημα είναι ο αισθητήρας οξυγόνου. Αναφέρεται συχνά ως αισθητήρας "O<sub>2</sub>" επειδή το O<sub>2</sub> είναι ο χημικός τύπος για το οξυγόνο (τα άτομα οξυγόνου ταξιδεύουν πάντα ανά τα ζευγάρια).

Ο πρώτος αισθητήρας O<sub>2</sub> εισήχθη το 1976 στη VOLVO 240, μετά πήρε σειρά η Καλιφόρνια το 1980 όταν το απαίτησαν οι κανόνες εκπομπών της Καλιφόρνια. Οι ομοσπονδιακοί νόμοι εκπομπής κατέστησαν τους αισθητήρες O<sub>2</sub> ουσιαστικά υποχρεωτικούς σε όλα τα αυτοκίνητα και τα ελαφριά φορτηγά που κατασκευάστηκαν από το 1981, πολλά οχήματα είναι τώρα εξοπλισμένα με πολλούς αισθητήρες O<sub>2</sub>, δυο ή και τέσσερις. Ο αισθητήρας O<sub>2</sub> όπως αναφέρθηκε σε άλλο κεφάλαιο τοποθετείται στην πολλαπλή εξάτμισης για να ελέγξει πόσο άκαυστο οξυγόνο βρίσκεται στην εξάτμιση. Ο έλεγχος των επιπέδων οξυγόνου στην εξάτμιση είναι ένας τρόπος μέτρησης του μίγματος των καυσίμων. Πληροφορεί τον υπολογιστή εάν το μείγμα καυσίμων είναι πλούσιο (λιγότερο οξυγόνο) ή φτωχό (περισσότερο οξυγόνο).

Πολλοί παράγοντες μπορούν να έχουν επιπτώσεις στην αναλογία του μίγματος καυσίμων, που είναι της θερμοκρασίας αέρα, της θερμοκρασίας ψυκτικού μέσου μηχανών, της βαρομετρικής πίεσης, της θέσης ρυθμιστικών βαλβίδων, της ροής αέρα και του φορτίου μηχανών. Υπάρχουν άλλοι αισθητήρες για να ελέγξουν αυτούς τους παράγοντες, επίσης, αλλά ο αισθητήρας O<sub>2</sub> είναι το κύριο όργανο ελέγχου για αυτό που συμβαίνει με το μίγμα καυσίμων. Συνεπώς, οποιαδήποτε προβλήματα με τον αισθητήρα O<sub>2</sub> μπορούν να δημιουργήσουν στο σύστημα σοβαρά προβλήματα.

Αρχίζοντας από μερικά οχήματα το 1994 και το 1995, και τα νεότερα οχήματα, ο αριθμός αισθητήρων οξυγόνου ανά μηχανή έχει διπλασιαστεί. Ένας δεύτερος αισθητήρας οξυγόνου χρησιμοποιείται τώρα μετά τον καταλυτικό μετατροπέα για να ελέγξει τη λειτουργία και αποδοτικότητα των καταλυτών. Οι κινητήρες V6 ή V8 με τις διπλές εξατμίσεις, σημαίνει ότι τοποθετούνται μέχρι και τέσσερις αισθητήρες O<sub>2</sub> (ένας για κάθε μπλοκ κυλίνδρων και ένας μετά από κάθε καταλύτη).

## **ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ**

Οι αισθητήρες  $O_2$  είναι εκπληκτικά ανθεκτικοί εξετάζοντας το λειτουργικό περιβάλλον που ζουν. Αλλά οι αισθητήρες  $O_2$  φθείρονται και πρέπει τελικά να αντικατασταθούν.

Η απόδοση του αισθητήρα  $O_2$  τείνει να μικραίνει με το χρόνο και οφείλεται στους μολυσματικούς παράγοντες που συσσωρεύονται στην άκρη του αισθητήρα και μειώνουν βαθμιαία τη δυνατότητά του να παραγάγει την τάση.

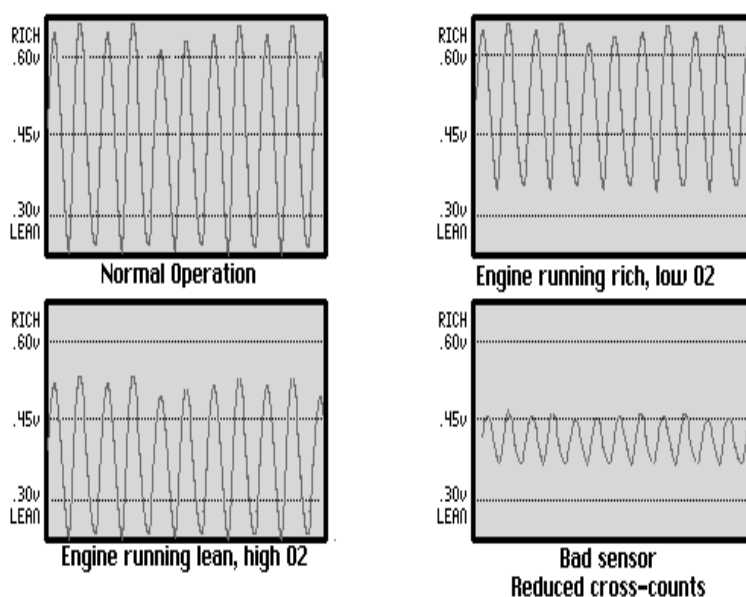
Αυτό το είδος επιδείνωσης της λειτουργίας του αισθητήρα μπορεί να προκληθεί από ποικίλες ουσίες που βρίσκονται στην εξάτμιση όπως ο μόλυβδος, η σιλικόνη, το θείο, η τέφρα πετρελαίου ακόμη και μερικές πρόσθετες ουσίες καυσίμων. Ο αισθητήρας μπορεί επίσης να βλαφθεί από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το ύδωρ, ο παφλασμός από το οδικό άλας, το έλαιο και ο ρύπος.

Δεδομένου ότι ο αισθητήρας γερνά, ο χρόνος που παίρνει για να αντιδράσει στις αλλαγές του μείγματος αέρα/καυσίμων επιβραδύνει με αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών ρύπων. Εάν ο αισθητήρας χαλάσει συνολικά, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι ένα σταθερό, πλούσιο μίγμα καυσίμων. Αυτό προκαλεί ένα μεγάλο άλμα στην κατανάλωση καυσίμων καθώς επίσης και τις εκπομπές ρύπων. Και εάν ο καταλύτης υπερθερμαίνει λόγω του πλούσιου μίγματος, μπορεί να υποστεί τη ζημία.

Μια μελέτη της EPA διαπίστωσε ότι ο λόγος για το 70% των οχημάτων που απέτυχαν σε μια δοκιμή εκπομπών I/M 240 ήταν ότι χρειαζόταν έναν νέο αισθητήρα  $O_2$ .

Ο μόνος τρόπος να γνωρίζουμε εάν ο αισθητήρας  $O_2$  κάνει την εργασία του σωστά είναι να επιθεωρείται τακτικά. Γι' αυτό μερικά οχήματα έχουν μια ενδεικτική λυχνία υπενθυμίσεων συντήρησης αισθητήρων. Ένας καλός χρόνος να ελεγχθεί ο αισθητήρας είναι κατά την αλλαγή των σπινθηριστών.

Στην επόμενη εικόνα 6.1 βλέπουμε τις κυματομορφές ενός αισθητήρα O<sub>2</sub> και πώς είναι αυτές οι κυματομορφές όταν βρίσκεται ο αισθητήρας μας σε μια κατάσταση.



*Εικόνα 6.1 – Κυματομορφές αισθητήρα O<sub>2</sub>. 1) Κανονική λειτουργία, 2) Λειτουργία με πλούσιο μείγμα, 3) Λειτουργία με φτωχό μείγμα, 4) Χαλασμένος αισθητήρας.*

### **ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ O<sub>2</sub>**

Οποιοσδήποτε αισθητήρας O<sub>2</sub> που είναι ελαττωματικός προφανώς πρέπει να αντικατασταθεί. Η αντικατάσταση ενός αισθητήρα O<sub>2</sub> γήρανσης που είναι χαλασμένος μπορεί να αποκαταστήσει τη μέγιστη αποδοτικότητα καυσίμων, να ελαχιστοποιήσει τις εκπομπές εξάτμισης και να παρατείνει τη ζωή του καταλύτη.

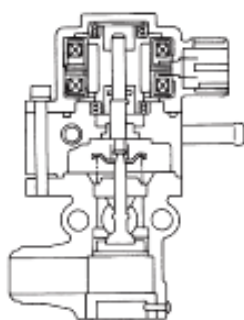
### **6.2.3. Βαλβίδα EGR**

Σκοπός της βαλβίδας EGR όπως αναφέρθηκε στο πέμπτο κεφάλαιο είναι η ανακύκλωση των καυσαερίων. Η διοχέτευση δηλ. ενός μέρους των καυσαερίων στον θάλαμο καύσης με απότερω σκοπό την πτώση της θερμοκρασίας σ' αυτόν και κατά συνέπεια την μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub>.

Η βαλβίδα EGR παραμένει κλειστή κάτω από τις ακόλουθες συνθήκες:

- Λειτουργία κινητήρα σε εξαιρετικά χαμηλό φορτίο.
- Δυσλειτουργία στον αισθητήρα ροής μάζας αέρος.
- Χαμηλή θερμοκρασία ψυκτικού υγρού.
- Εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία ψυκτικού υγρού.
- Λειτουργία κινητήρα σε υψηλό φορτίο.
- Χαμηλή τάση στην μπαταρία.
- Έναρξη της μηχανής.

Στην επόμενη εικόνα 6.2 βλέπουμε πως είναι μια βαλβίδα EGR.



**Εικόνα 6.2** – Βαλβίδα EGR.

Η λειτουργία της βαλβίδας γίνεται ηλεκτρομηχανικά, η ροή των καυσαερίων περνά μέσα από την βαλβίδα. Κάποια υπολοιπίματα των καυσαερίων κατακάθονται μέσα στην βαλβίδα δυσχαιρένοντας το ανοιγοκλείσιμο σαν πρώτο στάδιο. Η συνεχής όμως κατακάθηση των καυσαερίων δημιουργεί γύρω από την βαλβίδα ένα στερεό σώμα που κολλάει και αχρηστεύει την βαλβίδα.

Μια χαλασμένη βαλβίδα έχει σαν αποτέλεσμα:

- Αν η βαλβίδα είναι συνεχώς ανοιχτή να διοχετεύεται καυσαέριο στον θάλαμο καύσης και όταν ο κινητήρας είναι κρύος δυσχεραίνοντας την λειτουργία του, και επίσης σε υψηλές στροφές μείωση της ιπποδύναμης.
- Αν η βαλβίδα είναι συνεχώς κλειστή, δεν γίνεται ανακύκλωση των καυσαερίων με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη εκπομπή NOx στην ατμόσφαιρα.

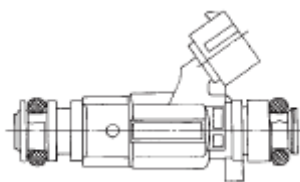
Μια πιθανή βλάβη της βαλβίδας ανιχνεύεται όταν έχουμε ροή από την βαλβίδα σε συνθήκες που δεν είναι απαραίτητο.

Η βλάβη μπορεί να οφείλεται:

- Σε ηλεκτρολογική βλάβη του συστήματος (είτε κύκλωμα ανοιχτό είτε βραχυκύκλωμα).
- Βλάβη στην βαλβίδα EGR.
- Βλάβη στον αισθητήρα θερμοκρασίας EGR.

#### 6.2.4. Εγχυτήρας (Μπέκ)

Ο εγχυτήρας ή μπεκ όπως αναφέρθηκε σε άλλο κεφάλαιο είναι μια μικρή σωληνοειδής βαλβίδα που ψεκάζει με καύσιμο τους κυλίνδρους. Η βαλβίδα ενεργοποιείται ηλεκτρομαγνητικά από τον εγκέφαλο του οχήματος. Στην επόμενη εικόνα 6.3 βλέπουμε πως είναι ένας εγχυτήρας.



*Εικόνα 6.3 – Ψεκαστήρας.(Μπεκ)*

Ένα μπεκ το οποίο δεν λειτουργεί έχει σαν αποτέλεσμα την κακή λειτουργία του κινητήρα και την αύξηση των ρύπων. Αν χαλάσει ένα από τα μπεκ η μηχανή «ρετάρει», λειτουργεί με λιγότερους κυλίνδρους και η θερμοκρασία της ανεβαίνει με αποτέλεσμα την αύξηση των NOx.

Οι λόγοι για τους οποίους δεν λειτουργεί καθόλου ένα μπεκ είναι οι εξής:

- Βλάβη στο ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοσίας (βραχυκύκλωμα ή ανοιχτό κύκλωμα).
- Βλάβη στον εγκέφαλο.
- Βουλωμένος ακροδέκτης μπεκ.

Ένα χαλασμένο μπεκ όμως προκαλεί τα ίδια συμπτώματα με τα παραπάνω με την διαφορά ότι ο κινητήρας δεν λειτουργεί με λιγότερους κυλίνδρους και δεν έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό που κυρίως προκαλείται από ένα χαλασμένο μπεκ, (δηλ. ένα μπεκ το οποίο δεν ψεκάσει αλλά στάζει) είναι ο κακός στροβιλισμός του μείγματος, η κακή ανάμειξη του και είναι αδύνατη η μέτρηση του καυσίμου με ακρίβεια από τον εγκέφαλο. Αυτό δημιουργεί αστάθεια στην καύση και έχουμε ραγδαία αύξηση των HC του CO.

Η βλάβη στο μπεκ δημιουργείται:

- Από υπολείμματα καύσης που αναπτύσσονται γύρω από την βελόνα του μπεκ με αποτέλεσμα να μην της επιτρέπει να κλείσει καλά.
- Το χαλάρωμα του δακτυλίου στεγανότητας που είναι γύρω από την βελόνα.

### 6.2.5. Καταλύτης

Ο προορισμός του καταλύτη είναι να μετατρέπει τους ρυπαντές των καυσαερίων του αυτοκινήτου (CO - HC - NOx) σε μη ρυπαντές. Στην επόμενη εικόνα 6.4 βλέπουμε πως είναι ένας καταλύτης και που είναι τοποθετημένος στο αυτοκίνητο μας.



*Εικόνα 6.4 – Καταλύτης τοποθετημένος στην εξάτμιση.*

## **ΒΛΑΒΗ – ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΚΑΤΑΛΥΤΗ**

Αν ο καταλύτης καταστραφεί σημαίνει ότι δεν γίνονται οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του καταλύτη όταν περνούν τα καυσαέρια του αυτοκινήτου με συνέπεια να μην μετατρέπει τους ρυπαντές των καυσαερίων σε μη ρυπαντές.

Οι παράγοντες που μπορεί να μειώσουν τη διάρκεια ζωής ενός καταλύτη, σύμφωνα με την άποψη της Toyota Ελλάς, είναι: χρησιμοποίηση βενζίνης με μόλυβδο, αρρυθμιστος κινητήρας, προσπάθεια εκκίνησης αυτοκινήτου με σπρώξιμο, λειτουργία του κινητήρα στο ρελαντί για διάστημα μεγαλύτερο από 20 λεπτά της ώρας, εξωτερικά κτυπήματα, μη σωστή συντήρηση αυτοκινήτου.

Ως βασικές αιτίες φθοράς του καταλύτη η Fiat Auto Hellas προσδιορίζει την κακή ποιότητα καυσίμων αλλά και τη φθορά λόγω χρόνου.

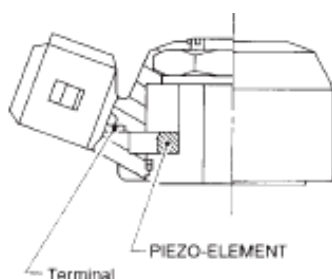
- Η καταστροφή οφείλεται στην εναπόθεση ξένων στοιχείων "όπως είναι ο μόλυβδος (Pb), ο φώσφορος (P), και το θείο (S)" πάνω στην ενεργό επιφάνεια του καταλύτη. Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στα λιπαντικά και τα καύσιμα.
- Η κατανάλωση λαδιού του κινητήρα προκαλεί το βούλωμα του καταλύτη. Το λιπαντικό επικάθεται στην μετωπική επιφάνεια του καταλύτη, αυξάνει την αντίθλιψη των καυσαερίων και μειώνει την ενεργό επιφάνεια.
- Η εισαγωγή άκαυστης βενζίνης στον καταλύτη δημιουργεί σοβαρά προβλήματα καταστροφής του καταλύτη.
- Λειτουργία του καταλύτη με ένα βραχυκυκλωμένο μπουζί επί 5 λεπτά είναι αρκετή για να καταστρέψει πλήρως τον καταλύτη.

### **6.2.6. Αισθητήρας κρουστικής καύσεως**

Όπως προαναφέραμε ο αισθητήρας αυτός παρακολουθεί αν προκαλείται στον κινητήρα κρουστική καύση. Η κρουστική καύση είναι κάτι το ανεπιθύμητο. Μικρές εστίες καύσεως προκαλούνται μαζί με την ανάφλεξη του καυσίμου από τον σπινθηριστή σε αντίθετες κατευθύνσεις.

Αυτό προκαλεί μείωση της ισχύος του κινητήρα, άνοδο της θερμοκρασίας στο θάλαμο καύσης και κατά συνέπεια αύξηση των εκπομπών των NOx.

Στην επόμενη εικόνα 6.5 βλέπουμε πως είναι ένας αισθητήρας κρουστικής καύσεως.



**Εικόνα 6.5** – Αισθητήρας κρουστικής καύσεως.

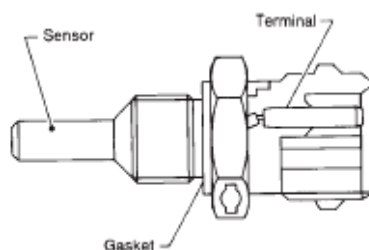
Κάτω από κανονικές συνθήκες ο αισθητήρας παράγει μια τάση ρεύματος της τάξεως 2 - 3V. Σε περίπτωση όμως που ανιχνεύσουμε ότι στέλνεται στον εγκέφαλο μια εξαιρετικά χαμηλή ή υψηλή τάση από τον αισθητήρα τότε πρέπει να ελέγξουμε τα εξής:

- Βύσματα και καλωδιώσεις (αν το κύκλωμα του αισθητήρα είναι ανοιχτό ή βραχυκλωμένο).
- Τον ίδιο τον αισθητήρα για τυχόν βλάβη.

### 6.2.7. Αισθητήρας θερμοκρασίας

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας ελέγχει τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού του κινητήρα και κατ' επέκταση τη θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα.

Είναι ένα από τα βασικά εξαρτήματα του συστήματος αυτομάτου ελέγχου λόγω του ότι και το μείγμα και το αβάνς ρυθμίζονται ανάλογα με τα σήματα του. Αν υπάρξει βλάβη στον αισθητήρα δεν ρυθμίζονται τα παραπάνω με αποτέλεσμα την εκπομπή ρυπαντών στο περιβάλλον. Στην επόμενη εικόνα 6.6 βλέπουμε πως είναι ένας αισθητήρας θερμοκρασίας.



**Εικόνα 6.6** – Αισθητήρας θερμοκρασίας.



Μια βλάβη στον αισθητήρα ανιχνεύεται όταν στέλνεται μια πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή τάση στον εγκέφαλο από τον αισθητήρα και πρέπει να ελέγξουμε τα εξής:

- Βύσματα και καλωδιώσεις (αν το κύκλωμα του αισθητήρα είναι ανοιχτό ή βραχυκλωμένο).
- Τον ίδιο τον αισθητήρα θερμοκρασίας για τυχόν βλάβη.

Σε περίπτωση βλάβης του αισθητήρα το σύστημα μπαίνει σε κατάσταση ασφαλούς λειτουργίας. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα παίρνει κάποια προκαθορισμένα μεγέθη για την θερμοκρασία σε διαφορές συνθήκες.

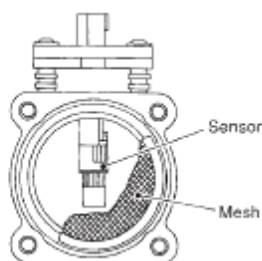
- Με το που γυρίσουμε τον διακόπτη στο ON το σύστημα παίρνει σαν θερμοκρασία λειτουργίας τους 40 °C.
- Μετά από 4 λεπτά λειτουργίας τους 80 °C

Μόλις το σύστημα μπει σε κατάσταση ασφαλούς λειτουργίας για τον αισθητήρα θερμοκρασίας, ο ανεμιστήρας του ψυγείου αρχίζει να λειτουργεί από την στιγμή που ο κινητήρας λειτουργήσει.

### 6.2.8. Αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρος

Ο αισθητήρας μάζας αέρος μετρά την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα από την πολλαπλή εισαγωγής. Είναι ένα από τα κυριότερα συστήματα του ηλεκτρονικού ελέγχου μίγματος.

Μια πιθανή βλάβη σημαίνει ότι δεν μετράτε η μάζα του αέρα που εισέρχεται με αποτέλεσμα να μην πετυχαίνετε σωστά η στοιχειομετρία του μείγματος (14 μέρη αέρα προς 1 βενζίνη). Αυτό προκαλεί αύξηση των HC και του CO. Στην επόμενη εικόνα 6.7 βλέπουμε πως είναι ένας αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρος.



*Εικόνα 6.7 – Αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρος.*

Η τάση που στέλνει ο αισθητήρας στον εγκέφαλο είναι η εξής:

- Μηχανή σε θερμοκρασία λειτουργίας και ρελαντί η τάση είναι από 1,3 – 1,7V.
- Μηχανή σε θερμοκρασία λειτουργίας στις 2500 σ.α.λ η τάση είναι από 1,8 – 2,4V.

Μια βλάβη στον αισθητήρα ανιχνεύεται όταν στέλνεται μια πολύ υψηλή τάση στον εγκέφαλο από τον αισθητήρα όταν η μηχανή δεν λειτουργεί και πρέπει να ελέγξουμε τα εξής:

- Βύσματα και καλωδιώσεις (αν το κύκλωμα του αισθητήρα είναι ανοιχτό ή βραχυκλωμένο).
- Τον ίδιο τον αισθητήρα θερμοκρασίας για τυχόν βλάβη.

Αλλά και επίσης όταν στέλνεται μια πολύ χαμηλή τάση στον εγκέφαλο από τον αισθητήρα όταν η μηχανή λειτουργεί και πρέπει να ελέγξουμε τα εξής:

- Βύσματα και καλωδιώσεις (αν το κύκλωμα του αισθητήρα είναι ανοιχτό ή βραχυκλωμένο).
- Τυχόν διαρροές αέρος.
- Τον ίδιο τον αισθητήρα θερμοκρασίας για τυχόν βλάβη.

## **6.3. Τεχνητές βλάβες και μετρήσεις των καυσαερίων**

### **6.3.1. Δημιουργία τεχνητών βλαβών και συνέπειες αυτών**

Παρακάτω προκαλούμε τεχνητές βλάβες στους διάφορους αισθητήρες και ενεργοποιητές αποσυνδέοντας τα βύσματα τροφοδοσίας τους. Αποσυνδέοντας τα βύσματα τροφοδοσίας τους, το ηλεκτρονικό σύστημα του οχήματος το αναγνωρίζει σαν βλάβη και παρατηρούμε το πώς επηρεάζουν αυτές οι ενέργειες τα καυσαέρια.

Στην επόμενη εικόνα 6.8 βλέπουμε πως είναι ένας αναλυτής καυσαερίων τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να δούμε πως επιβαρύνει σε ρύπους το όχημα με «χαλασμένους» αισθητήρες.



*Εικόνα 6.8 – Αναλυτής καυσαερίων.*

Το όχημα είναι ένα Nissan Almera μοντέλο του 1999, χωρίς καμιά ενέργεια στους αισθητήρες του συστήματος οι μετρήσεις που πάρθηκαν είναι οι παρακάτω:

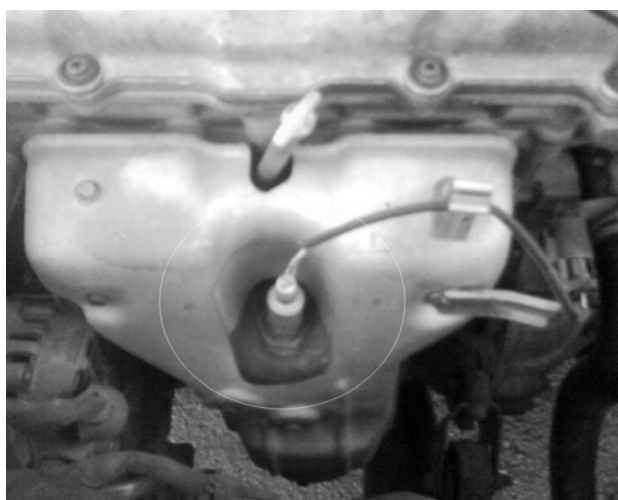
| Ρελαντί |             | 2500 σ.α.λ. |             |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| CO      | 0.00 % vol. | CO          | 0.00 % vol. |
| HC      | 3 ppm.      | HC          | 5 ppm.      |
| λ       | 1.04        | λ           | 1.002       |

Στην επόμενη εικόνα 6.9 βλέπουμε τον κινητήρα του Nissan.



*Εικόνα 6.9 – Κινητήρας Nissan Almera μοντέλο 1999.*

Βγάζοντας τον αισθητήρα O<sub>2</sub> τα καυσαέρια όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα 6.10



*Εικόνα 6.10 – Αισθητήρας O<sub>2</sub> του κινητήρα.*

μεταβλήθηκαν ως εξής:

| Ρελαντί |             | 2500 σ.α.λ. |             |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| CO      | 1.18 % vol. | CO          | 0.11 % vol. |
| HC      | 114 ppm.    | HC          | 14 ppm.     |
| λ       | 1.017       | λ           | 0.99        |

Βγάζοντας στη συνέχεια τον αισθητήρα μέτρησης μάζας αέρα όπως βλέπουμε στην εικόνα 6.11 παρατηρούμε ριζική άνοδο των καυσαερίων.



*Εικόνα 6.11 – Αισθητήρας μέτρησης μάζας αέρα του κινητήρα.*

Οι τιμές φαίνονται παρακάτω:

| <b>Ρελαντί</b> |           | <b>2500 σ.α.λ.</b> |             |
|----------------|-----------|--------------------|-------------|
| <b>CO</b>      | 10 % vol. | <b>CO</b>          | 9.36 % vol. |
| <b>HC</b>      | 436 ppm.  | <b>HC</b>          | 2058 ppm.   |
| <b>λ</b>       | 0.719     | <b>λ</b>           | 1.227       |

Στη συνέχεια βγάζοντας το μπεκ του πρώτου κυλίνδρου δημιουργούμε βλάβη στο μπεκ του πρώτου κυλίνδρου όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα 6.12.



*Εικόνα 6.12 – Μπεκ πρώτου κυλίνδρου.*

φαίνονται οι τιμές των καυσαερίων:

| <b>Ρελαντί</b> |             |
|----------------|-------------|
| <b>CO</b>      | 0.00 % vol. |
| <b>HC</b>      | 17 ppm.     |
| <b>λ</b>       | 2.286       |

Και τέλος χωρίς αισθητήρα θερμοκρασίας τον οποίο βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα 6.13.



*Εικόνα 6.13 – Αισθητήρας θερμοκρασίας του κινητήρα.*

Οι τιμές είναι οι ακόλουθες:

| <b>Ρελαντί</b> |             | <b>2500 σ.α.λ.</b> |             |
|----------------|-------------|--------------------|-------------|
| <b>CO</b>      | 0.36 % vol. | <b>CO</b>          | 0.01 % vol. |
| <b>HC</b>      | 109 ppm.    | <b>HC</b>          | 20 ppm.     |
| <b>λ</b>       | 0.995       | <b>λ</b>           | 1.001       |

Το συμπέρασμα που βγαίνει από τα παραπάνω είναι ότι οποιαδήποτε βλάβη που προκληθεί στο σύστημα ελέγχου των καυσαερίων έχει σαν αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη εκπομπή ρυπαντών στο περιβάλλον και κρίνεται απαραίτητη η άμεση επισκευή του.

# 7

## Δευτερογενείς ρύποι στο αυτοκίνητο

### 7.1. Δευτερογενείς εκπομπές από τα οχήματα

#### 7.1.1. Στερεά σωματίδια

Στα στερεά σωματίδια περιλαμβάνεται κάθε υλικό, το οποίο υπό κανονικές συνθήκες περιέχεται στα καυσαέρια σε μορφή στερεού (στάχτη, αιθάλη) ή υγρού σώματος. Αρνητικές επιπτώσεις της αιθάλης στον ανθρώπινο οργανισμό δεν έχουν μέχρι στιγμής επιβεβαιωθεί. Στην επόμενη εικόνα 7.1 βλέπουμε την προέλευση εκπομπών σωματιδίων ανά πηγή ρύπανσης.



*Εικόνα 7.1 – Προέλευση εκπομπών σωματιδίων (PM) ανά πηγή ρύπανσης.*

Τα σωματίδια, υλικά σε στερεά ή υγρή μορφή μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Τα μικροσκοπικά αυτά σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή, προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό και στους πνεύμονες ακόμα και πρόωρο θάνατο. Προκαλούν επίσης φθορές στις βαφές, τα εδάφη, τα υφάσματα, και μειώνουν την ορατότητα. Οι επιδράσεις τους γενικά εξαρτώνται τόσο από το μέγεθος τους (όσο μικρότερα είναι τόσο πιο επικίνδυνα), αλλά και από τη χημική τους σύσταση. Τα σωματίδια είναι στερεά υλικά που αιωρούνται στον αέρα. Εκείνα που είναι τα πλέον επικίνδυνα είναι τα πολύ μικρά που δεν μπορεί κανείς να τα δει με γυμνό μάτι και αιωρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα στους χώρους εργασίας.

Τέτοιου είδους σωματίδια μπορεί να είναι:

- Οι σκόρες που σχηματίζονται από τη διάσπαση των στερεών υλικών κατά το τρόχισμα ή το τρίψιμο με γυαλόχαρτο, τα στερεοποιημένα σταγονίδια με τη μορφή σπρί και οι καπνοί της συγκόλλησης που είναι μικροσκοπικά ρινίσματα μετάλλων.
- Οι ατμοί και τα καυσαέρια είναι ρυπαντές που σχηματίζονται λόγω της εξάτμισης των υλικών, και κατά την λειτουργία των κινητήρων.

Εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, αναμειγνύονται με αυτήν και προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα. Ωστόσο η έλλειψη επαρκούς οξυγόνου και οι ακραίες θερμοκρασίες δημιουργούν σημαντικά επιβλαβείς καταστάσεις για την ανθρώπινη υγεία. Έλλειψη οξυγόνου είναι η κατάσταση εκείνη όπου το οξυγόνο της ατμόσφαιρας στο περιβάλλον εργασίας μειώνεται σε επίπεδα μικρότερα από 18%. Αυτό παρουσιάζεται σε κλειστούς χώρους όπου ο αερισμός είναι ανεπαρκής.

Τα πτητικά σωματίδια που δημιουργούνται από την εκτέλεση διαφόρων εργασιών τα εισπνέει ο τεχνίτης. Αυτά ανάλογα με το μέγεθος τους εισέρχονται στους πνεύμονες και κατακάθονται στις πιο μικρές κυψελίδες των πνευμόνων. Στη περίπτωση αυτή μιλάμε για πνευμονοδιαπερατά σωματίδια. Η άχνα και τα μικροσωματίδια του χρώματος έχουν μεγέθη 0.01 - 1 μm, έτσι μπορούν να περάσουν στις κυψελίδες των πνευμόνων εκεί όπου το οξυγόνο (O<sub>2</sub>) της ατμόσφαιρας ανταλλάσσεται με το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) του ανθρώπινου οργανισμού και να επηρεάσουν τη διαδικασία της αναπνοής. Τα σωματίδια μπορεί να προκαλέσουν βραχυχρόνια ή μακροχρόνια προβλήματα στους πνεύμονες ή μπορεί ακόμα να απορροφηθούν από το αίμα.

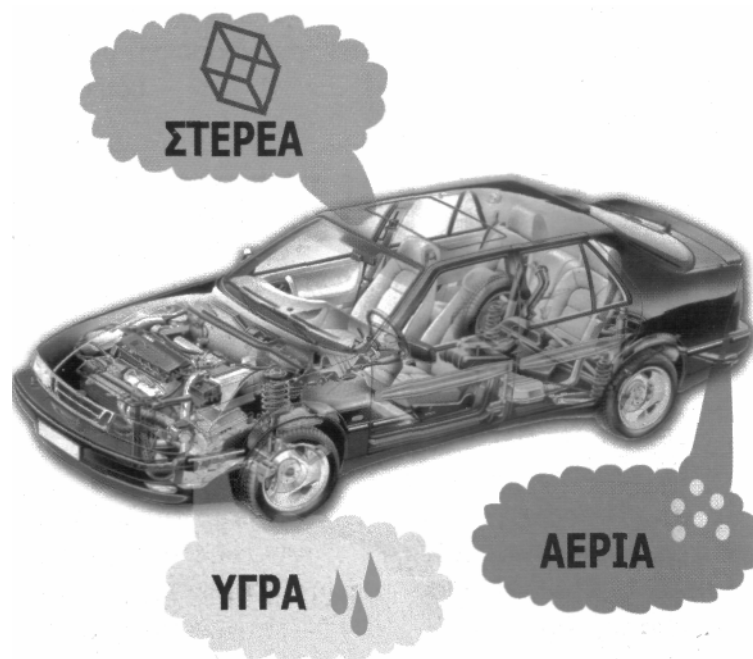
### **7.1.2. Στερεά υλικά**

Εκτός από τους πλέον γνωστούς αέριους ρυπαντές που είναι το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το όζον (O<sub>3</sub>) ο μόλυβδος (Pb) και οι υδρογονάνθρακες (HC), σημαντική συμμετοχή στην ρύπανση έχουν και εκπεμπόμενα προς το περιβάλλον σωματίδια (TSP).

Οι ρυπαντές προέρχονται όμως, εκτός από κινητές πηγές και από σταθερές πηγές (βιομηχανία, οικιακές δραστηριότητες, γεωργία κλπ). Η συμμετοχή της κάθε πηγής εξαρτάται από το είδος του ρυπαντή, την τοπογραφία και μετεωρολογία της περιοχής και τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες. Δεν αμφισβητείται ότι οι οδικές μεταφορές είναι η ση-



μαντικότερη πηγή ρύπανσης. Στην επόμενη εικόνα 7.2 βλέπουμε ποιά είναι τα είδη ρύπων ενός οχήματος.



*Εικόνα 7.2 – Ρύποι που αποβάλλονται από το αυτοκίνητο στο περιβάλλον τα στερεά υλικά που εκπέμπονται από το αυτοκίνητο έχουν επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον αλλά τα περισσότερα είναι ανακυκλώσιμα.*

Παρακάτω στην επόμενη εικόνα 7.3 παρατίθεται ένας πίνακας που περιέχει όλα τα στερεά υλικά που εκπέμπονται από το αυτοκίνητο.

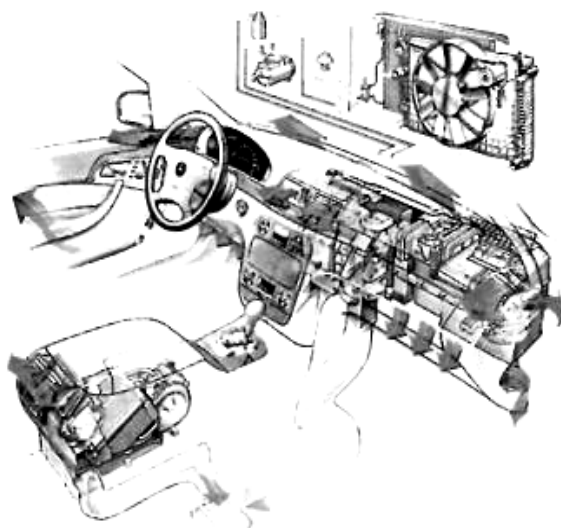
| ΣΤΕΡΕΑ  |   |
|---|---|
| ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ  | ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ   |
| 1. Αμιάντος   | Προέρχεται από την τριβή των υλικών που περιέχουν αμιάντο μαζί με άλλα στοιχεία. Υπάρχει στα φρένα - φλάντζες - μονωτικά υλικά.       |
| 1. Άσβεστος   | Προέρχεται από τα υλικά τριβής των φρένων και του συμπλέκτη. Με σχετική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει αντικαταστήσει τον αμιάντο. |
| 1. Λάστιχο  | Προέρχεται από τα ελαστικά των τροχών, τα ελαστικά στήριξης των αναρτήσεων και των βάσεων και το αμάξωμα.                             |
| 1. Πλαστικά υλικά, (θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα) Νάιλον<br>2. Βινύλιο<br>3. Πολυεστέρας<br>4. Χρώμα<br>5. Πίσσα<br>6. Κερί<br>7. Σιλικόνη<br>8. Νικέλιο<br>9. Γυαλί<br>10. Αφρολέξ<br>11. Φελιζόλ | Είναι υλικά που σχεδόν στο σύνολό τους, προέρχονται από το αμάξωμα του αυτοκινήτου και είναι εξ ολοκλήρου σχεδόν ανακυκλώσιμα.        |
| 1. Ατσάλι<br>2. Αλουμίνιο<br>3. Χαλκός<br>4. Μπρούντζος<br>5. Ψευδάργυρος<br>6. Νικέλιο   | Προέρχονται από τα μεταλλικά τμήματα του αυτοκινήτου, αμάξωμα, κινητήρας και είναι όλα ανακυκλώσιμα.                                  |
| 1. Μόλυβδος   | Προέρχεται από την μπαταρία του αυτοκινήτου.  |
| 1. Πλατίνα<br>2. Παλλάδιο<br>3. Ρόδιο<br>4. Μαγνήσιο<br>5. Χρώμιο<br>6. Οξειδία του αλουμινίου  | Προέρχονται από τον καταλυτικό μετατροπέα.  |

**Εικόνα 7.3** – Πίνακας στερεών υλικών – σωματιδίων.

### 7.1.3. Ψυκτικό μέσο – Freon

Η αύξηση των απαιτήσεων των κατοίκων των πλούσιων περιοχών της Γης, αλλά και η αύξηση του μέσου όρου της θερμοκρασίας στην Γη και τα ακραία καιρικά φαινόμενα έκαναν τα συστήματα ψύξης και κλιματισμού να αποτελούν πλέον έναν βασικό εξοπλισμό στο κλειστό περιβάλλον του ανθρώπου.

Τα συστήματα αυτά όμως έχουν ένα σοβαρό μειονέκτημα που προέρχεται από τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούν, πολλά από τα οποία προσδιορίστηκαν από τους επιστήμονες σαν βασική αιτία καταστροφής του στρώματος του όζοντος στην στρατόσφαιρα. Στην επόμενη εικόνα 7.4 βλέπουμε πως είναι ένα σύστημα κλιματισμού αυτοκινήτου.



*Εικόνα 7.4 – Σύστημα κλιματισμού αυτοκινήτου.*

Τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στις συσκευές κλιματισμού προέρχονται από υδρογονάνθρακες (ενώσεις του άνθρακα με υδρογόνο), στους οποίους κάποια άτομα του υδρογόνου έχουν αντικατασταθεί με άτομα του χλωρίου (Cl) ή του φθορίου (F).

Οι ενώσεις αυτές λέγονται αλλιώς αλογονομένοι υδρογονάνθρακες. ανάλογα με τη χημική τους σύσταση οι αλογονομένοι υδρογονάνθρακες διακρίνονται στους χλωροφθοράνθρακες CFC, στους υδρογονοχλωροφθοράνθρακες HCFC, στους υδρογονοφθοράνθρακες HFC κ.ά.

Ο μηχανισμός δράσης των χλωροφθορανθράκων ήταν γνωστός από τη δεκαετία του 70, χάρη στους P. Crutzen, M.Molina και S.Rowland (Νόμπελ Χημείας 1995). Μετά την ψήφιση του

πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ το 1987, οι εταιρείες υποχρεώθηκαν να αλλάξουν το μονωτικό και ψυκτικό υλικό στα ψυγεία, αντικαθιστώντας το φρέον (χλωροφθοράνθρακες - CFC) που ευθύνεται για μεγάλες καταστροφές στο στρώμα του όζοντος. Οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν σήμερα πεντάνιο ( $C_5H_{12}$ ) για τη μόνωση και υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) και υδροφθοράνθρακες (HFC) για την ψύξη, κυρίως τετραφθοροαιθάνιο (HFC -134a), διφθοροχλωρομεθάνιο (HCFC-22) και φθοροδιχλωροαιθάνιο (HCFC-141b). Αυτές οι ενώσεις διασπώνται στην τροπόσφαιρα, πριν φτάσουν στο στρώμα του όζοντος. Το πεντάνιο μάλιστα παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής ψυγείων με 30% λεπτότερα τοιχώματα. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι πολλές χώρες δεν υπέγραψαν το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ διαιωνίζοντας το πρόβλημα.

*Χλωροφθοράνθρακες φιλικό προς το Όζον.*

Τα παλιά συστήματα ψύξης και κλιματισμού περιείχαν ψυκτικές ουσίες γνωστές με το όνομα "φρέον" (χλωροφθοράνθρακες CFC ή R12), όπως αναφέρθηκε παραπάνω, που καταστρέφουν το προστατευτικό στρώμα του όζοντος και απειλούν το κλίμα της Γης. Όταν αποφασίστηκε η κατάργηση των επιβλαβών αυτών ουσιών, η βιομηχανία, στράφηκε σε υποκατάστατα ψυκτικά μέσα από τα οποία κάποια είναι λιγότερο φιλικά προς το περιβάλλον, δεν συντελούν στην καταστροφή του όζοντος αλλά επηρεάζουν αρνητικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου όπως είναι το ψυκτικό μέσο R-134a και κάποια άλλα είναι φιλικά και ως προς το όζον και ως προς το φαινόμενο του θερμοκηπίου και δεν απειλούν το κλίμα της Γης όπως το ψυκτικό μέσο R-407C, το R600a που χρησιμοποιείται σε οικολογικά ψυγεία.

*Το ψυκτικό μέσο R-134a.*

Η χημική ονομασία του R-134a είναι τετραφθοροαιθάνιο  $CF_3CH_2F$ . Το R-134a είναι ένα ψυκτικό, που αντικατέστησε το ψυκτικό R12. Το τυποποιημένο χρώμα αναγνώρισης είναι το γαλάζιο. Βράζει, σε πίεση 1atm, στους -26 °C, έχει λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης λίγο μεγαλύτερη από του R12 και ειδικό όγκο περίπου τον ίδιο με το R12.

*Το ψυκτικό μέσο R-407C.*

Το ψυκτικό μέσο R-407C είναι ένα μίγμα ψυκτικών μέσων. Αποτελείται από 52% R-134a, 25% R-125 και 23% R-32. Είναι ένα εναλλακτικό ψυκτικό μέσο που στόχο έχει, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό L244/2037/2000 που προβλέπει την κατάργηση του ψυκτικού R22, να το αντικαταστήσει. Το τυποποιημένο χρώμα αναγνώρισης του είναι το καφέ. Δεν είναι τοξικό ούτε εύφλεκτο. Τα τρία ψυκτικά από τα οποία αποτελείται το R-407C είναι

υδρογονοφθοράνθρακες οι οποίοι δε επηρεάζουν την δημιουργία της τρύπας του όζοντος και έχουν ελάχιστη επίδραση στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

*Το ψυκτικό μέσο R-600a.*

Το ψυκτικό μέσο R600a χρησιμοποιεί έναν υδρογονάνθρακα, το ισοβουτάνιο. Η ουσία αυτή δεν καταστρέφει το όζον, ούτε συμβάλει στην δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Για την προώθηση της τεχνολογίας ψύξης με υδρογονάνθρακες (τεχνολογία Greenfreeze) η Greenpeace βραβεύτηκε το '97 με το βραβείο "Προστασία όζοντος" των Ηνωμένων Εθνών. Σήμερα περίπου 80 εκατομμύρια ψυγεία τύπου Greenfreeze κυκλοφορούν στον κόσμο.

***Οδηγία της Ε.Ε. για τον κλιματισμό.***

Ένα νέο νομοθετικό πλαίσιο θεσπίζεται από την Ε.Ε. για την μείωση των εκπομπών υδροφθορανθράκων (HFC), υπερφθορανθράκων (PFC) και εξαφθοριούχου θείου (SFC). Πρόκειται για ισχυρά αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου, που καλύπτονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Με βάση το Πρωτόκολλο του Κιότο, εξάλλου, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευθεί να μειώσει τις εκπομπές της κατά 8% στο χρονικό αυτό διάστημα, που σημαίνει συνολική μείωση κατά 336 εκατ. τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα.

*Χρήση φθοριούχων αερίων*

Οι HFC χρησιμοποιούνται κυρίως ως ψυκτικά μέσα, διαλύτες καθαρισμού και διογκωτικά αφρωδών πλαστικών. Οι PFC χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ημιαγωγών και ως διαλύτες καθαρισμού ενώ το SFC χρησιμοποιείται στον εξοπλισμό μεταγωγής υψηλής τάσης και στην παραγωγή μαγνησίου.

Αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα, οι εκπομπές φθοριούχων αερίων θα αυξηθούν έως το 2010 σε 98 εκατ. τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, από 65 που ήταν το 1995. Έτσι, οι εκπομπές αυτές θα καλύπτουν το 2% - 4% του συνόλου των αναμενόμενων εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου.

*Επιπτώσεις στα αυτοκίνητα*

Στα άρθρα 9 και 10 του σχεδίου της Ευρωπαϊκής Οδηγίας προβλέπονται ρυθμίσεις για τα

συστήματα κλιματισμού καινούριων οχημάτων.

Σύμφωνα με σχετικές μελέτες, το κόστος παραγωγής, π.χ., του κλιματιστικού εξοπλισμού επιβατικών αυτοκινήτων και ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων θα αυξηθεί περίπου κατά 15-40 ευρώ ανά όχημα (ανάλογα με την τεχνική λύση που θα επιλεγεί από 30 - 50 ευρώ αν χρησιμοποιηθούν υδρογονάνθρακες και από 40 -150 ευρώ αν χρησιμοποιηθεί διοξείδιο του άνθρακα ως εναλλακτικό ψυκτικό μέσο. Γενικά, το κόστος παραγωγής των συστημάτων εξοπλισμού υπολογίζεται να αυξηθεί κατά 15-150 ευρώ.

#### 7.1.4. Υγρά και αέρια υλικά

**Τα υγρά υλικά**, κυρίως καύσιμα και λιπαντικά, έχουν άμεση σχέση με την υγεία των εργαζομένων στα συνεργεία, επειδή έρχονται συνέχεια σε επαφή με τα υλικά αυτά που στο σύνολο τους είναι καρκινογόνα.

**Τα αέρια υλικά** είναι κυρίως προϊόντα προερχόμενα από:

- Την καύση των καυσίμων σε ποσοστό 60%.
- Την εξάτμιση του λιπαντικού των στροφαλοθαλάμων σε ποσοστό 20%.
- Την εξάτμιση του καυσίμου από το σύστημα τροφοδοσίας σε ποσοστό 20%.

Στις παρακάτω εικόνες 7.5 & 7.6 βλέπουμε σε πίνακες από πού προέρχονται τα υγρά και αέρια υλικά.

| ΥΓΡΑ  |  |
|---|--|
| ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ  | ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ  |
| 1. Υδρογονάνθρακες<br>2. Θειούχες ενώσεις<br>3. Μόλυβδος                                      | Από το καύσιμο των κινητήρων (βενζινοκινητήρες - πετρελαιοκινητήρες) και τα λιπαντικά. |
| 1. Προπάνιο (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )<br>2. Βουτάνιο (C <sub>4</sub> H <sub>12</sub> ) | Υγραέριο (LPG) - καύσιμο βενζινοκινητήρων  |
| 1. Αλκοόλη  | Αντιψυκτικό υγρό κινητήρων   |
| 1. Υγρά φρένων - συμπλέκτη  | Από το υδραυλικό κύκλωμα των φρένων και του συμπλέκτη.                                 |
| 1. Φωσφόρος<br>2. Οξείδια του ψευδαργύρου   | Λιπαντικά κινητήρων κιβωτίων ταχυτήτων κ.λ.π.  |
| 1. Θειικό οξύ (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )   | Ηλεκτρολύτης μπαταρίας   |
| 1. Φρέον  | Σύστημα κλιματισμού A/C  |

*Εικόνα 7.5 – Πίνακας υγρών υλικών.*

| <b>ΑΕΡΙΑ</b>   |  |
|--|--|
| <b>Αέρια που προέρχονται άμεσα από την εξάτμιση των ίδιων των ενώσεων</b>  |  |
| <b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ</b>  | <b>ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ</b>   |
| 1. Υδρογονάνθρακες<br>2. Βενζόλιο<br>3. Τετρααιθυλιούχος μόλυβδος - Παραφίνες<br>4. Οκτάνιο<br>5. Προπάνιο<br>6. Βουτάνιο<br>7. Υδρογόνο<br>8. Αλκοόλη | Εξάτμιση καυσίμων (βενζίνη - πετρέλαιο - υγραέριο) λιπαντικών - ψυκτικών υγρών                           |
| <b>Αέρια που προέρχονται έμμεσα από την καύση των στοιχείων ή την φθορά τους</b>   |  |
| <b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ</b>  | <b>ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ</b>   |
| 1. Υδρογονάνθρακες<br>2. Μονοξειδίο του άνθρακα<br>3. Διοξειδίο του άνθρακα<br>4. Οξειδία του Αζώτου<br>5. Όζον<br>6. Υδροθείο<br>7. Μόλυβδος          | Είναι προϊόντα που προέρχονται από την καύση των καυσίμων και εν μέρει του λιπαντικού των κινητήρων.     |
| 1. Αμίαντος (σκόνη)  | Προέρχεται από την τριβή των υλικών που περιέχουν αμίαντο φρένα - φλάντζες - μονωτικά υλικά.             |
| 1. Λάστιχο (σκόνη)   | Προέρχεται από την τριβή των ελαστικών των τροχών, των ελαστικών στήριξης των αναρτήσεων και των βάσεων. |

*Εικόνα 7.6 – Πίνακας αερίων υλικών.*

## 7.2. Ηχορύπανση

### 7.2.1. Εισαγωγή

Όταν ένα σώμα πάλλεται στην ατμόσφαιρα δημιουργεί με την κίνηση του πυκνώματα και αραιώματα στα μόρια του αέρα που βρίσκονται σε επαφή και γύρω από αυτό. Επειδή τα μόρια του αέρα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους η κίνηση μεταδίδεται υπό μορφή κύματος, ηχητικά κύματα, στα γειτονικά μόρια και τελικά σε ολόκληρο το περιβάλλοντα χώρο.

Η συχνότητα αυτή του αντικειμένου καθορίζει και τη συχνότητα του ήχου. Οι υψηλές συχνότητες έχουν μικρότερο μήκος κύματος, ενώ οι χαμηλές συχνότητες μεγάλο μήκος κύματος. Όταν αυτά τα ηχητικά κύματα φθάσουν στο ανθρώπινο αυτί ακούμε ήχο.

Το περιβάλλον του ανθρώπου είναι γεμάτο από ήχους. Οι περισσότεροι από τους ήχους αυτούς προσδιορίζονται σαν θόρυβοι.

Ο θόρυβος μπορεί να οριστεί σαν ανεπιθύμητος και ενοχλητικός ήχος και κάθε μορφή θορύβου μπορεί να θεωρηθεί σαν ηχορύπανση. Ο θόρυβος στη σημερινή εποχή αποτελεί μια από τις κυριότερες πηγές ενόχλησης. Οι ηχητικές πηγές, που προκαλούν ενοχλητικούς ήχους είναι πολλών ειδών, όπως π.χ. η κυκλοφορία των αυτοκινήτων, η κίνηση των τρενών, η πτήση των αεροπλάνων, η λειτουργία διαφόρων μηχανημάτων στην βιομηχανία, στις κατασκευές κ.α.

Η ηχορύπανση είναι μία μορφή "αθέατης ρύπανσης" με ξεχωριστές ιδιαιτερότητες σε σχέση με άλλες μορφές ρύπανσης όπως:

- Ο θόρυβος είναι κάτι το παροδικό και δεν προκαλεί μόνιμες καταστροφές στο περιβάλλον, όπως συμβαίνει με διάφορα χημικά απόβλητα και πολλούς άλλους ρυπαντές.
- Ο τρόπος με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται το θόρυβο είναι σε μεγάλο ποσοστό υποκειμενικός. Επίσης η δυνατή μουσική για άλλους αποτελεί απόλαυση ή ενόχληση ανάλογα με τον ακροατή και το περιβάλλον.

### **7.2.2. Μέτρηση του ήχου**

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ήχου είναι η συχνότητα και η ένταση. Η συχνότητα εκφράζεται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hz) και είναι το πηλίκο του αριθμού των μεταβολών της πίεσης του αέρα που γίνονται σε ορισμένο χρόνο δια του χρόνου.

Η ένταση του ήχου μετράται με το ντεσιμπέλ (dB) και είναι το μέτρο των διακυμάνσεων στην πίεση του αέρα που προκαλείται από τα κύματα του ήχου. Η κλίμακα των ντεσιμπέλ (dB) είναι λογαριθμική και όχι αριθμητική. Αυτό σημαίνει ότι μία αύξηση του ήχου π.χ. κατά 10 ντεσιμπέλ (dB) επιφέρει διπλασιασμό της έντασης του ήχου.

Το επίπεδο των 0 dB αποτελεί το σημείο από το οποίο ξεκινάει το αίσθημα της ακοής σε ένα νεαρό και υγιές αντί, ενώ το επίπεδο των 120 έως 130 dB αποτελεί το σημείο στο οποίο αρχίζουν και εμφανίζονται τα πρώτα σημάδια του πόνου.

Η ένταση του ήχου μειώνεται ανάλογα με την απόσταση από την ηχητική πηγή. Σε ένα



καθαρό από εμπόδια εξωτερικό περιβάλλον η ένταση του ήχου μειώνεται κατά 6 dB κάθε φορά που διπλασιάζεται η απόσταση. Έτσι ένας ήχος έντασης 100 dB σε απόσταση 10 μέτρων θα είναι 94 dB σε απόσταση 20 μέτρων και 88 dB σε απόσταση 40 μέτρων.

### 7.2.3. Έλεγχος ηχορύπανσης

Ο θόρυβος, όπως αναφέρθηκε, αποτελεί μία ανεπιθύμητη κατάσταση και τοποθετείται μέσα στο γενικό πλαίσιο των προβλημάτων που συνδέονται άμεσα με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Κάτω από αυτή την έννοια έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τις υπόλοιπες μορφές ρύπανσης. Για τον λόγο αυτό ανάλογη είναι και η ανάγκη για έλεγχο των βιομηχανικών μονάδων, των μέσων μεταφοράς και των άλλων συντελεστών ηχορύπανσης, με νομοθεσία, προδιαγραφές και εργαστηριακούς ελέγχους.

Το μέγεθος της ηχορύπανσης που προέρχεται από έναν αυτοκινητόδρομο εξαρτάται από 3 παράγοντες:

- Τον αριθμό των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν.
- Την ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα.
- Τον αριθμό των μεγάλων οχημάτων που υπάρχουν.

Γενικά ο θόρυβος που παράγεται αυξάνεται όσο περισσότερα αυτοκίνητα κινούνται, όσο γρηγορότερα τρέχουν αυτά και όσο περισσότερα φορτηγά υπάρχουν. Ο θόρυβος των αυτοκινήτων αποτελεί συνδυασμό του θορύβου που παράγουν οι μηχανές των αυτοκινήτων, οι εξατμίσεις και τα ελαστικά κατά την επαφή τους (τριβή) με το οδόστρωμα. Η ένταση του θορύβου επίσης αυξάνεται όταν υπάρχει ελαττωματικός εξοπλισμός στα αυτοκίνητα. Εκτός από τα αυτοκίνητα, τα λεωφορεία και τα φορτηγά επίσης συμβάλλουν κατά μεγάλο βαθμό στη επιδείνωση του προβλήματος της ηχορύπανσης. Ο θόρυβος που προέρχεται από ένα μεγάλο φορτηγό ή λεωφορείο ισοδυναμεί με το θόρυβο που παράγουν 10 με 15 ιδιωτικά αυτοκίνητα μαζί. Ένας λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι ότι τα φορτηγά και τα λεωφορεία έχουν συνήθως πετρελαιοκινητήρες, στους οποίους η αυτανάφλεξη πραγματοποιείται σε υψηλότερη πίεση από ότι στους βενζινοκινητήρες με αποτέλεσμα να παράγεται αυξημένη ποσότητα ηχητικών κυμάτων. Επιπρόσθετα, οι πετρελαιοκινητήρες χρησιμοποιούνται συχνότερα στη μέγιστη ισχύ τους γεγονός που συμβάλλει ακόμη περισσότερο στην ηχορύπανση.

Οι μοτοσικλέτες αποτελούν ακόμη μια σημαντική πηγή κυκλοφοριακού θορύβου. Τα αυτοκίνητα παράγουν συνήθως θόρυβο μεταξύ 67-75 dB, οι μοτοσικλέτες παράγουν από 72-83 dB, αλλά ακριβώς πίσω από την μοτοσικλέτα ο θόρυβος φθάνει μέχρι και το επίπεδο των 120 dB.

Οι οδηγοί των αυτοκινήτων θα πρέπει να μεριμνούν ώστε οι παραγόμενοι θόρυβοι από τη λειτουργία του αυτοκινήτου, όχι μόνο να μην υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια αλλά και να μην προκαλούν ενόχληση στους άλλους.

Τέτοιοι θόρυβοι μπορεί να προέλθουν από τις εξής δραστηριότητες:

- Το δυνατό χτύπημα που προέρχεται από το κλείσιμο κάθε πόρτας.
- Το δυνατό και άσκοπο μαρσάρισμα όταν ο κινητήρας δουλεύει στο ρελαντί.
- Την άσκοπη χρήση των ηχητικών οργάνων.
- Τρύπια ή χαλασμένη εξάτμιση.
- Μεγάλη ένταση του ραδιόφωνου ή κασετόφωνου του αυτοκινήτου όταν αυτό είναι σταθμευμένο και έχει ανοικτές τις πόρτες του. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις προκαλείται ηχορύπανση και θα πρέπει αυτές να αποφεύγονται.

Για τον έλεγχο του θορύβου που προέρχεται από τις μοτοσικλέτες και τα αυτοκίνητα, η Πολιτεία έχει νομοθετήσει, εκτός από τα παρακάτω αναφερόμενα επιτρεπόμενα όρια και λεπτομερείς διαδικασίες του τρόπου μέτρησης. Έτσι, σε ότι αφορά εγκρίσεις τύπου νέων μοντέλων οχημάτων, για την μέτρηση του θορύβου, χρησιμοποιεί την λεγόμενη "εν κινήσει" μέθοδο, κατά την οποία σε ειδικό γήπεδο μετράται ο θόρυβος που προκαλείται και που προέρχεται από το ελεγχόμενο όχημα όταν αυτό κινείται υπό ορισμένες συνθήκες. Για τους περιοδικούς ελέγχους των αυτοκινήτων και των μοτοσικλετών που γίνονται στα ΚΤΕΟ είτε στο δρόμο, χρησιμοποιείται η λεγόμενη "εν-στάσει" μέθοδος μέτρησης του θορύβου, κατά την οποία μετράται ο θόρυβος που εκπέμπεται από την εξάτμιση όταν το όχημα βρίσκεται σταματημένο, ο κινητήρας του δουλεύει στη νεκρά ταχύτητα και αυξάνονται σταδιακά οι στροφές του. Η "εν στάσει" μέθοδος μετρά θορύβους που δεν συσχετίζονται απόλυτα με αυτούς που προκαλούνται κατά την κυκλοφορία, είναι όμως μία σύντομη και αποτελεσματική μέθοδος, που μπορεί να πραγματοποιηθεί πολύ εύκολα με ένα φορητό ηχόμετρο, χωρίς την απαίτηση ειδικού γηπέδου.

## 7.2.4. Μέτρα μείωσης της ηχορύπανσης

Ο Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.) στο άρθρο 15 προβλέπει την απαγόρευση της κυκλοφορίας οδικών οχημάτων τα οποία προκαλούν, γενικά από την κίνηση και τη λειτουργία τους, θορύβους πέραν των επιτρεπόμενων ορίων. Με κοινή Υπουργική απόφαση των Υπουργών Μεταφορών και ΥΠΕΧΩΔΕ καθορίζονται και τα επιτρεπόμενα όρια των θορύβων που προκαλούνται από τα κυκλοφορούντα οχήματα σε εναρμόνιση με οδηγίες της Ε.Ε. Στις επόμενες εικόνες 7.7 & 7.8 βλέπουμε ποιά είναι τα επιτρεπόμενα όρια των θορύβων από τα οχήματα.

| Κατηγορίες οχημάτων |   | Τιμές σε dB(A) |
|---------------------|---|----------------|
| 1.1                 | Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά προσώπων και περιέχοντα μέχρι εννέα θέσεις καθήμενων, συμπεριλαμβανομένης και εκείνης του οδηγού.  | 74             |
| 1.2                 | Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά προσώπων και εφοδιασμένα με άνω των εννέα θέσεις καθήμενων, συμπεριλαμβανομένης και εκείνης του οδηγού, μέγιστης επιτρεπτού βάρους άνω των 3,5 τόνων και:  |                |
|                     | 1.2.1 - με κινητήρα ισχύος κάτω των 150 kW  | 78             |
|                     | 1.2.2 - με κινητήρα ισχύος τουλάχιστον 150 kW   | 80             |
| 1.3                 | Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά προσώπων και εφοδιασμένα με άνω των εννέα θέσεων καθήμενων, συμπεριλαμβανομένης και εκείνης του οδηγού· οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά εμπορευμάτων: |                |
|                     | 1.3.1 - μέγιστου επιτρεπόμενου βάρους το πολύ 2 τόνων   | 76             |
|                     | 1.3.2 - μέγιστου επιτρεπόμενου βάρους άνω των 2 τόνων και μέχρι 3.5 τόνους  | 77             |
| 1.4                 | Οχήματα προοριζόμενα για τη μεταφορά εμπορευμάτων, μέγιστου επιτρεπόμενου βάρους άνω των 3,5 τόνων:   |                |
|                     | 1.4.1 - με κινητήρα ισχύος κάτω των 75 kW   | 77             |
|                     | 1.4.2 - με κινητήρα ισχύος τουλάχιστον 75 kW, αλλά κάτω των 150 kW  | 78             |
|                     | 1.4.3 - με κινητήρα ισχύος τουλάχιστον 150 kW   | 80             |

*Εικόνα 7.7 – Όρια τιμών σε dBA σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε. 92/97 για αυτοκίνητα.*

| Κατηγορίες οχημάτων  | Τιμές σε dB(A) |
|--|----------------|
| Για μοτοσικλέτες με κυβισμό κινητήρα μικρότερο των 80 cm <sup>3</sup> (κυβ. εκατοστών)   | 75             |
| Για μοτοσικλέτες με κυβισμό κινητήρα μεταξύ 80 και 175 cm <sup>3</sup> (κυβ. εκατοστών)  | 77             |
| Για μοτοσικλέτες με κυβισμό κινητήρα μεγαλύτερο των 175 cm <sup>3</sup> (κυβ. εκατοστών) | 80             |

*Εικόνα 7.8 – Όρια τιμών σε dBA σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε. 92/97 για μοτοσικλέτες.*

Η μονάδα μέτρησης είναι το dB(A), Ντεσιμπέλ με ισο-σταθμισμένο ηχητικό επίπεδο (A). Αυτό σημαίνει ότι το χρησιμοποιούμενο όργανο μέτρησης (ηχόμετρο) διαθέτει ειδικό κύκλωμα, το οποίο ισοσταθμίζει τους μετρούμενους ήχους σύμφωνα με την ηχητική αίσθηση που έχει το ανθρώπινο αυτί (ακουστότητα).

Μέτρα μείωσης του θορύβου από τα οχήματα. Μερικά μέτρα μείωσης του θορύβου που μπορούν να εφαρμοστούν σε ήδη υπάρχοντες αυτοκινητόδρομους ή σε δρόμους που βρίσκονται υπό ανακατασκευή είναι:

- Η δημιουργία ζωνών προφύλαξης.
- Η κατασκευή και τοποθέτηση αντηχητικών φραγμάτων.
- Η φύτευση βλάστησης.
- Η διαχείριση της κυκλοφορίας για νεοκατασκευαζόμενους αυτοκινητόδρομους εντός πόλεων.
- Σημαντικά τμήματα της Αττικής οδού έχουν γίνει χαμηλότερα από την επιφάνεια της γης για λόγους μείωσης της ηχορύπανσης.

#### *Ζώνες προφύλαξης*

Οι ζώνες προφύλαξης είναι μεγάλες εκτάσεις μη κατοικημένες που βρίσκονται δεξιά και αριστερά σε έναν αυτοκινητόδρομο. Τέτοιες ζώνες δημιουργούνται σε καινούργιους αυτοκινητοδρόμους και με τον τρόπο αυτό παρεμποδίζεται η κατασκευή κατοικιών και κτιρίων δίπλα στον αυτοκινητόδρομο. Το κόστος αγοράς της γης γύρω από έναν αυτοκινητόδρομο είναι πολλές φορές μεγάλο ή επειδή υπάρχουν ήδη κατοικίες και αυτή η μέθοδος βρίσκει δύσκολα εφαρμογή.

### *Φύτευση βλάστησης*

Η δημιουργία πυκνών φρακτών από δένδρα και θάμνους μπορεί να ελαττώσει το θόρυβο από 5 έως 10 dB. Ο θόρυβος από έναν αυτοκινητόδρομο μπορεί να μειωθεί μέχρι και 50% περίπου αν τα είδη που θα φυτευτούν, καθώς και το σχέδιο φύτευσης επιλεγούν και σχεδιαστούν μετά από σχετική μελέτη. Για καλύτερα αποτελέσματα ο φράκτης πρέπει να φυτεύεται κοντά στην πηγή του ήχου και όχι κοντά στην κατοικημένη περιοχή. Στην επόμενη εικόνα 7.9 βλέπουμε ένα αντηχητικό φράγμα.



***Εικόνα 7.9 – Αντηχητικό φράγμα από πυκνή βλάστηση.***

### *Αντηχητικά φράγματα*

Πρόκειται για συμπαγή εμπόδια που κατασκευάζονται μεταξύ του δρόμου και των σπιτιών που βρίσκονται κοντά στο δρόμο. Δεν εξαλείφουν τελείως το θόρυβο, αλλά μειώνουν τα συνολικά του επίπεδα.

Αποτελεσματικά φράγματα ελαττώνουν το θόρυβο από 5 έως 10 dB μειώνοντας την ένταση του κυκλοφοριακού θορύβου περίπου στο μισό της αρχικής.

Στην επόμενη εικόνα 7.10 βλέπουμε ένα άλλου είδους αντιηχητικό φράγμα.



**Εικόνα 7.10** – Αντιηχητικό φράγμα από πλαστικούς υαλοπίνακες.

#### *Διαχείριση της κυκλοφορίας*

Ο ήχος που παράγεται από κάθε όχημα εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από το πως αυτό οδηγείται. Ειδικότερα, ο θόρυβος που εκπέμπεται εξαρτάται από την ταχύτητα του οχήματος, από τον αριθμό στροφών του κινητήρα, από την κατάσταση του συστήματος εξαγωγής των καυσαερίων, από συνολική καλή μηχανολογική και χωρίς παρεμβάσεις κατάσταση του οχήματος και από το εάν το όχημα επιταχύνει ή επιβραδύνει.

Οι παράγοντες αυτοί διαρκώς μεταβάλλονται στην καθημερινή προσπάθεια των οδηγών, να αντιμετωπίσουν το κυκλοφοριακό πρόβλημα και τις συνθήκες του δρόμου. Δύο οδηγοί σπανίως θα αντιδράσουν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο σε μια συγκεκριμένη κατάσταση. Αυτοί που οδηγούν λιγότερο επιθετικά σε σύγκριση με άλλους συμβάλουν σημαντικά στην οικονομία καύσιμου και στην μείωση του παραγόμενου θορύβου.

Τα εξογκώματα (σαμαράκια) στον δρόμο έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση του θορύβου κατά 4 έως 7 dB. Με διάφορες διατάξεις του ΥΠΕΧΩΔΕ καθορίζονται επίσης περιοχές στις οποίες επιβάλλεται ησυχία, όπως π.χ. οι δρόμοι γύρω από Νοσοκομεία και Κλινικές, καθώς και ώρες κοινής ησυχίας όπως π.χ. κατά τη νύκτα μετά τις 12 τα μεσάνυχτα και κατά τις μεσημβρινές ώρες το καλοκαίρι, στις κατοικημένες περιοχές. Οι διατάξεις αυτές ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και εξαρτώνται από την εποχή του έτους. Η σωστή χρήση των ηχητικών οργάνων όπως προβλέπεται από το άρθρο 37 του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας συμβάλει στην μείωση των θορύβων.

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι η "συνετή οδήγηση" είναι το πιο σημαντικό και ανώδυνο μέτρο μείωσης του θορύβου των οχημάτων.

# 8

## Πηγές ενέργειας για την κίνηση των οχημάτων

### 8.1. Συμβατικά καύσιμα

#### 8.1.1. Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο αποτελείται κυρίως από υγρούς υδρογονάνθρακες, μέσα στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί με μικρές ποσότητες ενώσεων του θείου, του οξυγόνου και του αζώτου.

Είναι οργανικής προέλευσης και δημιουργήθηκε όταν σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους (πριν από 450 εκατομμύρια χρόνια) ζωικοί και φυτικοί οργανισμοί (πλαγκτόν) σχημάτισαν αλληπάλληλα στρώματα εγκλωβίστηκαν σε μεγάλα βάθη και με την επίδραση της πίεσης και της θερμοκρασίας, μετατράπηκαν σε πετρέλαιο. Το αργό πετρέλαιο εξάγεται με γεωτρήσεις και μεταφέρεται στα διυλιστήρια.

#### 8.1.2. Βενζίνη

Η βενζίνη είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριο τους και ιδιότητες που πλησιάζουν σε αυτές του οκτανίου ( $C_8H_{18}$ ). Η βενζίνη χρησιμοποιείται ως καύσιμο στους κινητήρες εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων.

Επειδή το ποσοστό της βενζίνης που παίρνουμε από το πετρέλαιο είναι πολύ μικρό (15-30%) και δεν επαρκεί, για να καλύψει τις ανάγκες της κατανάλωσης, που αυξάνονται καθημερινά, εφαρμόζεται η μέθοδος της πυρόλυσης (Cracking Process) προκειμένου να δημιουργηθούν μικρές αλυσίδες υδρογονανθράκων και να αυξηθεί η ποσότητα της παραγόμενης βενζίνης. Κατά την πυρόλυση σπάζουν (σε υψηλή θερμοκρασία με απουσία αέρα) οι αλυσίδες των μεγάλων μορίων τα οποία δεν έχουν μεγάλη ζήτηση (πχ. μαζούτ) και σχηματίζονται νέες αλυσίδες βενζίνης. Για να βελτιωθεί η ποιότητα της βενζίνης, (δηλαδή για να αυξηθεί ο αριθμός οκτανίων), θερμαίνεται η βενζίνη απουσία αέρα, οπότε γίνεται αναμόρφωση (reforming), δηλαδή υδρογονάνθρακες χωρίς διακλαδώσεις μετατρέπονται σε ισομερείς με διακλαδισμένη αλυσίδα. Οι αλυσίδες άκυκλων υδρογονανθράκων στο μόριο των οποίων τα

άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με απλό δεσμό ονομάζονται Αλκάνια (κορεσμένοι υδρογονάνθρακες). Ο απλούστερος από αυτούς είναι το **μεθάνιο** ( $\text{CH}_4$ ), με έναν άνθρακα και 4 υδρογόνα στο μόριο του. Οι επόμενοι υδρογονάνθρακες της σειράς είναι το **αιθάνιο** ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), το **προπάνιο** ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), το **βουτάνιο** ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), το **πεντάνιο** ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) κλπ.

## 8.2. Εναλλακτικά καύσιμα

### 8.2.1. Εισαγωγή

Σήμερα γίνονται μεγάλες προσπάθειες ώστε η κίνηση των αυτοκινήτων να μην στηρίζεται πλέον στα εξαντλούμενα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων, αλλά στην ηλιακή ενέργεια ή σε άλλες πιο φιλικές ενώσεις ώστε να παράγονται προϊόντα καύσης φιλικά προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον του, όπως πχ. το υδρογόνο η καύση του οποίου παράγει μόνο νερό.

### 8.2.2. Η πράσινη βενζίνη

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και η εξάντληση των παραδοσιακών καυσίμων (πετρέλαιο-γαιάνθρακες) οδήγησαν στην αναζήτηση νέων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην προσπάθεια να λυθεί το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, την εποχή που ακόμα δεν είχαν διαδοθεί ευρύτερα τα καταλυτικά αυτοκίνητα (τέλη της δεκαετίας του 1970), έγιναν προσπάθειες να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή πρόσθετα της βενζίνης η μεθανόλη ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) και η αιθανόλη ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).

Η μεθανόλη και αιθανόλη παρασκευάζονται και από "οικολογικές" φυσικές πρώτες ύλες, όπως από ξύλο (η μεθανόλη) ή από την ζύμωση ουσιών φυτικής προέλευσης, που περιέχουν άμυλο ή ζάχαρη (η αιθανόλη), ώστε να κατατάσσονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Γι' αυτό τα μίγματα βενζίνης και μεθανόλης ή βενζίνης και αιθανόλης ονομάστηκαν "πράσινη βενζίνη". Το πλεονέκτημα αυτών των ενώσεων είναι ότι περιέχουν οξυγόνο, το οποίο υποβοηθά την καύση.

Από τη δεκαετία του 1970 παράγουν στη Βραζιλία αιθανόλη από ζάχαρη. Το μίγμα αυτό, 80% βενζίνη και 20% αιθανόλη (gasohol) χρησιμοποιείται για την κίνηση των αυτοκινήτων, χωρίς να χρειάζεται αντικατάσταση των μηχανών τους. Επίσης, το ένα όγδοο περίπου των αυτοκινήτων της Βραζιλίας έχουν σχεδιαστεί με μηχανές που μπορούν και χρησιμοποιούν ως καύσιμο καθαρή αιθανόλη. Σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (π.χ. Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία) χρησιμοποιούνται ανάλογα μίγματα βενζίνης και μεθανόλης.



Πρόσφατες μελέτες στην ατμόσφαιρα του Ρίο έδειξαν όμως ότι, ενώ παρατηρήθηκε μείωση των άλλων ρύπων, έχει αυξηθεί η συγκέντρωση του ρυπαντή PAN (Peroxy Acetylo Nitrate) λόγω της αιθανόλης, που χρησιμοποιείται ως καύσιμο στα αυτοκίνητα. Ο ρυπαντής PAN ερεθίζει τα μάτια και είναι τοξικός για τα φυτά. Σημειώνεται ότι τα αυτοκίνητα της Βραζιλίας δεν είναι εφοδιασμένα με καταλύτες.

Στην Ελλάδα οι προσπάθειες που έγιναν γύρω στο 1980 για χρήση της "πράσινης βενζίνης" δεν είχαν καμία επιτυχία.

### **8.2.3. Φυσικό αέριο**

Το φυσικό αέριο είναι μίγμα αερίων υδρογονανθράκων αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο. Είναι ένα πολύ ελαφρύ αέριο και σε αντίθεση με το υγραέριο (μίγμα προπανίου - βουτανίου) υγροποιείται σε πολύ υψηλή πίεση. Γι' αυτό μετά την εξαγωγή του μεταφέρεται με ειδικούς αγωγούς ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις, με σχετικά υψηλή πίεση.

Η θαλάσσια μεταφορά του με ειδικά δεξαμενόπλοια υπό ατμοσφαιρική πίεση είναι δυνατή, για λόγους ασφαλείας μόνο στην πολύ χαμηλή θερμοκρασία των  $-162^{\circ}\text{C}$ , ως υγροποιημένο φυσικό αέριο. Αυταναφλέγεται σε υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες, επομένως αντιστοιχεί σε βενζίνη υψηλού αριθμού οκτανίων.

Είναι καύσιμο πολύ φιλικό προς το περιβάλλον, σε σχέση με το πετρέλαιο και τη βενζίνη, επειδή οι εκπομπές των κινητήρων από την καύση του είναι λιγότερο ρυπογόνες και δεν περιέχουν μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC).

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στην Ελλάδα αποφασίστηκε για:

- Να περιοριστούν οι εκπομπές επικίνδυνων για την υγεία ρύπων.
- Να μειωθούν οι ανάγκες μεταφοράς καυσίμων μέσα από τις πόλεις.
- Να μειωθεί η ανάγκη αποθήκευσης καυσίμων στις επιχειρήσεις και τις οικοδομές.
- Να μειωθεί η εξάρτηση της χώρας από τα πετρελαϊκά καύσιμα.
- Να εκσυγχρονιστεί και αυτοματοποιηθεί ο θερμικός εξοπλισμός των βιομηχανιών.
- Να μειωθεί το κόστος των καυσίμων.

Η υλοποίηση του μεγάλου αυτού ενεργειακού έργου ανατέθηκε στη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) Α.Ε., ενώ η όλη επένδυση χρηματοδοτήθηκε και από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Αλγερία και τη Ρωσία. Το φυσικό αέριο από τη Ρωσία φθάνει μέσω αγωγών ενώ της Αλγερίας μεταφέρεται σε υγροποιημένη μορφή με ειδικά δεξαμενόπλοια.

#### **8.2.4. Υδρογόνο**

Το υδρογόνο σαν καύσιμο σε κινητήρες εσωτερικής καύσης. Το καύσιμο υδρογόνο θεωρείται σήμερα σαν "οριστική λύση" για το μέλλον είτε σαν άμεσο καύσιμο είτε σαν έμμεσο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τα στοιχεία καυσίμου (fuel cells).

Δεν μπορεί όμως ακόμα να αποτελέσει άμεση λύση για την κίνηση των αυτοκινήτων, παρόλο που παράγεται σχετικά εύκολα, είτε με τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης είτε με διαχωρισμό από υδρογονάνθρακες, γιατί πρέπει πρώτα να αντιμετωπισθούν κάποια προβλήματα.

Τα προβλήματα αυτά εντοπίζονται στα παρακάτω:

- Η παραγωγή του υδρογόνου, με τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης, απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας. Έτσι θα πρέπει πρώτα να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα εξεύρεσης ενέργειας με χαμηλό κόστος και χωρίς να ρυπαίνει το περιβάλλον, διατηρώντας έτσι τα περιβαλλοντικά οφέλη που θα προκύπτουν από τη χρήση του υδρογόνου σαν καύσιμο.
- Επίσης η παραγωγή του, με τη μέθοδο του διαχωρισμού του υδρογόνου από υδρογονάνθρακες, δημιουργεί ρυπαντές και αέρια που συντελούν στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Η αποθήκευση, μεταφορά, διανομή και χρήση του υδρογόνου, παρουσιάζει μεγάλα προβλήματα ασφάλειας καθώς είναι πάρα πολύ εύφλεκτο αέριο.
- Τέλος, υπάρχουν έντονα οικονομικά συμφέροντα που εμποδίζουν την άμεση αντικατάσταση όλων των γραμμών παραγωγής των κινητήρων των σημερινών αυτοκινήτων, του κυκλώματος άντλησης, μεταφοράς και επεξεργασίας, καθώς και των δικτύων διανομής και πώλησης των υγρών καυσίμων και τέλος των δικτύων

συντήρησης και επισκευής κινητήρων.

Εάν όμως η είσοδος του υδρογόνου στην αγορά γίνει με έναν τρόπο ομαλό, δηλαδή με χαμηλό σχετικά κόστος και με μεσοπρόθεσμη εξοικείωση των οδηγών, θεωρείται δεδομένο ότι θα μπορέσει να επικρατήσει χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στον τομέα των μεταφορών και ειδικότερα του επιβατικού αυτοκινήτου. Το ίδιο έγινε με το χρόνο που απαιτήθηκε για τη χρήση της αμόλυβδης βενζίνης και την παράλληλη χρήση της με την απλή και τη βενζίνη super.

Αντίθετα είναι εύκολη η άμεση χρήση του υδρογόνου σαν καύσιμο στους συμβατικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης γιατί απαιτεί μικρές μόνο μετατροπές. Η δυνατότητα αυτή έχει ήδη δοκιμαστεί με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα. Στην περίπτωση ενός τέτοιου κινητήρα τα υποπροϊόντα της καύσης στους θαλάμους καύσης, (δηλαδή τα καυσαέρια), θεωρητικά δεν είναι παρά υδρατμοί ή σταγόνες νερού. Οι μελέτες και δοκιμές που γίνονται εξετάζουν την περίπτωση κατά τη μεταβατική περίοδο κατά την οποία οι σταθμοί ανεφοδιασμού με υδρογόνο θα είναι περιορισμένοι σε αριθμό, να υπάρχει η δυνατότητα χρήσης στον ίδιο κινητήρα (μετά από κατάλληλες μετατροπές) είτε υδρογόνου, είτε βενζίνης, αφού τα αυτοκίνητα μπορούν να είναι εφοδιασμένα με δύο συστήματα δεξαμενών καυσίμου. Για να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα το υδρογόνο σαν καύσιμο στα αυτοκίνητα, θα πρέπει πρώτα να έχουν επιλυθεί τα θέματα ασφαλούς μεταφοράς και διανομής του. Στην επόμενη εικόνα 8.1 βλέπουμε ένα αυτοκίνητο υδρογόνου.



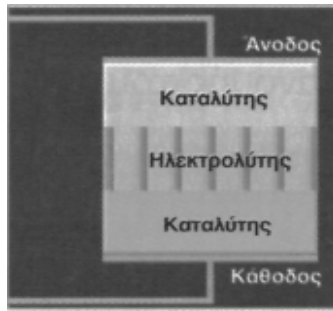
**Εικόνα 8.1** – Αυτοκίνητο κινούμενο με υδρογόνο – Ford Focus (FVC).

Οι λύσεις που προτείνονται για την αντιμετώπιση των προβλημάτων είναι οι ακόλουθες:

- Ο εφοδιασμός του αυτοκινήτου με κάποιο καύσιμο, όπως μεθανόλη, και με μια ενσωματωμένη συσκευή να απελευθερώνεται το υδρογόνο εν κινήσει όταν απαιτείται.
- Συμπύεση του υδρογόνου και εφοδιασμός των αυτοκινήτων με κατάλληλες δεξαμενές υψηλής πίεσης, περίπου 700 bar.
- Αποθήκευση του υδρογόνου σε στερεά μορφή, σαν ενώσεις με διάφορα μέταλλα για το σχηματισμό υβριδίων, τα οποία αποσυντίθενται είτε με νερό είτε με θέρμανση, παρέχοντας το υδρογόνο. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αποθηκευθούν μεγάλες ποσότητες αερίου σε μικρό όγκο. Επίσης δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής ή ανάφλεξης και το υδρογόνο είναι διαθέσιμο όποτε και σε όση ποσότητα χρειάζεται.
- Τέλος, αποθήκευση υγρού υδρογόνου σε κρυογονικές δεξαμενές, αφού όμως επιλυθούν τα προβλήματα που σχετίζονται ή και δημιουργούνται με τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

*Λειτουργία κυψέλης υδρογόνου (fuel cells).*

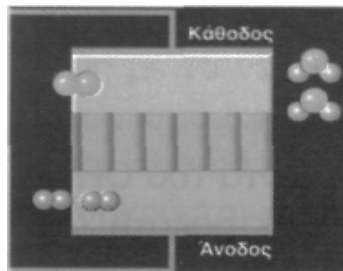
Οι κυψέλες υδρογόνου έχουν μια απλή δομή. Περιέχουν τρία στρώματα, το ένα δίπλα στο άλλο. Το πρώτο στρώμα είναι η άνοδος, το δεύτερο ο ηλεκτρολύτης και το τρίτο η κάθοδος. Η άνοδος και η κάθοδος παίζουν το ρόλο του καταλύτη. Το μεσαίο στρώμα αποτελείται από ένα φορέα που απορροφάει τον ηλεκτρολύτη. Χρησιμοποιούνται διάφορες ουσίες σαν ηλεκτρολύτες. Άλλες ουσίες είναι υγροί ηλεκτρολύτες και κάποιοι είναι σε στερεή μορφή με μια μεμβρανώδη δομή. Η ενεργειακή κυψέλη στην παρακάτω μορφή αποτελείται από δύο ξεχωριστά τμήματα τους δύο καταλύτες ανάμεσα στα οποία υπάρχει ένας ηλεκτρολύτης (διάλυμα υδροξειδίου του καλίου). Οι καταλύτες περιέχουν πλατίνα, για την διευκόλυνση των χημικών αντιδράσεων που ακολουθούν. Το τμήμα που εισάγεται το υδρογόνο θα αποτελέσει την άνοδο και στο τμήμα που εισάγεται το οξυγόνο θα αποτελεί την κάθοδο. Στους δύο πόλους συνδέεται η συσκευή που πρόκειται να λειτουργήσει. Στην επόμενη εικόνα 8.2 βλέπουμε τα στρώματα και πως λειτουργεί η κυψέλη υδρογόνου.



**Εικόνα 8.2** – Λειτουργία κυψέλης υδρογόνου.

1η φάση:

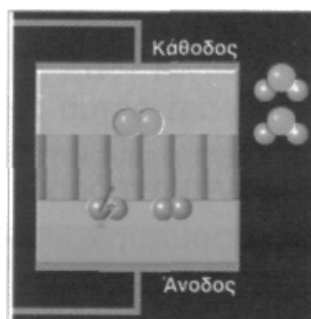
Αρχίζει και ρέει αέριο οξυγόνο ( $O_2$ ), και αέριο υδρογόνο ( $H_2$ ) στα δύο ξεχωριστά τμήματα. Έτσι έχουμε 2 άτομα οξυγόνου πάνω και 4 άτομα υδρογόνου κάτω. Στην επόμενη εικόνα 8.3 βλέπουμε την πρώτη φάση.



**Εικόνα 8.3** – 1<sup>η</sup> φάση της κυψέλης υδρογόνου.

2η φάση:

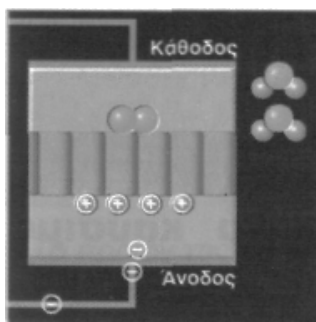
Όταν έρθουν σε επαφή τα δύο μόρια  $H_2$  με τον καταλύτη ιονίζονται προς τέσσερα πρωτόνια και τέσσερα ηλεκτρόνια. Την ίδια στιγμή τα 4 ελεύθερα ηλεκτρόνια φεύγουν προς το εξωτερικό κύκλωμα, μέσω του οποίου έρχονται προς την κάθοδο. Στην επόμενη εικόνα 8.4 βλέπουμε την δεύτερη φάση.



**Εικόνα 8.4** – 2<sup>η</sup> φάση της κυψέλης υδρογόνου.

3η φάση:

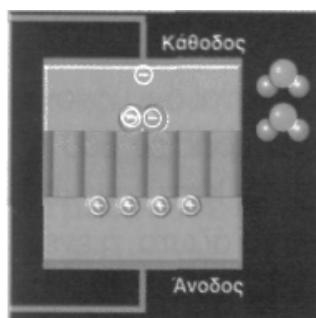
Τα 4 ηλεκτρόνια κινούνται από την άνοδο προς την κάθοδο και δημιουργούν έτσι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Το κάτω μέρος έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων (θετικός πόλος) ενώ το πάνω μέρος έχει περίσσεια ηλεκτρονίων (αρνητικός πόλος). Αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να τροφοδοτήσει μια ηλεκτρική συσκευή. Στην επόμενη εικόνα 8.5 βλέπουμε την τρίτη φάση.



**Εικόνα 8.5** – 3<sup>η</sup> φάση της κυψέλης υδρογόνου.

4η φάση:

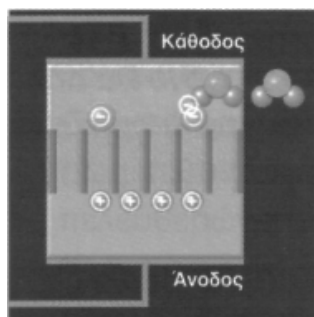
Στη συνέχεια τα τέσσερα ηλεκτρόνια, που βρίσκονται στην κάθοδο, ενώνονται με τα δύο άτομα οξυγόνου και τα φορτίζουν αρνητικά. Στην επόμενη εικόνα 8.6 βλέπουμε την τέταρτη φάση.



**Εικόνα 8.6** – 4<sup>η</sup> φάση της κυψέλης υδρογόνου.

5η φάση:

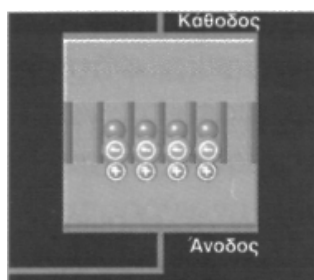
Τα δύο μόρια του νερού, που βρίσκονται ήδη στην κάθοδο (στο δεξί τμήμα) ενώνονται με τα δύο ιόντα οξυγόνου σχηματίζοντας 4 ιόντα υδροξυλίου  $\text{OH}^-$ . Στην επόμενη εικόνα 8.7 βλέπουμε την πέμπτη φάση.



*Εικόνα 8.7 – 5<sup>η</sup> φάση της κυπέλης υδρογόνου.*

6η φάση:

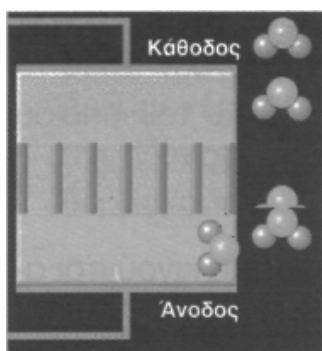
Αυτά τα 4 ιόντα του  $\text{OH}^-$  κινούνται μέσω του ηλεκτρολύτη (διάλυμα υδροξειδίου του καλίου) προς την άνοδο. Στην επόμενη εικόνα 8.8 βλέπουμε την έκτη φάση.



*Εικόνα 8.8 – 6<sup>η</sup> φάση της κυπέλης υδρογόνου.*

7η φάση:

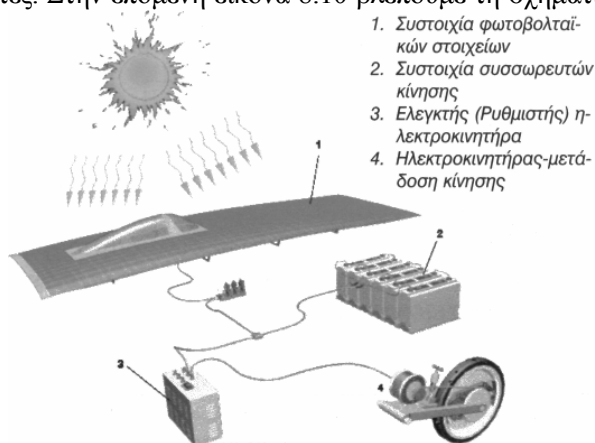
Τα υδροξυλιόντα αντιδρούν στην άνοδο με τα προϋπάρχοντα πρωτόνια προς δημιουργία νερού. Αυτό το νερό μερικώς οδηγείται στην εξάτμιση και μερικώς οδηγείται πίσω στην κάθοδο για να συμμετάσχει ξανά στην αντίδραση που ακολουθεί. Στην επόμενη εικόνα 8.9 βλέπουμε την έβδομη φάση.



Εικόνα 8.9 – 7<sup>η</sup> φάση της κυπέλης υδρογόνου.

## 8.2.5. Ηλιακό αυτοκίνητο

Το ηλιακό αυτοκίνητο είναι ένα πειραματικό προς το παρόν αυτοκίνητο, το οποίο κινείται με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα. Τον ηλεκτροκινητήρα τροφοδοτούν με τάση συσσωρευτές, οι οποίοι φορτίζονται από συστοιχία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τη συστοιχία των φωτοβολταϊκών στοιχείων πηγαίνει κατευθείαν στον ηλεκτροκινητήρα και αν "περισσεύει" ενέργεια φορτίζει τους συσσωρευτές μέσα από τον ελεγκτή τάσης. Όταν οι συνθήκες δεν είναι οι κατάλληλες, ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτείται με ενέργεια από τους συσσωρευτές. Στην επόμενη εικόνα 8.10 βλέπουμε τη σχηματική διάταξη του ηλιακού αυτοκινήτου.



Εικόνα 8.10 – Σχηματική διάταξη ηλιακού αυτοκινήτου.



## 8.2.6. Ηλεκτρικό αυτοκίνητο

Σαν ηλεκτρικό αυτοκίνητο θεωρείται το όχημα εκείνο που η παροχή της απαραίτητης ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από την αποθηκευμένη ενέργεια των συσσωρευτών που φέρει. Επίσης υπάρχουν αυτοκίνητα τα οποία κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια αλλά έχουν την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πάνω στο αυτοκίνητο, με διάφορους τρόπους, ώστε να εξασφαλίζεται η τροφοδοσία ενός ηλεκτροκινητήρα.

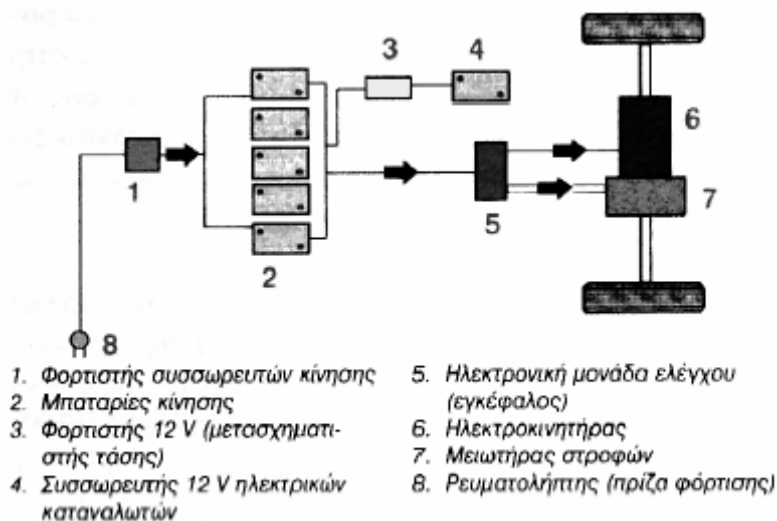
Τέτοια αυτοκίνητα είναι τα ηλιακά αυτοκίνητα, τα υβριδικά και τα αυτοκίνητα με κινητήρες στοιχείων καυσίμου (fuel cells). Από τα πρώτα βήματα της αυτοκίνησης το Ηλεκτρικό αυτοκίνητο έπαιξε πρωταγωνιστικό ρόλο. Ειδικά μέχρι να λυθεί στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα το πρόβλημα της χειροκίνητης εκκίνησης (μανιβέλα), τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα υπερτερούσαν και σε κυκλοφορία (34.000 κινούνταν το 1912 στην Αμερική), αλλά και σε επιδόσεις (Ταχύτητα από 32 έως 48 χλμ/ώρα). Στη συνέχεια όμως το ηλεκτρικό αυτοκίνητο δεν είχε την εξέλιξη που προδιαγραφόταν, παρά τις προσπάθειες κατασκευής βιώσιμων εμπορικών μοντέλων.

Παρέμεινε μόνο σε ειδικές εφαρμογές και σε μικρό αριθμό κυκλοφορίας για τους παρακάτω κυρίως λόγους:

- Μεγάλο κόστος αγοράς - σε σύγκριση με ένα βενζινοκίνητο αυτοκίνητο - κυρίως λόγω του μικρού αριθμού παραγωγής.
- Η αυτονομία ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου - λόγω των συσσωρευτών - είναι πάρα πολύ μικρή, καθώς και οι επιδόσεις του.
- Δεν υπήρξαν σταθμοί επαναφόρτισης συσσωρευτών και γενικά μια υποδομή υποστήριξης για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο.
- Δεν υπήρξε μέχρι πρότινος πρόβλημα ρύπανσης ειδικά στα αστικά κέντρα.
- Η πετρελαϊκή κρίση παρουσίασε ύφεση.

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο κινείται με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος παίρνει ηλεκτρική ενέργεια από τους συσσωρευτές. Η εξέλιξη και η καθιέρωση της χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σαν ένα γενικό μέσο μεταφοράς, εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από την αυτονομία κίνησης που θα του παρέχουν οι συσσωρευτές και το κόστος αντικατάστασης τους. Οι μέχρι σήμερα τεχνολογικές εξελίξεις δεν έχουν λύσει τα μειονεκτήματα των συσσωρευτών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι σύγχρονοι συσσωρευτές μπορούν να δώσουν αυτονομία μόνο μέχρι 200 χιλιόμετρα καλύπτοντας όμως άνετα τη μέση

ανάγκη καθημερινής μετακίνησης. Σε σύγκριση τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έναντι των αυτοκινήτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης, παρουσιάζουν 2,5 έως 4 φορές μικρότερη αυτονομία κίνησης. Στην επόμενη εικόνα 8.11 βλέπουμε την σχηματική διάταξη ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



**Εικόνα 8.11** – Σχηματική διάταξη βασικών εξαρτημάτων ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Οι μπαταρίες κίνησης (2) τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια τον ηλεκτροκινητήρα (6) ο οποίος μέσω ενός μειωτήρα - διαφορικού (7) κινεί το όχημα. Ο έλεγχος παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας από τις μπαταρίες προς τον ηλεκτροκινητήρα γίνεται με τη βοήθεια σήμερα μιας ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου (5). Σήμερα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα επανέρχονται στο προσκήνιο κυρίως για λόγους προστασίας περιβάλλοντος. Η αντιμετώπιση αυτών των αρνητικών επιπτώσεων για το περιβάλλον θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί: Με αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (π.χ. αιολικά πάρκα, υδροηλεκτρικά εργοστάσια κ.ά.), ή εξοικονομώντας ηλεκτρική ενέργεια από άλλες χρήσεις ή, κατανέμοντας κατά τόπο και χρόνο τη ζήτηση.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μέχρι σήμερα θεωρείται ότι έχουν τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Μεγάλος όγκος και βάρος συμπεριλαμβανομένων και των συσσωρευτών. Επίσης η συμπεριφορά τους θεωρείται επικίνδυνη σε περίπτωση ατυχήματος σαν κινούμενη μάζα.
- Μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης των συσσωρευτών. Κυμαίνεται από 4 μέχρι 12 ώρες ανάλογα με τον τύπο των συσσωρευτών.
- Οι μπαταρίες αποτελούν τοξικά απόβλητα και η αποθήκευση ή και η καταστροφή τους μετά τη συμπλήρωση του κύκλου ζωής τους πρέπει να αντιμετωπίζεται με

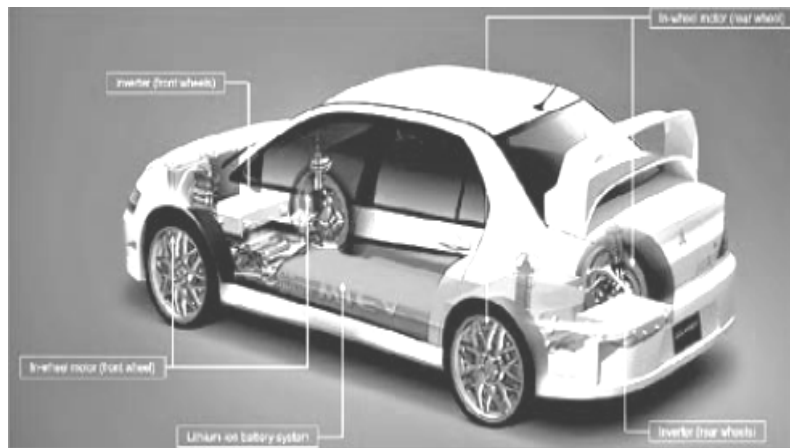
ειδικές διαδικασίες.

Τα μειονεκτήματα αυτά περιορίζουν τις δυνατότητες χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με συσσωρευτές, με συνέπεια σήμερα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις, κυρίως επαγγελματικές δραστηριότητες περιορισμένης ακτίνας δράσης και περιορισμένου χρονικού διαστήματος μέσα στην ημέρα, ενώ πρέπει να υπάρχει και επαρκής χρόνος επαναφόρτισης των συσσωρευτών. Οι περιορισμοί αυτοί είναι δεδομένο ότι μπορούν να αμβλυνθούν ή και να μην υπάρχουν σε συνθήκες διευρυμένης αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όταν θα έχουν διαμορφωθεί κατάλληλες υποδομές και συνθήκες εξυπηρέτησης των χρηστών τους.

Ένα παράδειγμα ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου είναι το Mitsubishi Lancer Evolution MIEV. Η Mitsubishi παρουσίασε μία νέα πρόταση σχετικά με τα ηλεκτροκίνητα οχήματα του μέλλοντος, που και βασίζεται στην πλατφόρμα του Lancer Evolution και χρησιμοποιεί την τεχνολογία την οποία έχει αναπτύξει. Το Lancer Evolution MIEV, όπως ονομάζεται, κινείται από τέσσερις ηλεκτροκινητήρες εξωτερικού ρότορα, που είναι τοποθετημένοι ένας σε κάθε τροχό διαμέτρου 20 ιντσών και δεν χρειάζονται μειωτήρα ταχύτητας. Η συνολική απόδοση ισχύος φτάνει τα 200kW (270 ίπποι) με αποτέλεσμα το Lancer να χρειάζεται 8 sec για να επιταχύνει από στάση στα 100 km/h, ενώ η τελική του αγγίζει τα 180 km/h - επιδόσεις σαφώς ανώτερες των σημερινών ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της τοποθέτησης του κινητήρα στον τροχό είναι ότι επιτρέπει στην κινητήρια ροπή και τη δύναμη πέδησης να ρυθμίζονται με υψηλή ακρίβεια σε κάθε τροχό ανεξάρτητα, χωρίς να απαιτούνται κιβώτιο ταχυτήτων, ημιαξόνια, γρανάζια διαφορικού ή άλλα περίπλοκα εξαρτήματα, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ελευθερία σχεδίασης, τόσο του αμαξώματος όσο και των διατάξεων.

Επίσης, η Mitsubishi κατάφερε να εξαλείψει και το σημαντικότερο μειονέκτημα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, την περιορισμένη αυτονομία τους. Με τη χρησιμοποίηση μιας μπαταρίας ιόντων λιθίου, έχει επιτευχθεί καλύτερη πυκνότητα ενέργειας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Στην επόμενη εικόνα 8.12 βλέπουμε πως είναι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο της Mitsubishi (EVO IX).



*Εικόνα 8.12 – Η ηλεκτροκίνητη έκδοση του φημισμένου Mitsubishi Lancer Evolution IX.*

### 8.2.7. Υβριδικό αυτοκίνητο

Το βασικό μειονέκτημα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι η μειωμένη αυτοτέλεια κίνησης εξαιτίας των συσσωρευτών. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ο χρόνος και οι εγκαταστάσεις που απαιτούνται για τη φόρτιση των συσσωρευτών.

Η ανάγκη απαλοιφής των μειονεκτημάτων αυτών καθώς και η ανάγκη μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών καυσαερίων έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός μικτού τύπου αυτοκινήτου, όπου συνυπάρχουν ο κινητήρας εσωτερικής καύσης και ο ηλεκτροκινητήρας. Τα αυτοκίνητα αυτά ονομάζονται υβριδικά αυτοκίνητα.

Πλεονέκτημα των υβριδικών αυτοκινήτων είναι μεν η μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και οι μειωμένες εκπομπές ρύπων, αλλά μειονέκτημα αποτελεί η συνύπαρξη των δύο κινητήρων (εσωτερικής καύσης και ηλεκτρικού) και τα αναγκαία πολύπλοκα και δαπανηρά συστήματα μετάδοσης ενέργειας και ελέγχου.

Οι δύο διαφορετικές εκδοχές της διαδικασίας παραγωγής και μετάδοσης κίνησης είναι οι εξής:

Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης κινεί μια ηλεκτρογεννήτρια, η οποία φορτίζει συσσωρευτές. Η κίνηση παράγεται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα, ο οποίος τροφοδοτείται με ηλεκτρικό

ρεύμα από τους συσσωρευτές. Το σύστημα αυτό ονομάζεται **σειριακό σύστημα** παραγωγής ενέργειας και το βλέπουμε στην εικόνα 8.13.

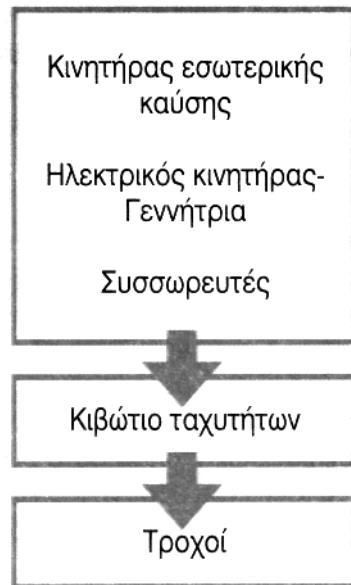


*Εικόνα 8.13 – Σειριακό σχεδιάγραμμα παραγωγής ενέργειας.*

Στην περίπτωση αυτή, όταν η τάση των συσσωρευτών είναι πάνω από ένα όριο, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης δε λειτουργεί. Εάν υπάρξει ζήτηση ισχύος τέτοια ώστε να μην μπορεί να καλυφθεί από τους συσσωρευτές ή εάν η τάση των συσσωρευτών πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο τότε τίθεται σε λειτουργία ο κινητήρας εσωτερικής καύσης και το ρεύμα που παράγεται καταναλώνεται από τον κινητήρα και από τη φόρτιση των συσσωρευτών.

Στη δεύτερη περίπτωση, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης και ο ηλεκτρικός κινητήρας συνδέονται με ένα μηχανισμό διαφορικού. Ο ηλεκτρικός κινητήρας λειτουργεί πάντα, ενώ ο κινητήρας εσωτερικής καύσης εάν υπάρχει ανάγκη πρόσθετης ισχύος ή ανάγκη φόρτισης των συσσωρευτών. Η κίνηση μετάδίδεται από το διαφορικό στους κινητήριους τροχούς. Το σύστημα αυτό ονομάζεται **παράλληλο σύστημα** παραγωγής ενέργειας.

Στην επόμενη εικόνα 8.14 βλέπουμε πως είναι ένα παράλληλο σύστημα παραγωγής ενέργειας.



*Εικόνα 8.14 – Παράλληλο σχεδιάγραμμα παραγωγής ενέργειας.*

Σε αυτήν την περίπτωση, ο ηλεκτρικός κινητήρας, κάτω από ορισμένες συνθήκες, μετατρέπεται σε γεννήτρια για να φορτιστούν οι συσσωρευτές όταν υπάρχει ανάγκη. Το ίδιο είναι δυνατόν να συμβεί όταν φρενάρει το αυτοκίνητο.

## 8.2.8. Βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμο είναι το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα. Η *βιομάζα* είναι πιθανώς η πρώτη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο υπό τη μορφή πυρράς και είναι το μη απολιθωμένο και βιοαποικοδομήσιμο οργανικό υλικό προερχόμενο από φυτά, ζώα και μικροοργανισμούς. Περιλαμβάνει επίσης προϊόντα, παραπροϊόντα, υπολείμματα και απόβλητα από τη γεωργία, τη δασοκομία και σχετικές βιομηχανίες καθώς επίσης και τα μη απολιθωμένα και βιοαποικοδομήσιμα οργανικά κλάσματα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Περιλαμβάνει επίσης αέρια και υγρά που ανακτώνται από την αποσύνθεση μη απολιθωμένου και βιοαποικοδομήσιμου οργανικού υλικού.



*Εικόνα 8.15 – Βιομάζα.*

Όταν καίγεται για ενεργειακούς σκοπούς, η βιομάζα αναφέρεται ως βιοκαύσιμο. Η χρήση της ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας έχει μελετηθεί και έχει αναπτυχθεί σε τέσσερις άξονες: καύση, πυρόλυση για την παραγωγή αερίων και υγρών καυσίμων, χώνευση για την παραγωγή βιοαερίου και ζύμωση για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

*Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας.*

- Σε πληθώρα κλάδων όπως τη γεωργία, δασοκομία, αστικά/ βιομηχανικά απόβλητα, όποια μορφή οργανικής ύλης θεωρείται άχρηστη, είναι δυνατόν να παραχθεί βιοενέργεια αποτελώντας τελικά ύλη χρήσιμη.
- Λόγω του μεγάλου δυναμικού της βιομάζας είναι αντιστοίχως μεγάλη η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας.
- Ειδικά για την Ελλάδα, όπου το δυναμικό της γεωθερμίας είναι χαμηλό, είναι η μόνη μορφή ενέργειας μαζί με την ηλιακή από τις υπόλοιπες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) από τις οποίες παράγεται θερμική ενέργεια πέρα της ηλεκτρικής.
- Η τεχνολογία που απαιτείται για την παραγωγή βιοενέργειας (π.χ. τεχνολογία καύσης

και αεριοποίησης) είναι παρόμοια με αυτήν των συμβατικών καυσίμων από ότι οι υπόλοιπες τεχνολογίες αξιοποίησης των ΑΠΕ.

- Εφόσον η βιομάζα απαντάται στα γεωργικά υπολείμματα και σε συνδυασμό με τις ενεργειακές καλλιέργειες, μια πραγματική βιομηχανία της βιομάζας εμφανίζεται κίνητρο εξέλιξης της αγροτικής πολιτικής.
- Τα προαναφερόμενα περιβαλλοντικά οφέλη.

Η παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων σε ορθολογική βάση είναι ουδέτερη όσον αφορά τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Εξασφαλίζεται οικολογική ισορροπία, αφού όσο CO<sub>2</sub> παράγεται κατά τη καύση της βιομάζας απορροφάται κατά την παραγωγή της, αποτελώντας, έτσι, εναλλακτική λύση αντικατάστασης των συμβατικών καυσίμων. Το κόστος και οι δυνατότητες μείωσης των εκπομπών του CO<sub>2</sub> κατά αυτόν τον τρόπο εξαρτάται από την απόδοση της ενεργειακής μετατροπής κατά τη παραγωγή και τη καύση της βιομάζας και από τον τύπο του καυσίμου που υποκαθιστά.

Τα βιοκαύσιμα είναι πολύ πιο καθαρά από τον άνθρακα, με σχεδόν μηδενικές εκπομπές θείου. Το ενεργειακό τους περιεχόμενο είναι πιο ομοιόμορφο και η μεγάλη δραστηριότητά τους κάνει ευκολότερη τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των συστημάτων καύσης οπότε δεν υπάρχει ανάγκη ειδικού εξοπλισμού απομάκρυνσης του διοξειδίου του θείου.

Όσον αφορά τα οξείδια του αζώτου, που παράγονται από τη καύση οποιουδήποτε καυσίμου, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου η επιδίωξη υψηλότερης απόδοσης οδηγεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες καύσης, περιορίζονται με τη χρήση ειδικά διαμορφωμένων συστημάτων καύσης και με τη χρήση καταλυτών για τον καθαρισμό των καυσαερίων.

Η παραλαβή και καύση του μεθανίου που σχηματίζεται στις χωματερές αφενός μειώνει τον κίνδυνο των εκρήξεων και αφετέρου αντικαθιστά το τόσο δραστικό αέριο του θερμοκηπίου με ένα άλλο πολύ ηπιότερο, το CO<sub>2</sub>. Ένα μόριο CH<sub>4</sub> είναι περίπου 30 φορές πιο αποτελεσματικό από ένα μόριο CO<sub>2</sub> στο να δεσμεύει την ακτινοβολούμενη θερμότητα.



### 8.2.9. Βιοντήζελ

Με εξαίρεση το κραμβέλαιο, το οποίο και είναι η κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντήζελ (FAME), το ηλιέλαιο, το καλαμποκέλαιο, το βαμβακέλαιο, το ελαιόλαδο που συναντιούνται κυρίως στην Νότια Ευρώπη, και κατά επέκταση στην Ελλάδα, σε συνδυασμό με μερικά απόβλητα όπως είναι τα προτηγανισμένα έλαια εμφανίζονται να αποτελούν *ελκυστικές* πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντήζελ.

Η ανάγκη για ευθεία αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και οι αυστηρές προδιαγραφές των μοντέρνων πετρελαιοκινητήρων απαιτούν την βελτίωση της ποιότητας του πετρελαίου. Η ανάπτυξη των προϊόντων βιομάζας ως υποκατάστατα του πετρελαίου κίνησης είναι μια *ελκυστική* προοπτική καθώς θα βοηθούσε την βελτίωση της ποιότητας του πετρελαίου.

Η εμπορική υποκατάσταση του πετρελαίου κίνησης με μεθυλεστέρες του κραμβέλαιου είναι ήδη γεγονός σε πολλές χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

Παρόλα αυτά όμως η χρήση του βιοντήζελ δεν έχει αναπτυχθεί στην Ελλάδα κυρίως γιατί δεν ευδοκμεί και δεν καλλιεργείται η ελαιοκράμβη. Μερικοί άλλοι τύποι φυτικών ελαίων όπως το ηλιέλαιο, το βαμβακέλαιο, το καλαμποκέλαιο και το ελαιόλαδο που συναντιούνται στην Ελλάδα φαίνεται να αποτελούν *ελκυστικές* πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντήζελ στην Ελλάδα. Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι η ποιότητα της πρώτης ύλης είναι μέγιστης σημασίας για την *επίδοση* του εκάστοτε φυτικού ελαίου.

Είναι γενικότερα γνωστό ότι το βιοντήζελ δεν είναι τοξικό, δεν έχει αρωματικές ενώσεις, έχει μεγαλύτερη βιο-αποικοδομησιμότητα από το πετρέλαιο, μολύνει λιγότερο τόσο τη θάλασσα όσο και τη στεριά και δεν περιέχει σχεδόν καθόλου θείο.

Είναι επίσης περισσότερο ασφαλή κατά την μεταφορά και την χρήση του, με μειωμένη τοξικότητα και δεν περιέχει καθόλου σχεδόν καρκινογενή συστατικά. Είναι με λίγα λόγια το πιο κατάλληλο για περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές (εθνικά πάρκα, λίμνες, ποτάμια) ή για περιοχές στις οποίες πρέπει να τηρούνται υψηλά περιβαλλοντικά πρότυπα. Το πιο δυνατό πλεονέκτημα της χρήσης των μεθυλεστέρων των φυτικών ελαίων είναι το γεγονός ότι ανεξάρτητα από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους, η προσθήκη τους στο κλασσικό πετρέλαιο κίνησης βελτιώνει σημαντικά τις εκπομπές σωματιδίων τα οποία αποτελούν το σημαντικότερο μειονέκτημα των πετρελαιοκινητήρων.

Το βιοντήζελ παράγεται κυρίως στην Ευρώπη από την ελαιοκράμβη, ενώ η σόγια κατέχει ανάλογη θέση στις ΗΠΑ. Στη Ελλάδα, το καπνέλαιο, το βαμβακέλαιο, το ντοματέλαιο και διάφορες ποικιλίες ελαίων από καρπούς της ελαιοκράμβης είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν.

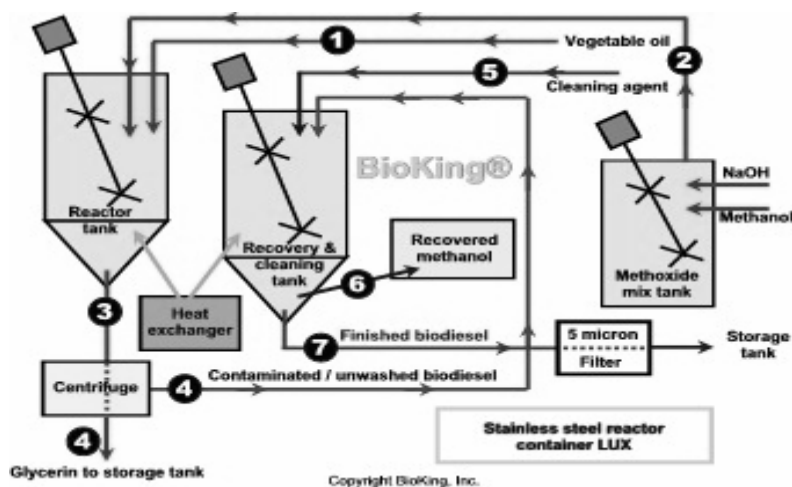
#### *Φυτικά έλαια και βιοντήζελ*

Οι ιδιότητες των φυτικών ελαίων προσομοιάζουν αυτές του ντίζελ όπως, για παράδειγμα, η ποιότητα της ανάφλεξης. Μια σύγκριση με τις παραμέτρους λειτουργίας του συμβατικού ντίζελ δείχνει παρόμοια απόδοση ισχύος και χρησιμοποίησης ενέργειας, αλλά μηδαμινά οφέλη σε ό,τι αφορά τα επίπεδα εκπομπών ρύπων. Επιπλέον, η έντονη μυρωδιά τους ίσως είναι ένας ακόμα παράγοντας που δε θα τα κάνει δεκτά απ' το ευρύ κοινό. Τους μηχανικούς βέβαια απασχολεί περισσότερο το γεγονός ότι τόσο τα καθαρά φυτικά έλαια όσο και τα μίγματά τους με ντίζελ, εναποθέτουν κάρβουνο τους θαλάμους καύσης και θέτουν σε κίνδυνο τη λειτουργία του κινητήρα. Όμως ο μεθυλεστέρας που προέρχεται από φυτικά έλαια δεν παρουσιάζει αυτά τα προβλήματα, ενώ επίσης καλές είναι και οι ενδείξεις από την ανάμιξη 20% φυτικού ελαίου σε ακατέργαστο πετρέλαιο πριν τη διύλιση.

Τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια χρησιμοποιούνται εκτεταμένα ως πρώτη ύλη παραγωγής βιοντήζελ στην Γερμανία και την Αυστρία, όπου ένα επαρκές και αποτελεσματικό σύστημα περισυλλογής έχει εδραιωθεί. Στην Ελλάδα, μια πρόχειρη μελέτη κατέδειξε ότι ποσότητες της τάξεως των 1000 τόνων ετησίως, μπορούν σχετικά εύκολα να συγκεντρωθούν κυρίως από τις μεγάλες αλυσίδες εστιατορίων. Στη περίπτωση αυτή το απαιτούμενο σύστημα περισυλλογής είναι σχετικά εύκολο να εδραιωθεί και τα έλαια έχουν μια σταθερή σύνθεση. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν ως πηγές περισυλλογής των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων, ξενοδοχεία, νοσοκομεία ακόμα και νοικοκυριά, οι ενδεχόμενες ποσότητες θα αυξηθούν σημαντικά με αποτέλεσμα ένα επαρκέστερο σύστημα περισυλλογής και αυξημένη ποικιλότητα στην ποιότητα των ελαίων.

Εκτός από τις παραδοσιακές καλλιέργειες βάμβακος και ηλίανθου, και άλλες καλλιέργειες έχουν δοκιμαστεί στην Ελλάδα κατά τα τελευταία χρόνια, με σκοπό αφενός να εξεταστεί κατά πόσο μπορούν να ευδοκιμήσουν και αφετέρου να αξιολογηθεί η ολική απόδοση του καρπού τους.

Στην επόμενη εικόνα 8.16 βλέπουμε πως είναι η σχηματική παράταξη παρασκευής βιοντήζελ από φυτικά έλαια.



*Εικόνα 8.16 – Σχηματική παράταξη παρασκευής βιοντήζελ από φυτικά έλαια (Modet BK-CWW).*

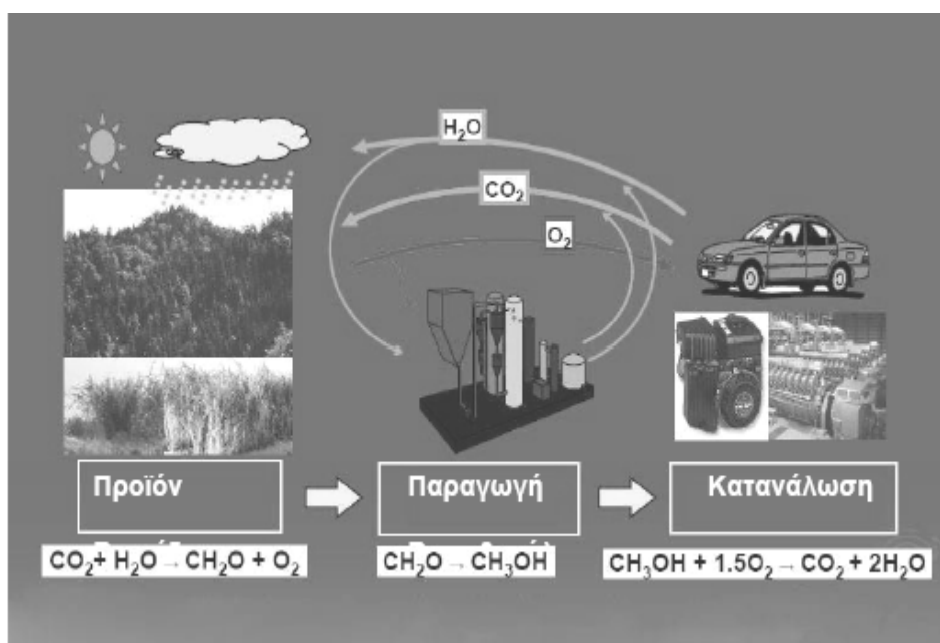
Τα πειραματικά αποτελέσματα είναι μέχρι στιγμής ελπιδοφόρα μιας και οι δύο ποικιλίες παρουσιάζουν πολύ καλή προσαρμοστικότητα και υψηλές αποδόσεις. Όποιος και να είναι ο καρπός από τον οποίο θα προέρθει το βιοντήζελ αυτό θα πρέπει να καλύπτει κάποιες προδιαγραφές τις οποίες και έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, υιοθετώντας το πρότυπο prEN14214.

Στην Ελλάδα πειράματα με βιοντήζελ από σογιέλαιο, βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο γίνονται από τη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, όπου, στο πλαίσιο πιλοτικού προγράμματος που χρηματοδοτεί η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, παράγονται περίπου 200 λίτρα (1 βαρέλι) βιοντήζελ την ημέρα, ενώ δύο μονάδες παραγωγής βιοντήζελ λειτουργούν στο Κιλκίς και στον Βόλο.

## 8.2.10. Βιομεθανόλη

Η μεθανόλη είναι ένα κρίσιμο συστατικό της παραγωγής βιοντήζελ (biodiesel). Περίπου 12% του βιοντήζελ είναι μεθανόλη. Με τη χρήση της βιομεθανόλης προκύπτει ότι το βιοντήζελ γίνεται συνολικά ανανεώσιμο καύσιμο. Η βιομεθανόλη είναι ένα προηγμένο μη-ζυμωτικό σύστημα βιοτεχνολογίας που παράγει τη μεθανόλη εμπορικού βαθμού, από τα μη κυτταρινούχα κατάλοιπα, των εγκαταστάσεων βιομάζας.

Στην επόμενη εικόνα 8.17 βλέπουμε πως είναι ο κύκλος της βιομεθανόλης.



*Εικόνα 8.17 – Ο κύκλος του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης, το στάδιο παραγωγής βιομεθανόλης και το στάδιο κατανάλωσης βιομεθανόλης (Ουδετεροποίηση του άνθρακα).*

Η διαδικασία παραγωγής βιομεθανόλης μπορεί να ενσωματωθεί στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζαχαρότευτλων μέσω ενός ιδιόκτητου συστήματος βιολογικών αντιδραστήρων που χρησιμοποιεί τη λανθάνουσα ενέργεια από την παραγωγή ζάχαρης για να μειώσει τις κύριες και λειτουργικές δαπάνες.

Οφέλη της τεχνολογίας BioMethanol™ :

- Άμεσα οφέλη αλλαγής κλίματος, μειώσεις του  $CO_2$ .
- Σταθερότητα για τις γεωργικές Κοινότητες παγκοσμίως: Προϊόντα προστιθέμενης αξίας.
- Οφέλη ενεργειακής ασφάλειας: Μείωση του εισαγόμενου πετρελαίου.

Η μεθανόλη είναι άριστος μεταφορέας υδρογόνου. Η DaimlerChrysler και άλλοι, έχουν αναπτύξει οχήματα για να λειτουργήσουν με μεθανόλη. Η χρήση ανανεώσιμης βιομεθανόλης, θα έφερνε τα άμεσα οφέλη ενεργειακής ασφάλειας και αλλαγής κλίματος στον τομέα των μεταφορών.

### 8.2.11. Βιοϋδρογόνο

Το υδρογόνο παράγεται με τις πολύ απλές αντιδράσεις, της διάσπασης του νερού με τη βοήθεια ενέργειας που θα μπορούσε να αντικατασταθεί με ηλιακή, υπό προϋποθέσεις. Το νερό διασπάται με αυτή την απλή αλλά σπουδαία αντίδραση η οποία έχει το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον αλλά δυστυχώς δεν έχει επιτευχθεί ακόμα η συμφέρουσα οδός. Η βιομάζα είναι μια πρώτη ύλη που με μικροοργανισμούς μπορεί να μας δώσει υδρογόνο στη συνήθη θερμοκρασία.

Το πρόβλημα με όλες τις μορφές ενέργειας, που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν χωρίς περιβαλλοντικό κόστος τα συμβατικά καύσιμα (ηλιακή, αιολική και ενέργεια από τις υδατοπτώσεις), είναι ότι δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε μεγάλη κλίμακα και επομένως, δεν μπορούν να διατεθούν στο εμπόριο. Το υδρογόνο είναι η ιδανική λύση.

Με τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης και τη χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας θα μπορέσει να υπάρξει απεριόριστη διαθεσιμότητα υδρογόνου ως πηγή ενέργειας και μάλιστα με μηδαμινή περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Το μεγάλο ζήτημα βέβαια παραμένει η έλλειψη της απαιτούμενης υποδομής για την παραγωγή, αποθήκευση και διάθεση του υδρογόνου, το κόστος για την υλοποίησή της και φυσικά οι τεχνικές δυσκολίες. Η λύση βρίσκεται στην από κοινού αντιμετώπιση των όποιων προβλημάτων στη βάση ενός διεθνούς συντονισμού των προσπαθειών σ' όλο το φάσμα των χρήσεων του υδρογόνου. Το πιο ενθαρρυντικό στοιχείο για το υδρογόνο είναι ότι οι εκπομπές των αυτοκινήτων που το χρησιμοποιούν ως κινητήρια ενέργεια αποτελούνται ουσιαστικά από νερό και πρακτικά καθόλου διοξείδιο του άνθρακα.

Με την προϋπόθεση λοιπόν ότι για την παραγωγή του δε θα χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα, δε θα υπάρχει καμία επιβάρυνση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ένα πιο σημαντικό πρόβλημα είναι αυτό της μεταφοράς του υδρογόνου στο αυτοκίνητο εξαιτίας της χαμηλής ενεργειακής του πυκνότητας. Οι μέχρι σήμερα έρευνες προσανατολίζονται στην αποθήκευση κρυογενικού υδρογόνου, αφού μόνο τότε το υδρογόνο είναι υγρό και διαθέτει ικανοποιητική ενεργειακή πυκνότητα. Χρειάζεται όμως να μειωθούν οι απώλειες που προκαλούνται από την τεράστια διαφορά θερμοκρασίας του υδρογόνου (μείον 253 βαθμοί C) και του περιβάλλοντος με περαιτέρω έρευνα. Ωστόσο, βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της έρευνας, πάρα πολύ μακριά από το να μιλάμε για παραγωγή. Στη συνέχεια το υδρογόνο θα καεί στο αυτοκίνητο και θα μας δώσει νερό και την θερμότητα που απαιτείται για την κίνησή του.

## 8.2.12. Βιοαέριο

Καθώς τα φυτά και τα ζώα αποσυντίθενται παράγουν ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι πλούσιο σε ενέργεια και αποτελεί το κύριο συστατικό του βιοαερίου.

### *Σύσταση του Βιοαερίου*

- Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) : 55-70%.
- Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) : 30-45%.
- Υδρόθειο (H<sub>2</sub>S) : 1-2%.
- Άζωτο (N<sub>2</sub>) : 0-1%.
- Υδρογόνο (H<sub>2</sub>) : 0-1%.
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) : ίχνη.
- Οξυγόνο (O<sub>2</sub>) : ίχνη

Το βιοαέριο είναι πολύ σταθερό, μη-τοξικό, άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενεργειακά σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Παρ' όλα αυτά, το μικρό ποσοστό υδρόθειου που περιέχει το μίγμα, ενδέχεται να του προσδώσει μια ελαφρώς δύσοσμη μυρωδιά ιδίως κατά την καύση. Η τιμή του ωστόσο, κυμαίνεται λίγο πάνω από το 50% της τιμής της βενζίνης.

Το βιοαέριο παράγεται με την μεθανική ζύμωση από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως λύματα από χοιροστάσια και βουστάσια, αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων, καθώς και από αστικά οργανικά απορρίμματα.

Μέσω της φωτοσύνθεσης παράγονται επίσης οι υδατάνθρακες, τα σάκχαρα και βέβαια με την ανάπτυξη των φυτών δημιουργούνται σάκχαρα, λίπη, πρωτεΐνες και στη συνέχεια αυτά τα υλικά με ένζυμα που υπάρχουν στους μικροοργανισμούς μετατρέπονται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Χρησιμοποιούμε ένα αντιδραστήρα υδρόλυσης της βιομάζας και στη συνέχεια ένα δεύτερο βιοαντιδραστήρα όπου εκεί γίνεται η μεθανική ζύμωση για την παραγωγή του βιοαερίου. Παράγεται το βιοαέριο και στη συνέχεια το απόβλητο το οποίο περιέχει οργανικό φορτίο που μπορεί να βιοαποικοδομηθεί, αποβάλλεται καθαρισμένο στο περιβάλλον. Το βιοαέριο το οποίο είναι μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα επειδή έχει λίγο άνθρακα, καίγεται με λιγότερους ρύπους, απ' ότι η βενζίνη.

Στη Σουηδία ήδη αρκετά οχήματα κινούνται με μεθάνιο και λειτουργούν σταθμοί διανομής βιοαερίου. Παράλληλα, το αναβαθμισμένο βιοαέριο μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου, όπως πλέον γίνεται στην Ολλανδία, τη Σουηδία και την Ελβετία και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Πειραματικά χρησιμοποιείται και για παραγωγή  $H_2$ , τροφοδοτώντας κυψέλες καυσίμου (fuel cells). Στην επόμενη εικόνα 8.18 βλέπουμε οχήματα που λειτουργούν με βιοαέριο.



*Εικόνα 8.18 – Οχήματα που λειτουργούν με βιοαέριο.*

### 8.2.13. Κυψέλες καυσίμου (Fuel cells)

Τα στοιχεία καυσίμου (ή κυψέλες καυσίμου ή κυψελίδες καυσίμου ή ενεργειακές κυψέλες - fuel cells) είναι η τεχνολογία που επιτρέπει, μέσω ηλεκτροχημικής αντίδρασης, την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, με μόνο υποπροϊόν το νερό, χωρίς τα ρυπογόνα οξείδια του αζώτου ( $NO_x$ ) που παράγονται στους κινητήρες εσωτερικής καύσης που καίνε ως καύσιμο το υδρογόνο.

Η λειτουργία των στοιχείων καυσίμου είναι αντίστροφη από αυτή μιας ηλεκτρολυτικής μονάδας και προσομοιάζει τη λειτουργία μιας μπαταρίας, με τη διαφορά ότι δεν έχει τον περιορισμό της εξάντλησης του καυσίμου. Στα στοιχεία καυσίμου το καύσιμο (υδρογόνο) και το οξειδωτικό μέσο (αέρας ή οξυγόνο) είναι αποθηκευμένα εξωτερικά και εισάγονται συνεχώς στην άνοδο και την κάθοδο, αντίστοιχα. Τα προϊόντα (ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα και νερό) απομακρύνονται.

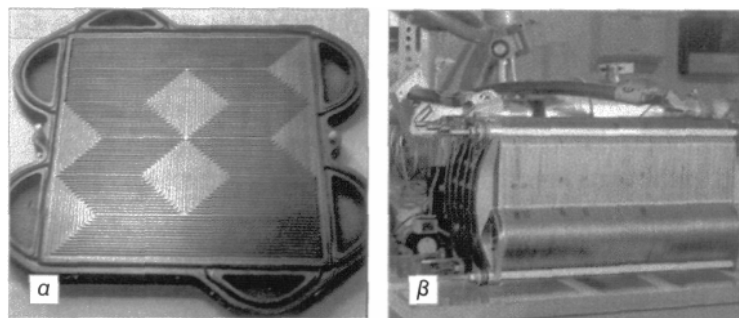
Το επιθυμητό καύσιμο είναι καθαρό υδρογόνο, που μπορεί να παραχθεί:

- Από κάποιο φορέα υδρογόνου μετά από κατάλληλη επεξεργασία (αναμόρφωση). Φορείς υδρογόνου είναι η αμμωνία, το φυσικό αέριο, διάφορα παράγωγα του πετρελαίου, το προπάνιο και τα βιοκαύσιμα. Η διαδικασία αυτή (αναμόρφωση) παράγει

ρυπαντές.

- Καθαρό υδρογόνο παράγεται επίσης με ηλεκτρόλυση νερού, χωρίς μάλιστα την παραγωγή ρυπαντών. Η ηλεκτρόλυση είναι διαδικασία ενεργοβόρα. Μπορεί όμως η απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια να προέλθει από ανανεώσιμες πηγές.

Τα στοιχεία καυσίμου είναι μία καθαρή πηγή ενέργειας, αλλά όχι ανανεώσιμη πηγή. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή υδρογόνου, μπορεί να αποτελέσει, επίσης, πολύ καλή λύση στο πρόβλημα της αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας. Στην επόμενη εικόνα 8.19 βλέπουμε αναλυτικά μια κυψέλη καυσίμου.



*Εικόνα 8.19 – α) Στοιχείο καυσίμου, β) Συστοιχία στοιχείων καυσίμου.*

Η General Motors έχει επίσης ανακοινώσει ότι τα πρωτότυπα της που κινούνται επίσης με υδρογόνο, παρουσιάζουν διπλάσια ενεργειακή απόδοση από τα αντίστοιχα συμβατικά αυτοκίνητα.

Ακόμα και στην περίπτωση κατά την οποία η ενεργειακή συστοιχία χρησιμοποιεί συμβατικά καύσιμα όπως φυσικό αέριο ή βενζίνη τα εκλυόμενα από τη λειτουργία της αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μειωμένα κατά 50% τουλάχιστο. Στο προσεχές μέλλον η χρησιμοποίηση ενεργειακών στοιχείων υψηλής απόδοσης σε συνδυασμό με καύσιμα από ανανεώσιμες πηγές θα μηδενίσουν αυτές τις εκπομπές.

Ένα ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο που κινείται με ενεργειακή συστοιχία διαθέτει πολύ μικρότερο αριθμό από κινούμενα τμήματα για τη λειτουργία του (μόλις κάποιους ανεμιστήρες και αντλίες). Οι θόρυβοι και οι κραδασμοί είναι μειωμένοι και η απαιτούμενη συντήρηση πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τα συμβατικά αυτοκίνητα.

Σε ολόκληρο τον κόσμο περισσότεροι από ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι ζουν σε αστικά κέντρα και υποφέρουν από την έντονη ρύπανση του περιβάλλοντος.



Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα περισσότεροι από 700.000 θάνατοι ετησίως οφείλονται σε αυτή την αιτία. Σύμφωνα με το Γραφείο Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α. τα αυτοκίνητα καταναλώνουν το 65% του εισαγόμενου στην Αμερική πετρελαίου και παράγουν το 78% του εκλυόμενου μονοξειδίου του άνθρακα, το 45% των οξειδίων του Αζώτου και το 37% των πτητικών οργανικών ουσιών.

Από κάθε λίτρο βενζίνης που χρησιμοποιείται στην αυτοκίνηση παράγεται ποσότητα 2.5 κιλών διοξειδίου του άνθρακα. Όταν το υδρογόνο χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο, οι εκπομπές αυτές θα εκλείψουν.

Ακόμα όμως και όταν χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά καύσιμα, όπως η μεθανόλη, τα αυτοκίνητα με ενεργειακές συστοιχίες θα εκλύουν μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οξείδια του αζώτου (NOx) και πτητικές οργανικές ουσίες σε ποσότητες πολύ μικρότερες από εκείνες που προβλέπουν ακόμα και οι αυστηρότεροι κανονισμοί (όπως π.χ. της Καλιφόρνιας) και ουσιαστικά θα προσεγγίζουν τις προδιαγραφές των οχημάτων "σχεδόν μηδενικής ρύπανσης".

Τα αυτοκίνητα ενεργειακής συστοιχίας θα είναι εξαιρετικά οικονομικά στη λειτουργία τους. Το κόστος συντήρησης θα είναι ελάχιστο. Θα μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν ως γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του ιδιοκτήτη τους αν και πολλοί πλέον μιλάνε ανοικτά για μελλοντική διάθεση της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο από ιδιώτες και με αμοιβή.

#### **8.2.14. Βιοδιμεθυλαιθέρας**

Ο Βιοδιμεθυλαιθέρας, DME (di-methyl-ether), προσφέρει την υψηλότερη αποδοτικότητα και τα καλύτερα στοιχεία εκπομπής από άλλα γνωστά καύσιμα diesel.

Τα παρακάτω διαγράμματα επεξηγούν τις συνδυασμένες εκπομπές από την παραγωγή, τη διανομή και την τελική χρήση των υδρογονανθράκων (HC), των οξειδίων αζώτου (NOx), των μορίων και του διοξειδίου του άνθρακα από τα διάφορα καύσιμα όταν χρησιμοποιούνται στα ελαφρά οχήματα (LDV) και στα οχήματα βαρέου τύπου.

Το DME μπορεί να κατασκευαστεί από την αφυδάτωση της μεθανόλης αλλά και από την άμεση σύνθεση από το αέριο σύνθεσης. Το αέριο σύνθεσης, μπορεί να παραχθεί από οποιοδήποτε άνθρακα που περιέχει την πρώτη ύλη. Αυτήν την περίοδο, ο λιγότερος δαπανηρός τρόπος για να παραχθεί το αέριο σύνθεσης είναι με το μετασχηματισμό από

φυσικό αέριο. Οι αξιολογήσεις δείχνουν ότι η μεγάλης κλίμακας κατασκευή του DME από φυσικό αέριο μπορεί να καταστεί ανταγωνιστική με τα καύσιμα diesel. Το αέριο σύνθεσης μπορεί επίσης να παραχθεί από τη βιομάζα, αν και με υψηλότερο κόστος απ' ό,τι από φυσικό αέριο. Με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας ως αέριο πετροχημικής βιομηχανίας, οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> μπορούν να μειωθούν αρκετά.

Η επίτευξη της παραγωγής των καυσίμων από βιομάζα είναι υψηλότερη γιατί τα καύσιμα που παράγονται μέσω της αεριοποίησης/καθοδήγησης αερίου σύνθεσης (DME/Methanol), παρά μέσω της διαδικασίας υδρόλυσης/ζύμωσης (αιθανόλη). Ο λόγος για αυτό είναι ότι στην πρώτη περίπτωση όλος ο άνθρακας μπορεί να μετατραπεί σε καύσιμο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση μόνο ο μετατρέψιμος άνθρακας στη ζάχαρη μπορεί να προσδώσει καύσιμο.

Αυτό το γεγονός, επίσης σημαίνει ότι το κόστος για τα παραγόμενα καύσιμα από βιομάζα μέσω της αεριοποίησης μπορεί να αναμένεται χαμηλότερο από εκείνο της παραγωγής μέσω της ζύμωσης.

### **8.2.15. Οικολογικά καύσιμα του μέλλοντος**

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες και ανακοινώσεις Γερμανών κυρίως ερευνητών, θα μπορούσαμε σε λίγα χρόνια να χρησιμοποιούμε την κοινή άμμο σαν πρώτη ύλη για την δημιουργία καυσίμων.

Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το πυρίτιο ενώνεται όχι μόνο με το οξυγόνο αλλά και με το άζωτο, σε θερμοκρασίες 500 °C περίπου και με παρουσία οξειδίων του χαλκού. Κατά την καύση αυτή, δηλαδή την ένωση του πυριτίου με το άζωτο, η ενέργεια που ελευθερώνεται είναι συγκρίσιμη με αυτή της καύσης με το οξυγόνο.

Το γεγονός αυτό μας δίνει ένα μεγάλο πλεονέκτημα αφού ο αέρας της ατμόσφαιρας περιέχει μόνο 20% οξυγόνο και 80% άζωτο. Η άμμος είναι ένα οξείδιο του πυριτίου. Όταν της προσδοθεί ενέργεια μπορεί να διαχωριστεί το οξυγόνο από το πυρίτιο. Όπως με το νερό όπου η ενέργεια που δαπανάται για τον διαχωρισμό των δύο στοιχείων "αποθηκεύεται" στο υδρογόνο και αποδίδεται (επιστρέφεται) κατά την καύση, έτσι και αποθηκεύεται και στο πυρίτιο η ενέργεια και αποδίδεται αργότερα κατά την καύση. Όταν το πυρίτιο χρησιμοποιείται για την παραγωγή σιλικόνης, Computerchips κ.λπ., παράγεται σαν δευτερεύον υλικό το TMS (τετραμεθυλοπυρίτιο), ένα υγρό με ιδιότητες και ενεργειακή πυκνότητα παρόμοια με αυτές της βενζίνης, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα αυτοκίνητα σαν καύσιμο.

Στην επόμενη εικόνα 8.20 βλέπουμε μερικά από αυτά τα καύσιμα.



*Εικόνα 8.20 – Το προϊόν της καύσης με το οξυγόνο είναι απλή άμμος και δεν εκπέμπονται επικίνδunami ρυπαντές αλλά μόνο  $CO_2$ .*

Η ένωση του πυριτίου με το άζωτο δίνει ένα πολύ ανθεκτικό υλικό το πυριτιονιτρίδιο (Siliciumnitrid). Οι δυνατότητες αυτές του πυριτίου το καθιστούν ένα πολύ χρήσιμο υλικό αποθήκευσης ενέργειας με τρόπο ασφαλή, χωρίς χρονικούς περιορισμούς και ποσοτικά όρια.

Θα μπορούσε έτσι η ηλιακή ενέργεια της Σαχάρας, οι δυνατοί άνεμοι της Σκωτίας ή τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια του Καναδά να μετατρέπουν την άμμο σε πυρίτιο. Αυτό να μεταφέρεται στη συνέχεια με απόλυτη ασφάλεια στις περιοχές που χρειάζεται η αποθηκευμένη σε αυτό ενέργεια. Εκεί θα παράγεται το υγρό TMS για την κίνηση εργοστασίων ή αυτοκινήτων. Παράλληλα θα παράγεται πυριτιονιτρίδιο και αμμωνία που και πάλι μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο σε ενεργειακές κυψέλες ή να αποτελέσουν την πρώτη ύλη για λιπάσματα. Οι προοπτικές για την ενεργειακή κάλυψη ανθρώπινων αναγκών μας με αυτές τις χρήσεις είναι πολύ καλές αφού η άμμος αποτελεί μετά το οξυγόνο την πιο συνηθισμένη ένωση του φλοιού της γης με ατελείωτα αποθέματα.

### **Στόχος για την προστασία του πλανήτη**

Το 25% της παγκόσμιας ποσότητας παραγωγής αερίων που συνδέονται με το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" οφείλεται στις μεταφορές και το μισό από αυτό στην αυτοκίνηση με μικρά αυτοκίνητα. Αυτονόητο είναι το θετικό αποτέλεσμα της διάδοσης των αυτοκινήτων που θα κινούνται με ενεργειακές συστοιχίες.

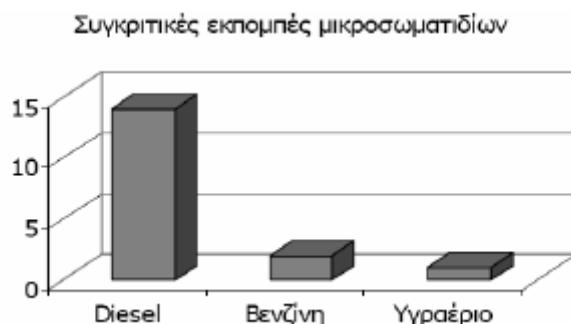
Αντίθετα με ότι συμβαίνει με τις εκπομπές των ρυπαντών τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν μπορούν να μειωθούν με εφαρμογές επεξεργασίας των αερίων καύσης των συμβατικών αυτοκινήτων, όπως οι καταλύτες, τα φίλτρα κ.λπ.

Τα αυτοκίνητα με ενεργειακά στοιχεία θα συμβάλουν στη μείωση του θορύβου των αστικών κέντρων, τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος (ατμόσφαιρα, υπόγεια ύδατα κ.λπ.) και θα προστατεύσουν την υγεία των κατοίκων τους.

Τέλος θα σημάνουν μια νέα εποχή της αυτοκίνησης η οποία θα στηρίζεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας του πλανήτη μας και θα εξασφαλίζει βιώσιμη ανάπτυξη απόλυτα συμβατή με το φυσικό μας περιβάλλον.

## Παράρτημα

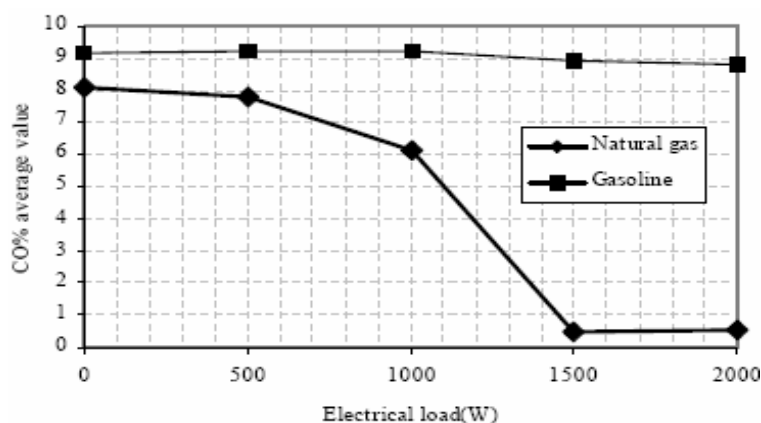
Το υγραέριο μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση ως προς το ντίζελ, ειδικότερα σε στοχευμένους προβληματικούς στόλους, όπως αυτός των ταξί. Μπορεί να βελτιώσει την περιβαλλοντική απόδοση των οχημάτων, ιδιαίτερα σε ότι αφορά στις εκπομπές εισπνεόμενων μικροσωματιδίων.



*Εικόνα 8.21 – Εκπομπές σωματιδίων για διάφορα καύσιμα.*

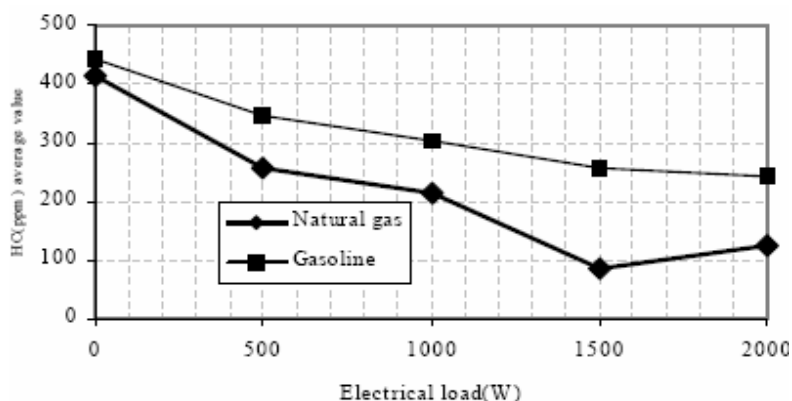
Οι εκπομπές του CO και των HC κατά την χρήση βενζίνης και φυσικού αερίου, για κάθε φορτίο, παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες:

Το παρακάτω διάγραμμα αναφέρεται στην μεταβολή των εκπομπών του CO κατά τη διάρκεια των δοκιμών για κάθε ηλεκτρικό φορτίο και για κάθε καύσιμο χωριστά (βενζίνη, φυσικό αέριο). Παρατηρείται σημαντική μείωση των εκπομπών του CO κατά τη διάρκεια της χρήσης του φυσικού αερίου σε κάθε ηλεκτρικό φορτίο.



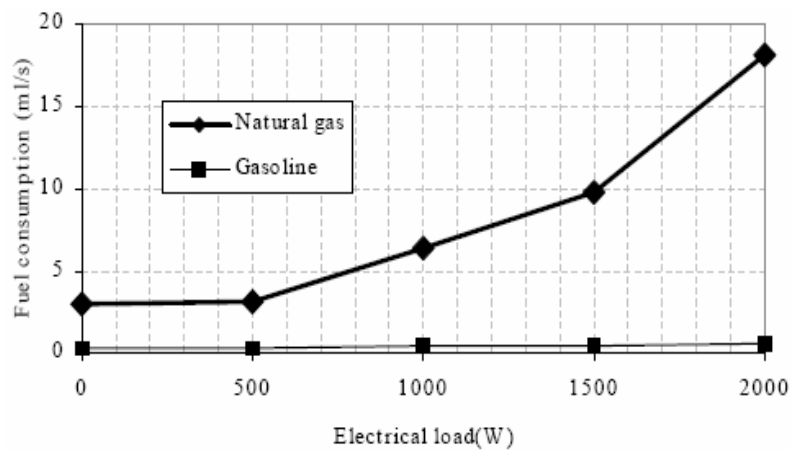
*Εικόνα 8.22 – Η μέση τιμή του CO για την βενζίνη και το φυσικό αέριο κατά την διάρκεια των δοκιμών.*

Στο διπλανό διάγραμμα παρατηρείται μείωση των εκπομπών HC κατά τη διάρκεια της χρήσης φυσικού αερίου σε κάθε ηλεκτρικό φορτίο. Η συμπεριφορά της μηχανής από πλευράς στροφών είναι η ίδια και για τη χρήση της βενζίνης και για τη χρήση του φυσικού αερίου.



*Εικόνα 8.23 – Η μέση τιμή του HC για την βενζίνη και το φυσικό αέριο κατά την διάρκεια των δοκιμών.*

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανάλωση των δύο καυσίμων σε σχέση με τα διαφορετικά φορτία. Η κατανάλωση αυξάνεται και κατά την χρήση βενζίνης και κατά την χρήση φυσικού αερίου όταν αυξάνεται το ηλεκτρικό φορτίο της γεννήτριας.



*Εικόνα 8.24 – Η κατανάλωση καυσίμων.*

Παρατηρείται κατά την χρήση του φυσικού αερίου μείωση στις εκπομπές του CO και των HC σε όλα τα φορτία λειτουργίας. Η ροή φυσικού αερίου ρυθμίστηκε έτσι ώστε η συμπεριφορά του κινητήρα από πλευράς στροφών, να είναι η ίδια με αυτήν της βενζίνης σε όλα τα φορτία. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της χρήσης της βενζίνης και κατά τη διάρκεια της χρήσης του φυσικού αερίου οι στροφές/λεπτό του κινητήρα για κάθε ηλεκτρικό φορτίο ήταν οι ίδιες. Τέλος, είναι σημαντικό το γεγονός ότι το φυσικό αέριο ως καύσιμο, παρουσιάζει μειωμένες εκπομπές και έχει και χαμηλότερο κόστος έναντι της βενζίνης.

## Επίλογος

Η διόγκωση του προβλήματος της περιβαλλοντικής ρύπανσης τα τελευταία είκοσι χρόνια έφερε στο προσκήνιο, με δραματικό μάλιστα τρόπο, την αρνητική συμβολή του αυτοκινήτου, τοποθετώντας το στο επίκεντρο της κριτικής.

Κάτι τέτοιο ήταν επόμενο, αφού είναι γεγονός ότι 20% σχεδόν της ενέργειας που καταναλώνεται σήμερα παγκοσμίως καλύπτει ανάγκες μετακίνησης, τη στιγμή μάλιστα που η συμμετοχή του αυτοκινήτου στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ακόμα μεγαλύτερη. Για παράδειγμα, σε μεγαλουπόλεις οι εκπομπές υδρογονανθράκων από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων φτάνουν το 30-50% του συνόλου, οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα το 80-90%, ενώ αυτές των οξειδίων του αζώτου το 40-60%.

Ιδιαίτερα σημαντική, όμως, είναι η συμβολή του αυτοκινήτου και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπουν τα αυτοκίνητα αντιστοιχεί στο 20% των συνολικών εκπομπών στις ΗΠΑ και στο 5% παγκοσμίως. Αυτό, όμως, που επιδεινώνει ακόμα περισσότερο τη θέση του αυτοκινήτου, πάντοτε ως παράγοντα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι ότι η επίδρασή του είναι άμεσα ορατή στην καθημερινή ζωή. Και μάλιστα με το χειρότερο δυνατό τρόπο! Κι αυτό, γιατί το μεγάλο πλήθος αυτοκινήτων που κατακλύζουν καθημερινά τους δρόμους των μεγαλουπόλεων αφήνουν ανεξίτηλα τα ίχνη τους στον ουρανό, υπενθυμίζοντας με τον τρόπο αυτό στους χρήστες τους το τίμημα που πληρώνουν καθημερινά.

Η κορύφωση του συγκεκριμένου προβλήματος σε συνδυασμό με την πετρελαϊκή κρίση, ανάγκασε πολλές κυβερνήσεις να επιβάλουν αυστηρούς περιορισμούς στους εκπεμπόμενους ρύπους. Η πρακτική απάντηση των αυτοκινητοβιομηχανιών ήρθε, σε πρώτη φάση, με τη μορφή της καταλυτικής τεχνολογίας, ως της πλέον εφαρμόσιμης λύσης. Παράλληλα, με τη χρήση νέων υλικών και εξελιγμένων τεχνολογιών διαχείρισης της λειτουργίας των κινητήρων, επιτεύχθηκε σημαντική βελτίωση της κατανάλωσης καυσίμου, με ευεργετική επίδραση στην εκπομπή ρύπων – κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα. Οι εξελίξεις πήραν τη μορφή χιονοστιβάδας και οι νέες τεχνολογίες εφαρμόστηκαν σε παγκόσμια κλίμακα, έτσι ώστε σήμερα να μπορούμε να μιλάμε για τα πρώτα ορατά αποτελέσματα.

Βέβαια, το κόστος της μετάβασης σε πιο καθαρά αυτοκίνητα επωμίστηκε στους καταναλωτές, αφού τα πρώτα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου των κινητήρων, καθώς και οι καταλύτες, ήταν αρκετά ακριβά. Σε ορισμένες, βέβαια, περιπτώσεις τα κράτη προσπάθησαν εμπράκτως να πριμοδοτήσουν την αγορά «καθαρών» αυτοκινήτων (π.χ. απόσυρση), καθώς και την τιμή της αμόλυβδης βενζίνης.

Η μικρή βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών που επήλθε στη συνέχεια στις μεγάλες βιομηχανικές χώρες δε σήμαινε ότι η συμβολή των αυτοκινήτων στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σταμάτησε. Η απάντηση εδώ έρχεται από την επόμενη γενιά κινητήρων εσωτερικής καύσης, οι οποίοι έχουν ως άμεσο στόχο την επίτευξη ακόμα μεγαλύτερης οικονομίας, κάτι που είναι εφικτό τόσο με τον άμεσο ψεκασμό των βενζινοκινητήρων όσο και με την τεχνολογία «common rail» (κοινή γραμμή τροφοδοσίας) στους πετρελαιοκινητήρες. Ωστόσο, στις «καθαρές» πόλεις του μέλλοντος θα έχουν θέση μόνο τα αυτοκίνητα πολύ χαμηλών ή «μηδενικών» εκπομπών ρύπων, κάτι που σημαίνει ότι ακόμα και οι πιο εξελιγμένοι κινητήρες εσωτερικής καύσης δε θα μπορούν να τοποθετηθούν σε τέτοιου είδους οχήματα.

Ακολουθώντας αυτό το σκεπτικό, οι αυτοκινητοβιομηχανίες έστρεψαν την έρευνά τους και σε εναλλακτικές μορφές κίνησης, παρουσιάζοντας ηλεκτρικά και υβριδικά μοντέλα, καθώς και άλλα που κινούνται με εναλλακτικά καύσιμα, όπως είναι το υδρογόνο και η μεθανόλη. Στο σημείο αυτό όμως αξίζει να επισημανθεί για μια ακόμη φορά πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι τα μόνα που καλύπτουν την απαίτηση για «μηδενικούς ρύπους», γι' αυτό και οι αυτοκινητοβιομηχανίες έδωσαν εκεί το μεγαλύτερο βάρος της έρευνάς τους.

Μαζί με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παρουσιάστηκαν βέβαια και τα υβριδικά μοντέλα, συνδυασμός ηλεκτροκινητήρα και κινητήρα εσωτερικής καύσης, τα οποία κάλυπταν τις εμφανείς αδυναμίες των ηλεκτροκίνητων. Παρ' όλα αυτά όμως, η περιορισμένη –προς το παρόν– αυτονομία των συσσωρευτών (μπαταριών) και το μεγάλο βάρος των σύγχρονων ηλεκτρικών-υβριδικών αυτοκινήτων μειώνουν σημαντικά τη χρησιμότητά τους και έρχονται σε αντίθεση με τις επικρατούσες συνήθειες μετακίνησης. Η εξέλιξη των νέων μπαταριών (με μεγαλύτερη χωρητικότητα) αλλά και της τεχνολογίας που τις συνοδεύει (φορτιστές) είναι μια μεγάλη επένδυση, την οποία οι αυτοκινητοβιομηχανίες δε φαίνονται πρόθυμες να σηκώσουν από μόνες τους. Εκτός αυτού, η χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων απαιτεί υποδομή που σήμερα δεν υπάρχει, όπως για παράδειγμα σημεία φόρτισης των μπαταριών, σταθμούς υποδοχής κτλ. Ας μην ξεχνάμε άλλωστε ότι η υποδομή των σύγχρονων αυτοκινήτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι αποτέλεσμα μιας εξέλιξης που διήρκεσε αρκετές δεκαετίες.

Σήμερα, λοιπόν, έχουμε φτάσει σε μια μορφή αδιεξόδου. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες θα μπορούσαν να «πλημμυρίσουν» την αγορά με «οικολογικά» μοντέλα (παρά τις όποιες αδυναμίες τους), τα οποία θα αποτελούσαν το μοχλό πίεσης για τη δημιουργία της απαραίτητης υποδομής από τα κράτη. Στην πραγματικότητα όμως αρνούνται να το κάνουν, περιμένοντας, φυσικά, να συμβεί πρώτα το αντίστροφο.



Ο προβληματισμός, όμως, που κυριαρχεί στις βιομηχανικές χώρες του δυτικού ημισφαιρίου γύρω από τις εναλλακτικές προτάσεις αυτοκίνησης φαίνεται να έχει ελάχιστη σημασία, αν κοιτάξει κανείς ανατολικά. Παρά το γεγονός ότι το πρόβλημα του υπερπληθυσμού φαίνεται λιγότερο επικίνδυνο, αφού τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σταθεροποίησή του, οι ενεργειακές απαιτήσεις των αναπτυσσόμενων χωρών αυξάνονται σταθερά. Κι αυτό, γιατί με την εκβιομηχάνιση και την ανάπτυξή τους (εφόσον, δεν υπάρχει καμία χώρα που να μην επιδιώκει την ανάπτυξή της!) αυξάνεται το κατά κεφαλήν εισόδημα, με το οποίο βελτιώνονται οι συνθήκες ζωής των κατοίκων τους. Αυτό, πρακτικά, σημαίνει ότι όλο και περισσότεροι καταφέρνουν να αποκτήσουν το δικό τους αυτοκίνητο (συνώνυμο της ευμάρειας), με αποτέλεσμα στις αναπτυσσόμενες χώρες ο ρυθμός αύξησής τους να ξεπερνά κατά πολύ το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ειδικών, το σύνολο των αυτοκινήτων παγκοσμίως θα φτάσει τα 800 εκατομμύρια μέχρι το 2020, κάτι που σημαίνει ότι μέχρι το 2100 η αυτοκίνηση θα απαιτεί το 40% των καυσίμων παγκοσμίως. Έτσι, ακόμα κι αν ο πληθυσμός παραμένει σταθερός, τόσο οι ενεργειακές απαιτήσεις όσο και οι εκπομπές καυσαερίων θα συνεχίσουν να αυξάνονται. Η ουσία είναι ότι η περιβαλλοντική πολιτική των ανεπτυγμένων κρατών στο χώρο του αυτοκινήτου θα πρέπει να εφαρμοστεί παγκοσμίως, γιατί αυτή τη φορά τα προβλήματα θα εμφανιστούν σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα και η προσπάθεια επίλυσής τους θα καταστεί ακόμα πιο δύσκολη.

Στη χώρα μας παρατηρείται σημαντική αύξηση την τελευταία δεκαετία στην κατανάλωση καυσίμων στον τομέα των οδικών μεταφορών. Η βελτίωση της κατανάλωσης ανά όχημα, λόγω της νέας τεχνολογίας από τα μέσα της δεκαετίας του '90, αντισταθμίστηκε εν μέρει από την αύξηση των διανυόμενων χιλιομέτρων σε όλες τις κατηγορίες οχημάτων. Η συμμετοχή των οδικών μεταφορών στη δημιουργία του όζοντος (HC, NO<sub>x</sub>, CO) στην ΕΕ είναι 43%. Σε αστικές περιοχές το ποσοστό αυτό είναι κατά πολύ μεγαλύτερο. Σημαντική είναι και η συμμετοχή στις εκπομπές σωματιδίων PM<sub>10</sub> 27% και στα αέρια θερμοκηπίου 21%. Σε άλλους ρύπους, όπως το CO και το βενζόλιο, η συμμετοχή του αυτοκινήτου είναι περίπου 80%.

Η μέχρι σήμερα στρατηγική αντιμετώπισης περιλαμβάνει:

- Μειώσεις στα όρια εκπομπής καυσαερίων που συνεπάγονται τεχνολογικές εξελίξεις.
- Υλοποίηση προγραμμάτων ρύθμισης-συντήρησης για τη διατήρηση των επιπέδων ρύπανσης, στα όρια που προδιαγράφονται, για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα.
- Βελτίωση των καυσίμων.
- Παρεμβάσεις όσον αφορά τη χρήση του αυτοκινήτου, το χωροταξικό σχεδιασμό, τη διαχείριση του συστήματος μεταφορών κτλ.

Στις περισσότερες πόλεις της δυτικής Ευρώπης, η ατμοσφαιρική ποιότητα έχει βελτιωθεί σε σχέση με τα επίπεδα ρύπανσης της δεκαετίας του 1980 κυρίως ως προς τα επίπεδα των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων πρωτογενών ρύπων όπως το CO, τα NOx και το SO<sub>2</sub>. Όμως, παραμένουν ακόμη προβλήματα κυρίως όσον αφορά τα σωματίδια PM<sub>10</sub>, το όζον και τοξικούς ρύπους όπως το βενζόλιο.

Η έκθεση του πληθυσμού σε αυξημένα επίπεδα συγκεντρώσεων σωματιδίων PM<sub>10</sub> είναι σήμερα η μεγαλύτερη απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Στις μέρες μας το 30-40% του αστικού πληθυσμού της ΕΕ εκτίθεται σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος, καθώς και το 90% των γεωργικών καλλιεργειών. Χαρακτηριστικό πρόγραμμα στον τομέα των κινητών πηγών αποτελεί το AUTO-OIL I και II, η υλοποίηση του οποίου οδήγησε στη μείωση των ορίων εκπομπών καυσαερίων των οχημάτων, στη βελτίωση των καυσίμων και στην προώθηση της χρήσης εναλλακτικών καυσίμων.

Οι εκπομπές μηχανοκίνητων οχημάτων ρυθμίζονται από την οδηγία 70/220/ΕΟΚ (ελαφρά οχήματα) και την οδηγία 88/77/ΕΚ (βαριά οχήματα), οι οποίες έχουν τροποποιηθεί πολλές φορές μέχρι σήμερα. Ακόμη μεγαλύτερες μειώσεις στις οριακές τιμές αναμένονται από το 2005 (οδηγία 98/69/ΕΚ) για τα ελαφρά οχήματα και από το 2005 και 2008 ανάλογα με το ρύπο (οδηγία 1999/96/ΕΚ) για τα βαριά οχήματα.

Με τη βελτίωση της τεχνολογίας κυρίως στα βενζινοκίνητα οχήματα οι εκπομπές καυσαερίων έχουν μειωθεί δραστικά. Είκοσι καινούργια οχήματα παράγουν την ίδια ρύπανση με αυτήν ενός οχήματος τεχνολογίας του 1970.

Το γενικό συμπέρασμα είναι η μείωση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων των πρωτογενών ρύπων όπως το CO, SO<sub>2</sub>, NOx και HC σε κεντρικούς σταθμούς και η μικρότερη μεταβολή δευτερογενών, κυρίως του O<sub>3</sub>, σε περιφερειακούς σταθμούς. Το πρόβλημα σήμερα εντοπίζεται στη φωτοχημική υφή του νέφους, δηλαδή το O<sub>3</sub>, στα σωματίδια PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> και σε ορισμένους τοξικούς ρύπους όπως το βενζόλιο.

Από το 1989 άρχισε η σταδιακή προσαρμογή του φορολογικού συστήματος, για την αγορά των νέων οχημάτων. Με συνεχείς παρεμβάσεις τα έτη 1991, 1992, 1993, 1994 και 2003 η πολιτική αυτοκινήτου τροποποιήθηκε ως προς το ύψος των συντελεστών φορολόγησης. Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο προβλέπει επιπλέον οικονομικά κίνητρα για ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα, καθώς και εξαιρέσεις από τις απαγορεύσεις του δακτυλίου για αυτές τις τεχνολογίες.

Εν όψει των μεγάλων τεχνολογικών και άλλων αλλαγών σε επίπεδο ΕΕ, είναι η κατάλληλη ευκαιρία η χώρα μας να προχωρήσει σε συμπλήρωση της ισχύουσας πολιτικής αυτοκινήτου με ενσωμάτωση επιπλέον κριτηρίων ενεργειακών, περιβαλλοντικών και ασφάλειας. Οι νέες εξελίξεις στον τομέα του αυτοκινήτου σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να

οδηγήσουν τους καταναλωτές σε ριζική αναπροσαρμογή των κριτηρίων επιλογής στη φάση της αγοράς οχήματος. Το βασικό κριτήριο θα πρέπει να είναι η κατανάλωση και όλες οι παράμετροι που την επηρεάζουν, δηλαδή βάρος, κυβισμός, ισχύς κ.ά.

Από τη μέχρι σήμερα εμπειρία φαίνεται ότι οι περιβαλλοντικές ρυθμίσεις σχετικά με την τεχνολογία των οχημάτων και τα καύσιμα βοήθησαν στο να μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές ορισμένων ρύπων. Όμως οι παρεμβάσεις αυτές δεν επαρκούν για τη λύση προβλημάτων με παγκόσμια επίδραση. Πέραν των τεχνολογικών λύσεων απαιτούνται ολοκληρωμένες στρατηγικές για τις μεταφορές και την προστασία του περιβάλλοντος προκειμένου να περιοριστεί η αύξηση της κυκλοφορίας και να προωθηθεί η χρήση τρόπων μεταφοράς πιο φιλικών για το περιβάλλον – δύο βασικοί άξονες της κοινοτικής στρατηγικής για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Υπάρχει ανάγκη να επέλθει μια μετατόπιση στη χρήση μεταφορών από το ιδιωτικό όχημα στις δημόσιες συγκοινωνίες. Οι δείκτες αειφορίας οι οποίοι πρέπει να συμπληρώσουν και να κατευθύνουν την πολιτική αντιμετώπισης των εκπομπών ρύπων από τις οδικές μεταφορές πρέπει να είναι ο αριθμός των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων και η κατανάλωση καυσίμου ανά διανυόμενο χιλιόμετρο. Η απόδοση όμως των προγραμμάτων αντιρύπανσης στον τομέα του αυτοκινήτου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συμμετοχή των πολιτών, όπως:

- Η σωστή επιλογή του αυτοκινήτου με βασικό κριτήριο τις πραγματικές ανάγκες του χρήστη και την κατανάλωση καυσίμου.
- Η χρήση του αυτοκινήτου μόνο σε περιπτώσεις που είναι απολύτως απαραίτητο, με παράλληλη στροφή στη βελτίωση και τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Ο οικολογικός τρόπος οδήγησης.
- Η σωστή και τακτική ρύθμιση-συντήρηση με βάση τις προδιαγραφές των κατασκευαστών είναι βασικά πεδία συμμετοχής των πολιτών, τα οποία διασφαλίζουν τη μεγιστοποίηση της απόδοσης όλων των αντιρυπαντικών πολιτικών-μέτρων.

## Βιβλιογραφία

- John Norris Recent and future changes in vehicle emissions and their effect on air quality AEA Technology Environment September 2006.
- Κοσκινάς Δ. Προϊόντα νέας τεχνολογίας , Auto specialist, τεύχος 62 (Οκτώβριος 2005).
- Κ.Α.Π.Ε , Συνοπτικός Οδηγός για τα «Καθαρά» Καύσιμα και τις Τεχνολογίες Οχημάτων, Energy Saving Trust, London Αύγουστος 2005.
- Τσιτουρίδης Σαβ. Νέες μέθοδοι σχεδίασης MEK Α.Τ.Ε.Ι.Θ Θεσσαλονίκη 2005.
- Καραπάνος Χαρ. , Κοτσιλιέρης Αν. , Κουντουράς Λίν. Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II Τεχνικά επαγγελματικά εκπαιδευτήρια Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα 2005.
- Θ. Ζαχμάνογλου , Γ. Καπετανάκης , Π. Καραμπίλας , Γ. Πατσιαβός Τεχνολογία αυτοκινήτου πέρα από το 2000 , Ι.Δ.Ε.Ε.Α. Αθήνα 2004.
- Γεωργόπουλος Α., Περιβαλλοντική Ηθική Εκδ. Gutenberg Αθήνα 2004.
- Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Κουντουράς Λ., Κουτσούκος Αυτοκίνητο και περιβάλλον, Ι.Δ.Ε.Ε.Α., Αθήνα 2003.
- Petruzella F. Ηλεκτρικό ηλεκτρονικό σύστημα αυτοκινήτου, εκδόσεις Τζιόλα, 1997.
- Γεώργιος Σαλλιάρης Ηλεκτρονικός ψεκασμός βενζίνης EECs, Νικ. Ι. Θεοχαράκης Α.Ε Τμήμα επιθεώρησης και τεχνικής εκπαίδευσης Nissan Αθήνα 1996.
- Toyota Hellas Το σύστημα ψεκασμού της Bosch Avensis AT-220 Εκπαιδευτικό εγχειρίδιο, εκπαίδευση After Sales.
- Toyota Hellas Συστήματα περιορισμού καυσαερίων Εκπαιδευτικό εγχειρίδιο.
- Ζαννίκος Φ., Καλλίγερος Σ., Στούρνας Σ., Καραβαλόκης Γ., Λόης Ε., Αναστόπουλος Γ., Καρώνης Δ., Εκτίμηση πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα, ΕΛΙΝΟΙΑ Α.Ε, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μακρής Β., Κέκος Δ., Χριστακόπουλος Π., Καινοτομίες στην παραγωγή βιοαιθανόλης ως βιοκαυσίμου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

- Toyota Hellas Σύστημα ψεκασμού TCCS – Ηλεκτρικά κυκλώματα Εκπαιδευτικό εγχειρίδιο, εκπαίδευση After Sales.
- Ζαραγκούλιας Νικ. Turbo – Injection- Συστήματα ψεκασμού – Καταλύτες 5<sup>ος</sup> Τόμος Εκδόσεις Ζήτα.

### **Τεχνικά εγχειρίδια**

- Electronic Service Manual Nissan Almera N16 Series **NISSAN EUROPE N.V.** Service Engineering.
- Electronic Service Manual Nissan Almera N15 Series **NISSAN EUROPE N.V.** Service Engineering.
- Electronic Service Manual Nissan Primera P12 Series **NISSAN EUROPE N.V.** Service Engineering.

### **Ηλεκτρονικές Σελίδες**

- [www.euroV.com](http://www.euroV.com)
- [www.kteo.gr](http://www.kteo.gr)
- [www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org)
- [www.aalcar.com](http://www.aalcar.com)