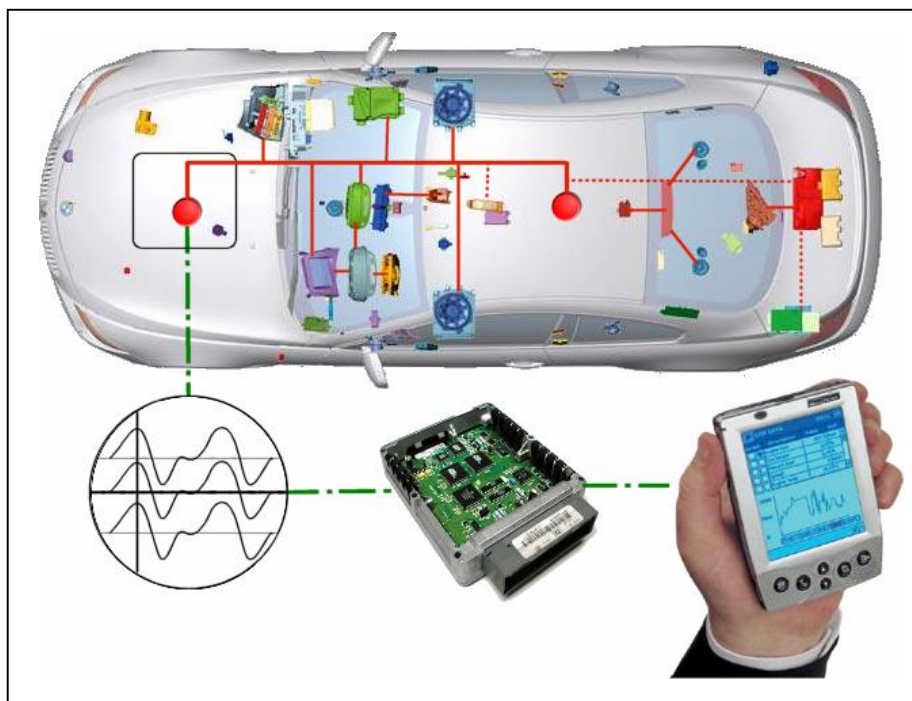


**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Διάγνωση Βλαβών στα Ηλεκτρονικά Ελεγχόμενα
Μηχανικά Συστήματα του αυτοκινήτου»**



Σπουδαστές :

**Σταματελάτος Σταύρος
Γεωργόπουλος Αναστάσιος**

Εισηγητής :

Αλεξόπουλος Επαμεινώνδας

ΠΑΤΡΑ 2006

Εκφράζουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στους καθηγητές Επαμεινώνδα Αλεξόπουλο και Μάνο Γεωργουδάκη για τη συμβολή και τη καθοδήγησή τους, αναγκαία στοιχεία για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Θέλουμε επίσης να ευχαριστήσουμε την βιβλιοθήκη του Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας για το πολύτιμο υλικό που μας παρείχε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - Εισαγωγή

1.1 Πρόλογος.....	10
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - Μηχανισμοί Έγχυσης - Καύσης Μίγματος

Αέρα-Καυσίμου

2.1 Η έννοια της έγχυσης καυσίμου.....	14
2.2 Πλεονεκτήματα της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης έγχυσης.....	15
2.2.1 Κατανάλωση καυσίμου.....	15
2.2.2 Εκπεμπόμενοι ρύποι.....	16
2.2.3 Ισχύς.....	16
2.2.4 Απόκριση κινητήρα.....	16
2.2.5 Εκκίνηση κινητήρα.....	17
2.3 Κατάταξη συστημάτων έγχυσης.....	18
2.3.1 Μηχανικά συστήματα έγχυσης.....	18
2.3.2 Ηλεκτρονικά συστήματα έγχυσης.....	18
2.3.3 Συνδυασμός μηχανικού και ηλεκτρονικού συστήματος έγχυσης.....	19
2.4 Ψεκασμός καυσίμου.....	19
2.5 Τύποι εγχυτήρων.....	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - Ηλεκτρονικά Ελεγχόμενα Συστήματα

3.1 Αναλογικό σήμα.....	23
3.2 Ψηφιακό σήμα.....	23
3.3 Δυαδικό σύστημα.....	25

3.4	Επεξεργασία σήματος εισόδου.....	25
3.4.1	Ενίσχυση σήματος.....	25
3.4.2	Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (A/D : Analog to Digital).....	26
3.5	Ηλεκτρονικά Ελεγχόμενα Συστήματα.....	27
3.6	Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου (ECU).....	30
3.6.1	Κύρια μέρη ECU.....	30
3.6.2	Μηδενισμός μνήμης (Μηδενισμός κωδικού διάγνωσης).....	31
3.7	Σύστημα ψεκασμού.....	32
3.8	Περιγραφή λειτουργίας αισθητήρων.....	34
3.8.1	Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP - CranKshaft Position sensor).....	34
3.8.2	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP - CaMshaft Position sensor).....	35
3.8.3	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα (ECT - Engine Coolant Temperature).....	36
3.8.4	Αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT - Intake Air Temperature).....	38
3.8.5	Αισθητήρας ελέγχου προαναφλέξεων (KS - Knock Sensor).....	39
3.8.6	Αισθητήρας απόλυτης πίεσης εισαγωγής (MAP - Manifold Absolute Pressure).....	40
3.8.7	Αισθητήρας Οξυγόνου (λ).....	43
3.8.8	Αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού.....	47
3.8.9	Σύστημα ηλεκτρονικού γκαζιού (ETS - Electronic Throttle System).....	48
3.8.10	Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος (VSS - Vehicle Speed Sensor).....	50
3.9	Περιγραφή λειτουργίας εκτελεστών.....	51
3.9.1	Εγχυτήρες καυσίμου (μπεκ).....	51
3.9.2	Έλεγχος αδρανούς λειτουργίας - Μοτέρ ρελαντί.....	51

3.9.3 Βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR - Exhaust Gas Recirculation).....	52
3.9.4 Αντλία καυσίμου.....	53
3.9.5 Πολλαπλασιαστής.....	54
3.9.6 Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων (PCV - Purge Control Valve).....	56
3.9.7 Σπινθηριστές (μπουζί).....	57
3.10 Περιφερειακά συστήματα.....	60
3.10.1 Σύστημα αντιμπλοκαρίσματος φρένων (ABS).....	60
3.10.2 Σύστημα κλιματισμού.....	65
3.11 Συστήματα παθητικής ασφάλειας.....	69
3.11.1 Αερόσακος (Airbag).....	69
3.11.2 Προεντατήρας ζώνης ασφαλείας.....	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο - Πειραματική Διαδικασία Διάγνωσης Βλαβών

4.1 Διάγνωση βάσει στρατηγικής.....	73
4.1.1 Επανεξέταση του προβλήματος.....	74
4.1.2 Επισκευή και εξακρίβωση.....	75
4.2 Συσκευές αυτοδιάγνωσης βλαβών (testers).....	75
4.2.1 Συσκευή διάγνωσης βλαβών Hi-SCAN PRO.....	78
4.2.2 Τρόπος λειτουργίας του Hi-SCAN PRO.....	80
4.3 Διαγράμματα λειτουργίας (κυματομορφές).....	86
4.3.1 Ανάλυση κυματομορφών.....	87
4.4 Σημεία ελέγχου κυματομορφών.....	90
4.4.1 Μέγιστη - ελάχιστη τάση εξόδου.....	91
4.4.2 Παραμόρφωση τετραγωνισμού ψηφιακής κυματομορφής.....	92
4.4.3 Μη ομαλότητα αναλογικής κυματομορφής.....	93
4.4.4 Κατάσταση γείωσης κυματομορφής.....	94
4.4.5 Τάση αυτεπαγωγής.....	95

4.4.6 Συγχρονισμός κυματομορφής αισθητήρα θέσης τροφαλοφόρου και εκκεντροφόρου άξονα.....	96
4.4.7 Έλλειψη τμήματος κυματομορφής.....	97
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο - Συστήματα Διαύλου - CAN	
5.1 Συστήματα δικτύωσης λειτουργιών.....	99
5.1.1 Προβληματισμοί.....	99
5.1.2 Διακομιστής (Gateway).....	100
5.2 Σύστημα διαύλου CAN.....	102
5.2.1 Δίαυλος I.....	102
5.2.2 Δίαυλος K.....	103
5.2.3 Δίαυλος CAN.....	103
5.2.3.1 Εισαγωγή.....	103
5.2.3.2 Χαρακτηριστική τάση λειτουργίας.....	105
5.3 Μελλοντική εξέλιξη των συστημάτων διαύλου.....	107
 Βιβλιογραφία.....	 109

ΣΧΗΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Σχ. 2.1 - Εκτονωτικό κλαπέ (πεταλούδα γκαζιού).....	17
Σχ. 2.2 - Διαφορετικοί τύποι εγχυτήρων.....	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Σχ. 3.1 - Αναλογικό σήμα.....	23
Σχ. 3.2 - Ψηφιακό σήμα.....	24
Σχ. 3.3 - Ψηφιακό σήμα σε δυαδικό σύστημα.....	25
Σχ. 3.4 - Επεξεργασία εισερχόμενου σήματος.....	26
Σχ. 3.5 - Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.....	27
Σχ. 3.6 - Σχέση κεντρικής μονάδας ελέγχου (ECU) με αισθητήρες και εκτελεστές.....	29
Σχ. 3.7 - Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP).....	35
Σχ. 3.8 - Φαινόμενο Hall.....	35
Σχ. 3.9 - Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP).....	36
Σχ. 3.10 - Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (ECT).....	38
Σχ. 3.11 - Αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT)...	39
Σχ. 3.12 - Αισθητήρας προαναφλέξεων (KS).....	40
Σχ. 3.13 - Αισθητήρας απόλυτης πίεσης εισαγωγής (MAP).....	41
Σχ. 3.14 - Χαρτογράφηση αισθητήρα MAP.....	43
Σχ. 3.15 - Διάγραμμα λειτουργίας αισθητήρα λ.....	46
Σχ. 3.16 - Διάφορα είδη αισθητήρα λ.....	47
Σχ. 3.17 - Αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS).....	48
Σχ. 3.18 - Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος (TPS) (ψηφιακός αριστερά, αναλογικός δεξιά).....	50

Σχ. 3.19 - Εγχυτήρας καυσίμου (μπεκ).....	51
Σχ. 3.20 - Μοτέρ ρελαντί.....	52
Σχ. 3.21 - Έλεγχος αδρανούς λειτουργίας.....	52
Σχ. 3.22 - Βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR).....	53
Σχ. 3.23 - Αντλία καυσίμου.....	54
Σχ. 3.24 - Πολλαπλασιαστής.....	54
Σχ. 3.25 - Πολλαπλασιαστής με διανομέα.....	55
Σχ. 3.26 - Πολλαπλασιαστής χωρίς διανομέα.....	56
Σχ. 3.27 - Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων (PCV).....	57
Σχ. 3.28 - Σπινθηριστές.....	58
Σχ. 3.29 - Θερμικό φορτίο σπινθηριστή.....	59
Σχ. 3.30 - Διάγραμμα λειτουργίας σπινθηριστή.....	59
Σχ. 3.31 - Αισθητήρας ταχύτητας τροχών.....	60
Σχ. 3.32 - Αισθητήρας πίεσης φρένου.....	61
Σχ. 3.33 - Ηλεκτροβαλβίδες αντλίας ABS.....	62
Σχ. 3.34 - Μοτέρ αντλίας ABS.....	62
Σχ. 3.35 - Αισθητήρες ροπής εκτροπής και πλευρικής επιτάχυνσης.....	64
Σχ. 3.36 - Γωνιομετρικός αισθητήρας τιμονιού.....	64
Σχ. 3.37 - Λειτουργία συστήματος ευστάθειας (ESP).....	65
Σχ. 3.38 - Αισθητήρες υγρασίας και θερμοκρασίας καμπίνας.....	66
Σχ. 3.39 - Αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας και και ποιότητας εξωτερικού αέρα.....	66
Σχ. 3.40 - Αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας.....	67
Σχ. 3.41 - Αισθητήρας θέσης κλαπέτου κατεύθυνσης αέρα καμπίνας.....	67
Σχ. 3.42 - Μοτέρ κλαπέτου κατεύθυνσης και ανακύκλωσης αέρα καμπίνας.....	68
Σχ. 3.43 - Συμπιεστής κλιματισμού.....	68
Σχ. 3.44 - Αισθητήρας μετωπικής σύγκρουσης.....	69

Σχ. 3.45 - Αισθητήρας πλευρικής σύγκρουσης.....	70
Σχ. 3.46 - Αισθητήρας γραμμικής επιτάχυνσης-επιβράδυνσης.....	70
Σχ. 3.47 - Εμπρόσθιος αερόσακος μετωπικής σύγκρουσης.....	71
Σχ. 3.48 - Πλευρικοί αερόσακοι (τύπου κουρτίνα).....	71
Σχ. 3.49 - Προεντατήρας ζώνης ασφαλείας.....	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Σχ. 4.1 - Συσκευή αυτοδιάγνωσης βλαβών (Hi-SCAN PRO) και κάρτα μνήμης.....	76
Σχ. 4.2 - Πληκτρολόγιο Hi-SCAN PRO.....	79
Σχ. 4.3 - Βήμα 1 ^ο	80
Σχ. 4.4 - Βήμα 2 ^ο	81
Σχ. 4.5 - Βήμα 3 ^ο	81
Σχ. 4.6 - Βήμα 4 ^ο	82
Σχ. 4.7 - Βήμα 5 ^ο	82
Σχ. 4.8 - Βήμα 6 ^ο	83
Σχ. 4.9 - Βήμα 7 ^ο	83
Σχ. 4.10 - Βήμα 8 ^ο	84
Σχ. 4.11 - Βήμα 9 ^ο	84
Σχ. 4.12 - Βήμα 10 ^ο	85
Σχ. 4.13 - Βήμα 11 ^ο	85
Σχ. 4.14 - Τάση εξόδου αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP).....	87
Σχ. 4.15 - Τάση εξόδου αισθητήρα θέσης εκκεντροφόρου άξονα (Hall CMP).....	88
Σχ. 4.16 - Τάση εξόδου εγχυτήρα.....	89
Σχ. 4.17 - Τάση εξόδου PWD εγχυτήρα.....	90
Σχ. 4.18 - Μέγιστη-ελάχιστη τάση εξόδου.....	91

Σχ. 4.19 - Λειτουργία αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP).....	92
Σχ. 4.20 - Κυματομορφή αισθητήρα θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP).....	93
Σχ. 4.21 - Μη ομαλή καμπύλη αισθητήρα θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS).....	94
Σχ. 4.22 - Κατάσταση γείωσης.....	94
Σχ. 4.23 - Τάση αυτεπαγωγής.....	96
Σχ. 4.24 - Συγχρονισμός κυματομορφής αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου και εκκεντροφόρου άξονα.....	97
Σχ. 4.25 - Έλλειψη κυματομορφής.....	98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Σχ. 5.1 - Συνδεσμολογία συστημάτων διαύλου με το Διακομιστή (Gateway).....	101
Σχ. 5.2 - Διάγραμμα λειτουργίας High speed Can.....	105
Σχ. 5.3 - Διάγραμμα λειτουργίας Low speed Can.....	106
Σχ. 5.4 - Αντίσταση ομαλοποίησης τάσης.....	106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

1.1 Πρόλογος

Στις αρχές της δεκαετίας '80, σημειώθηκε η ηλεκτρονική επανάσταση στην αυτοκινητοβιομηχανία με ρυθμούς έκτοτε συνεχώς αυξανόμενους. Με στόχο τη βελτίωση των μοντέλων παραγωγής, οι μεγάλοι κατασκευαστές αυτοκινήτων υιοθετούν τις νέες εξελίξεις και συνεχώς παρέχουν μοντέλα με υψηλότερο βαθμό λειτουργικότητας, αποδοτικότητας και αξιοπιστίας τόσο του αυτοκινήτου ως σύνολο όσο και των επιμέρους συστημάτων που το συνθέτουν.

Ο χρόνος σχεδιασμού και παραγωγής ενός νέου μοντέλου σήμερα είναι περίπου 3 χρόνια. Πριν από μερικά χρόνια, για την ίδια δουλειά, οι κατασκευαστές χρειάζονταν 7 χρόνια. Αυτή η ταχύτητα παραγωγής επιτεύχθηκε χάρη στη βοήθεια των υπολογιστών και στη γενικότερη ανάπτυξη της βαριάς βιομηχανίας όπου μας παρέχει πλέον με αυτοματοποιημένα συστήματα υψηλής ακρίβειας (πρέσες, μηχανές κοπής σιδήρου, εργαλειομηχανές CNC κλπ).

Η ενσωμάτωση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και μικροεπεξεργαστών σε συστήματα που αρχικά ήταν καθαρά μηχανικά (σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, σύστημα έναυσης σπινθηριστή, συστήματα παθητικής ασφάλειας κλπ.) ανέβασε κατακόρυφα το βαθμό αξιοπιστίας των συστημάτων αυτών διότι ένα ηλεκτρικό / ηλεκτρονικό σύστημα είναι σαφώς πιο σταθερό στη λειτουργία και απαιτεί ελάχιστη ως μηδενική συντήρηση. Κορυφαία παραδείγματα ηλεκτρονικά ελεγχόμενων συστημάτων είναι το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών

(ABS) και τα παρόμοιά του (ESP, TCS) όπως και τα συστήματα παθητικής ασφάλειας (αερόσακοι, ζώνες ασφαλείας).

Υπάρχουν όμως και οι περιπτώσεις που τα συστήματα αυτά λόγω δυσλειτουργιών που οφείλονται κυρίως στην διαδικασία κατασκευής αλλά και λανθασμένων ρυθμίσεων μπορούν να καταστήσουν το όχημα μη λειτουργικό με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία η επέμβαση έμπειρου και εξειδικευμένου τεχνικού προσωπικού.

Η διαδικασία που απαιτείται να ακολουθήσει ο τεχνικός για την ακριβή και σωστή διάγνωση ενός προβλήματος που οφείλεται σε κάποιο ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα του αυτοκινήτου είναι το αντικείμενο της παρούσης εργασίας. Προσπαθήσαμε να καλύψουμε τη διαδικασία αυτή με όσο πιο απλό τρόπο γίνεται ώστε να είναι κατανοητή σε μεγάλο μέρος αναγνωστών μη απαραίτητα εξειδικευμένων.

Φυσικά είναι αναγκαία η βασική γνώση της λειτουργίας και του έργου που παρέχει το κάθε σύστημα έτσι ώστε να είναι πολύ πιο εύκολος ο προσανατολισμός του αναγνώστη για τους τρόπους που θα περιγράφονται για την διάγνωση του εκάστοτε προβλήματος.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Μέχρι το 1860 το αυτοκίνητο ήταν όνειρο επιστημονικής φαντασίας. Το χρόνο αυτό κατασκευάστηκε ο πρώτος κινητήρας εσωτερικής καύσης από τον Βέλγο Λενουάρ που όμως είχε πολύ μικρή απόδοση αφού το μίγμα καυσίμου - αέρα απλώς αναφλεγόταν χωρίς πρώτα να συμπιεσθεί.

Τα επόμενα βήματα στην ιστορική εξέλιξη του αυτοκινήτου ήταν :

- **1876:** Εφαρμογή στην πράξη από τον Γερμανό Otto της αρχής του τετράχρονου κύκλου που πρώτος διατύπωσε ο Γάλλος Ντέ Ροσσά.

- **1883:** Κατασκευή τετράχρονου κινητήρα από τους Ντάιμλερ και Μάιμπαχ μέγιστο αριθμό 900 rpm. (Καταπληκτικός αριθμός για την εποχή).
- **1885:** Κατασκευή του πρώτου τρίκυκλου οχήματος από τον Μπέντς με κινητήρα Ντάιμλερ.
- **1886:** Κατασκευή αυτοκινήτων για εμπορικούς λόγους από τους Ντάιμλερ και Μπέντς.
- **1891:** Τοποθέτηση του κινητήρα στο εμπρός μέρος των αυτοκινήτων από τους Γάλλους Πανάρα και Λεβασόρ.
- **1895:** Τοποθέτηση ελαστικών με αεροθάλαμο σε αυτοκίνητο από τον Γάλλο Μισελέν.
- **1897:** Ο Άγγλος Λάντσεστερ επινοεί το επικυκλικό κιβώτιο ταχυτήτων, τη μετάδοση στους πίσω τροχούς με άξονα, και την λίπανση με υψηλή πίεση.
- **1898:** Ο Γάλλος Λεβασόρ επινοεί το κιβώτιο ταχυτήτων και τον συμπλέκτη.
- **1902:** Επινοούνται από τον Λάντσεστερ τα δισκόφρενα.
- **1903:** Πατεντάρονται από τους Ντάιμλερ - Μπέντς τα ταμπούρα.

- **1902:** Παραγωγή σε σειρά, αυτοκινήτων από τον Όλντς στις Η.Π.Α.
- **1908:** Παραγωγή σε σειρά του μοντέλου Φορντ Τ. που έγινε το πρώτο λαϊκό φτηνό αυτοκίνητο.
- **1911:** Ηλεκτροφωτισμός των αυτοκινήτων (ηλεκτρικά φανάρια) από την Κάντιλακ.
- **1912:** Επινόηση της μίζας από τον Κέτεριγκ και τοποθέτησή της σε αυτοκίνητα της Κάντιλακ.
- **1920:** Επινόηση της ομώνυμης ανάρτησης από τον Ντε Ντιόν. Επινόηση ηλεκτρικής ανάφλεξης με πλατίνες από τον Γάλλο Μπουτόν.
- **1922:** Επινόηση των υδραυλικών φρένων από τον Λόκχηντ.
- **1923:** Παρουσίαση του αυτοφερόμενου σασί με ανεξάρτητη ανάρτηση από τον Ιταλό Λάντσια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Μηχανισμοί Έγχυσης - Καύσης Μίγματος Αέρα-Καυσίμου

2.1 Η έννοια της έγχυσης καυσίμου

Η μετάβαση από τα μηχανικά σε ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα του αυτοκινήτου, έγινε αρχικά για να βελτιωθεί η απόδοση του κινητήρα. Έτσι λοιπόν έγινε βελτίωση στο σύστημα προετοιμασίας και τροφοδοσίας μίγματος. Ο σκοπός αυτών των συστημάτων είναι η τροφοδοσία του κινητήρα την κατάλληλη στιγμή με το πλέον κατάλληλο μίγμα ανάλογα με τις τρέχουσες συνθήκες λειτουργίας.

Οι βασικές απαιτήσεις από ένα τέτοιο σύστημα είναι :

- Η δυνατότητα αύξησης της απόδοσης του κινητήρα σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του, όπως σε συνθήκες υψηλού φορτίου (κατά τη διάρκεια επιτάχυνσης) και ανεξάρτητα των καιρικών συνθηκών που επικρατούν.
- Η ελαχιστοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων.
- Η χαμηλή κατανάλωση καυσίμου.

Μια βασική διάκριση μεταξύ των συστημάτων γίνεται ανάλογα με τον τρόπο που αυτά επιτυγχάνουν την ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα. Έτσι στα καρμπυρατέρ, το καύσιμο αναρροφάται από τον αέρα λόγω υποπίεσης στον σωλήνα εισαγωγής, ενώ στα συστήματα έγχυσης το καύσιμο εκτοξεύεται μέσα στον θάλαμο καύσης σε ελεγχόμενες ποσότητες.

Κατά συνέπεια στα καρμπυρατέρ δεν υπάρχει καμιά ακριβής μέτρηση της ποσότητας του καυσίμου ή του αέρα. Η ποσότητα του

αναρροφούμενου καυσίμου εξαρτάται από το κενό εισαγωγής ενώ η αναλογία αέρα-καυσίμου είναι σταθερή. Αντίθετα τα συστήματα έγχυσης, αξιολογώντας όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα και λαμβάνοντας υπ' όψη τις απαιτήσεις για χαμηλή εκπομπή ρύπων παρέχουν την δυνατότητα μέτρησης του καυσίμου με μεγάλη ακρίβεια, ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα.

Η δυνατότητα αξιοποίησης των παραμέτρων λειτουργίας του κινητήρα με σκοπό την σύσταση, την προσαρμογή και την τροφοδοσία του κινητήρα με το κατάλληλο κάθε φορά μίγμα, παρέχει στα συστήματα έγχυσης μια σειρά από πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά καρμπυρατέρ, ενισχύοντας έτσι την τάση για συχνότερη χρήση αυτών των συστημάτων.

2.2 Πλεονεκτήματα της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης έγχυσης

Σαν βασικά πλεονεκτήματα μπορούμε να αναφέρουμε :

- Μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.
- Ελάττωση των εκπεμπόμενων ρύπων.
- Αύξηση της ισχύος.
- Άμεση απόκριση του κινητήρα στην επιτάχυνση.
- Δημιουργία καλύτερων συνθηκών ψυχρής εκκίνησης.

2.2.1 Κατανάλωση καύσιμου

Η αναγνώριση και αξιοποίηση των παραμέτρων λειτουργίας του κινητήρα (στροφές, φορτίο, θερμοκρασία κλπ.) επιτρέπουν μια ακριβή προσαρμογή του μίγματος στις συνθήκες λειτουργίας. Έτσι κάθε φορά

γίνεται χρήση της κατάλληλης ποσότητας καυσίμου για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων λειτουργίας της δεδομένης στιγμής. Επομένως δεν γίνεται άσκοπη κατανάλωση καυσίμου.

2.2.2 Εκπεμπόμενοι ρύποι

Το ποσοστό των ρύπων στα καυσαέρια εξαρτάται από την ποιότητα καύσης η οποία έχει άμεση σχέση με την σύσταση του μίγματος. Η διατήρηση της σύστασης του μίγματος στα πλαίσια της στοιχειομετρίας ελαχιστοποιεί τις εκπομπές των ρύπων, ενώ συγχρόνως καθιστά τον κινητήρα συμβατό με τους τριοδικούς καταλύτες.

Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα έγχυσης με τις ακριβείς μετρήσεις που πραγματοποιούν στο καύσιμο και στον αέρα, εξασφαλίζουν τον συνεχή έλεγχο της στοιχειομετρίας, διαμορφώνοντας την ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

2.2.3 Ισχύς

Η σωστή διαμόρφωση των διόδων εισαγωγής και εξαγωγής καθώς επίσης και η εκτίναξη του καυσίμου μέσα στον αέρα, δημιουργούν συνθήκες καλύτερης πλήρωσης των κυλίνδρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας υψηλότερης και ομαλότερα κατανεμημένης ροπής, καθώς επίσης και την αύξηση της ειδικής ισχύος του κινητήρα.

2.2.4 Απόκριση κινητήρα

Η καθυστέρηση απόκρισης του κινητήρα στο ξαφνικό άνοιγμα του εκτονωτικού κλαπέ (πεταλούδα γκαζιού) τη στιγμή της επιτάχυνσης,

οφείλεται στον αργό εμπλουτισμό του μίγματος ο οποίος δυσχεραίνει τις συνθήκες μετάβασης του κινητήρα σε έναν πιο γρήγορο ρυθμό περιστροφής.



Σχ. 2.1 Εκτονωτικό κλαπέ (πεταλούδα γκαζιού)

Στα συστήματα έγχυσης αυτός ο εμπλουτισμός είναι άμεσος και επιτυγχάνεται είτε με τον ψεκασμό του καυσίμου κατευθείαν στο τέλος του αυλού εισαγωγής πριν από τις βαλβίδες, όταν πρόκειται για σύστημα έγχυσης πολλαπλών σημείων, είτε με την αναγνώριση της μεταβολής της γωνίας της πεταλούδας και την σύγχρονη απόκριση της βαλβίδας ψεκασμού, όταν πρόκειται για κεντρικό ψεκασμό.

2.2.5 Εκκίνηση κινητήρα

Οι δύσκολες συνθήκες δημιουργίας κατάλληλου μίγματος στην φάση της γρήγορης (ψυχρής) εκκίνησης δεν αποτελούν πρόβλημα για τα συστήματα έγχυσης. Αντιμετωπίζονται με την ακριβή μέτρηση του καυσίμου βάσει της θερμοκρασίας του κινητήρα και του αριθμού στροφών εκκίνησης. Έτσι επιτυγχάνεται μια γρήγορη (ψυχρή) εκκίνηση καθώς επίσης και μια γρήγορη σταθεροποίηση των στροφών του κινητήρα στην κατάσταση αδρανούς λειτουργίας (ρελαντί).

2.3 Κατάταξη των συστημάτων έγχυσης

2.3.1 Μηχανικά συστήματα έγχυσης

Η μέτρηση του καυσίμου γίνεται με μηχανικό τρόπο. Το καύσιμο ψεκάζεται από τους εγχυτήρες οι οποίοι ανοίγουν ανάλογα με την επικρατούσα πίεση στην γραμμή διανομής καυσίμου. Όλη η διαδικασία προσαρμογής του μίγματος γίνεται με μηχανισμούς από τους οποίους απαιτείται ένας τέλειος συνδυασμός κατά την λειτουργία τους προκειμένου να πετύχουν ακριβείς μετρήσεις. Από τα μηχανικά συστήματα έγχυσης εκείνο που εξελίχθηκε και εφαρμόστηκε περισσότερο ήταν το K-jetronic της BOSCH.

2.3.2 Ηλεκτρονικά συστήματα έγχυσης

Σε αντίθεση με τα μηχανικά συστήματα, εδώ ο υπολογισμός του καυσίμου γίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται σχετικά με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν τη θερμοκρασία του κινητήρα, τη θερμοκρασία του αέρα, τις στροφές του κινητήρα, την βαρομετρική πίεση, την γωνία ανοίγματος του εκτονωτικού κλαπέ καθώς επίσης και το ποσοστό των ρύπων στα καυσαέρια. Επίσης οι εγχυτήρες καυσίμου δεν ανοίγουν με βάση την πίεση στον αγωγό διανομής αλλά με βάση τους παλμούς ανάφλεξης εξασφαλίζοντας έτσι μια διακοπτόμενη έγχυση.

Τέτοια συστήματα είναι το L-jetronic, το LH-jetronic και το Mono-jetronic. Ένας συνδυασμός της ηλεκτρονικής έγχυσης με την ηλεκτρονική ανάφλεξη παρέχει επιπλέον δυνατότητες στο σύστημα. Η επιφόρτιση της μονάδας ελέγχου ψεκασμού με τον χρονισμό της ανάφλεξης βελτιώνει τις συνθήκες καύσης, προσαρμόζοντας τους χρόνους

ανάφλεξης στις εκάστοτε συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Το Monotronic της BOSCH αποτελεί παράδειγμα συνδυαστικού συστήματος ανάφλεξης και έγχυσης.

2.3.3 Συνδυασμός μηχανικού και ηλεκτρονικού συστήματος έγχυσης

Ένα τέτοιο σύστημα είναι το KE-jetronic το οποίο στηρίζεται στο μηχανικό K-jetronic. Επιπλέον όμως διαθέτει ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου η οποία συλλέγει και επεξεργάζεται ένα πλήθος δεδομένων, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα ελέγχου της ποσότητας έγχυσης σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του κινητήρα, με μεγάλη ακρίβεια.

2.4 Ψεκασμός καυσίμου

Ανάλογα με τη διαδικασία εκτόξευσης του καυσίμου μέσα στη ροή του αέρα, τα συστήματα έγχυσης διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές χαρακτηρίζουν τα συστήματα σύμφωνα με το πλήθος και την θέση των βαλβίδων έγχυσης. Έτσι διακρίνουμε τα συστήματα πολλαπλού ψεκασμού ή ψεκασμού πολλών σημείων και τα συστήματα μονού ή κεντρικού ψεκασμού.

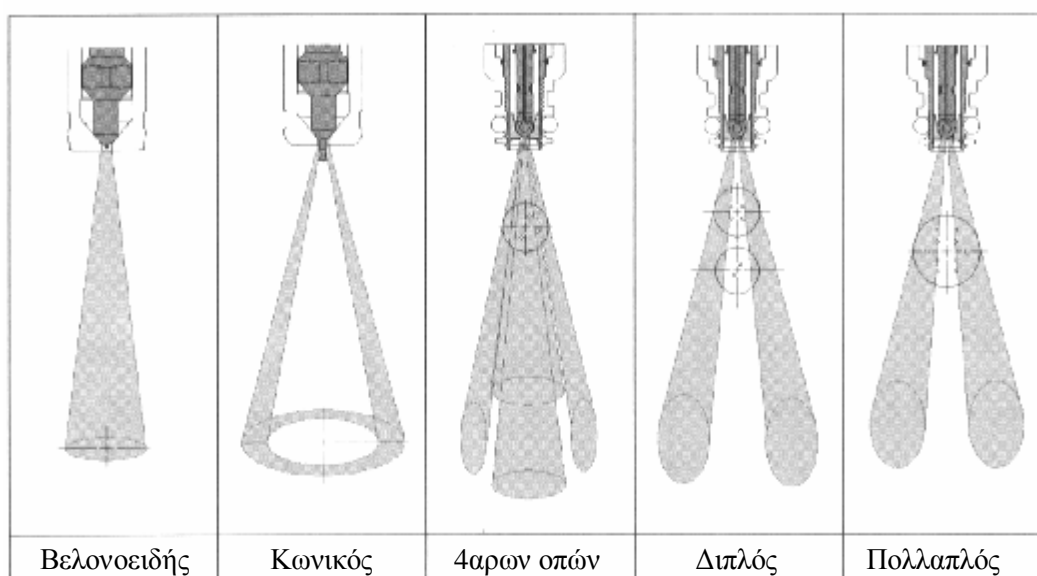
Με τον ψεκασμό πολλών σημείων η έγχυση καυσίμου πραγματοποιείται σε κάθε κύλινδρο χωριστά. Για τον σκοπό αυτό σε κάθε κύλινδρο του κινητήρα αντιστοιχεί ένας εγχυτήρας (μπεκ), ο οποίος εκτοξεύει το καύσιμο μπροστά στους χώρους των βαλβίδων εισαγωγής επιτυγχάνοντας έτσι μία άμεση έγχυση. Στην περίπτωση αυτή η λειτουργία των εγχυτήρων μπορεί να είναι συνεχής, οπότε το σύστημα ονομάζεται συνεχούς έγχυσης και χαρακτηρίζεται με το γράμμα K, ή να είναι διακοπτόμενη με απόλυτα ευθυγραμμισμένους τους παλμούς έγχυσης με τους παλμούς ανάφλεξης, οπότε το σύστημα ονομάζεται

διακοπτόμενης έγχυσης.

Συστήματα συνεχούς έγχυσης πολλών σημείων είναι το K και KE-jetronic, ενώ αντίστοιχα το L και LH-jetronic αποτελούν παραδείγματα συστημάτων διακοπτόμενης έγχυσης πολλών σημείων. Σε αντίθεση με τον ψεκασμό πολλών σημείων, στον μονό ή κεντρικό ψεκασμό, η εκτόξευση του καυσίμου γίνεται από έναν κεντρικό εγχυτήρα στον χώρο της πολλαπλής εισαγωγής ακριβώς πριν από την πεταλούδα του επιταχυντή. Το Mono-jetronic το οποίο αναπτύχθηκε από την BOSCH αποτελεί παράδειγμα έγχυσης μονού σημείου.

2.5 Τύποι εγχυτήρων (μπεκ)

Υπάρχουν 5 διαφορετικοί τύποι εγχυτήρων καυσίμου. Το στοιχείο που διαφοροποιεί τον καθένα είναι η διανομή του καυσίμου μέσα στο χώρο του κυλίνδρου. Με βάση την παρακάτω εικόνα, είναι :



Σχ. 2.2 Διαφορετικοί τύποι εγχυτήρων

1. Βελονοειδής ψεκασμός (Pencil beam)

Ο βελονοειδής ψεκασμός είναι ο ψεκασμός που δημιουργείται από έναν εγχυτήρα τύπου μονής οπής. Αυτή η μορφή χρησιμοποιείται σε ελάχιστες περιπτώσεις που απαιτούν ακριβή έλεγχο της ποσότητας του καυσίμου που εισέρχεται στον κύλινδρο.

2. Κωνικός ψεκασμός (Conical)

Αυτός ο τρόπος ψεκασμού δημιουργείται από έναν εγχυτήρα με κατάλληλα κατεργασμένες άκρες ώστε να αναγκάζουν τη ροή του καυσίμου να παίρνει κωνική μορφή. Κατά την μετακίνηση της βαλβίδας ψεκασμού μεταβάλλεται και η κωνικότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου. Έτσι επιτυγχάνεται πολύ καλός έλεγχος της διανομής του καυσίμου στο εσωτερικό του κυλίνδρου.

3. Κωνικός ψεκασμός τεσσάρων οπών (Conical 4-Holes)

Ο τρόπος αυτός αποτελεί βελτίωση του απλού κωνικού ψεκασμού. Δημιουργείται από έναν εγχυτήρα με κατάλληλη βαλβίδα ψεκασμού η οποία διαθέτει 4 οπές ίδιας διαμέτρου σε γωνία τέτοια ώστε να είναι εφικτή η μέγιστη κάλυψη του κυλίνδρου από τα τέσσερα επιμέρους σπρίντ καυσίμου καθώς αναμιγνύονται με το ρεύμα αέρα εισαγωγής.

4. Διπλός ψεκασμός (2-Stream spray)

Ο συγκεκριμένος τρόπος ψεκασμού χρησιμοποιείται από κινητήρες που διαθέτουν πολλαπλές βαλβίδες εισαγωγής. Τα χαρακτηριστικά του εγχυτήρα είναι παρόμοια με αυτά του κωνικού τύπου 4H αλλά για δύο

οπές μόνο. Η γωνία τοποθέτησης των εγχυτήρων αυτών είναι τέτοια ώστε να δημιουργούν παρόμοια διανομή καυσίμου με αυτήν του τύπου 4H.

5. Πολλαπλών οπών (Multi hole)

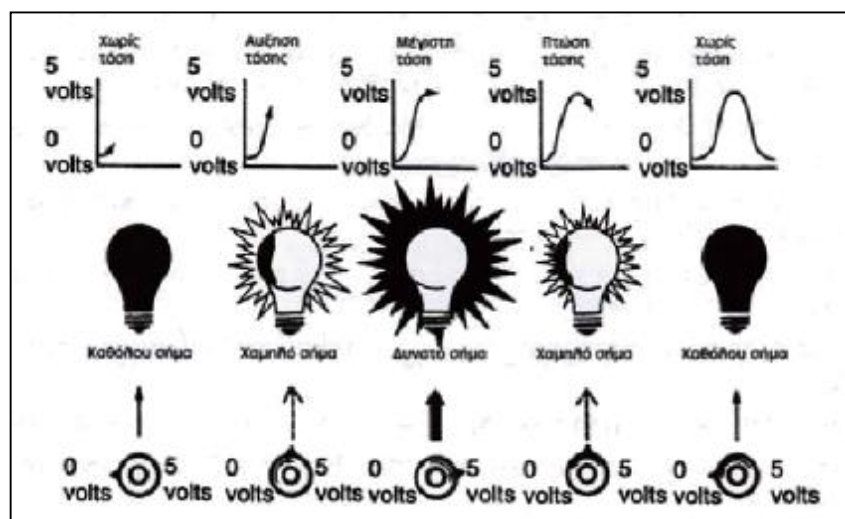
Αυτός ο τρόπος ψεκασμού αποτελεί βελτίωση του τρόπου 4H διότι ο ψεκασμός γίνεται από μικρότερες οπές που βρίσκονται στη περιφέρεια της βαλβίδας ψεκασμού και σε διαφορετικές γωνίες κατά μήκος της έτσι ώστε το φάσμα διανομής του καυσίμου να είναι το μέγιστο δυνατό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Ηλεκτρονικά Ελεγχόμενα Συστήματα

3.1 Αναλογικό σήμα

Ένα αναλογικό σήμα είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο κατά μήκος ενός χρονικού διαστήματος. Για παράδειγμα όταν χρησιμοποιείται ροοστάτης για να ελεγχθεί ένας λαμπτήρας 5V, η τάση του ροοστάτη μπορεί να κυμαίνεται από 0 έως 5V. Αν η τάση του ροοστάτη είναι χαμηλή, τότε μια μικρή ποσότητα ρεύματος ρέει μέσα από το λαμπτήρα και παράγει χαμηλής έντασης φωτισμό. Αν η τάση του ροοστάτη είναι 5V, μεγαλύτερη ποσότητα ρεύματος διαρρέει το λαμπτήρα και ο φωτισμός είναι πιο έντονος. Όσο η τάση του ροοστάτη μειώνεται τόσο το φως που παράγεται χαμηλώνει σε ένταση. Τα περισσότερα σήματα που δέχεται ένας εγκέφαλος αυτοκινήτου, είναι αναλογικά.

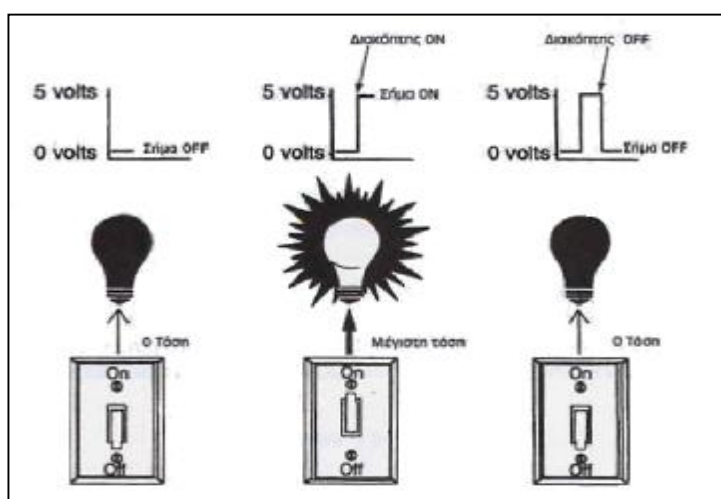


Σχ. 3.1 Αναλογικό σήμα

3.2 Ψηφιακό σήμα

Εάν ένας κοινός διακόπτης on/off συνδεθεί με έναν λαμπτήρα 5V και ο διακόπτης είναι στη θέση off τότε 0V είναι διαθέσιμα για το λαμπτήρα.

Όταν ο διακόπτης τεθεί σε θέση on, τότε ένα σήμα 5V τροφοδοτεί τον λαμπτήρα και φωτοβολεί, εάν ο διακόπτης είναι στη θέση off η τάση στο λαμπτήρα ξαναγίνεται 0V και αυτός σβήνει. Η τροφοδοσία του σήματος μέσα από το διακόπτη μπορεί να είναι 0V ή 5V (μπορούμε να πούμε ότι το σήμα είναι υψηλό, είτε χαμηλό). Αυτός ο τύπος σήματος αποκαλείται ψηφιακό σήμα. Εάν ο διακόπτης γυρίσει από τη θέση on στη θέση off γρήγορα, ένα τετραγωνικής μορφής ψηφιακό σήμα στέλνεται από το διακόπτη στο λαμπτήρα .

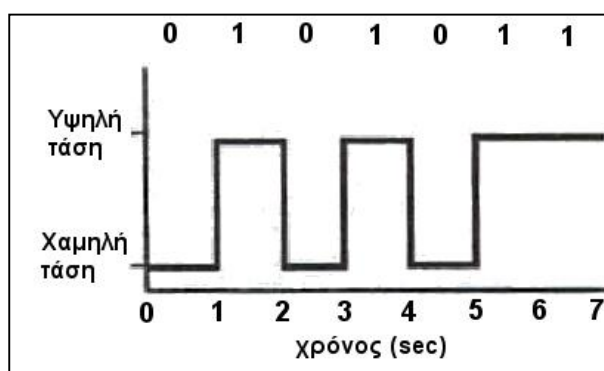


Σχ. 3.2 Ψηφιακό σήμα

Σε έναν εγκέφαλο αυτοκινήτου, ο μικροεπεξεργαστής περιέχει ένα μεγάλο αριθμό από μικροσκοπικούς διακόπτες, οι οποίοι είναι ικανοί να παράγουν μεγάλο αριθμό ψηφιακών σημάτων ανά δευτερόλεπτο. Αυτό το ψηφιακό σήμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ρελέ και άλλων εξαρτημάτων του συστήματος. Ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να αλλάξει τη διάρκεια του χρόνου του ψηφιακού σήματος από υψηλό σε χαμηλό για ακριβή έλεγχο.

3.3 Δυαδικό Σύστημα

Έχουμε εξηγήσει ότι το ψηφιακό σήμα μπορεί να είναι υψηλό ή χαμηλό. Μια αριθμητική τιμή μπορεί να σταλεί με ψηφιακά σήματα. Για παράδειγμα, ένα χαμηλό ψηφιακό σήμα μπορεί να πάρει την τιμή 0 και ένα υψηλό ψηφιακό σήμα μπορεί να πάρει την τιμή 1. Αυτή η ανάθεση αριθμητικών τιμών στο ψηφιακό σήμα ονομάζεται δυαδικό σύστημα. Η λέξη δυαδικός σημαίνει δύο τιμές και στο δυαδικό σύστημα οι δύο τιμές είναι 0 και 1. Στον εγκέφαλο των αυτοκινήτων οι πληροφορίες μεταδίδονται σε δυαδικό σύστημα. Συνθήκες, αριθμοί και γράμματα μπορούν να αντικατασταθούν από σειρές με 0 και 1.

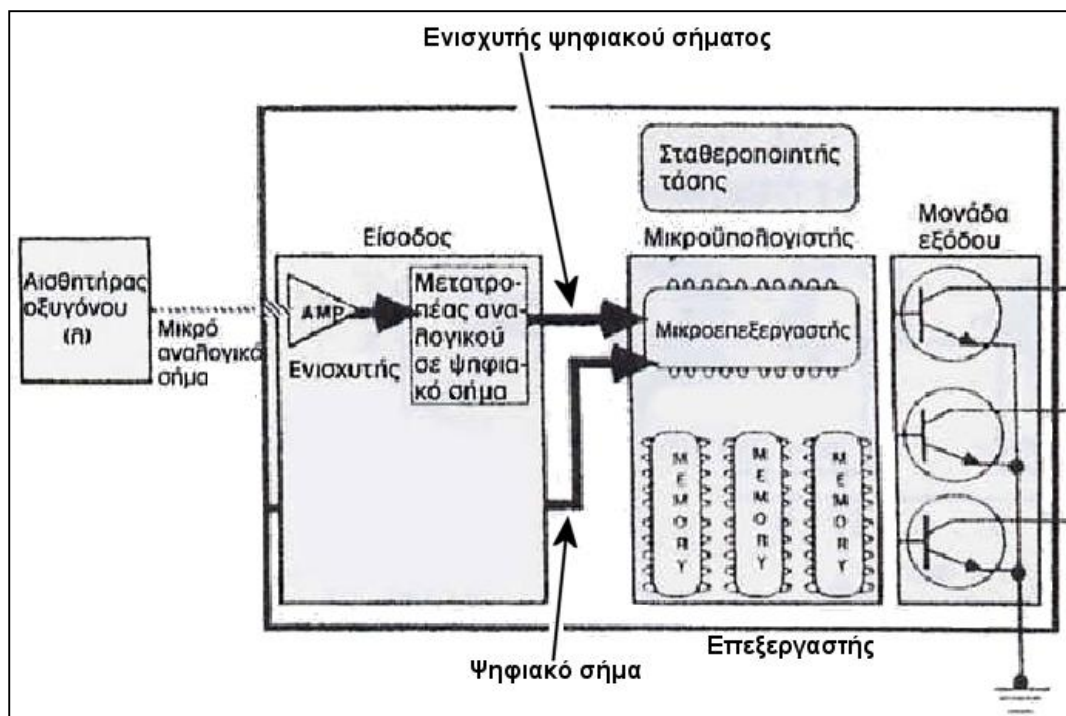


Σχ. 3.3 Ψηφιακό σήμα σε δυαδικό σύστημα

3.4 Επεξεργασία σήματος εισόδου

3.4.1 Ενίσχυση

Μερικοί αισθητήρες όπως είναι ο αισθητήρας οξυγόνου ή λήπτης λάμδα (λ) παράγουν ένα σήμα πολύ χαμηλής τάσης, λιγότερο από 1V. Αυτό το σήμα έχει πολύ μικρή ένταση ρεύματος. Για το λόγο αυτό, αυτός ο τύπος σήματος πρέπει να ενισχύεται. Αυτή η ενίσχυση κατορθώνεται από ένα κύκλωμα ενίσχυσης στη μονάδα επεξεργασίας εισόδου της κεντρικής μονάδας ελέγχου.



Σχ. 3.4 Επεξεργασία εισερχόμενου σήματος

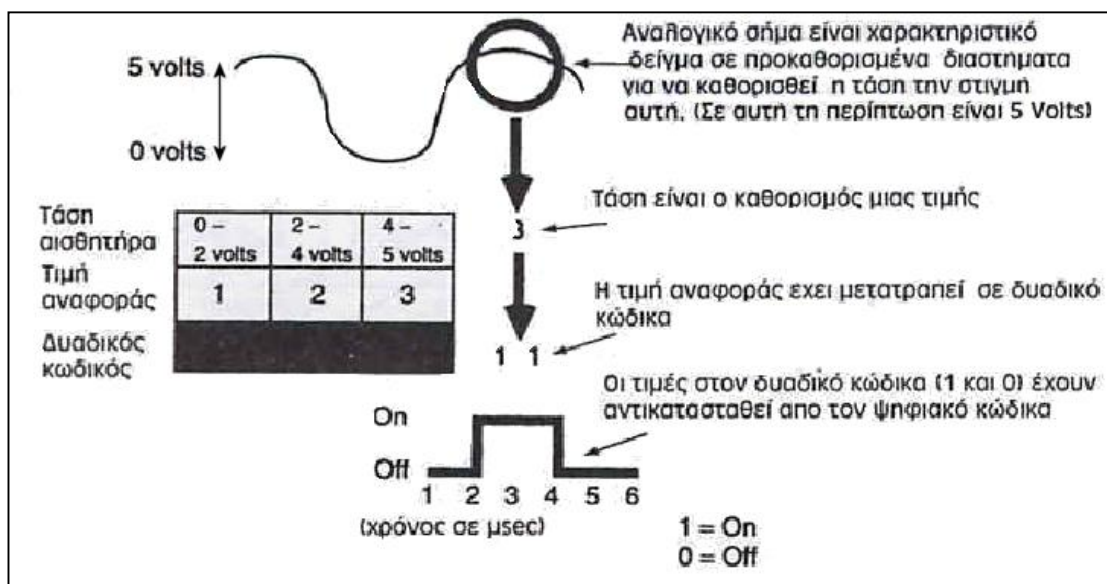
3.4.2 Μετατροπή Αναλογικού σήματος σε Ψηφιακό (A/D - Analog to Digital)

Εφόσον οι αισθητήρες παράγουν αναλογικό σήμα και ο εγκέφαλος δέχεται ψηφιακό σήμα πρέπει με κάποιο τρόπο να μετατραπεί το αναλογικό σήμα του αισθητήρα σε ψηφιακό. Αυτή η δουλειά γίνεται από τον A/D μετατροπέα. Όλη αυτή η διαδικασία (είσοδος - μετροπή - έξοδος) του σήματος αναφέρεται σαν "I/O interface" και λαμβάνει χώρο στη μονάδα επεξεργασίας δεδομένων του εγκεφάλου.

Ο A/D μετατροπέας ανιχνεύει τα αναλογικά σήματα εισόδου σε τακτά χρονικά διαστήματα. Εάν ανιχνεύσει για παράδειγμα το σήμα του αισθητήρα θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS) και το βρει 5V αντιστοιχεί την τιμή 3_{10} σε αυτή την συγκεκριμένη τάση (με βάση πίνακες αντιστοίχισης) και εν συνεχεία μετατρέπει αυτή την τιμή σε δυαδικό σύστημα που ισοδυναμεί με το 11_2 .

Κάπως έτσι γίνεται η διαδικασία μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό. Τελευταίες εξελίξεις στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας,

έχουν επιτρέψει την ενσωμάτωση A/D μετατροπέα στο κεντρικό τσιπ (ολοκληρωμένο κύκλωμα επεξεργασίας) έτσι ώστε η συνολική διαδικασία μετατροπής να διαρκεί λιγότερο χρόνο.



Σχ. 3.5 Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό

3.5 Ηλεκτρονικά Ελεγχόμενα Συστήματα

Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα που τοποθετούνται στο αυτοκίνητο αποτελούνται από:

- **Αισθητήρες**, οι οποίοι αποστέλλουν ηλεκτρικά σήματα προς την κεντρική μονάδα ελέγχου (λειτουργούν ως μονάδα εισόδου).
- **Εκτελεστές**, οι οποίοι μετατρέπουν ένα ηλεκτρικό σήμα που προέρχεται από την κεντρική μονάδα ελέγχου, σε μηχανική κίνηση (λειτουργούν ως μονάδα εξόδου).
- **Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου**, η οποία λαμβάνει τα σήματα από τους αισθητήρες και αφού τα επεξεργαστεί δίνει τις ανάλογες εντολές στους εκτελεστές.

Τα συστήματα αυτά μπορούμε να τα χωρίσουμε (με βάση το τμήμα που ανήκουν) στις ακόλουθες κατηγορίες :

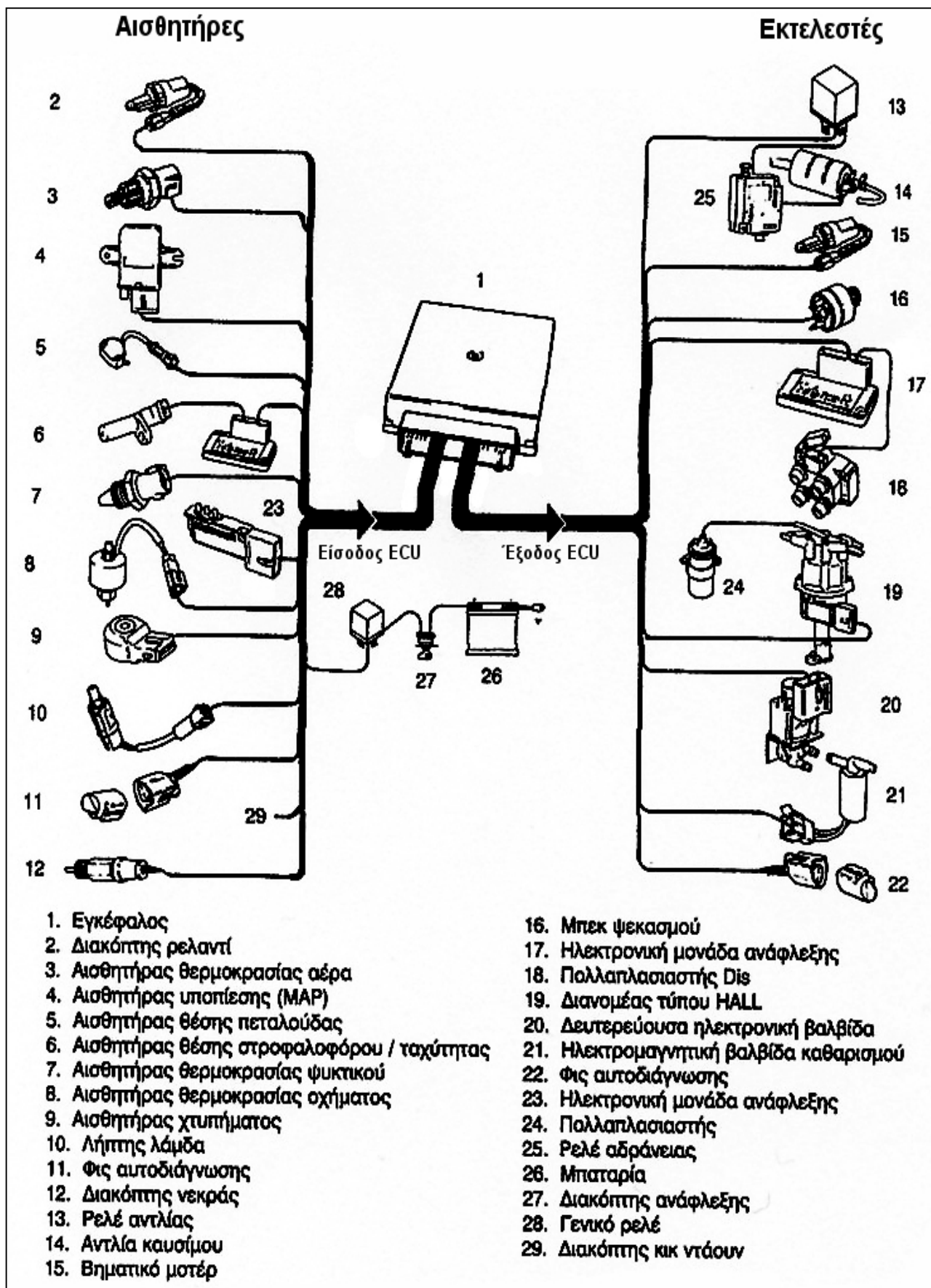
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα έγχυσης καυσίμου (σύστημα ψεκασμού) αποτελείται από τους αισθητήρες, τους εκτελεστές και την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ψεκασμού.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στα περιφερειακά συστήματα ανήκουν:

- Σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών (ABS).
- Σύστημα ηλεκτρονικής κατανομής πίεσης πίσω τροχών (EBD).
- Σύστημα ελέγχου πρόσφυσης (TCS).
- Σύστημα ελέγχου ευστάθειας (ESP).
- Σύστημα κλιματισμού.
- Συστήματα παθητικής ασφάλειας (αερόσακος - ζώνες ασφαλείας).



Σχ. 3.6 Σχέση κεντρικής μονάδας ελέγχου (ECU) με αισθητήρες και εκτελεστές

3.6 Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου (ECU)

Ο εγκέφαλος είναι η μονάδα που δέχεται πληροφορίες (ΕΙΣΟΔΟΙ), τις επεξεργάζεται και τις στέλνει υπό μορφή ηλεκτρικών σημάτων (ΕΞΟΔΟΙ). Οι πληροφορίες αυτές που φαίνονται στην είσοδό 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 προγραμματισμού".

3.6.1 Κύρια μέρη ECU

Τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται η ECU είναι :

- § Η μονάδα τροφοδοσίας (τροφοδοπκό).
- § Το σύστημα εισόδου πληροφοριών. Είναι 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 εγκέφαλους. Όταν παρουσιαστεί βλάβη σε κάποιον από τους αισθητήρες (είσοδοι) ή και στον εγκέφαλο το αυτοκίνητο δεν ακινητοποιείται, αλλά ενεργοποιείται το βοηθητικό πρόγραμμα που λειτουργεί με το μέσο όρο των τιμών που θα λαμβάνει από τους αντίστοιχους αισθητήρες ώστε το αυτοκίνητο να φτάσει στο πλησιέστερο συνεργείο.
- § Το σύστημα αυτοδιάγνωσης (βρίσκεται μόνο στους νεότερους εγκέφαλους). 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 έχοντας στη διάθεσή του λεπτομερή στοιχεία της δυσλειτουργίας που παρουσιάστηκε.

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

- Με την ύπαρξη μιας ή δύο ενδεικτικών λυχνιών πάνω στον εγκέφαλο.
- Με την ύπαρξη μιας ενδεικτικής λυχνίας στο ταμπλό οργάνων του αυτοκινήτου με την ένδειξη "*CHECK ENGINE*".
- Με την σύνδεση της συσκευής διάγνωσης και αποκωδικοποίησης βλαβών (tester) στο βύσμα αυτοδιάγνωσης του αυτοκινήτου.

3.6.2 Μηδενισμός μνήμης (Μηδενισμός κωδικού διάγνωσης)

Σε περίπτωση καταχώρησης κάποιας βλάβης και μετά την επισκευή

πρέπει να γίνει μηδενισμός του εγκεφάλου με προσωρινή διακοπή της τάσης τροφοδοσίας του (12V), είτε αφαιρώντας το βύσμα σύνδεσης, είτε τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας ή την ασφάλεια του εγκεφάλου.

Εάν δεν γίνει μηδενισμός της μνήμης ο εγκέφαλος εξακολουθεί να έχει αποθηκευμένη την βλάβη ακόμη και όταν αλλάξουμε το κατεστραμμένο εξάρτημα με καινούριο. Έτσι λοιπόν το πρόβλημα του οχήματος παραμένει.

3.7 Σύστημα έγχυσης

Στο σύστημα έγχυσης καυσίμου περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι αισθητήρες και εκτελεστές.

Αισθητήρες :

- Θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP)
- Θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP)
- Θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα (ECT)
- Θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT)
- Ανίχνευσης προαναφλέξεων (KS)
- Απόλυτης πίεσης εισαγωγής (MAP)
- Οξυγόνου (λ)
- Θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS)
- Σύστημα ηλεκτρονικού γκαζιού (ETS)
- Ταχύτητας οχήματος (VSS)

Οι αισθητήρες μπορούν να χωριστούν και βάσει του είδους του σήματος εξόδου, δηλαδή σε αναλογικούς και ψηφιακούς.

Αναλογικοί :

- § Θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP)
- § Θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα (ECT)
- § Θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT)
- § Ελέγχου προαναφλέξεων (KS)
- § Απόλυτης πίεσης εισαγωγής (MAP)
- § Οξυγόνου (λ)
- § Θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS)

Ψηφιακοί :

- § Θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP)
- § Ταχύτητας οχήματος (VSS)
- § Σύστημα ηλεκτρονικού γκαζιού (ETS)

Εκτελεστές :

- Εγχυτήρες καυσίμου
- Μοτέρ ελέγχου αδρανούς λειτουργίας (ρελαντί)
- Βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR)
- Αντλία καυσίμου
- Πολλαπλασιαστής
- Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων (PCV)
- Σπινθηριστές

3.8 Περιγραφή λειτουργίας αισθητήρων

3.8.1 Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP - Crankshaft Position sensor)

Ο αισθητήρας αποτελείται από το αισθητήριο μέρος (σταθεροί μαγνήτες, πυρήνας και πηνίο) και από έναν οδοντωτό τροχό που είναι σχεδιασμένος να γυρίζει ταυτόχρονα με τον στροφαλοφόρο ενωμένος μαζί του ομοκεντρικά. Ο οδοντωτός τροχός έχει 58 δόντια και ένα κενό 2 δοντιών που χρησιμοποιείται για να εντοπίζεται το έμβολο Νο 1.

Όταν ο στροφαλοφόρος περιστρέφεται, τότε περιστρέφεται και ο οδοντωτός τροχός μαζί του και τότε το διάκενο μεταξύ του αισθητήρα CKP και του κάθε δοντιού μεταβάλλεται περιοδικά, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο. Η μεταβολή του μαγνητικού πεδίου θα προκαλέσει την ανάπτυξη εναλλασσόμενης (AC) ηλεκτρικής τάσης στο πηνίο. Η (AC) τάση θα έχει χαμηλότερη τιμή όταν ο οδοντωτός τροχός περιστρέφεται αργά και υψηλότερη τιμή όταν περιστρέφεται πιο γρήγορα. Όταν ο αισθητήρας "διαβάσει" το κενό των δύο δοντιών τότε η παραγόμενη τάση έχει μια ιδιαίτερη μορφή και αυτό είναι το σήμα που βοηθά στην αναγνώριση του κυλίνδρου Νο 1.

Ο αισθητήρας CKP παράγει 58 ξεχωριστά AC σήματα (ένα για κάθε δόντι). Άρα συνολικά για μια πλήρη περιστροφή του οδοντωτού τροχού θα σταλούν στην ECU 58 σήματα ένα εκ των οποίων θα είναι για να αναγνωριστεί η γωνία του στροφαλοφόρου άξονα.

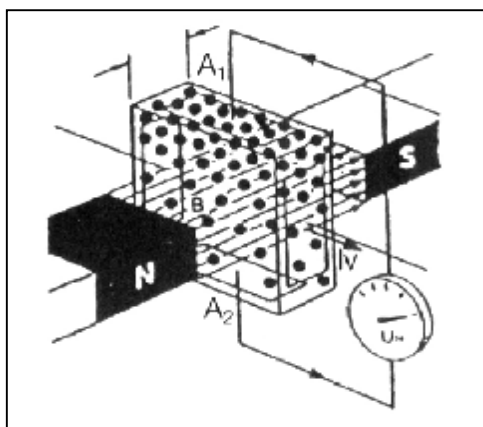


Σχ. 3.7 Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP)

3.8.2 Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP - CaMshaft Position sensor)

Ο αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (αισθητήρας CMP) ανιχνεύει το ΑΝΣ του εμβόλου Νο 1 στο χρόνο συμπίεσης. Το σήμα του μεταβιβάζεται προς τον εγκέφαλο του κινητήρα για να χρησιμοποιηθεί στον προσδιορισμό της ακολουθίας του ψεκασμού καυσίμου.

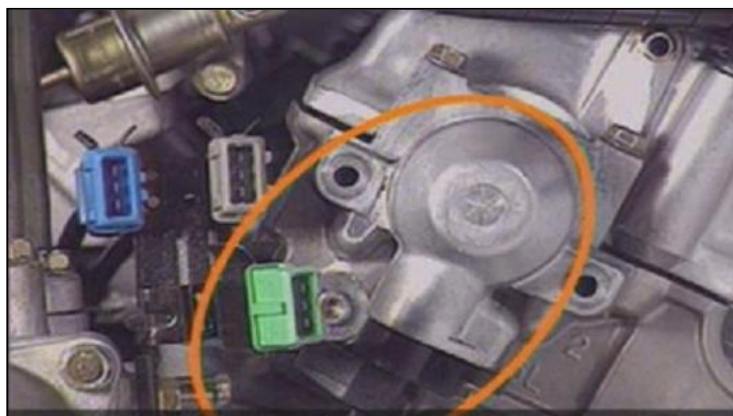
Ο αισθητήρας αποτελείται από το αισθητήριο μέρος (σταθεροί μαγνήτες, πυρήνας και πηνίο) και από ένα πείρο που είναι σχεδιασμένος να γυρίζει ταυτόχρονα με τον εκκεντροφόρο σε κάθετη διεύθυνση με αυτήν του εκκεντροφόρου. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο Hall. Στο παρακάτω σχήμα υπάρχει φαίνεται η εξήγηση του φαινομένου.



Σχ. 3.8 Φαινόμενο Hall

Όταν τοποθετήσουμε έναν αγωγό κάθετα ανάμεσα σε δύο μόνιμους μαγνήτες (με διάταξη αντίθετων πόλων) και εφαρμόσουμε ηλεκτρική τάση στον αγωγό, ηλεκτρόνια του αγωγού θα εκτραπούν κάθετα μεταξύ της φοράς του ρεύματος και των μαγνητών. Τότε η μία πλευρά θα έχει περίσσεια ηλεκτρονίων και η άλλη θα έχει έλλειψη, γεγονός που θα οδηγήσει σε διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων. Αυτό ονομάζεται φαινόμενο Hall. Η παραγόμενη τάση είναι ανάλογη του ρεύματος και της έντασης του μαγνητικού πεδίου. Ωστόσο, η τάση δεν είναι αρκετά ισχυρή οπότε ενισχύεται προτού χρησιμοποιηθεί.

Ο αισθητήρας τύπου Hall είναι παρόμοιος στον αισθητήρα τύπου μαγνητικής αντίστασης. Ωστόσο, ο αισθητήρας μαγνητικής αντίστασης δημιουργεί μια έξοδο ακόμα και αν ο κινητήρας δεν λειτουργεί, πρόβλημα που δεν υπάρχει στον αισθητήρα τύπου Hall. Ο αισθητήρας CMP είναι ένας Hall αισθητήρας.



Σχ. 3.9 Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP)

3.8.3 Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα (ECT - Engine Coolant Temperature)

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού στέλνει ένα αναλογικό σήμα (τάσεως) στον εγκέφαλο ανάλογα με τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού. Αυτό το σήμα είναι υψηλό στις χαμηλές θερμοκρασίες και

χαμηλό στις υψηλές θερμοκρασίες.

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (ECT) συχνά είναι τοποθετημένος στην βάση του θερμοστάτη και το κατώτερο σημείο του αισθητήρα είναι βουτηγμένο στο ψυκτικό υγρό του κινητήρα. Αυτός ο αισθητήρας περιέχει ένα θερμίστορ το οποίο παρέχει υψηλή αντίσταση όταν είναι κρύο και πολύ μικρότερη αντίσταση σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Ένας τυπικός αισθητήρας θερμοκρασίας νερού μπορεί να έχει 269.000 Ohm στους -22°C και 1.200 Ohm στους 120°C .

Ο αισθητήρας ECT έχει δύο καλώδια συνδεδεμένα μεταξύ αισθητήρα και εγκεφάλου. Το ένα από αυτά τα καλώδια χρησιμεύει για να μεταφέρει το σήμα, ενώ το άλλο παρέχει γείωση. Ο εγκέφαλος ανιχνεύει την πτώση της τάσης που προέρχεται από τον αισθητήρα. Αυτή η τάση μεταβάλλεται σε σχέση με τη θερμοκρασία του ψυκτικού και την αντίσταση του αισθητήρα. Για παράδειγμα, σε μια χαμηλή θερμοκρασία ψυκτικού και μια υψηλή αντίσταση του αισθητήρα η πτώση τάσης που προέρχεται από αυτόν μπορεί να είναι 4.5V, ενώ αντίθετα σε μια υψηλή θερμοκρασία ψυκτικού φτάνει τα 0.3V.

Ο εγκέφαλος πρέπει να γνωρίζει τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού του συστήματος ψύξης για να πάρει τις απαραίτητες αποφάσεις που αφορούν λειτουργίες εξόδου. Για παράδειγμα, ο εγκέφαλος πρέπει να παρέχει ένα πλουσιότερο μίγμα αέρα - καυσίμου όταν η μηχανή είναι κρύα και ένα πτωχότερο μίγμα αέρα - καυσίμου μόλις η μηχανή αποκτήσει την κανονική θερμοκρασία λειτουργίας. Για αυτό ο εγκέφαλος πρέπει να γνωρίζει τη θερμοκρασία του ψυκτικού της μηχανής από τον αισθητήρα ECT, ώστε να παρέχει τη σωστή αναλογία αέρα- καυσίμου.

Μία κρύα μηχανή απαιτεί μεγαλύτερη προπορεία ανάφλεξης για καλύτερη λειτουργία ενώ αντίθετα μια ζεστή μηχανή χρειάζεται μικρότερη προπορεία ανάφλεξης για να αποτραπεί η προανάφλεξη (πειράκια). Ο εγκέφαλος πρέπει να γνωρίζει τη θερμοκρασία του

ψυκτικού του κινητήρα για να παρέχει τη σωστή προπορεία ανάφλεξης και να ελέγχει τη λειτουργία άλλων διατάξεων όπως είναι η βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR) που η λειτουργία της δεν είναι απαραίτητη σε ένα κρύο κινητήρα αλλά είναι απαραίτητη σε ένα ζεστό κινητήρα κάτω από ορισμένες συνθήκες λειτουργίας.



Σχ. 3.10 Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (ECT)

3.8.4 Αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT - Intake Air Temperature)

Μερικοί αισθητήρες θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT) είναι τοποθετημένοι στην πολλαπλή εισαγωγή και το κάτω άκρο τους εξέχει σε ένα από τα περάσματα του αέρα στην πολλαπλή εισαγωγή. Σε μερικές εφαρμογές ο αισθητήρας IAT είναι τοποθετημένος στο φίλτρο αέρα και ανιχνεύει τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής σε αυτό το σημείο. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα περιέχει ένα θερμίστορ το οποίο παρέχει πτώση αντίστασης και πτώση τάσης, όπως και ο αισθητήρας ECT.

Ένα καλώδιο σήματος και ένα γείωσης είναι συνδεδεμένα μεταξύ του αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής και του εγκεφάλου. Ο κρύος αέρας εισαγωγής είναι πυκνός οπότε απαιτείται ένα πλούσιο μίγμα αέρα - καυσίμου. Όταν το σήμα του αισθητήρα IAT δείξει χαμηλή θερμοκρασία

για τον αέρα εισαγωγής ο εγκέφαλος παρέχει ένα πλουσιότερο μίγμα αέρα καυσίμου.



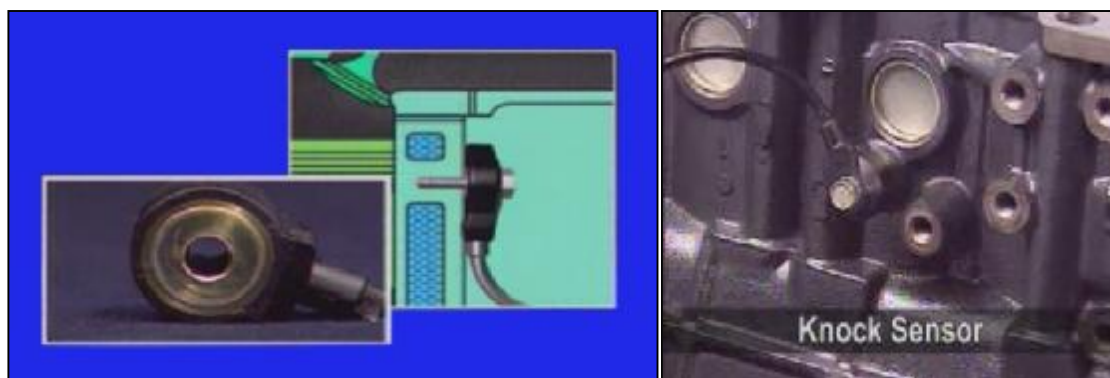
Σχ. 3.11 Αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα (IAT)

3.8.5 Αισθητήρας ελέγχου προανάφλεξης (KS - Knock Sensor)

Ο αισθητήρας προανάφλεξης μπορεί να είναι τοποθετημένος πάνω στο μπλοκ του κινητήρα, στην πολλαπλή εισαγωγή ή στην κεφαλή των κυλίνδρων. Σε μερικές περιπτώσεις ο αισθητήρας προανάφλεξης αναφέρεται και σαν αισθητήρας για "πειράκια". Πιο σύγχρονοι κινητήρες έχουν δύο αισθητήρες προανάφλεξης για βελτιωμένο έλεγχο στην ανάφλεξη. Ο αισθητήρας προανάφλεξης διαθέτει ένα πιεζοηλεκτρικό στοιχείο ανίχνευσης το οποίο μετατρέπει τις δονήσεις από τα πικάκια σε ηλεκτρικό σήμα. Μια εσωτερική αντίσταση είναι συνδεδεμένη παράλληλα με το πιεζοηλεκτρικό στοιχείο ανίχνευσης.

Όταν κατά την λειτουργία του κινητήρα παρουσιάζονται "πειράκια" λόγω αυτανάφλεξης υπολειμμάτων μίγματος στα τοιχώματα των κυλίνδρων τότε δημιουργούνται δονήσεις στο μπλοκ και στην κεφαλή. Ο αισθητήρας προανάφλεξης μετατρέπει αυτή τη δόνηση σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο και στέλνει στον εγκέφαλο. Όταν ο εγκέφαλος λάβει το

σήμα μειώνει την προπορεία στην ανάφλεξη προκειμένου να μειώσει τα πιράκια. Ένα συνηθισμένο σήμα τέτοιου αισθητήρα μπορεί να είναι από 300 mV μέχρι 500 mV και εξαρτάται από την ένταση των δονήσεων.



Σχ. 3.12 Αισθητήρας προαναφλέων (KS)

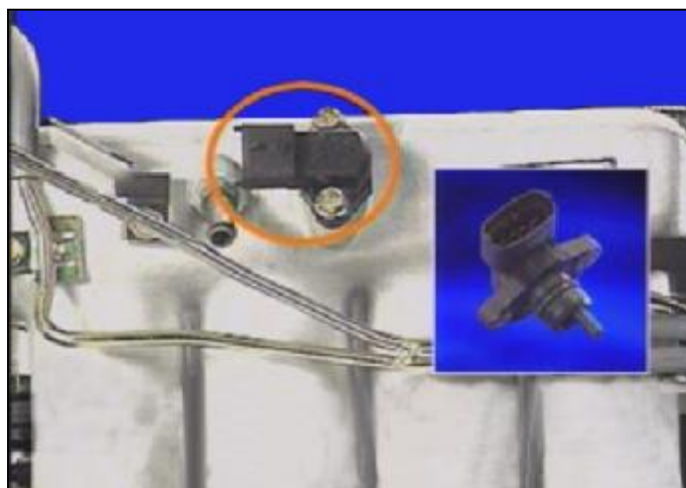
3.8.6 Αισθητήρας απόλυτης πίεσης εισαγωγής (MAP - Manifold Absolute Pressure)

Μερικοί αισθητήρες πίεσεως στην πολλαπλή εισαγωγή (αισθητήρας απόλυτης πίεσης) παράγουν ένα ψηφιακό σήμα με μια συνεχώς μεταβαλλόμενη συχνότητα. Αυτή η συχνότητα αυξάνεται με το άνοιγμα της πεταλούδας και με την αύξηση φορτίου του κινητήρα. Άλλοι αισθητήρες παράγουν ένα αναλογικό σήμα τάσεως ανάλογο της υποπίεσης. Το σήμα είναι χαμηλότερο όσο υψηλότερη είναι η υποπίεση.

Ο αισθητήρας απόλυτης πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγή (MAP) είναι συνήθως τοποθετημένος στο χώρο του κινητήρα. Με ένα ευλύγιστο σωλήνα συνδέεται η πολλαπλή εισαγωγή με το ακροφύσιο του αισθητήρα MAP ενώ τρία καλώδια είναι συνδεδεμένα από τον αισθητήρα στον εγκέφαλο. Ο εγκέφαλος τροφοδοτεί με συνεχή τάση 5V τον αισθητήρα με το ένα από τα τρία καλώδια, ενώ τα άλλα δύο χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση του σήματος του αισθητήρα καθώς και μια γείωση. Αυτού του είδους η σύνδεση υπάρχει στους περισσότερους αισθητήρες MAP.

Οι αισθητήρες MAP της Ford περιέχουν μια "εύκαμπτη πλακέτα". Αυτός ο τύπος του αισθητήρα μετατρέπει την πίεση της πολλαπλής σε ψηφιακό σήμα μεταβαλλόμενης συχνότητας. Ο αισθητήρας MAP στην πραγματικότητα ανιχνεύει τη διαφορά μεταξύ ατμοσφαιρικής πίεσης και υποπίεσης πολλαπλής. Όταν ο κινητήρας δουλεύει στο ρελαντί, η υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγή είναι περίπου 760 mm Hg. Σε αυτές τις συνθήκες το σήμα του αισθητήρα MAP είναι περίπου 95 Hz. Η Ford υπό αυτές τις προϋποθέσεις αναφέρει τον αισθητήρα σε χαμηλό αισθητήρα MAP, επειδή υπάρχει μικρότερη διαφορά (κατά απόλυτη τιμή) μεταξύ ατμοσφαιρικής πίεσης και υποπίεσης πολλαπλής.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με την πεταλούδα εντελώς ανοιχτή ή σχεδόν εντελώς ανοιχτή η υποπίεση της πολλαπλής μπορεί να είναι 51 mm Hg και με συχνότητα κοντά στα 160 Hz. Αυτή η συνθήκη μπορεί να ονομαστεί υψηλός αισθητήρας MAP επειδή η υποπίεση της πολλαπλής διαφέρει αρκετά από την ατμοσφαιρική πίεση.



Σχ. 3.13 Αισθητήρας απόλυτης πίεσης εισαγωγής (MAP)

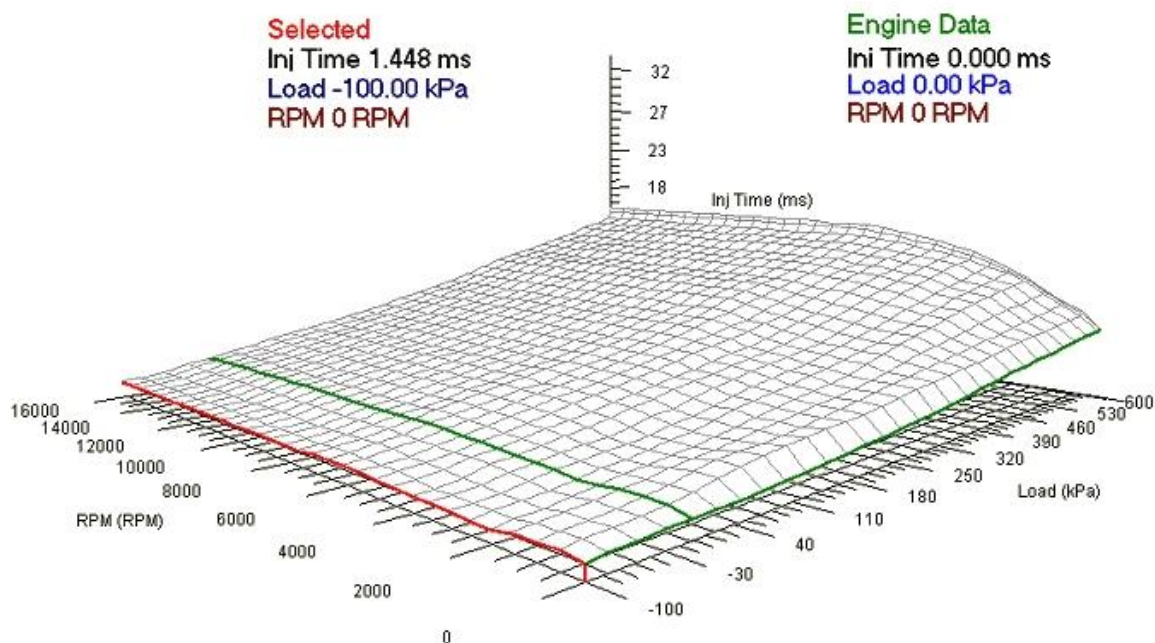
Ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί το σήμα του αισθητήρα MAP για να προσδιορίσει το φορτίο της μηχανής. Όταν το σήμα του αισθητήρα MAP δείχνει εντελώς ανοιχτή πεταλούδα έχουμε συνθήκες μεγάλου φορτίου

οπότε ο εγκέφαλος παρέχει πλουσιότερο μίγμα αέρα - καυσίμου. Ενώ όταν ο αισθητήρας MAP δίνει σήμα μικρού φορτίου, τότε ο εγκέφαλος τροφοδοτεί με πτωχότερο μίγμα αέρα - καυσίμου για συνθήκες σταθερής πορείας.

Όταν ο διακόπτης έναυσης είναι ανοιχτός και πριν ο κινητήρας τεθεί σε λειτουργία, πολλοί αισθητήρες MAP ενεργούν σαν αισθητήρες βαρομετρικής πίεσης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες το σήμα του αισθητήρα MAP πληροφορεί τον εγκέφαλο σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση η οποία ποικίλει σε σχέση με το υψόμετρο και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες όπως είναι η υγρασία. Σε μερικές εφαρμογές υπάρχει ξεχωριστός βαρομετρικός αισθητήρας πίεσης.

Η παρακάτω εικόνα αντιστοιχεί στο 3D διάγραμμα χαρτογράφησης (3D mapping) ενός αισθητήρα MAP. Στο διάγραμμα συνδυάζονται τα στοιχεία για σωστή λειτουργία του συστήματος ψεκασμού. Στους τρεις άξονες αντιστοιχούν τα μεγέθη : α) Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα (rpm), β) Το μέγεθος του φορτίου που εφαρμόζεται στο όχημα και κατ' επέκταση στον κινητήρα και γ) Ο χρόνος διάρκειας ψεκασμού καυσίμου.

Με το διάγραμμα αυτό μπορεί να γίνει εύκολα ο έλεγχος της τρέχουσας κατάστασης του συστήματος ψεκασμού (και έτσι των εξαρτημάτων που το αποτελούν) ακόμη και εν ώρα οδήγησης του οχήματος για την ύπαρξη κάποιας πιθανής βλάβης. Τα προγράμματα που παράγουν αυτά τα διαγράμματα, έχουν την ικανότητα να καταγράφουν real-time όλα τα δεδομένα έτσι ώστε να δημιουργούν μια βάση δεδομένων για την εκάστοτε διάγνωση του συστήματος.



Σχ. 3.14 Χαρτογράφηση αισθητήρα MAP

3.8.7 Οξυγόνου (λ)

Ο αισθητήρας οξυγόνου είναι τοποθετημένος με σπείρωμα στην πολλαπλή εξαγωγή ή σε κάποιο σημείο της εξάτμισης κοντά στον κινητήρα. Μερικοί κατασκευαστές αναφέρουν αυτόν σαν αισθητήρα οξυγόνου καυσαερίων (EGO) ή σαν θερμαινόμενο αισθητήρα οξυγόνου καυσαερίων (HEGO). Ένα στοιχείο που ανιχνεύει το οξυγόνο στο κέντρο του αισθητήρα οξυγόνου περιβάλλεται από χαλύβδινο περίβλημα. Αυτό το στοιχείο ανίχνευσης του οξυγόνου σε πολλούς αισθητήρες είναι κατασκευασμένο, από ζirkόνιο. Το χαλύβδινο περίβλημα έχει εξαγωνικό σχήμα πάνω για λόγους τοποθέτησης και αφαίρεσης. Το σπείρωμα στο κατώτερο άκρο του μεταλλικού περιβλήματος είναι το ίδιο με το σπείρωμα στην εξάτμιση ή στο άνοιγμα της πολλαπλής που είναι τοποθετημένος.

Ένα μεταλλικό κάλυμμα ή από συνθετικό καουτσούκ, είναι τοποθετημένο πάνω στην κορυφή του αισθητήρα. Σε πολλούς αισθητήρες οξυγόνου, το μεταλλικό κάλυμμα είναι χαλαρά τοποθετημένο πάνω στον

αισθητήρα. για να επιτρέψει μια συνεχή τροφοδοσία οξυγόνου από την ατμόσφαιρα μέσα στο στοιχείο ανίχνευσης οξυγόνου. Εάν είναι τοποθετημένο το κάλυμμα από συνθετικό καουτσούκ στον αισθητήρα, διαθέτει αυλάκια στην εσωτερική επιφάνεια ώστε να επιτρέψει την είσοδο του αέρα στο αισθητήριο στοιχείο. Σε μερικά μεταγενέστερα μοντέλα αισθητήρων οξυγόνου, η κορυφή του αισθητήρα είναι ερμητικά κλεισμένη και το οξυγόνο μπαίνει στον αισθητήρα διαμέσου του αγωγού. καλωδίου του σήματος. Μία ασπίδα καλύπτει το κάτω μέρος του αισθητήρα που βρίσκεται μέσα στην πολλαπλή εξαγωγή ή στην εξάτμιση. Ραβδώσεις πάνω σε αυτή την ασπίδα βοηθούν το καυσαέρια να περιστρέφονται συνεχώς γύρω από το αισθητήριο στοιχείο, όταν λειτουργεί ο κινητήρας.

Μερικοί αισθητήρες οξυγόνου είναι συνδεδεμένοι με ένα απλό καλώδιο το οποίο φεύγει από το στοιχείο ανίχνευσης οξυγόνου και καταλήγει στον εγκέφαλο ενεργώντας σαν καλώδιο σήματος. Εάν ένας αισθητήρας έχει δύο καλώδια το δεύτερο καλώδιο είναι γείωση, η οποία είναι συνδεδεμένη στον εγκέφαλο. Υπάρχει η περίπτωση όμως ο αισθητήρας να έχει τρία καλώδια και το τρίτο καλώδιο να είναι συνδεδεμένο με ένα ηλεκτρικό στοιχείο θέρμανσης μέσα στον αισθητήρα. Η τάση σε αυτό το στοιχείο τροφοδοτείται από το διακόπτη εκκίνησης κατά την εκκίνηση. Εφόσον αισθητήρες οξυγόνου δεν μπορούν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά και να στείλουν σωστό σήμα κάτω από τη θερμοκρασία των 315° C, το ηλεκτρικό στοιχείο θέρμανσης θερμαίνει το λήπτη λ και έτσι παρέχει μικρότερο χρόνο προθέρμανσης και βοηθά τον αισθητήρα να διατηρείται ζεστός κατά τη διάρκεια παρατεταμένης αδρανούς λειτουργίας (ρελαντί).

Αυτό το εσωτερικό ηλεκτρικό στοιχείο θέρμανσης του αισθητήρα οξυγόνου διατηρεί υψηλότερες θερμοκρασίες, οι οποίες βοηθούν να καούν εναποθέσεις πάνω στον αισθητήρα. Όταν ο αισθητήρας έχει τέτοιο

εσωτερικό στοιχείο μπορεί να τοποθετηθεί πιο μακριά από τον κινητήρα κατά μήκος της εξάτμισης και έτσι δίνει μεγαλύτερη ευελιξία στους μηχανικούς στο ζήτημα της τοποθέτησης του αισθητήρα.

Λειτουργία Αισθητήρα οξυγόνου

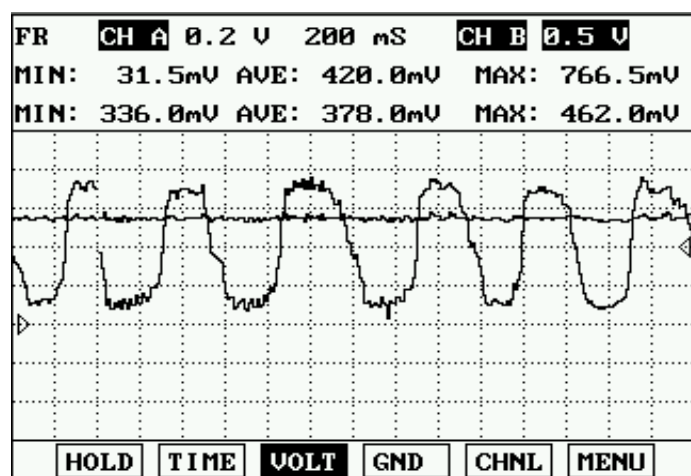
Ένα πτωχό σε αναλογία μίγμα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε οξυγόνο στα καυσαέρια, επειδή το μίγμα που εισέρχεται στους κυλίνδρους έχει υπερβολική ποσότητα αέρα σε σχέση με την ποσότητα καυσίμου. Έτσι το οξυγόνο βρίσκεται σε περίσσεια μετά τη διαδικασία της καύσης. Όταν τα καυσαέρια έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οξυγόνο, και υπάρχει οξυγόνο από την ατμόσφαιρα μέσα στο στοιχείο του αισθητήρα, τότε οξυγόνο βρίσκεται και από τις δύο πλευρές του αισθητήρα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ο αισθητήρας παράγει μια χαμηλή τάση.

Ένα πλούσιο σε αναλογία μίγμα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε καύσιμο σε σχέση με την ποσότητα του αέρα που εισέρχεται μέσα στους κυλίνδρους. Ένα τέτοιο μίγμα παράγει πολύ μικρή ποσότητα οξυγόνου στα καυσαέρια επειδή το οξυγόνο του αέρα έχει είδη αναμιχθεί στο καύσιμο και μια επιπλέον ποσότητα καυσίμου έχει περισσέψει μετά από την ολοκλήρωση της καύσης. Τα καυσαέρια με το πολύ λίγο οξυγόνο πέφτουν πάνω στον αισθητήρα του οξυγόνου ο οποίος εμπεριέχει στο αισθητήριο στοιχείο οξυγόνο από την ατμόσφαιρα. Με τα διαφορετικά επίπεδα οξυγόνου που επικρατούν μέσα και έξω από τον αισθητήρα, αυτός παράγει τάση έως 1V. Κατά τη διάρκεια του κύκλου, η αναλογία αέρα – καυσίμου μεταβάλλεται από πτωχή σε πλούσια και ο αισθητήρας οξυγόνου αλλάζει τάση σε μερικά ms.

Όταν το καύσιμο είναι βενζίνη, η ιδανική στοιχειομετρική αναλογία αέρα - καυσίμου είναι 14.7:1. Αυτό δείχνει πως για κάθε 14.7 kgf αέρα που εισέρχονται στην εισαγωγή, το καρμπυρατέρ ή τα μπεκ παρέχουν 1

kgf καυσίμου. Στη στοιχειομετρική αναλογία αέρα - καυσίμου η καύση είναι περισσότερο αποδοτική και σχεδόν όλη η ποσότητα του οξυγόνου του αέρα αναμιγνύεται με το καύσιμο και καίγεται στους θαλάμους καύσης. Ο εγκέφαλος που ελέγχει το καρμπυρατέρ ή το σύστημα ψεκασμού προσπαθεί συνεχώς να διατηρήσει τη στοιχειομετρική αναλογία σταθερή. Όταν κατά τη διάρκεια του κύκλου, το μίγμα αέρα - καυσίμου γίνει ελάχιστα πλούσιο ή πτωχό δηλαδή αποκλίνει από τη σωστή αναλογία ο αισθητήρας οξυγόνου παράγει τάση που μεταβάλλεται από υψηλή σε χαμηλή.

Τύπος Αισθητήρα Οξυγόνου από Τιτάνιο



Σχ. 3.15 Διάγραμμα λειτουργίας αισθητήρα λ

Μερικά οχήματα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρα οξυγόνου από τιτάνιο. Ο αισθητήρας τύπου τιτανίου τροποποιεί την τάση αντίθετα με τον αισθητήρα τύπου ζirkονίου. Ο εγκέφαλος τροφοδοτεί με τάση από το συσσωρευτή τον αισθητήρα η οποία μειώνεται από μία αντίσταση στο κύκλωμα. Η αντίσταση του τιτανίου ποικίλλει ανάλογα με το μίγμα αέρα-καυσίμου που γίνεται από πλούσιο πτωχό. Όταν το μίγμα είναι πλούσιο η αντίσταση του τιτανίου είναι χαμηλή. Αυτό παρέχει ένα σήμα υψηλής τάσης στον εγκέφαλο. Εάν το μίγμα είναι πτωχό η αντίσταση του τιτανίου είναι υψηλή και ένα σήμα χαμηλής τάσης αποστέλλεται στον

εγκέφαλο.

Ο αισθητήρας οξυγόνου τύπου τιτανίου παρέχει ένα ικανοποιητικό σήμα σχεδόν αμέσως, αφού η κρύα μηχανή ξεκινήσει. Αυτή η λειτουργία παρέχει βελτιωμένο έλεγχο της αναλογίας αέρα - καυσίμου κατά την διάρκεια προθέρμανσης του κινητήρα.



Σχ. 3.16 Διάφορα είδη αισθητήρα οξυγόνου (λ)

3.8.8 Αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS - Throttle Position Sensor)

Ένας αισθητήρας θέσης πεταλούδας περιστροφικού τύπου TPS περιλαμβάνει ένα ποτενσιόμετρο με μία κινητή επαφή η οποία περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της πεταλούδας και παράγει ένα αναλογικό σήμα τάσεως το οποίο αυξάνει με το άνοιγμα της πεταλούδας.

Ο αισθητήρας TPS είναι τοποθετημένος στην άκρη του άξονα της πεταλούδας του καρμπρατέρ σε σύστημα ηλεκτρονικά ελεγχόμενου καρμπρατέρ. Σε σύστημα ηλεκτρονικά ελεγχόμενου ψεκασμού, αυτός ο αισθητήρας είναι τοποθετημένος στην άκρη του άξονα της πεταλούδας στο σώμα αυτής. Σε μερικά συστήματα της General Motors με ηλεκτρονικά ελεγχόμενο καρμπρατέρ ο αισθητήρας TPS είναι τοποθετημένος μέσα στο καρμπρατέρ και τίθεται σε λειτουργία από την κινηματική αλυσίδα (ντίζα) της αντλίας επιτάχυνσης. Αυτός ο αισθητήρας (TPS) γραμμικού τύπου έχει μία κινητή επαφή, η οποία κινείται πάνω κάτω σε μία μεταβλητή αντίσταση.

Ο εγκέφαλος γνωρίζει επίσης από το σήμα του αισθητήρα TPS πόσο γρήγορα η πεταλούδα έχει ανοίξει. Όταν ο κινητήρας επιταχύνει ξαφνικά απαιτείται ένα πλούσιο μίγμα αέρα καυσίμου με την αντίστοιχη ροή αέρα μέσα στον κινητήρα. Όταν ο εγκέφαλος λάβει το σήμα του αισθητήρα TPS που δείχνει ξαφνική επιτάχυνση τότε αυτός τροφοδοτεί με το απαραίτητο πλούσιο μίγμα αέρα - καυσίμου. Ο εγκέφαλος επίσης χρησιμοποιεί το σήμα TPS για να ελέγχει άλλες εξόδους.

Μερικοί αισθητήρες TPS διαθέτουν ειδική διάταξη για να μπορούν να ρυθμίζονται. Έτσι όταν ο αισθητήρας TPS απαιτείται να ρυθμιστεί τότε χαλαρώνονται οι κοχλίες που τον συγκρατούν πάνω στο σώμα της πεταλούδας και περιστρέφεται μέχρι να πάρουμε το συγκεκριμένο σήμα που αντιστοιχεί στη λειτουργία του κινητήρα στο ρελαντί. Σε πολλούς αισθητήρες TPS δεν υπάρχει η διάταξη αυτή για ρύθμιση.



Σχ. 3.17 Αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS)

3.8.9 Σύστημα ηλεκτρονικού γκαζιού (ETS - Electronic Throttle System)

Το σύστημα ηλεκτρονικού γκαζιού παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από την BMW στα μοντέλα της σειράς 7 το 1988. Η απλή μηχανική σύνδεση μεταξύ του πεντάλ του γκαζιού με την "πεταλούδα", αντικαταστάθηκε από εξειδικευμένα ηλεκτρονικά όργανα ελέγχου,

αισθητήρες και ενεργοποιητές. Είναι αρκετοί οι λόγοι οι οποίοι καθιστούν το σύστημα ETS προτιμότερο από το συμβατικό σύστημα με τη "ντίζα γκαζιού".

Τα ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα ενός αυτοκινήτου μπορούν να ελέγχουν όλα τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κινητήρα εκτός από τη ποσότητα του εισερχόμενου αέρα. Η χρήση του ETS μας διαβεβαιώνει ότι σε οποιαδήποτε περίπτωση ο κινητήρας λαμβάνει την απολύτως απαραίτητη ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα (μέσω του ανοίγματος της πεταλούδας). Η συνεχής αυτή ρύθμιση του εισερχόμενου αέρα βοηθά ακόμη στην διατήρηση των παθογόνων καυσαερίων σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Με τη χρήση του ETS, τα συστήματα όπως : *cruise control* (υπολογιστής ταξιδιού) και *idle speed control* (έλεγχος ρελαντί) είναι πλέον περιττά διότι το ίδιο το σύστημα ETS παρέχει αυτές τις λειτουργίες.

Γενικά με τη χρήση του ETS, έχουμε :

- Εξάλειψη του μηχανικού στοιχείου.
- Βελτιωμένη οδηγική εμπειρία που προέρχεται από τον καλύτερο και πιο ακριβή έλεγχο του αέρα εισαγωγής.
- Λειτουργία του οχήματος εντός αυστηρών ορίων εκπεμπόμενων ρύπων.
- Κατάργηση πρόσθετων συστημάτων ελέγχου όπως *cruise control* και *idle speed control*.
- Αύξηση της ποιότητας λειτουργίας του κινητήρα και την σταθερότητα του συστήματος.

3.8.10 Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος (VSS - Vehicle Speed Sensor)

Ο αισθητήρας είναι συνδεδεμένος στο καλώδιο του ταχυμέτρου ή πάνω στο άνοιγμα του κιβωτίου ταχυτήτων όπου είναι συνδεδεμένη η ντίζα του ταχυμέτρου. Σε μεταγενέστερες περιπτώσεις η ντίζα του ταχυμέτρου είναι συνδεδεμένη στον αισθητήρα VSS (για οχήματα με συμβατικό ταχύμετρο και όχι ηλεκτρονικό).

Σε μερικούς αισθητήρες VSS το ταχύμετρο περιστρέφει ένα μαγνήτη μέσα σε ένα σωληνοειδές. Αυτός ο τύπος αισθητήρα παράγει ένα σήμα εναλλασσόμενης τάσης ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου. Σε μερικούς άλλους αισθητήρες VSS ένας μαγνήτης με οχτώ πόλους περιστρέφεται μπροστά από μία σειρά ανοιγμάτων. Αυτοί οι περιστρεφόμενοι πόλοι ανοίγουν τα ανοίγματα οχτώ φορές για κάθε περιστροφή του αισθητήρα. Κάθε φορά που ανοίγει ένα άνοιγμα, ένα σήμα αποστέλλεται στον εγκέφαλο.

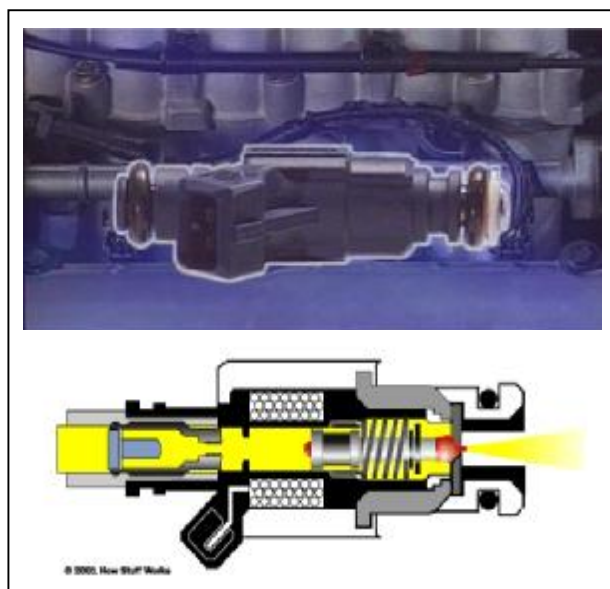


Σχ. 3.18 Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος (VSS)
(ψηφιακός αριστερά, αναλογικός δεξιά)

3.9 Περιγραφή λειτουργίας εκτελεστών

3.9.1 Εγχυτήρες καυσίμου (μπεκ)

Οι εγχυτήρες ψεκάζουν καύσιμο σύμφωνα με τα σήματα από τον εγκέφαλο του κινητήρα. Ο όγκος του ψεκαζόμενου καυσίμου προσδιορίζεται από το χρόνο όπου η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα του εγχυτήρα είναι ενεργοποιημένη.



Σχ. 3.19 Εγχυτήρας καυσίμου (μπεκ)

3.9.2 Έλεγχος αδρανούς λειτουργίας - Μοτέρ ρελαντί

Ο εκτελεστής αυτός έχει σκοπό την διατήρηση των αριθμό στροφών του κινητήρα σε σταθερό επίπεδο (περίπου στις 800~1000 rpm) κατά τη διάρκεια της αδρανούς λειτουργίας (ρελαντί). Ανήκει στους βηματικούς κινητήρες (step motors).

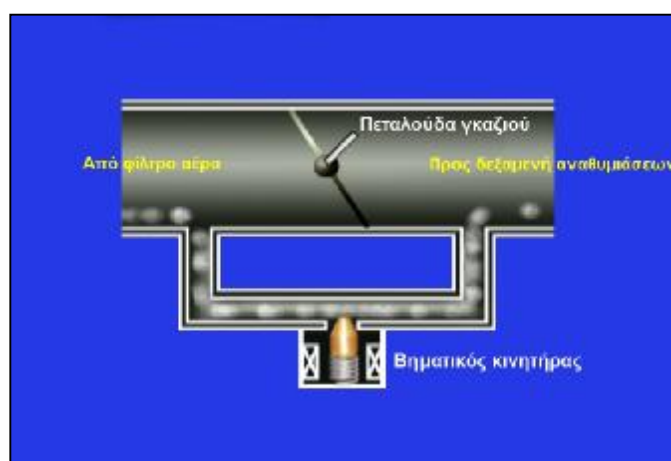
Αποτελείται από τον ρότορα (που περιέχει τους μόνιμους μαγνήτες), τον στάτορα (που αποτελείται από το πηνίο περιέλιξης), τον κοχλία μετακίνησης και το τμήμα της βαλβίδας. Ο βηματικός κινητήρας

μετατρέπει το ρεύμα στο πηνίο σε βηματική (δηλ. με σταθερό βήμα) περιστροφική κίνηση δεξιά ή αριστερά οπότε μέσω του κοχλίου



Σχ. 3.20 Μοτέρ ρελαντί

μετακίνησης έχουμε την κίνηση της βαλβίδας πάνω ή κάτω (on - off). Ο εκτελεστής είναι τοποθετημένος στο σύστημα του γκαζιού σε ένα by-pass τμήμα της κύριας εισαγωγής αέρα και λαμβάνει τα σήματα ελέγχου από τη μονάδα ECU για όσο το δυνατόν καλύτερο έλεγχο της παροχής αέρα.



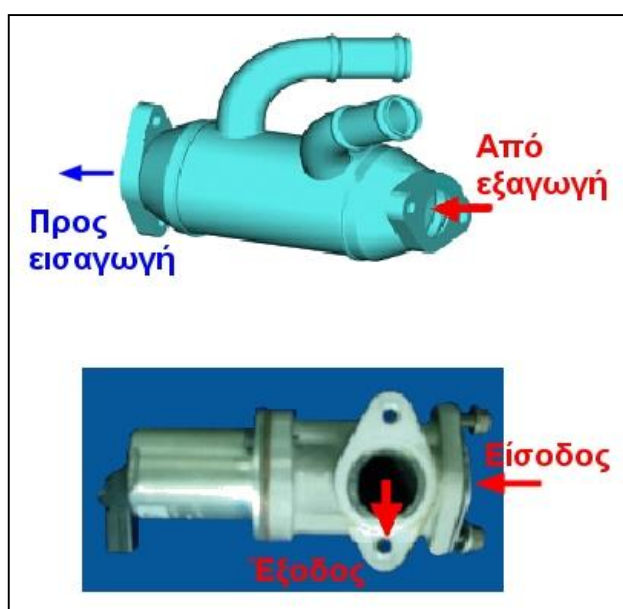
Σχ. 3.21 Έλεγχος αδρανούς λειτουργίας

3.9.3 Βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR - Exhaust Gas Recirculation)

Τα καυσαέρια του κινητήρα περιέχουν οξείδια του αζώτου NO_x τα οποία είναι επιβλαβή για το ανθρώπινο νευρικό σύστημα αλλά και

γενικότερα συμβάλλουν στην αύξηση του φωτοχημικού νέφους και έτσι μαζί με τους HC (υδρογονάνθρακες) και CO (μονοξείδιο του άνθρακα) υπόκεινται σε πολύ αυστηρούς ελέγχους. Το CO και HC προέρχονται από την ατελή καύση του μίγματος αέρα-καυσίμου στο θάλαμο καύσης και έτσι για να βελτιώσουμε την απόδοση του κινητήρα πρέπει να βελτιώσουμε την καύση αυξάνοντας την μέγιστη θερμοκρασία καύσης.

Με την αύξηση όμως της θερμοκρασίας καύσης έχουμε και αύξηση των επιπέδων NO_x και για αυτό ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος ελέγχου της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε NO_x είναι η ανακυκλοφορία μέρους των καυσαερίων πάλι στο θάλαμο καύσης με σκοπό τη μείωση της θερμοκρασίας καύσης αφού τα NO_x δεν αναφλέγονται. Φυσικά αυτό συμβαίνει με τρόπο τέτοιο ώστε να υπάρχει ένα ισοζύγιο μεταξύ των ποσοστών NO_x , CO και HC. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR η οποία βρίσκεται σε ένα bypass τμήμα σύνδεσης της πολλαπλής εξαγωγής με την πολλαπλή εισαγωγής. Με έναν ακριβή και σωστό έλεγχο της βαλβίδας EGR, μπορούμε να επιτύχουμε μείωση των επιπέδων NO_x ως και 60% και των HC, CO ως και 15~20%.



Σχ. 3.22 Βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων (EGR)

3.9.4 Αντλία καυσίμου

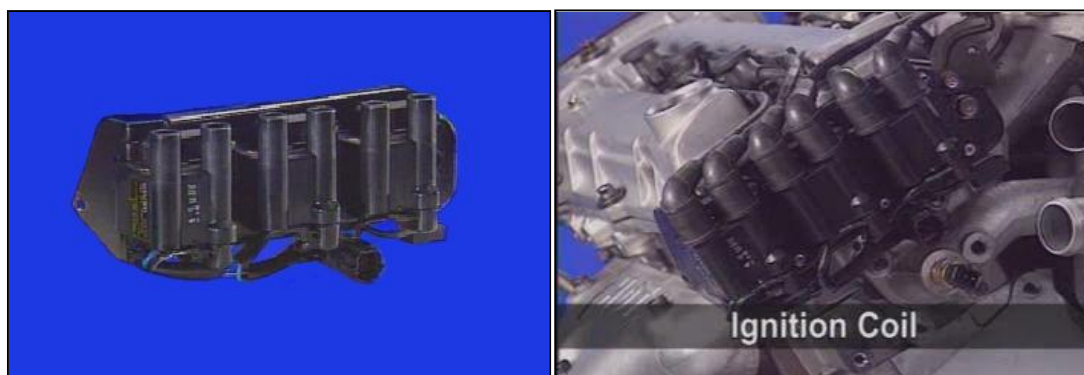
Η αντλία καυσίμου βρίσκεται εμβαπτισμένη στο ρεζερβουάρ καυσίμου και όταν πάρει εντολή από την κεντρική μονάδα ελέγχου, αντλεί καύσιμο από το ρεζερβουάρ προς τα μπεκ.



Σχ. 3.23 Αντλία καυσίμου

3.9.5 Πολλαπλασιαστής

Ο πολλαπλασιαστής λειτουργεί ως μια συσκευή αποθήκευσης ενέργειας με σκοπό να ανεβάζει τη DC τάση εισόδου σε υψηλά επίπεδα για την τροφοδότηση των σπινθηριστών. Η DC τάση που δέχεται ο πολλαπλασιαστής προέρχεται από τον μετασχηματισμό της AC τάσης που παρέχει η γεννήτρια.



Σχ. 3.24 Πολλαπλασιαστής

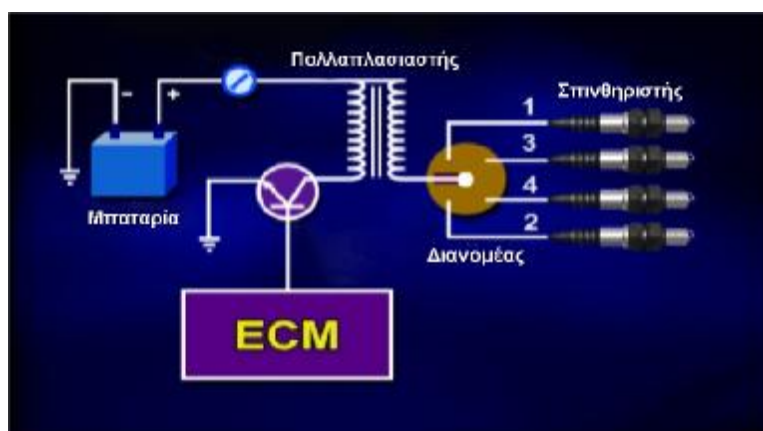
Υπάρχουν δύο είδη πολλαπλασιαστή :

§ Με διανομέα (distributor)

§ Χωρίς διανομέα (distributorless)

Με διανομέα

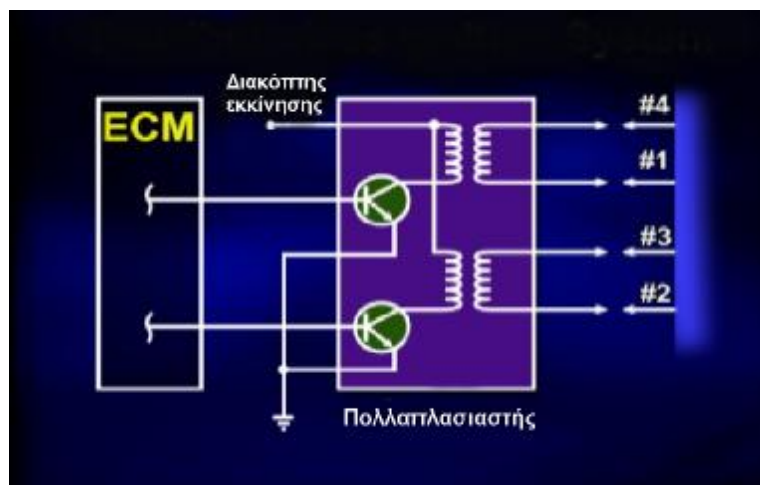
Ο διανομέας αναλαμβάνει το έργο της διανομής της υψηλής ηλεκτρικής τάσης από το κεντρικό πηνίο του πολλαπλασιαστή προς τον σπινθηριστή κάθε κυλίνδρου ανάλογα με τον χρονισμό.



Σχ. 3.25 Πολλαπλασιαστής με διανομέα

Χωρίς διανομέα

Στον τύπο πολλαπλασιαστή χωρίς διανομέα, το έργο της διανομής της ηλεκτρικής τάσης το αναλαμβάνουν τα ανεξάρτητα δευτερεύοντα πηνία που αντιστοιχούν σε κάθε κύλινδρο.



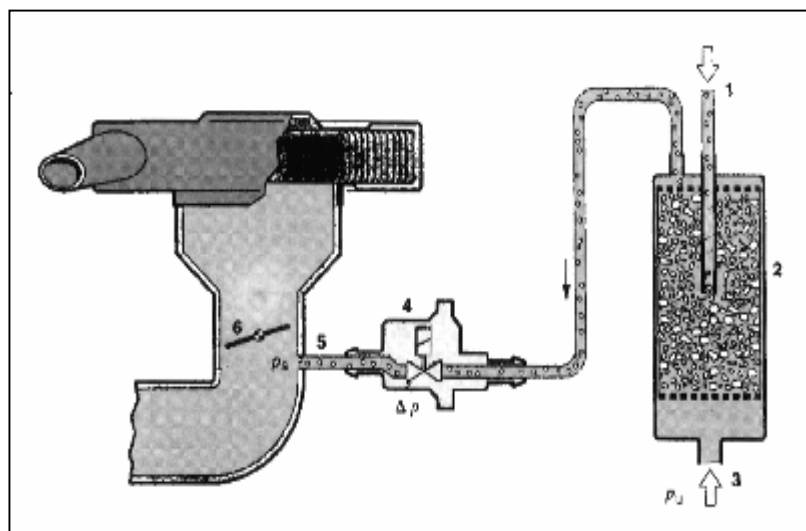
Σχ. 3.26 Πολλαπλασιαστής χωρίς διανομέα

3.9.6 Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων (PCV - Purge Control Valve)

Σε κάθε όχημα παράγονται αναθυμιάσεις καυσίμου σε σημεία του δικτύου καυσίμου όπως είναι η δεξαμενή (ρεζερβουάρ). Οι υδρογονάνθρακες αποτελούν το βασικό στοιχείο των αναθυμιάσεων. Παράλληλα με τη δεξαμενή καυσίμου απαιτείται η ύπαρξη ενός συστήματος εξαερισμού ώστε να αποφεύγεται η αύξηση της πίεσης εντός της δεξαμενής όταν λόγω υψηλών θερμοκρασιών έχουμε αύξηση του όγκου του καυσίμου. Ακόμη απαιτείται η ύπαρξη ενός συστήματος ελέγχου των αναθυμιάσεων ώστε να μην διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα βλαβερά χημικά στοιχεία. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τύπος τέτοιου συστήματος είναι το σύστημα *ενεργού άνθρακα*. Παρακάτω έχουμε την περιγραφή ενός τέτοιου συστήματος.

Ο ενεργός άνθρακας απορροφά τις αναθυμιάσεις του καυσίμου πολύ αποτελεσματικά. Όταν ο κινητήρας σταματά, το δοχείο με τον ενεργό άνθρακα απορροφά τις αναθυμιάσεις που προέρχονται από τη δεξαμενή καυσίμου. Όταν ο κινητήρας λειτουργεί, ο εισερχόμενος αέρας στο φίλτρο άνθρακα παρασύρει το καύσιμο (υγροποιημένες αναθυμιάσεις)

στην πολλαπλή εισαγωγή. Η βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων PCV ελέγχει την εισαγωγή των αναθυμιάσεων στην πολλαπλή εισαγωγή λαμβάνοντας τα ανάλογα σήματα on-off από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU).



1. Γραμμή από τη δεξαμενή καυσίμου προς το δοχείο ενεργού άνθρακα.
2. Δοχείο ενεργού άνθρακα.
3. Ατμοσφαιρικός αέρας.
4. Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων.
5. Γραμμή προς την πολλαπλή εισαγωγή.
6. Πεταλούδα γκαζιού.

Σχ. 3.27 Βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων (PCV)

3.9.7 Σπινθηριστές (μπουζί)

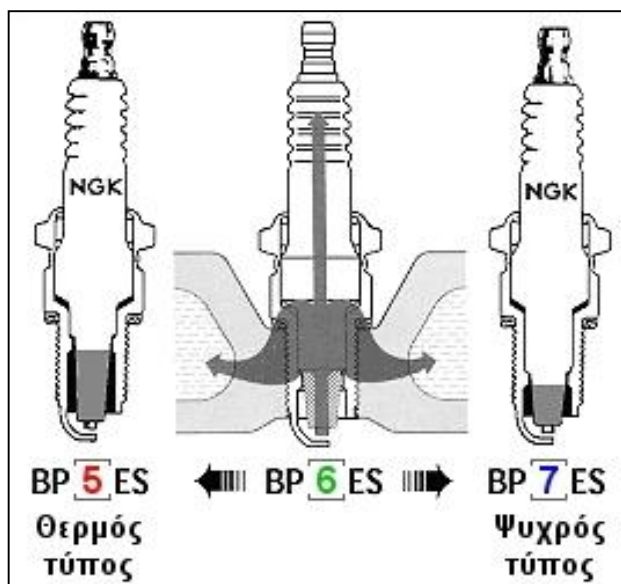
Οι σπινθηριστές αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο του συστήματος ψεκασμού. Αν δεν υπάρχει καλή ποιότητα σπινθήρα το σύστημα συμπεριφέρεται προβληματικά. Συνήθως οι διαδικασίες ελέγχου λειτουργίας του συστήματος ξεκινούν από τον έλεγχο των σπινθηριστών. Είναι πολύ σημαντικό να έχουν τοποθετηθεί οι κατάλληλοι σπινθηριστές για τον εκάστοτε κινητήρα που διαθέτει το όχημα (φυσικά για βενζινοκίνητα οχήματα), στοιχεία τα οποία λαμβάνουμε από τον κατασκευαστή.



Σχ. 3.28 Σπινθηριστές

Το σημαντικότερο τμήμα ενός σπινθηριστή είναι το τμήμα αυτό που έρχεται σε άμεση επαφή με το θάλαμο καύσης του κυλίνδρου. Το τμήμα αυτό είναι από μονωτικό κεραμικό υλικό και το μήκος του μεταβάλλεται ανάλογα τον τύπο του σπινθηριστή. Το μήκος, που μετρά από το άκρο έναυσης μέχρι τη μεταλλική βάση στήριξης, αποτελεί τον κύριο παράγοντα για τη θερμική συμπεριφορά του σπινθηριστή. Το ιδανικότερο θερμικό πεδίο λειτουργίας είναι 500~850 °C.

Όταν το μήκος είναι μεγάλο, είμαστε στην περίπτωση του *θερμού σπινθηριστή* διότι υπάρχει μεγαλύτερο τμήμα υλικού σε άμεση επαφή με τα θερμά αέρια της καύσης και έτσι η αποβολή θερμότητας είναι αργή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη ανάφλεξη του μίγματος που οδηγεί σε μειωμένη απόδοση του κινητήρα και δημιουργία κραδασμών. Αναφέρεται σε τιμές θερμοκρασίας του άκρου άνω των 850 °C. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν το μήκος του μονωτικού άκρου είναι μικρό τότε είμαστε στην περίπτωση του *ψυχρού σπινθηριστή* διότι έχουμε ταχεία αποβολή θερμότητας (λόγω μικρής περιοχής επαφής με τα αέρια καύσης) με αποτέλεσμα κακή ποιότητα σπινθήρα λόγω άκαυστων εναποθέσεων στην περιφέρεια του σπινθηριστή.



Σχ. 3.29 Θερμικό φορτίο σπινθηριστή

Όπως παρατηρείτε στο σχήμα ο αριθμός στον κωδικό του σπινθηριστή υποδηλώνει το θερμικό πεδίο λειτουργίας. Το τμήμα ενός σπινθηριστή που υπόκειται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις είναι το άκρο έναυσης. Έτσι με βάση τις τρεις κυρίαρχες περιπτώσεις που μπορεί να περιέλθει το άκρο, αντίστοιχα μεταβάλλεται και η ποιότητα της επιφάνειάς του.



Σχ. 3.30 Διάγραμμα λειτουργίας σπινθηριστή

3.10 Περιφερειακά συστήματα

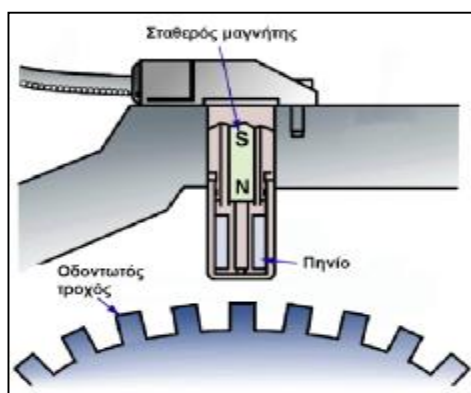
3.10.1 Σύστημα αντιμπλοκαρίσματος φρένων (ABS)

Ένα σύστημα αντιμπλοκαρίσματος φρένων εμποδίζει το μπλοκάρισμα των τροχών κατά το φρενάρισμα διατηρώντας έτσι την κατευθυντικότητα του αυτοκινήτου. Αυτό επιτυγχάνεται με μια ηλεκτροϋδραυλική μονάδα ελέγχου η οποία γνωρίζει κάθε στιγμή αν υπάρχει μπλοκάρισμα σε κάποιο τροχό μέσω των αισθητήρων ταχύτητας και στον τροχό που ολισθαίνει μειώνει ή αυξάνει την πίεση των υγρών έτσι ώστε να μην ολισθαίνει. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τους ακόλουθους αισθητήρες και εκτελεστές.

Αισθητήρες :

- Ταχύτητας τροχών

Ο αισθητήρας αυτός είναι ένας επαγωγικός αισθητήρας ο οποίος μας δείχνει την ταχύτητα που κινείται ο κάθε τροχός. Πληροφορία η οποία χρησιμεύει για τη λειτουργία του συστήματος ABS, για να γνωρίζει η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του ABS κάθε στιγμή την ταχύτητα με την οποία κινούνται οι τροχοί και κατ' επέκταση αν κάποιος τροχός κατά την διάρκεια του φρεναρίσματος κινείται με διαφορετική ταχύτητα από τους υπόλοιπους άρα πρόκειται να βρεθεί σε κατάσταση ολίσθησης.



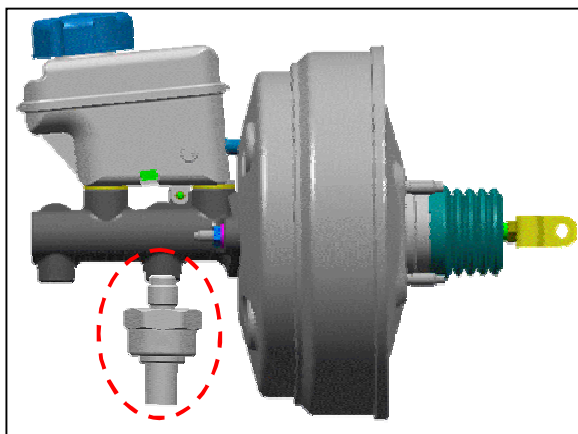
Σχ. 3.31 Αισθητήρας ταχύτητας τροχών

- **Πεντάλ φρένου**

Ο αισθητήρας αυτός μας δείχνει αν ο οδηγός έχει πατήσει το πεντάλ φρένου ή όχι. Η πληροφορία είναι απαραίτητη για να βρίσκεται η μονάδα ελέγχου του ABS σε κατάσταση ετοιμότητας.

- **Πίεσης φρένου**

Ανιχνεύει την πρόθεση του οδηγού να φρενάρει. Βρίσκεται στην αντλία φρένων (πρωτεύον κύκλωμα).



Σχ. 3.32 Αισθητήρας πίεσης φρένου

Εκτελεστές :

- **Ηλεκτροβαλβίδες αντλίας ABS**

Οι ηλεκτροβαλβίδες τοποθετούνται στην αντλία του ABS και ανάλογα με την λειτουργία της αντλίας δηλαδή αν έχουμε αύξηση ή μείωση της πίεσης ανοίγουν και κλείνουν την παροχή των υγρών που φεύγουν για τους τροχούς.



Σχ. 3.33 Ηλεκτροβλαβίδες αντλίας ABS

- **Μοτέρ αντλίας ABS**

Το μοτέρ της αντλίας λειτουργεί όταν ενεργοποιείται το ABS,ESP ή TCS για να αυξήσει ή να μειώσει σε συνδυασμό με τις ηλεκτροβλαβίδες την πίεση που θα πάει στα φρένα.



Σχ. 3.34 Μοτέρ αντλίας ABS

Παρακάτω περιγράφονται EBD, TCS, ESP τα οποία αποτελούν εξέλιξη του συστήματος ABS προσθέτοντας στην υδραυλική μονάδα ελέγχου του ABS κάποιες νέες ηλεκτροβλαβίδες και νέο λογισμικό.

Σύστημα ηλεκτρονικής κατανομής πίεσης πίσω τροχών (EBD)

Το σύστημα αυτό διαχειρίζεται την κατανομή της πίεσης των υγρών στους πίσω τροχούς και κατ' επέκταση το πόσο θα φρενάρουν οι πίσω τροχοί. Χρησιμοποιεί τους ίδιους αισθητήρες και εκτελεστές με το ABS και μπαίνει σε λειτουργία λίγο πριν το ABS. Στα παλαιότερα αυτοκίνητα που δεν είχαν ABS την λειτουργία αυτή την έκανε ένας μηχανικός κατανεμητής πίεσης.

Σύστημα ελέγχου πρόσφυσης (TCS)

Το σύστημα αυτό βοηθά τους τροχούς του οχήματος να έχουν όσο το δυνατόν καλύτερη πρόσφυση με το εκάστοτε οδόστρωμα. Αυτό το επιτυγχάνει φρενάροντας τον τροχό που πρόκειται να ολισθήσει. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί τους αισθητήρες και εκτελεστές του συστήματος ABS.

Σύστημα ελέγχου ευστάθειας (ESP)

Με το σύστημα ESP μπορούμε να έχουμε έλεγχο της κατευθυντικότητας του οχήματος καθώς εισέρχεται σε μια στροφή ή κάνει έναν απότομο ελιγμό. Είναι δυνατό δηλαδή να αποτραπούν φαινόμενα όπως αυτά της υποστροφής (απώλεια ελέγχου του εμπρός άξονα του οχήματος) και της υπερστροφής (απώλεια ελέγχου του πίσω άξονα του οχήματος). Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί τους εκτελεστές του ABS με τη διαφορά ότι προσθέτονται δύο ακόμα ηλεκτροβαλβίδες και τους αισθητήρες του ABS συν τους ακόλουθους :

- Ροπής εκτροπής
- Πλευρικής επιτάχυνσης

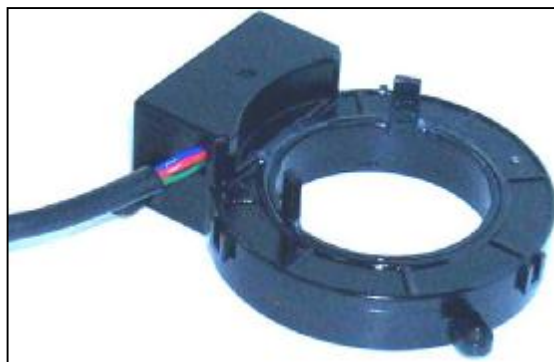
Οι δύο αυτοί αισθητήρες βρίσκονται μαζί στον κεντροβαρικό άξονα του οχήματος και μας παρέχουν με τις κατάλληλες πληροφορίες για το μέγεθος εκτροπής και την πλευρική επιτάχυνση που δέχεται το αμάξωμα. Βρίσκονται στον κεντροβαρικό άξονα του οχήματος για να είναι συμμετρικές οι ενδείξεις που λαμβάνουν με σκοπό την εθκολότερη ρύθμισή τους.



Σχ. 3.35 Αισθητήρες ροπής εκτροπής και πλευρικής επιτάχυνσης

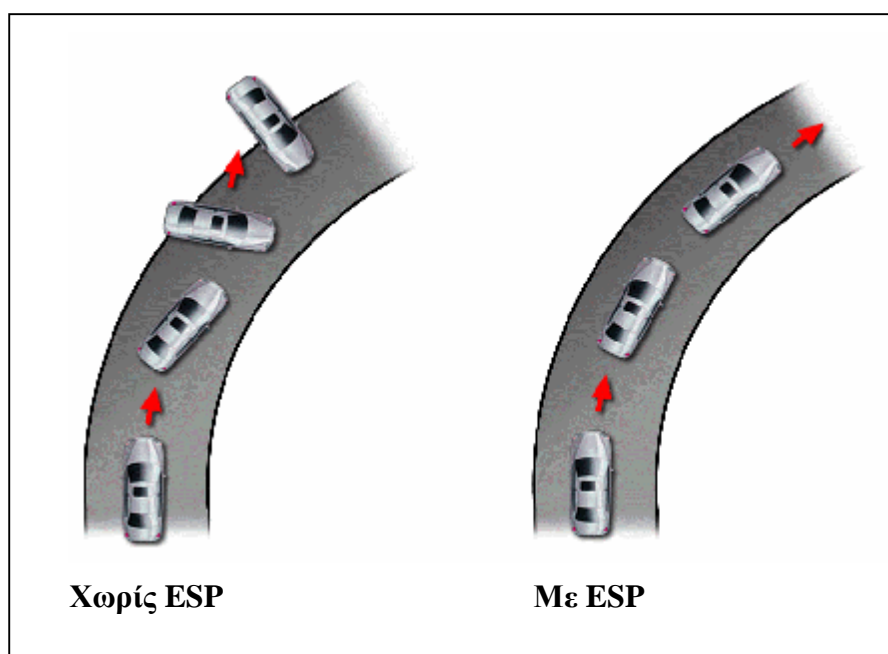
- Γωνιομετρικός αισθητήρας τιμονιού

Ο αισθητήρας είναι τοποθετημένος στην κολόνα του τιμονιού και μας δείχνει την κατεύθυνση που στρίβει ο οδηγός το τιμόνι δεξιά ή αριστερά, πόσο στρίβει το τιμόνι και το πόσο γρήγορα στρίβει το τιμόνι. Τις πληροφορίες χρησιμοποιούν τα συστήματα ESP.



Σχ. 3.36 Γωνιομετρικός αισθητήρας τιμονιού

- ◆ Η παρακάτω εικόνα μας δείχνει ένα παράδειγμα της λειτουργίας του συστήματος ευστάθειας ESP σε όχημα που εισέρχεται με μεγάλη ταχύτητα σε στροφή.



Σχ. 3.37 Λειτουργία συστήματος ευστάθειας (ESP)

3.10.2 Σύστημα κλιματισμού

Το σύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για τη ρύθμιση των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας εντός της καμπίνας των επιβατών. Στα παλαιότερα αυτοκίνητα υπήρχε μόνο η επιλογή θερμού-ψυχρού αέρα και όχι η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένης θερμοκρασίας. Με το σύστημα αυτό έχουμε ακόμα το πλεονέκτημα φιλτραρίσματος και καθαρισμού του εισερχόμενου αέρα.

Το σύστημα περιλαμβάνει τον αισθητήρα υγρασίας ο οποίος μας ενημερώνει για το ποσοστό υγρασίας στο εσωτερικό της καμπίνας του οχήματος. Ακόμα, ο αισθητήρας θερμοκρασίας καμπίνας μας δείχνει την εσωτερική θερμοκρασία του οχήματος. Οι αισθητήρες αυτοί βρίσκονται μαζί τοποθετημένοι στο ταμπλό του αυτοκινήτου ενσωματωμένοι με

έναν ανεμιστήρα ο οποίος μας βοηθά να έχουμε δυναμική μέτρηση και όχι στατική. Πληροφορίες που χρησιμοποιούνται από την μονάδα ελέγχου του κλιματισμού για να ρυθμίσει ανάλογα τη θερμοκρασία του αέρα.



Σχ. 3.38 Αισθητήρες υγρασίας και θερμοκρασίας καμπίνας

Επιπλέον υπάρχουν οι αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας και ποιότητας εξωτερικού αέρα. Αυτοί μας ενημερώνουν για την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την περιεκτικότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σε ρύπους (CO, HC κλπ) και είναι τοποθετημένοι μαζί στο εμπρόσθιο τμήμα του αυτοκινήτου. Σε περίπτωση που οι ρύποι είναι σε αυξημένο επίπεδο, η μονάδα ελέγχου του κλιματισμού θα ρυθμίσει το διάφραγμα (κλαπέτο) ανακύκλωσης αέρα.



Σχ. 3.39 Αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας και ποιότητας εξωτερικού αέρα

Επίσης υπάρχει ο αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας ο οποίος είναι εγκατεστημένος σε τέτοια θέση ώστε να αισθάνεται την ηλιακή ακτινοβολία, που λαμβάνει το όχημα. Ο αισθητήρας αυτός είναι τοποθετημένος στο πάνω μέρος του ταμπλό ή κοντά στους αεραγωγούς στη βάση του παρμπρίζ. Αποτελείται από μια φωτοδίοδο που μετρά την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας και τη μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα προς τον εγκέφαλο.



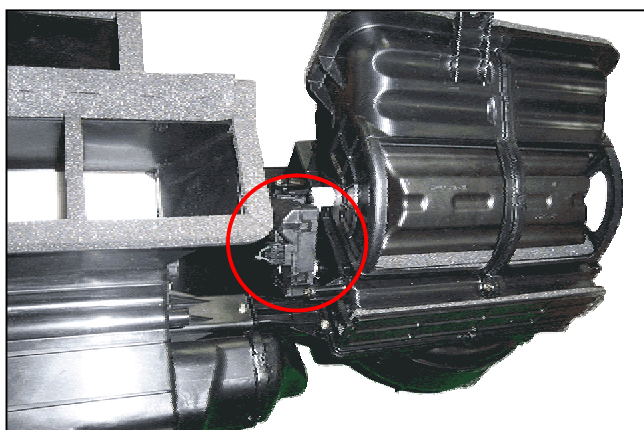
Σχ. 3.40 Αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας

Στο σύστημα περιέχεται και ο αισθητήρας θέσης κλαπέτου κατεύθυνσης αέρα καμπίνας, ο οποίος μας ενημερώνει για την τρέχουσα θέση του κλαπέτου που ορίζει την κατεύθυνση του αέρα που εισέρχεται στην καμπίνα (πρόσωπο, πόδια, εμπρός παρμπρίζ).



Σχ. 3.41 Αισθητήρας θέσης κλαπέτου κατεύθυνσης αέρα καμπίνας

Το σύστημα κλιματισμού περιλαμβάνει και τους εκτελεστές όπως το μοτέρ κλαπέτου κατεύθυνσης και ανακύκλωσης αέρα καμπίνας το οποίο ρυθμίζει την θέση του κλαπέτου που διευθύνει την κατεύθυνση του αέρα που εισέρχεται στην καμπίνα (πρόσωπο, πόδια , εμπρός παρμπρίζ) και την θέση του κλαπέτου της ανακύκλωσης.



Σχ. 3.42 Μοτέρ κλαπέτου κατεύθυνσης και ανακύκλωσης αέρα καμπίνας

Ακόμα στο σύστημα περιλαμβάνεται και ο συμπιεστής κλιματισμού ο οποίος συμπιέζει το ψυκτικό μέσο έτσι ώστε να μετατραπεί σε θερμό ατμό υψηλής πίεσης. Το θερμό ψυκτικό υψηλής πίεσης εγκαταλείπει τον συμπιεστή και οδεύει διαμέσου του δικτύου σε ένα ελαστικό σωλήνα και στη συνέχεια στον συμπυκνωτή ο οποίος βρίσκεται μπροστά από το ψυγείο του συστήματος ψύξεως του κινητήρα.



Σχ. 3. 43 Συμπιεστής κλιματισμού

3.11 Συστήματα παθητικής ασφάλειας

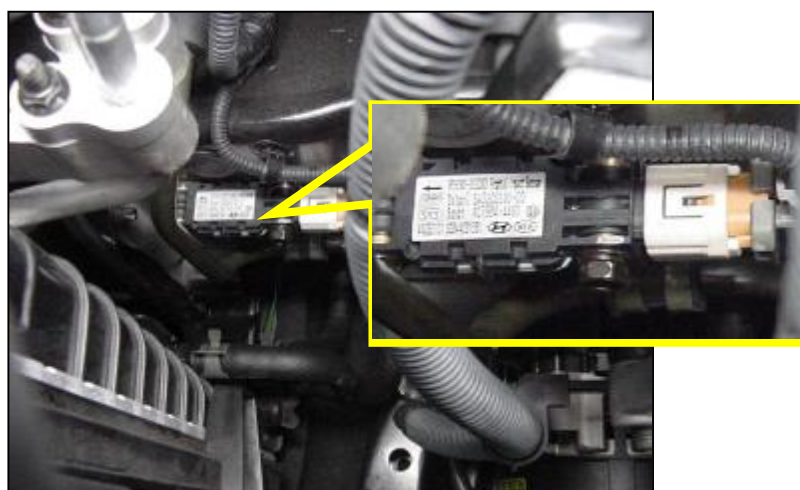
3.11.1 Αερόσακος (Airbag)

Ο αερόσακος σε συνδυασμό με το σύστημα των προεντατήρων των ζωνών ασφαλείας αποτελεί το κορυφαίο σύστημα παθητικής ασφάλειας. Η χρήση του αερόσακου αποσκοπεί στην απορρόφηση της κινητικής ενέργειας των επιβατών την ώρα της σύγκρουσης ώστε να προστατευτούν από βίαια χτυπήματα στο εσωτερικό του αυτοκινήτου και να μειωθεί το φορτίο καταπόνησης του λαιμού των επιβατών.

Αισθητήρες :

- Μετωπικής σύγκρουσης

Δίνει εντολή στην κεντρική μονάδα ελέγχου του αερόσακου για μετωπική σύγκρουση σε γωνία έως $\pm 30^{\circ}$ από τον κεντρικό άξονα συμμετρίας του οχήματος. Βρίσκεται στα εμπρός ράμφη του αυτοκινήτου.



Σχ. 3.44 Αισθητήρας μετωπικής σύγκρουσης

- Πλευρικής σύγκρουσης

Δίνει εντολή στην κεντρική μονάδα ελέγχου του αερόσακου για πλευρική σύγκρουση. Βρίσκεται τοποθετημένος στις πλαϊνές κολόνες του αυτοκινήτου.



Σχ. 3.45 Αισθητήρας πλευρικής σύγκρουσης

- Αισθητήρας γραμμικής επιτάχυνσης-επιβράδυνσης

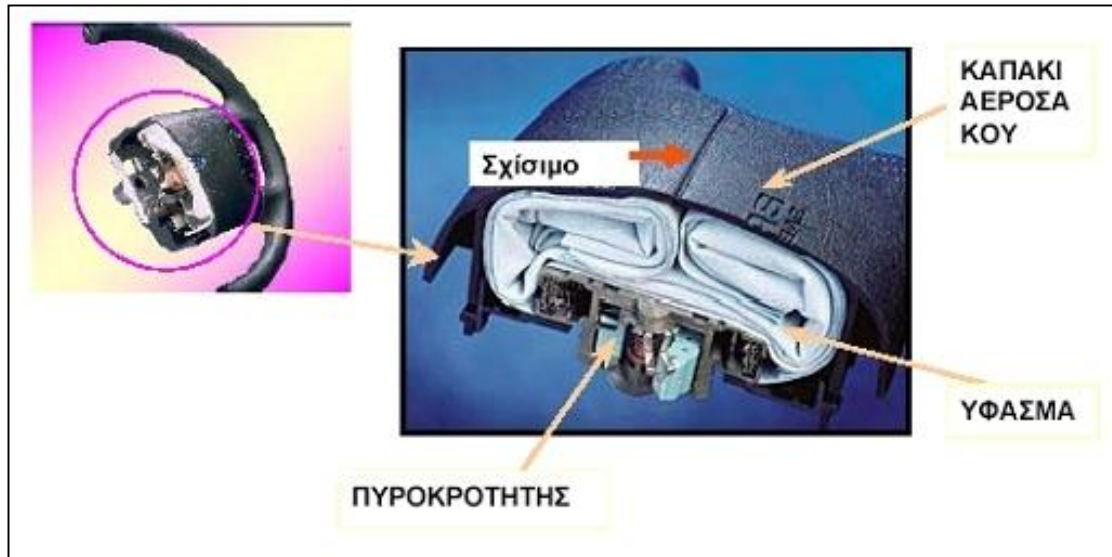
Ο αισθητήρας μετράει την επιτάχυνση-επιβράδυνση κατά τον διαμήκη άξονα του οχήματος. Το ηλεκτρικό του σήμα είναι ευθέως ανάλογο της επιτάχυνσης G. Ο αισθητήρας αυτός είναι ενσωματωμένος στην μονάδα ελέγχου του αερόσακου.



Σχ. 3.46 Αισθητήρας γραμμικής επιτάχυνσης-επιβράδυνσης

Εκτελεστές :

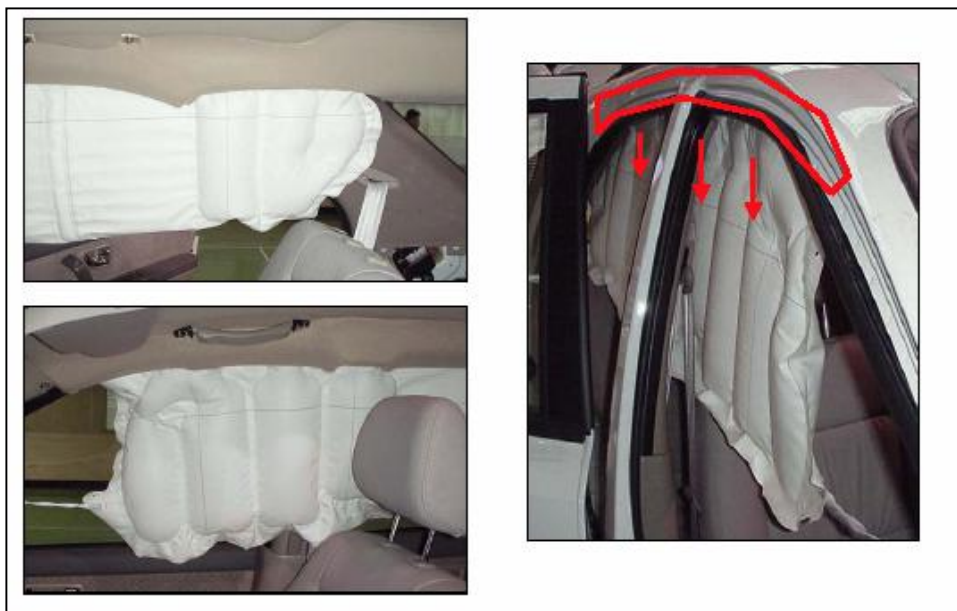
- Μετωπικής σύγκρουσης



Σχ. 3.47 Εμπρόσθιος αερόσακος μετωπικής σύγκρουσης

- Πλευρικής σύγκρουσης (οδηγού-συνοδηγού) τύπου κουρτίνα

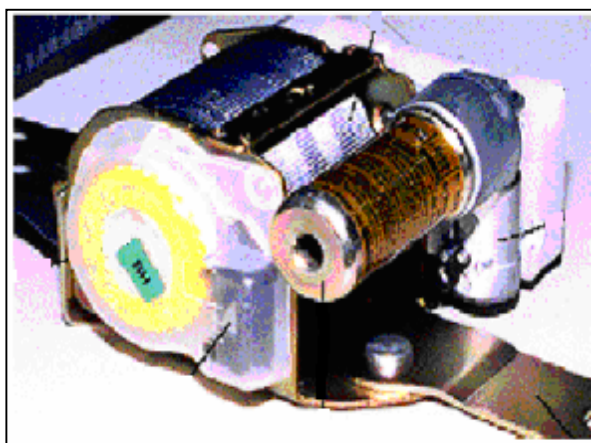
Οι πλευρικοί αερόσακοι έχουν σχεδιασθεί σαν συμπλήρωμα στον εμπρόσθιο αερόσακο μετωπικής σύγκρουσης, για να μειωθούν οι πιθανότητες σοβαρού τραυματισμού του οδηγού και συνοδηγού.



Σχ. 3.48 Πλευρικοί αερόσακοι (τύπου κουρτίνα)

3.11.2 Προεντατήρας ζώνης ασφαλείας

Ο προεντατήρας της ζώνης ασφαλείας μειώνει την πιθανότητα τραυματισμού των επιβατών σφίγγοντας την ζώνη ασφαλείας και εμποδίζοντάς τους να κινηθούν προς τα εμπρός, με αποτέλεσμα να χτυπήσουν στο τιμόνι (στην περίπτωση του οδηγού) ή σε κάποιο άλλο σταθερό σημείο κατά την στιγμή της σύγκρουσης.



Σχ. 3.49 Προεντατήρας ζώνης ασφαλείας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Πειραματική Διαδικασία Διάγνωσης Βλαβών

4.1 Διάγνωση βάσει στρατηγικής

Η διάγνωση βάσει στρατηγικής είναι μια ενιαία προσέγγιση για την διάγνωση βλαβών και εν συνέχεια επισκευή όλων των ηλεκτρικών / ηλεκτρονικών (H/H) συστημάτων ενός οχήματος. Η ροή διάγνωσης μπορεί πάντοτε να χρησιμοποιηθεί για να αναλυθεί ένα πρόβλημα H/H συστήματος και είναι το εναρκτήριο σημείο όταν είναι αναγκαίες κάποιες επισκευές.

Οι πιο σημαντικοί στόχοι της διάγνωσης βάσει στρατηγικής, είναι :

- Η εργασία να γίνεται μέσω μιας ενιαίας προσέγγισης ακολουθώντας ένα αποτελεσματικά οργανωμένο σχέδιο.
- Οι βλάβες να διορθώνονται σωστά από την πρώτη φορά.

Έτσι λοιπόν ακολουθώντας μια συγκεκριμένη μέθοδο για την αναγνώριση προβλημάτων, το σύνολο των εργασιών διάγνωσης και αποκατάστασης για την εκάστοτε βλάβη θα ολοκληρώνεται στον ελάχιστο δυνατό χρόνο.

Τα ακόλουθα βήματα δείχνουν την πιο αποτελεσματική σειρά διάγνωσης:

- Εξακρίβωση του προβλήματος του οχήματος. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται η γνώση της σωστής λειτουργίας του συστήματος.

- Πραγματοποίηση οπτικής επιθεώρησης.
- Διεξαγωγή προκαταρκτικών ελέγχων.
- Αναδρομή στο ιστορικό του οχήματος.
- Αναγνώριση ασυνήθιστων ήχων.
- Συλλογή πληροφοριών σχετικά με τους κώδικες βλαβών (**D**iagnosis **T**roubleshooting **C**ode - **DTC**) ώστε να γίνει εφικτή μια αποτελεσματική επιδιόρθωση.
- Έλεγχος ανακοινώσεων και άλλων πληροφοριών (βίντεο, τεχνικές επιστολές κλπ.)
- Μελέτη παλαιότερων ολοκληρωμένων διαγνώσεων.

Συνθήκες και βλάβες οι οποίες δεν είναι σταθερά εμφανίσιμες, ονομάζονται **περιοδικές**. Για να λυθούν οι περιοδικές βλάβες πρέπει να γίνουν τα ακόλουθα βήματα :

- Μελέτη παλαιότερων κωδικών βλάβης (**DTC**).
- Αξιολόγηση συμπτωμάτων και συνθηκών που εμφανίζονται στο όχημα.
- Χρησιμοποίηση διαγραμμάτων ελέγχου ή άλλης μεθόδου (χρήση tester) για να αναγνωριστεί το κύκλωμα ή ηλεκτρικό εξάρτημα του συστήματος που δημιουργεί το πρόβλημα.

4.1.1 Επανεξέταση του προβλήματος

Όταν το πρόβλημα δεν μπορεί να βρεθεί επιτυχώς ή να απομονωθεί, μία επανεξέταση είναι αναγκαία. Το πρόβλημα πρέπει να επαληθευτεί και να καταχωρηθεί ως περιοδική βλάβη ή κανονική περίπτωση. Αυτή η μέθοδος αποτρέπει περιττούς μελλοντικούς ελέγχους αυξάνοντας την

λειτουργικότητα και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας διάγνωσης.

4.1.2 Επισκευή και εξακρίβωση

Αφού εξακριβωθεί η αιτία, πρέπει να γίνουν οι απαιτούμενες επισκευές. Έπειτα ακολουθεί εξακρίβωση της σωστής λειτουργίας και επαλήθευση ότι το πρόβλημα έχει διορθωθεί. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει έλεγχο μέσω οδήγησης. Η εξακρίβωση της επισκευής του οχήματος είναι περισσότερο κατανοητή και εφικτή στα οχήματα με **EOBD (European On Board Diagnosis)** σύστημα διάγνωσης.

Μετά από κάθε επισκευή, πρέπει να γίνονται τα ακόλουθα βήματα :

- Επαλήθευση και καταγραφή του κωδικού βλάβης ο οποίος έχει διαγνωστεί.
- Διαγραφή όλων των κωδικών βλάβης.
- Λειτουργία του οχήματος μέσα στο πλαίσιο των συνθηκών που είχε καταγραφεί ο κωδικός βλάβης.

4.2 Συσσκευές αυτοδιάγνωσης βλαβών (testers)

Οι συσκευές αυτοδιάγνωσης βλαβών χρησιμοποιούνται για την διάγνωση βλαβών στη μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος) του αυτοκίνητου. Αυτές οι συσκευές αυτοδιάγνωσης (testers) ανιχνεύουν κωδικούς βλάβης από τον εγκέφαλο του αυτοκινήτου και αυτούς τους εμφανίζουν στην οθόνη τους. Αυτά τα testers έχουν πολλές διαγνωστικές δυνατότητες αλλά αυτό εξαρτάται από το έτος κατασκευής του οχήματος. Αυτές οι μονάδες ελέγχου είναι σχεδιασμένες να ελέγχουν τα συστήματα που

ελέγχει ο εγκέφαλος του αυτοκινήτου. Για παράδειγμα, μερικές συσκευές αυτοδιάγνωσης εγκεφάλου έχουν 3 προγράμματα σε ένα 1 όργανο και μπορούν να συνεργαστούν με 3 μάρκες οχημάτων Chrysler, Ford και General Motors. Μια άλλη συσκευή αυτοδιάγνωσης με 10 προγράμματα σε 1 όργανο μπορεί να ελέγξει 10 διαφορετικές μάρκες οχημάτων. Αυτά τα προγράμματα μπαίνουν στο όργανο με "κασέτες" - κάρτες μνήμης, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχ. 4.1 Συσκευή αυτοδιάγνωσης βλαβών (Hi SCAN-PRO) και κάρτα μνήμης

Τα testers αυτά είναι ικανά να ελέγξουν εγκεφάλους όπως τον εγκέφαλο του ψεκασμού, τον εγκέφαλο του συστήματος αντιμπλοκαρίσματος των φρένων (ABS), τον εγκέφαλο του αερόσακου, τον εγκέφαλο του συστήματος ανάρτησης, πάντα όμως αυτό εξαρτάται από το έτος κατασκευής του οχήματος και τον τύπο του οργάνου. Σε πολλές περιπτώσεις, ο μηχανικός πρέπει να επιλέξει το κατάλληλο σύστημα του εγκεφάλου που θα ελεγχθεί με το tester αφού το βύσμα (φίς) του tester ενωθεί με αυτό του εγκεφάλου του οχήματος.

Η συσκευή αυτοδιάγνωσης συνδέεται σε ειδική υποδοχή (βύσμα) στον εγκέφαλο του οχήματος και το οποίο αναφέρεται σαν βύσμα αυτοδιάγνωσης (DLC). Μερικές κατασκευάστριες εταιρείες αυτοκινήτων

έχουν μια μόνο διαγνωστική υποδοχή που σε αυτήν συνδέεται το καλώδιο που θα μεταδοθούν οι πληροφορίες από τον εγκέφαλο του οχήματος στο tester. Άλλες πάλι εταιρείες έχουν πολλά διαφορετικά βύσματα σε κάθε αυτοκίνητο. για να μπορούν να συνδεθούν σε πολλά διαφορετικά είδη συσκευών αυτοδιάγνωσης. Όμως πολλά διαφορετικά είδη βυσμάτων διατίθενται μαζί με τις συσκευές αυτοδιάγνωσης για να υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης τους σε πολλούς διαφορετικούς εγκεφάλους οχημάτων.

Ο διαγνωστικός εγκέφαλος πρέπει να προγραμματιστεί για την μάρκα του οχήματος και τον χρόνο κατασκευής του μοντέλου αυτού. Σε μερικά testers αυτό γίνεται με το πάτημα συγκεκριμένων πλήκτρων που βρίσκονται πάνω στην πρόσοψη του tester. Σε άλλα πάλι η συγκεκριμένη κάρτα μνήμης που τοποθετείται στο tester το προγραμματίζει για το συγκεκριμένο μοντέλο οχήματος που πρόκειται να ελεγχθεί. Μερικά testers έχουν επάνω τους και εκτυπωτή για να τυπώνονται τα στοιχεία που μετρήθηκαν αλλά μερικές φορές υπάρχει και δυνατότητα σύνδεσής τους και σε εξωτερικό εκτυπωτή.

Όσο οι εγκέφαλοι των αυτοκινήτων γίνονται περισσότερο σύνθετοι σε συστήματα έτσι εκσυγχρονίζονται και τα testers με αποτέλεσμα πάντα να υπάρχει η δυνατότητα εύκολης χρήσης και εύρεσης των βλαβών. Πολλά testers έχουν την δυνατότητα να "παγώνουν" την ένδειξη για να υπάρχει η ευκολία μελέτης αυτής αργότερα στο συνεργείο (αν η μέτρηση έγινε σε δοκιμή δρόμου). Πολλά testers μπορούν και ελέγχουν και τους αισθητήρες που αποτελούν το σύστημα που ελέγχεται, άλλα πάλι παρέχουν πληροφορίες για το μοντέλο του οχήματος που έχει προγραμματισθεί στο tester.

4.2.1 Συσκευή διάγνωσης βλαβών Hi-SCAN PRO

Η συσκευή διάγνωσης βλαβών Hi-SCAN PRO, αποτελείται από τα εξής μέρη :

- **Οθόνη υγρών κρυστάλλων.** Σε αυτή την οθόνη παρουσιάζονται οι διάφορες ενδείξεις του αυτοδιαγνωστικού ελέγχου (κωδικοί βλαβών κλπ.). Τα μηνύματα και οι ενδείξεις παρουσιάζονται στην οθόνη από αριστερά προς τα δεξιά. Μερικά testers έχουν τη δυνατότητα να παρουσιάσουν στην οθόνη τους, τέσσερις ενδείξεις ταυτόχρονα.
- **Κάρτα μνήμης (πρόγραμμα).** Τοποθετείται συρταρωτά πάνω στο tester κι έχει το πρόγραμμα διαγνωστικού ελέγχου, του συγκεκριμένου μοντέλου οχήματος που πρόκειται να ελεχθεί για κωδικούς βλαβών. Πολλές κατασκευάστριες εταιρείες tester παρέχουν κάρτες μνήμης για όλους τους τύπους των οχημάτων.
- **Καλώδιο τροφοδοσίας ρεύματος.** Μ' αυτό το καλώδιο συνδέεται το tester με τον συσσωρευτή για την τροφοδοσία του με ρεύμα από τους πόλους του συσσωρευτή ή από τη θέση του αναπτήρα.
- **Βύσμα σύνδεσης για τη σύνδεση με τον βύσμα διάγνωσης της κεντρικής μονάδας.** Διατίθενται από τις εταιρείες κατασκευής των testers και διάφοροι προσαρμογείς για την κατάλληλη σύνδεση με το βύσμα διάγνωσης του εγκεφάλου.
- **Σειριακή θύρα για περιφερειακά.** Υπάρχει η κατάλληλη θύρα σύνδεσης (βύσμα RS-232) πάνω στο tester για τη σύνδεση διαφόρων περιφερειακών όπως για παράδειγμα εκτυπωτής ή σύνδεση με PC.

- **Πληκτρολόγιο.** Αυτό υπάρχει ενσωματωμένο πάνω στο tester και χρησιμεύει στη πληκτρολόγηση των εντολών που θα δοθούν στο tester για τις διάφορες λειτουργίες του.

Το πληκτρολόγιο του Hi-SCAN PRO περιλαμβάνει τα παρακάτω πλήκτρα :

- Πλήκτρα αριθμημένα με τα νούμερα από 0 έως 9.
- Πλήκτρα βέλη πάνω-κάτω / δεξιά-αριστερά που επιτρέπουν την αλλαγή των λειτουργιών στο tester.
- Πλήκτρο Enter (καταχώρησης-εισόδου). Με αυτό το πλήκτρο, εισάγονται οι πληροφορίες που έχουν πληκτρολογηθεί στο tester.
- Πλήκτρο λειτουργίας (shift key). Αυτό το πλήκτρο επιτρέπει τη διακοπή κάποιας λειτουργίας και ενεργοποίηση άλλης.
- Τα πλήκτρα F1-F6, επιτρέπουν τη χρήση κάποιων ειδικών λειτουργιών του tester.
- Το πλήκτρο HELP εμφανίζει βοηθητικά μηνύματα στην οθόνη.
- Τα πλήκτρα ESC-UNDO ακυρώνουν την εισαχθείσα εντολή.
- Το πλήκτρο on/off θέτει σε λειτουργία τη συσκευή και την απενεργοποιεί αντίστοιχα.
- Το πλήκτρο με το σύμβολο * αυξάνει τη φωτεινότητα της οθόνης.



Σχ. 4.2 Πληκτρολόγιο Hi-SCAN PRO

4.2.2 Τρόπος λειτουργίας του Hi-SCAN PRO

Για να γίνει κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας των διαγνωστικών μηχανημάτων, έγινε χρήση του διαγνωστικού μηχανήματος Hi-SCAN PRO της Hyundai σε ένα Hyundai Getz (1300cc, μοντέλο 2003) το οποίο δεν έπαιρνε μπροστά. Το σύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκκίνηση του κινητήρα είναι το σύστημα ψεκασμού του οποίου ο έλεγχος αναλύεται στη συνέχεια.

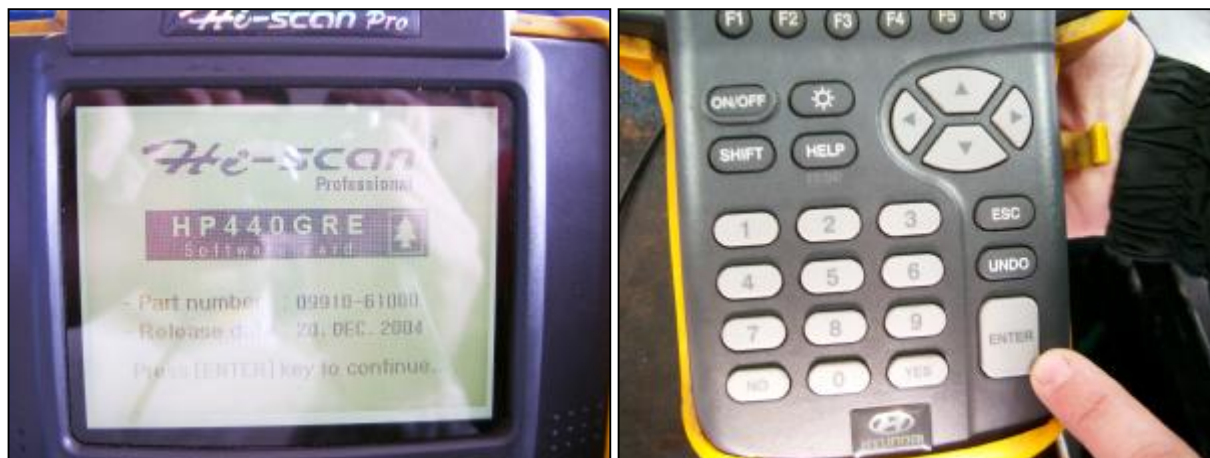
Έλεγχος συστήματος ψεκασμού

Βήμα 1^ο : Ενεργοποίηση του tester πατώντας το πλήκτρο **On**.



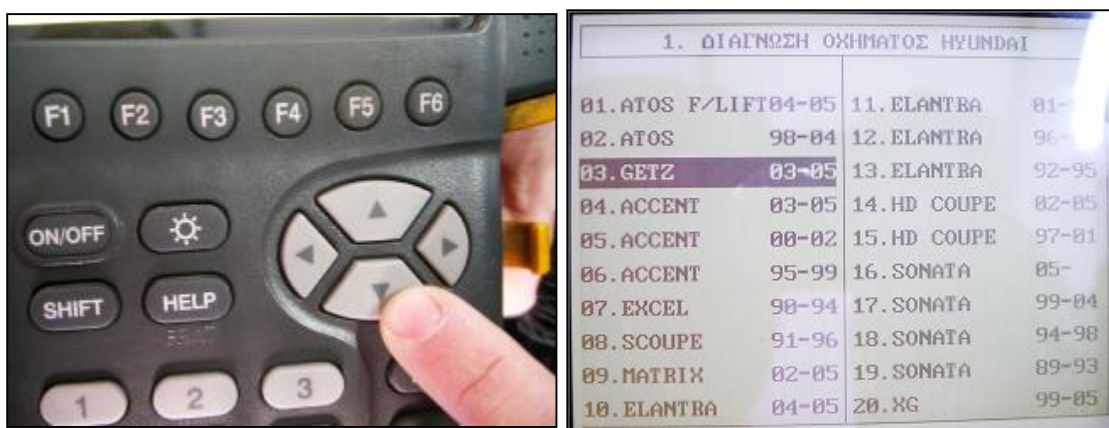
Σχ. 4.3 Βήμα 1^ο

Βήμα 2^ο : Εμφάνιση της ακόλουθης εικόνας που δίνει τα στοιχεία του tester. Μετά πατάμε το πλήκτρο **Enter** για τη μετάβαση στην επόμενη οθόνη.



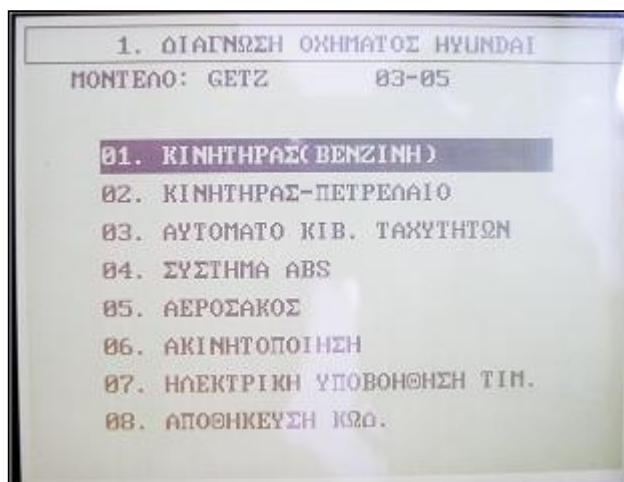
Σχ. 4.4 Βήμα 2°

Βήμα 3° : Πατώντας το πλήκτρο **Enter** μας εμφανίζεται η λίστα με τα μοντέλα της Hyundai που υπάρχουν αποθηκευμένα στη μνήμη του tester. Διαλέγουμε με τα βελάκια το μοντέλο που επιθυμούμε να ελέγξουμε.



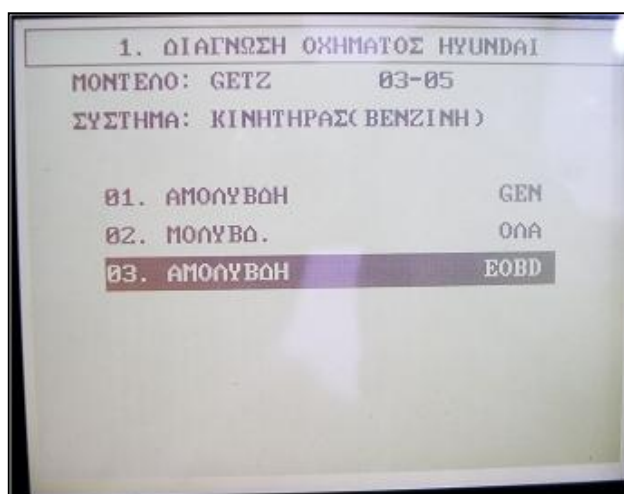
Σχ. 4.5 Βήμα 3°

Βήμα 4° : Προχωρώντας στην επόμενη οθόνη έχουμε τη λίστα με τα συστήματα που μπορούν να ελεγχθούν στο όχημα. Επιλέγουμε το σύστημα του κινητήρα στο οποίο περιλαμβάνεται το σύστημα ψεκασμού.



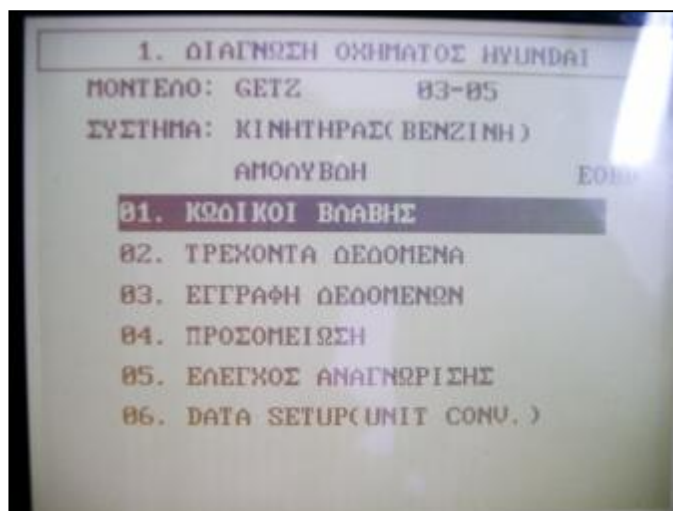
Σχ. 4.6 Βήμα 4°

Βήμα 5° : Επιλέγουμε τον τύπο του κινητήρα ο οποίος είναι κινητήρας αμόλυβδης βενζίνης με σύστημα EOBD.



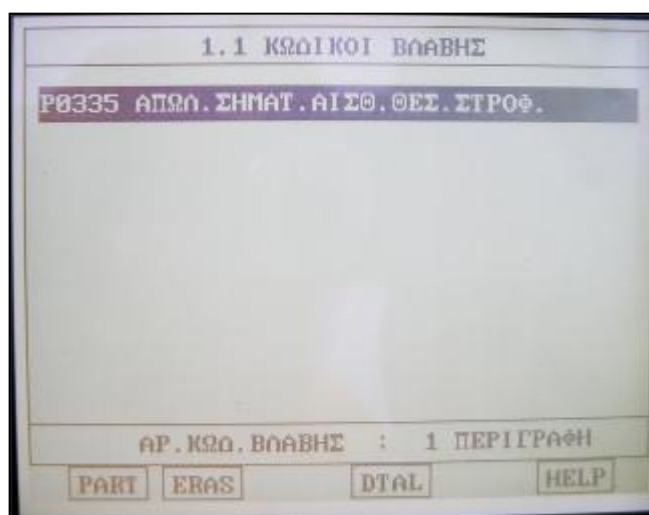
Σχ. 4.7 Βήμα 5°

Βήμα 6° : Επιλέγουμε την κατηγορία ελέγχου. Στην κατηγορία "Κωδικοί Βλάβης" εμφανίζονται οι κωδικοί βλάβης (DTC) που έχει καταγράψει στην μνήμη της η κεντρική μονάδα ελέγχου. Στην κατηγορία "Τρέχοντα δεδομένα" εμφανίζονται τα τρέχοντα δεδομένα αισθητήρων και εκτελεστών.



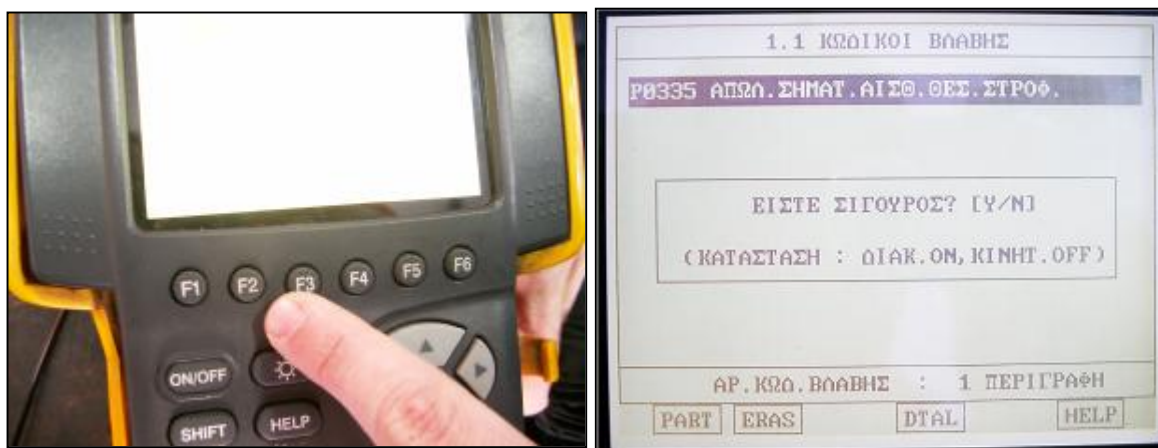
Σχ. 4.8 Βήμα 6°

Βήμα 7° : Επιλέγουμε την κατηγορία "Κωδικοί Βλάβης" και μας εμφανίζονται οι κωδικοί βλάβης του συστήματος. Παρατηρούμε ότι έχουμε απώλεια του σήματος του αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP).



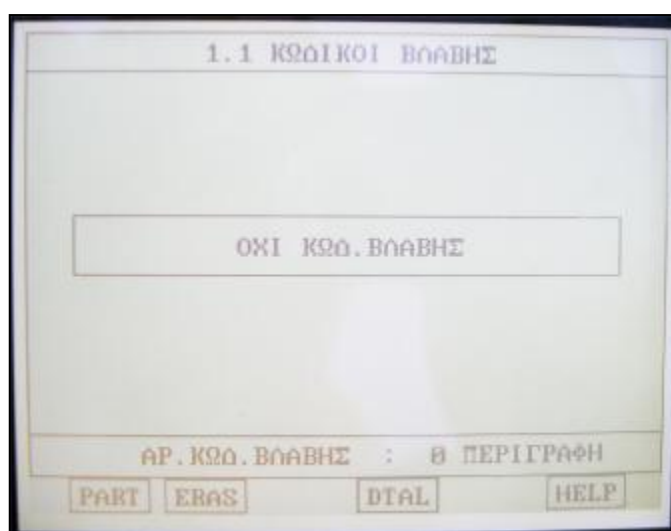
Σχ. 4.9 Βήμα 7°

Βήμα 8° : Αντικαθιστούμε τον αισθητήρα με ένα νέο και διαγράφουμε από την μνήμη της μονάδας ελέγχου τον κωδικό βλάβης. Για τη διαγραφή του κωδικού βλάβης πατάμε **F2** στην οθόνη του βήματος 7 και στη συνέχεια εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα.



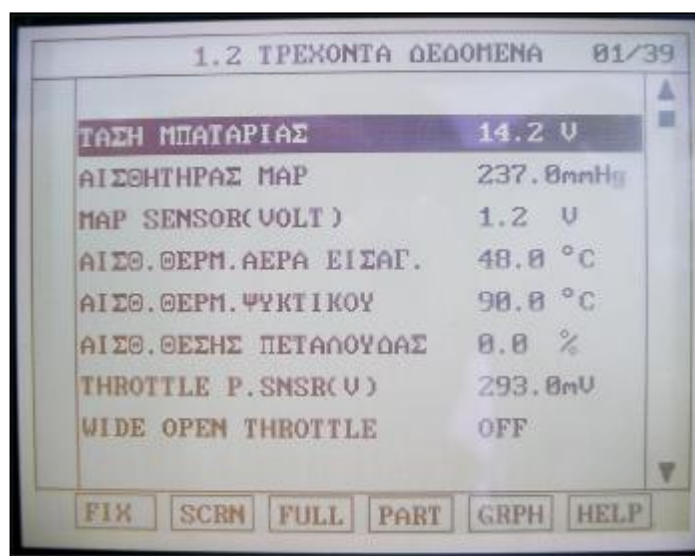
Σχ. 4.10 Βήμα 8°

Βήμα 9° : Στο εμφανιζόμενο μήνυμα επιλέγουμε την επιλογή "yes" και ολοκληρώνεται η διαδικασία διαγραφής. Στη συνέχεια επαναλαμβάνεται η διαδικασία ελέγχου κωδικών βλάβης για να διαπιστώσουμε ότι η βλάβη έχει διορθωθεί.



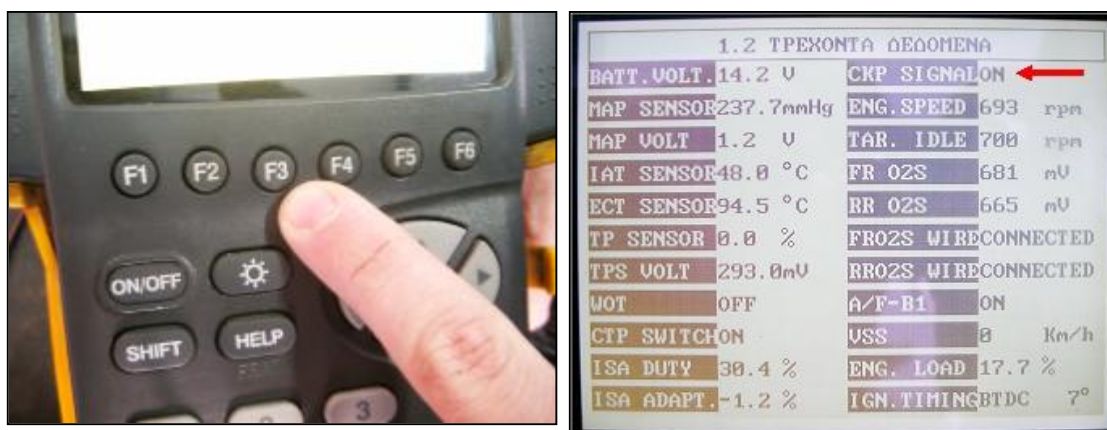
Σχ. 4.11 Βήμα 9°

Βήμα 10° : Αφού διαπιστώσουμε ότι δεν υπάρχει κανένας κωδικός βλάβης, προχωρούμε στην κατηγορία "Τρέχοντα δεδομένα" για να ελέγξουμε την τρέχουσα κατάσταση του νέου αισθητήρα CKP που τοποθετήθηκε.



Σχ. 4.12 Βήμα 10°

Βήμα 11° : Πατώντας το πλήκτρο F3 εμφανίζονται τα τρέχοντα δεδομένα όλα μαζί σε μία οθόνη (full screen).



Σχ. 4.13 Βήμα 11°

Όπως παρατηρείτε ο τρόπος διάγνωσης βλαβών στα σημερινά αυτοκίνητα είναι πολύ απλός και γρήγορος με τη χρήση των διαγνωστικών συσκευών. Για την παραπάνω περίπτωση η διαδικασία ελέγχου της βλάβης και αποκατάστασης αυτής είχε διάρκεια περίπου 20 min. Στα παλαιότερα αυτοκίνητα δεν είχαμε τη δυνατότητα ελέγχου μέσω διαγνωστικών συσκευών πράγμα το οποίο έκανε πιο αργή και φυσικά πιο πολύπλοκη τη διαδικασία διάγνωσης.

4.3 Διαγράμματα λειτουργίας (κυματομορφές)

Σε περιπτώσεις βλαβών που είναι δύσκολο να ανιχνευτούν, ο μόνος τρόπος διάγνωσης είναι ο έλεγχος των κυματομορφών των αισθητήρων, εκτελεστών και η ανάλυση τους ώστε να γίνει η σύγκριση με τις πρότυπες κυματομορφές.

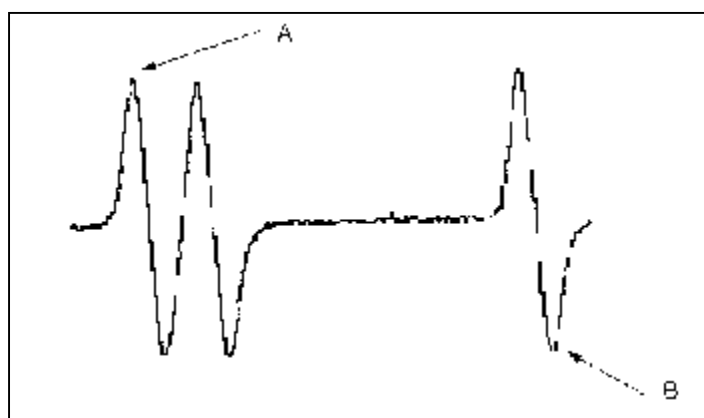
Πλεονεκτήματα κυματομορφών :

- Εάν γίνει έλεγχος στο σήμα εξόδου ως κυματομορφή, τότε είναι δυνατό να αξιολογηθεί ταυτόχρονα και η κατάσταση των υπολοίπων γραμμών σήματος με το ίδιο μετρητικό όργανο (παλμογράφο).
- Η απόκριση είναι ακριβής και άμεση.
- Μπορεί να ελεγχθεί και να καταγραφεί η συνεχής μεταβολή του σήματος ως προς τον χρόνο.
- Είναι δυνατός ο έλεγχος σημάτων μεγάλης συχνότητας σε σύντομο χρονικό διάστημα.

4.3.1 Ανάλυση κυματομορφών

Στο τμήμα που ακολουθεί γίνεται η παρουσίαση και η ανάλυση βασικών κυματομορφών που αποτελούν τα σημαντικότερα σημεία ελέγχου σωστής λειτουργίας.

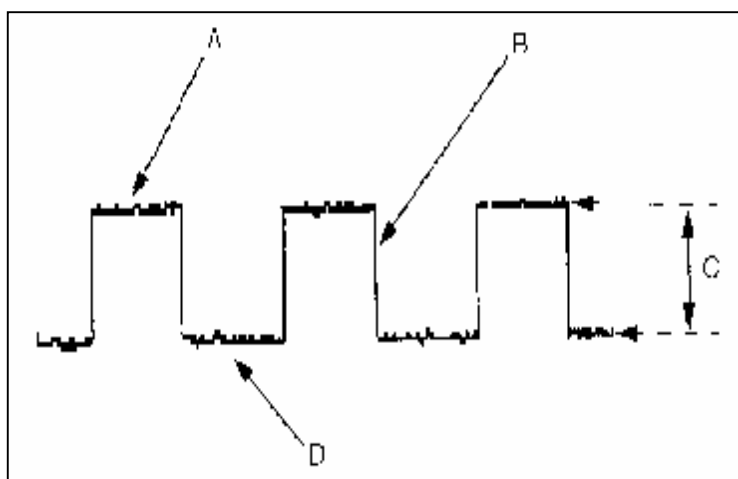
Το παρακάτω σχήμα δείχνει τμήμα της κυματομορφής τάσης εξόδου ενός (CKP) επαγωγικού αισθητήρα στροφαλοφόρου άξονα. Το σημείο A δείχνει τη μέγιστη τάση που παίρνει κάθε σήμα. Αν κάποιος είναι χαμηλότερο από την τιμή αυτή θα υποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη προεξοχή (δόντι) είναι προβληματική (σπασμένη, καμπύλες άκρες κλπ). Το σημείο B δείχνει την ελάχιστη τάση κάθε σήματος. Εδώ ισχύει η ίδια νοοτροπία με το σημείο A, οποιαδήποτε ανομοιομορφία υποδηλώνει πρόβλημα στον οδοντωτό τροχό. Φυσικά εννοείται ότι ο τροχός είναι κατασκευασμένος σωστά με τα κενά να είναι όμοια σε αντίστοιχες αποστάσεις μεταξύ τους (εκτός από το διπλό κενό).



Σχ. 4.14 Τάση εξόδου αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP)

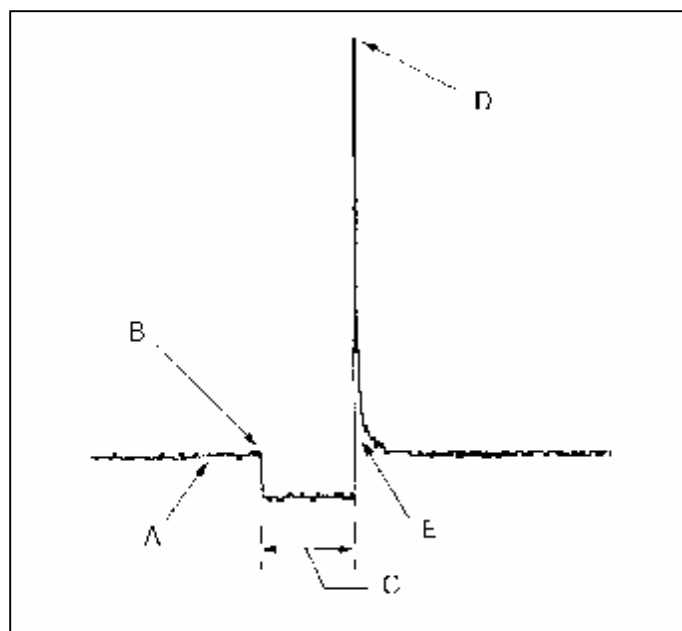
Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται τμήμα της κυματομορφής τάσης εξόδου ενός Hall CKP αισθητήρα (θέσης στροφαλοφόρου). Οι αισθητήρες Hall παράγουν ως έξοδο μια κυματομορφή ψηφιακού τύπου. Στο σχήμα το σημείο A δείχνει την ηλεκτρική τάση αναφοράς (σωστή

λειτουργία) και παρουσιάζεται ως μια συνεχής ευθεία γραμμή. Το σημείο B είναι η στιγμή που το σήμα εξόδου σταματά και παρουσιάζεται ως κάθετη γραμμή. Το σημείο C δείχνει την κατά απόλυτη τιμή διαφορά μέγιστης - ελάχιστης τάσης και αποτελεί και αυτό σημείο αναφοράς. Το σημείο D αντιπροσωπεύει μια σχεδόν γειωμένη κατάσταση εκφραζόμενη ως συνεχής γραμμή. Όσο υψηλότερες οι στροφές του κινητήρα (rpm) τόσο υψηλότερη και η συχνότητα της κυματομορφής.



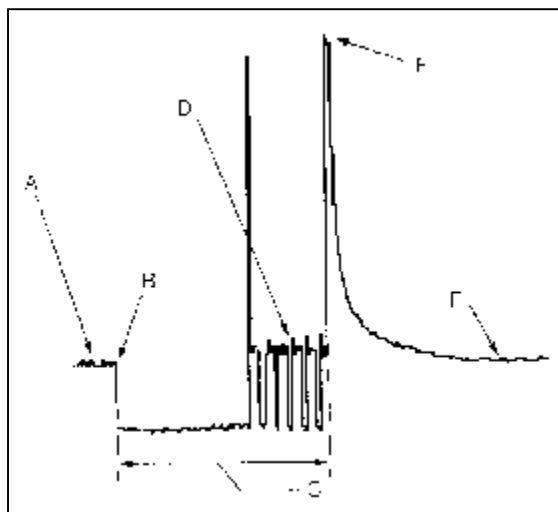
Σχ 4.15 Τάση εξόδου αισθητήρα θέσης εκκεντροφόρου άξονα (Hall CMP)

Το επόμενο σχήμα αντιστοιχεί σε τμήμα της κυματομορφής ενός εγχυτήρα. Το σημείο A αντιπροσωπεύει την τάση τροφοδοσίας (τάση εξόδου) του μπεκ, το σημείο B δείχνει ότι εκείνη τη στιγμή το τρανζίστορ λειτουργίας του μπεκ ενεργοποιείται (κατάσταση "on") και η βαλβίδα του μπεκ τίθεται σε λειτουργία και αρχίζει η έγχυση καυσίμου. Το τμήμα C του διαγράμματος δείχνει τη διάρκεια έγχυσης. Το σημείο D δείχνει ότι το ρεύμα στο κύκλωμα του μπεκ ξαφνικά διακόπτεται και έχουμε την ανάπτυξη ΑΗΕΔ (αντιηλεκτρεργετική δύναμη) στο πηνίο. Τέλος το σημείο E δείνει ότι το τρανζίστορ λειτουργίας του μπεκ απενεργοποιείται (κατάσταση "off") και η έγχυση σταματά με αποτέλεσμα η τάση να επανέρχεται στην φυσιολογική τιμή.



Σχ. 4.16 Τάση εξόδου εγχυτήρα

Το παρακάτω σχήμα δείχνει το διάγραμμα της τάσης εξόδου ενός εγχυτήρα τύπου ελεγχόμενο παλμού (pulse width modulated). Ένας PWD εγχυτήρας έχει μεγάλο ρεύμα όταν αρχικά εωεργοποιείται, ενώ κατά τη διάρκεια της έγχυσης το ρεύμα είναι ελεγχόμενο μέσω της γείωσης. Στο σχήμα 2-10, το μέρος Α αντιστοιχεί στην τάση τροφοδοσίας, στο σημείο Β έχουμε την ενεργοποίηση του μπεκ και την αρχή της περιόδου έγχυσης. Το τμήμα C αντιστοιχεί στην περίοδο της έγχυσης. Το τμήμα D δείχνει τη διάρκεια όπου το ρεύμα στο πηνίο είναι περιορισμένο (αρχικά υψηλό ρεύμα για να έχουμε καλύτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας και στη συνέχεια διατηρείται σε χαμηλό επίπεδο για σταθερή λειτουργία). Το μέρος E δείχνει τη τιμή της αναπτυσσόμενης ΑΗΕΔ όταν το ρεύμα επιστρέφει στο επίπεδο αναφοράς (τάση τροφοδοσίας) - τμήμα F.



Σχ. 4.17 Τάση εξόδου PWD εγχυτήρα

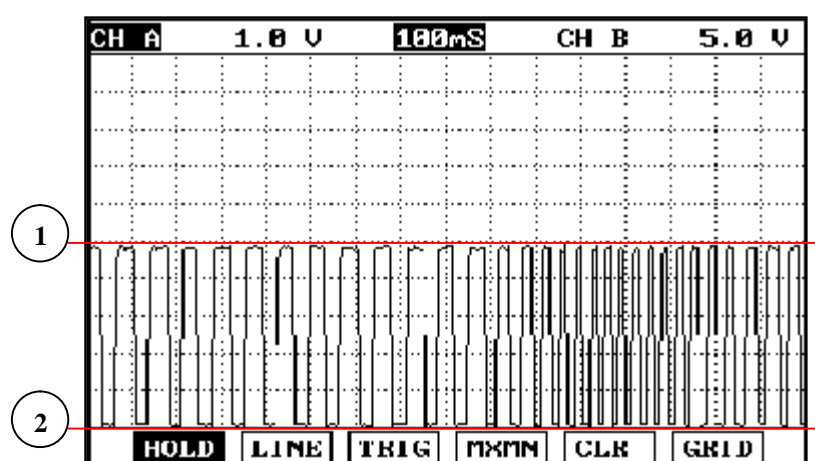
4.4 Σημεία ελέγχου κυματομορφών

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κύρια **σημεία ελέγχου** κυματομορφών :

- Μέγιστη - ελάχιστη τάση εξόδου.
- Παραμόρφωση τετραγωνισμού ψηφιακής κυματομορφής.
- Μη ομαλότητα αναλογικής κυματομορφής.
- Κατάσταση γείωσης.
- Τάση αυτεπαγωγής.
- Χρονισμός κυματομορφών.
- Έλλειψη τμήματος κυματομορφής.

4.4.1 Μέγιστη - ελάχιστη τάση εξόδου

Στην κατηγορία αυτή μπορεί να ελεγχθεί η μέγιστη και η ελάχιστη τάση εξόδου (1,2) του αισθητήρα ταχύτητας του οχήματος που ανήκει στο σύστημα ABS. Ο αισθητήρας παρέχει πληροφορίες για να την ταχύτητα περιστροφής κάθε τροχού και για την ταχύτητα κίνησης του οχήματος (ένδειξη ταχυμέτρου). Η σωστή κυματομορφή για τον έλεγχο της τάσης εξόδου είναι η παρακάτω.

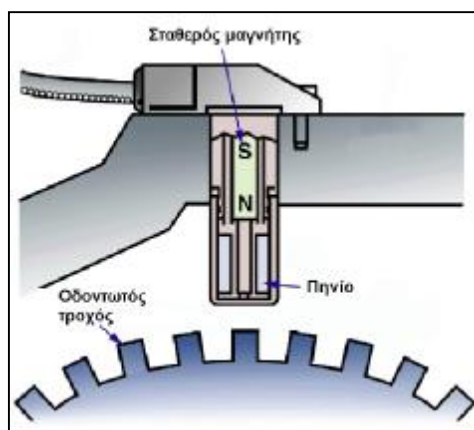


Σχ. 4.18 Μέγιστη-ελάχιστη τάση εξόδου

Στην κυματομορφή αυτή φαίνεται το πεδίο τιμών που παίρνει ο αισθητήρας κατά την λειτουργία. Η λειτουργία του αισθητήρα βασίζεται σε έναν οδοντωτό τροχό με ισοκατανεμημένες προεξοχές που καθώς περιστρέφεται μπροστά από το σταθερό μαγνητικό πεδίο του αισθητήρα παράγεται η τάση εξόδου. Όταν ο αισθητήρας λειτουργεί κανονικά πρέπει να είναι ίδια η ένδειξη της μέγιστης τάσης (που δημιουργείται από την προεξοχή του γκραναζιού) για κάθε προεξοχή και ίδια η ένδειξη της ελάχιστης τάσης (που δημιουργείται από την εσοχή ανάμεσα σε δύο προεξοχές) για κάθε εσοχή.

Σε περίπτωση που η μέγιστη τάση δεν είναι ίδια σε όλο το πεδίο αλλά έχει μικρότερη τιμή σε κάποιο σημείο οφείλεται στο γεγονός ότι κάποια

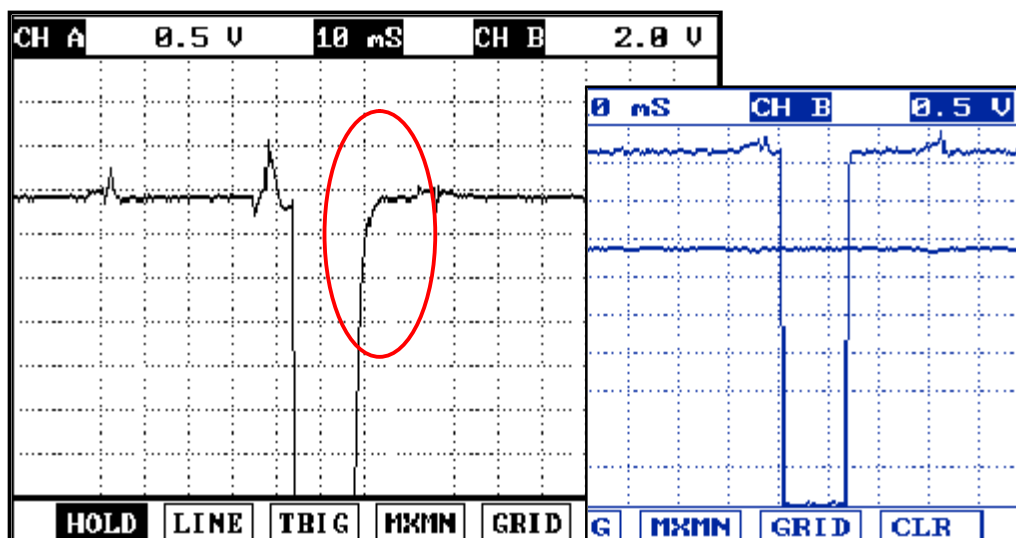
προεξοχή είναι σπασμένη ή φθαρμένη με αποτέλεσμα να μην έχουμε σωστή ένδειξη της ταχύτητας



Σχ. 4.19 Λειτουργία αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου άξονα (CKP)

4.4.2 Παραμόρφωση τετραγωνισμού ψηφιακής κυματομορφής

Σε αυτή την κατηγορία ελέγχεται εάν υπάρχει παραμόρφωση στον τετραγωνισμό μιας ψηφιακής κυματομορφής. Τέτοιες κυματομορφές δίνουν οι αισθητήρες που βασίζονται στη λειτουργία του φαινομένου Hall όπως ο αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP). Στο παρακάτω σχήμα με την μπλε κυματομορφή βλέπουμε την σωστή και στο άλλο σχήμα -στην περιοχή με τον κόκκινο κύκλο- φαίνεται ότι υπάρχει παραμόρφωση στον τετραγωνισμό της κυματομορφής. Η παραμόρφωση οφείλεται στην ύπαρξη υψηλής αντίστασης στο καλώδιο του σήματος του αισθητήρα με αποτέλεσμα η απόκριση να μην είναι άμεση λόγω μεγάλης δυσκολίας του σήματος να μεταδοθεί. Η υψηλή αντίσταση που παρουσιάζεται οφείλεται σε κάποιο πιθανό βραχυκύκλωμα στο καλώδιο του σήματος εξόδου του αισθητήρα.

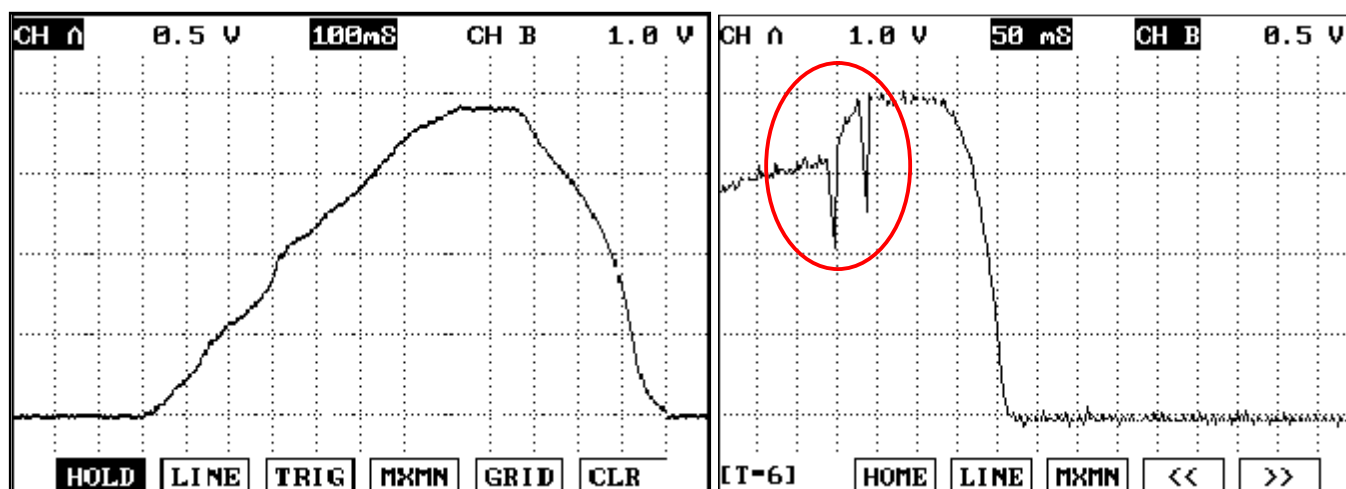


Σχ. 4.20 Κυματομορφή αισθητήρα θέσης εκκεντροφόρου άξονα (CMP)

4.4.3 Μη ομαλότητα αναλογικής κυματομορφής

Σε αυτήν την κατηγορία ελέγχεται η μη ομαλότητα μιας αναλογικής κυματομορφής που παράγεται από ποτενσιόμετρο όπως ο αισθητήρας θέσης της πεταλούδας γκαζιού (TPS). Η σωστή μορφή του διαγράμματος είναι αυτή της αριστερής εικόνας όπου είναι η περίπτωση πλήρους επιτάχυνσης (πεταλούδα τελείως ανοιχτή για μικρό χρονικό διάστημα). Η μεταβολή της καμπύλης είναι σχεδόν ανάλογη με το ποσοστό ανοίγματος της πεταλούδας.

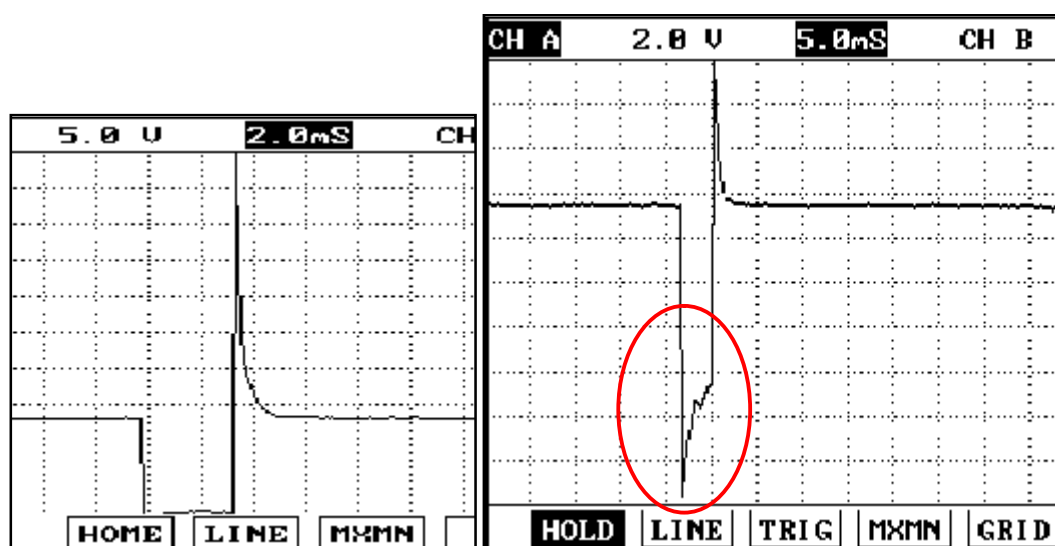
Στη δεξιά εικόνα -στον κόκκινο κύκλο- φαίνεται ότι η κυματομορφή παρουσιάζει μια έντονη αυξομείωση, κατάσταση η οποία δεν είναι σωστή διότι δεν υπάρχει η αναλογία του πρώτου διαγράμματος. Η έλλειψη της αναλογίας οφείλεται σε χαλαρές συνδέσεις των άκρων του βύσματος σύνδεσης του αισθητήρα. Στην περίπτωση αυτή κατά την διάρκεια πλήρους επιτάχυνσης παρατηρείται αυξημένη δυσκολία του κινητήρα να ανταποκριθεί



Σχ. 4.21 Μη ομαλή καμπύλη αισθητήρα θέσης πεταλούδας γκαζιού (TPS)

4.4.4 Κατάσταση γείωσης κυματομορφής

Στην παρούσα κατηγορία μπορεί να ελεγχθεί η κατάσταση της γείωσης ενός εγχυτήρα. Στο αριστερό σχήμα φαίνεται μια σωστή κυματομορφή ως προς την γείωση, ενώ στο δεξιό σχήμα -στην περιοχή του κόκκινου κύκλου- υπάρχει πρόβλημα στην γείωση του εκτελεστή. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στο καλώδιο γείωσης που προφανώς παρουσιάζει απώλειες. Στην μια τέτοια περίπτωση θα υπάρχει ελλιπής έως και μηδενικός ψεκασμός καυσίμου από το συγκεκριμένο εγχυτήρα.



Σχ. 4.22 Κατάσταση γείωσης

4.4.5 Τάση αυτεπαγωγής

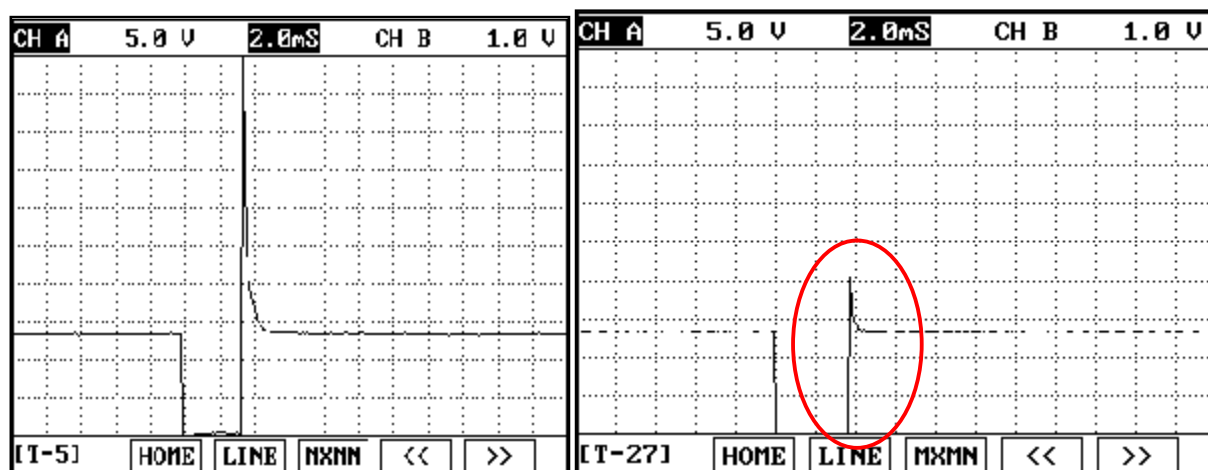
Σε αυτήν την κατηγορία μπορεί να ελεγχθεί η τάση αυτεπαγωγής ενός εκτελεστή. Στην δεξιά εικόνα -στην περιοχή του κόκκινου κύκλου- παρατηρείται η τάση αυτεπαγωγής να είναι πολύ χαμηλή, μια κατάσταση που μας δείχνει ότι υπάρχει πρόβλημα με τον συγκεκριμένο εκτελεστή. Στην αριστερή εικόνα φαίνεται η σωστή κυματομορφή της τάσης αυτεπαγωγής. Τέτοιο πρόβλημα συνήθως παρουσιάζεται στους εγχυτήρες καυσίμου (μπεκ).

Αρχικά υπάρχει μια τιμή της τάσης που αντιστοιχεί στην τάση κανονικής λειτουργίας (τάση αναφοράς). Στην συνέχεια φαίνεται μια απότομη πτώση τάσης που αντιστοιχεί στην έναρξη λειτουργίας του εγχυτήρα (έναρξη περιόδου ψεκασμού). Για να λειτουργήσει ο εγχυτήρας πρέπει να "κλείσει" το κύκλωμα δηλαδή να ενεργοποιηθεί το καλώδιο της γείωσης, έτσι όταν συμβαίνει αυτό δημιουργείται η πτώση τάσης που παρατηρείται στο σχήμα.

Έπειτα ακολουθεί ένα διάστημα σταθερής τάσης που αντιστοιχεί στη διάρκεια έγχυσης και στην συνέχεια η ανάπτυξη μια υψηλής τάσης (πάνω από το σημείο αναφοράς) με τελική φάση την ομαλή επιστροφή της τάσης στην αρχική τιμή. Για να απενεργοποιηθεί ο εγχυτήρας και να σταματήσει ο ψεκασμός, διακόπτεται από την ECU η γείωση του εκτελεστή. Επειδή όμως (λόγω κατασκευής) ο εγχυτήρας περιέχει επαγωγικά στοιχεία (πηνίο), η αποθηκευμένη ενέργεια (ΑΗΕΔ) του πηνίου θα εκφραστεί με την δημιουργία μιας τάσης αυτεπαγωγής και την ύπαρξη στιγμιαίας υψηλής τάσης στο κύκλωμα.

Η τάση αυτεπαγωγής ενός εγχυτήρα σωστής λειτουργίας βρίσκεται μέσα σε συγκριμένα όρια. Όταν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, όπως στο παρακάτω σχήμα, είναι πολύ πιθανό να υπάρχει βλάβη στην γείωση

του εκτελεστή, είτε στην καλωδίωση της γείωσης είτε στο άκρο γείωσης του ίδιου του εγχυτήρα.

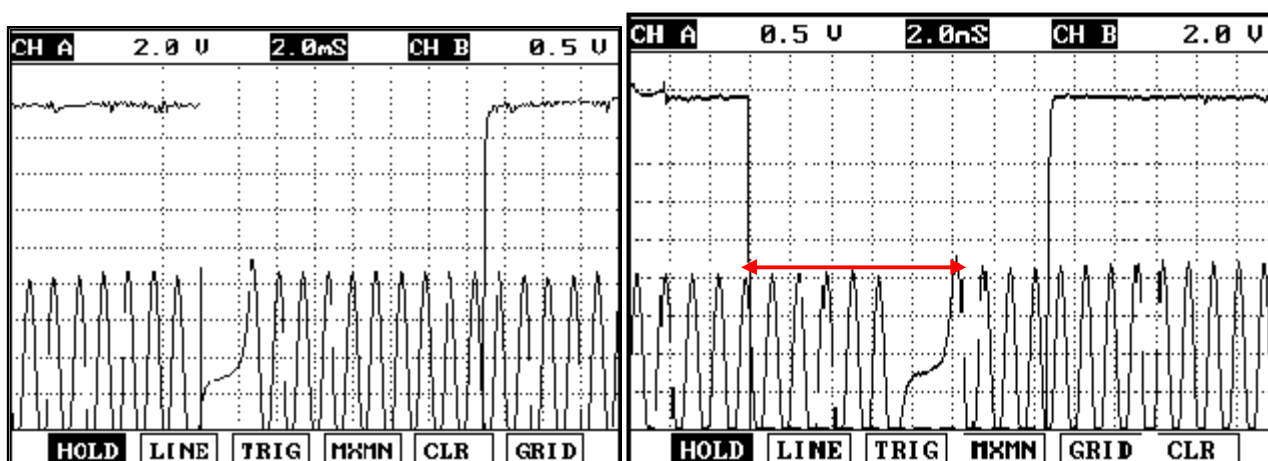


Σχ. 4.23 Τάση αυτεπαγωγής

4.4.6 Συγχρονισμός κυματομορφής αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου και εκκεντροφόρου άξονα

Με το συνδυασμό των κυματομορφών του αισθητήρα στροφαλοφόρου άξονα και εκκεντροφόρου άξονα μπορεί να γίνει έλεγχος αν είναι σωστά χρονισμένος ο κινητήρας. Στην αριστερή εικόνα παρατηρείται ο σωστός συγχρονισμός των αισθητήρων ενώ στην δεξιά εικόνα παρατηρείται ο λάθος συγχρονισμός με αποτέλεσμα λάθος χρονισμός του κινητήρα. Στο επόμενο σχήμα, η κάτω κυματομορφή αντιστοιχεί στον αισθητήρα CKP και η πάνω στον CMP.

Όταν ο κινητήρας είναι σωστά χρονισμένος το κενό των δύο δοντιών του οδοντωτού τροχού του αισθητήρα CKP συμπίπτει με τον περιστρεφόμενο πείρο του εκκεντροφόρου άξονα. Σε αντίθετη περίπτωση ο κινητήρας είναι λάθος χρονισμένος με αποτέλεσμα να μην λειτουργεί σωστά ή να μην παίρνει μπροστά (ανάλογα με το ποσοστό λάθος συγχρονισμού των κυματομορφών).



Σχ. 4.24 Συγχρονισμός κυματομορφής αισθητήρα θέσης στροφαλοφόρου και εκκεντροφόρου άξονα

4.4.7 Έλλειψη τμήματος κυματομορφής

Στην περίπτωση αυτή γίνεται ο έλεγχος ασυνέχειας δηλαδή έλλειψης τμήματος κάποιας κυματομορφής. Στο παρακάτω σχήμα υπάρχει ο συνδυασμός της κυματομορφής ανάφλεξης (σήμα εξόδου σπινθηριστή) με την κυματομορφή του αισθητήρα θέσης εκκεντροφόρου (CMP).

Με το συνδυασμό των δύο κυματομορφών γίνεται εύκολα ο έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος ανάφλεξης. Όπως φαίνεται και στο σχήμα, όταν το σύστημα ανάφλεξης λειτουργεί κανονικά τότε σε κάθε σήμα του αισθητήρα CMP αντιστοιχεί και ένα σήμα του σπινθηριστή. Στην περιοχή του κόκκινου κύκλου όμως δεν υπάρχει το αντίστοιχο σήμα του σπινθηριστή γεγονός που σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος σπινθηριστής αδυνατεί να παράγει σπινθήρα άρα στον συγκεκριμένο κύλινδρο δεν έχουμε ανάφλεξη-καύση.

Η πιο συνηθισμένη αντίδραση που παρατηρείται είναι το λεγόμενο "ρετάρισμα" του κινητήρα δηλαδή έντονος θόρυβος με διακοπτόμενη λειτουργία.



Σχ. 4.25 Έλλειψη κυματομορφής

Αυτά είναι τα κυριότερα σημεία ελέγχου σωστής λειτουργίας σε κυματομορφές διάφορων αισθητήρων και εκτελεστών του συστήματος ηλεκτρονικά ελεγχόμενου ψεκασμού. Με τον έλεγχο των κυματομορφών των μπορούμε να επαληθεύσουμε τους κωδικούς βλάβης (DTC) που εμφανίζονται στις διαγνωστικές συσκευές και να εντοπίσουμε σε ποιο τμήμα του εξεταζόμενου εξαρτήματος υπάρχει η βλάβη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Συστήματα Διαύλου - CAN

5.1 Συστήματα δικτύωσης λειτουργιών

5.1.1 Προβληματισμοί

Καθώς οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα οχήματα εξελίσσονται, ο χρήστης αναζητά συνεχώς καλύτερες επιδόσεις λειτουργίας και ασφάλειας, δηλαδή ο χρήστης θέλει πιο δυνατό και ασφαλές όχημα. Για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των αγοραστών οι κατασκευαστές προσθέτουν συνεχώς βελτιωμένες ηλεκτρονικές συσκευές ευκολίας. Αυτό όμως συμβάλει στην αύξηση των καλωδίων σύνδεσης και γενικά του όγκου των δεδομένων επικοινωνίας με το κεντρικό σύστημα. Έτσι λοιπόν ένας τρόπος για να μειωθεί ο κίνδυνος παρουσίασης πολλών προβλημάτων, είναι να εγκαταστήσουμε ένα σύστημα επικοινωνίας που θα διευκολύνει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των ηλεκτρονικών συσκευών ελέγχου (ECM - Electronic Control Modules).

Τα σύγχρονα αυτοκίνητα της BMW προσφέρουν κορυφαία επίπεδα άνεσης και τεχνικού εξοπλισμού. Εξαρτήματα ενεργητικής και παθητικής ασφάλειας, σύστημα πλοήγησης όπως και εγκατάσταση τηλεπικοινωνιών και αυτόματος κλιματισμός που έχουν εξελιχθεί από εξεζητημένα τεχνικά συστήματα σε βασικό εξοπλισμό που θεωρείται πλέον απαραίτητος από πολλούς χρήστες.

Ένα από τα μυστικά είναι η συνεχής μείωση των διαστάσεων των εξαρτημάτων αυξάνοντας ή διατηρώντας τουλάχιστον τη λειτουργικότητά τους. Το πρώτο κινητό τηλέφωνο είχε μεγάλες διαστάσεις σε αντίθεση με τα σημερινά όπου σε μία συγκριτικά μικροσκοπική συσκευή

υλοποιούνται πολλαπλάσιες λειτουργίες. Ακόμη και οι μονάδες ελέγχου στα αυτοκίνητα γίνονται όλο και αποδοτικότερες. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αποτελεί η κεντρική μονάδα επεξεργασίας του οχήματος (ECU) η οποία με τις ίδιες διαστάσεις προσφέρει όλο και περισσότερες λειτουργίες παίζοντας ταυτόχρονα ένα σημαντικό ρόλο στη διαχείριση της ενέργειας.

Το σημαντικότερο στοιχείο είναι η "δικτύωση" όλων των μονάδων ελέγχου και των συστημάτων ενός αυτοκινήτου. Με αυτή τη δικτύωση προκύπτουν νέες δυνατότητες με τον κατάλληλο συνδυασμό των συνδρομητών. Συνδρομητές αποκαλούνται οι επιμέρους μονάδες ελέγχου, μια ονομασία που υιοθετήθηκε από την αντίστοιχη ορολογία που χρησιμοποιείται στα συστήματα δικτύωσης υπολογιστικών συστημάτων.

Η δικτύωση των μονάδων ελέγχου και επομένως "η δικτύωση των λειτουργιών" οδήγησε στη ανάπτυξη συστημάτων μετάδοσης και διαχείρισης δεδομένων που βασίζονται εξ ολοκλήρου στη δικτύωση και στον τρόπο που αυτή εφαρμόζεται. Τέτοια συστήματα ονομάζονται "συστήματα διαύλου" (bus systems) και θα αναλυθούν στη συνέχεια.

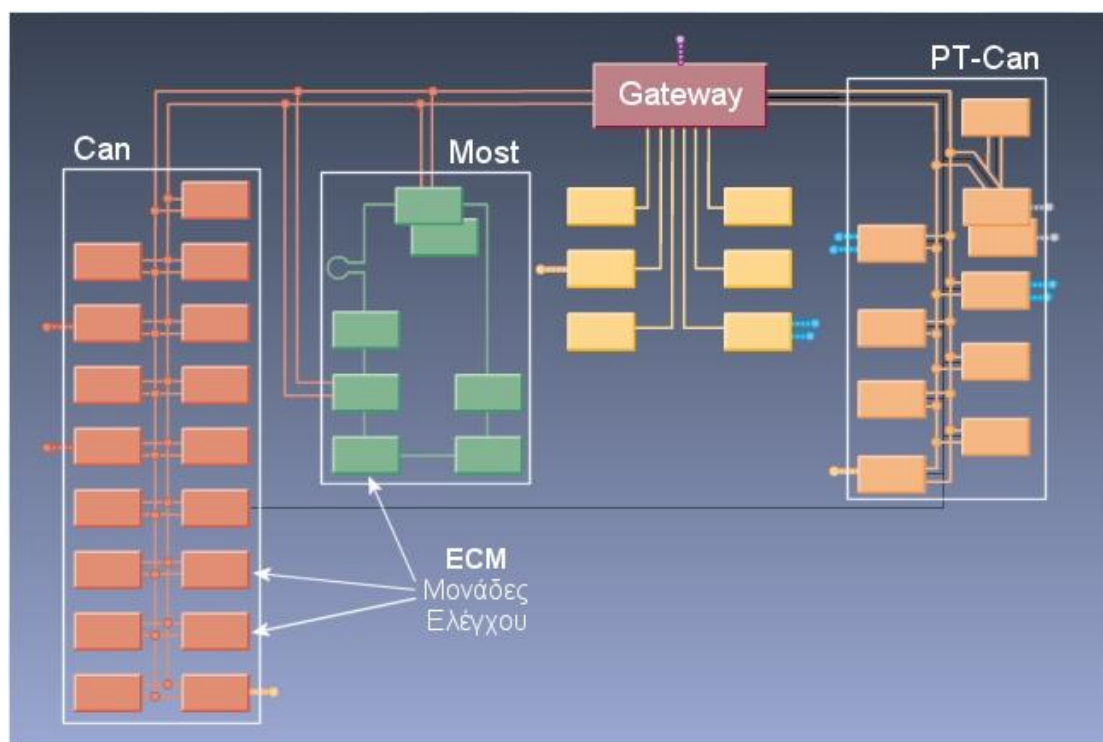
5.1.2 Διακομιστής (Gateway)

Με τα συστήματα διαύλου λύνεται το πρόβλημα του "χάους των καλωδίων" δηλαδή της εκτεταμένης χρήσης καλωδίων σύνδεσης μεταξύ των συσκευών ελέγχου. Παρόλα αυτά όμως όλες οι μονάδες ελέγχου μπορούν να επικοινωνήσουν και να ανταλλάξουν πληροφορίες, και μάλιστα όταν αυτές βρίσκονται και σε διαφορετικά συστήματα διαύλου.

Ένας διακομιστής ή "Gateway" όπως ονομάζεται μεταξύ δύο ή περισσότερων διαφορετικών συστημάτων διαύλου φροντίζει για την ανταλλαγή πληροφοριών σε κάθε σημείο του αυτοκινήτου. Η ονομασία

προέρχεται και πάλι από την ορολογία που χρησιμοποιείται στα δίκτυα υπολογιστικών συστημάτων.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα συνδεσμολογίας του συστήματος διαύλου CAN και κάποιων άλλων συστημάτων διαύλου κάποιου οχήματος και τη θέση στην ιεραρχία που αναλαμβάνει κάθε σύστημα. Όπως παρατηρείτε ηγετικό ρόλο αναλαμβάνει ο διακομιστής (Gateway) που είναι υπεύθυνος για τη δρομολόγηση των σημάτων ανάλογα με την προτεραιότητα που κατέχουν. Διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό (hardware) ώστε να καθιστά δυνατή την επικοινωνία ακόμη και μεταξύ συστημάτων όχι άμεσα συμβατών. Ξεχωρίζουν εύκολα τα τμήματα που αποτελούν ένα πλήρες σύστημα διαύλου. Ο κεντρικός δίαυλος μεταφοράς δεδομένων που ενώνει τα συστήματα με το διακομιστή (Gateway), τα διάφορα συστήματα (CAN, PT-CAN, MOST κλπ.) καθώς και τα επιμέρους υποσυστήματα ή μονάδες ελέγχου (ECM) οι οποίες αποστέλλουν και λαμβάνουν δεδομένα μέσω του κεντρικού διαύλου.



Σχ. 5.1 Συνδεσμολογία συστημάτων διαύλου με το Διακομιστή (Gateway)

Όπως προαναφέρθηκε, τα δεδομένα αποστέλλονται από το διακομιστή με βάση την προτεραιότητα που κατέχουν την οποία αποκτούν από την εκάστοτε μονάδα ελέγχου που έχουν σταλεί. Η μετατροπή των δεδομένων για το δίαυλο προορισμού πραγματοποιείται σύμφωνα με κανόνες του Gateway και πίνακες μετατροπής. Μετά την προετοιμασία, τα δεδομένα προωθούνται στο κατάλληλο δίκτυο προς την διεύθυνση προορισμού.

Η δικτύωση των συστημάτων διαύλου μέσω των Gateways διευκολύνει τη διάγνωση και την αναζήτηση βλάβης. Τα σφάλματα που αποθηκεύουν οι μονάδες στα διάφορα συστήματα διαύλου, μπορούν να προβληθούν από το Gateway μέσω διαγνωστικών συσκευών. Με τη καθολική δικτύωση μέσω Gateways μπορούν να πραγματοποιηθούν εύκολα και απλά αναβαθμίσεις του λογισμικού καθώς και προσωπικές ρυθμίσεις των εξαρτημάτων του αυτοκινήτου με τον προγραμματισμό και την κωδικοποίηση των μονάδων ελέγχου.

5.2 Σύστημα διαύλου CAN

5.2.1 Δίαυλος I

Ένα πρώτο σύστημα διαύλου χρησιμοποιήθηκε από τη BMW με την ονομασία "δίαυλος I-Bus" στο μοντέλο E31. Το "I" σημαίνει "Όργανα". Ο δίαυλος I-Bus ήταν ένας πολύ απλός δίαυλος και εξυπηρετούσε στη δικτύωση μερικών μονάδων ελέγχου που αντιστοιχούσαν κυρίως στα όργανα διάφορων ενδείξεων στην καμπίνα επιβατών.

Στα σημερινά αυτοκίνητα BMW ο δίαυλος I-Bus δεν εφαρμόζεται πλέον. Η αρχή λειτουργίας του όμως εφαρμόζεται στο δίαυλο K των νέων αυτοκινήτων BMW που αποτελεί ένα υπερσύνολο του διαύλου I.

5.2.2 Δίαυλος K

Ο διάυλος K χρησιμοποιείται κυρίως για τη δικτύωση εξαρτημάτων της γενικότερης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του οχήματος, π.χ. για τη δικτύωση μεταξύ του ταμπλό οργάνων και του κέντρου ελέγχου φώτων. Πρόκειται για έναν δίαυλο μονού κλώνου (αγωγός μονού σύρματος) με αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων, δηλαδή η μεταφορά δεδομένων πραγματοποιείται προς τις δύο κατευθύνσεις. Λόγω της δομής αυτού του συστήματος διαύλου με έναν κλώνο δεν προσφέρεται προστασία από την πτώση. Ο διάυλος K αντιστοιχεί, όσον αφορά τη δομή και τον τρόπο μεταφορά των δεδομένων, στον πρόγονό του δίαυλο I-Bus.

Εφόσον ο δίαυλος K-Bus διαθέτει μόνον έναν αγωγό τα δεδομένα μπορούν μόνο να ληφθούν ή να σταλούν σε μία δεδομένη χρονική στιγμή. Ένας συνδρομητής του δίαυλου K επομένως μπορεί μόνον να στείλει ή μόνον να λάβει δεδομένα.

5.2.3 Δίαυλος CAN

5.2.3.1 Εισαγωγή

Με την εκτεταμένη εφαρμογή ηλεκτρονικών συστημάτων στα αυτοκίνητα ήρθε στο προσκήνιο η ανάγκη για αποδοτικότερα συστήματα διαύλου. Ένα τέτοιο σύστημα είναι ο δίαυλος CAN ή αλλιώς "δίαυλος 2 καλωδίων". Το "Controller Area Network", εν συντομία "CAN", αναπτύχθηκε το 1981 από τη Bosch και την Intel και χρησιμοποιείται από τις αρχές της δεκαετίας του '90 εκτεταμένα στα αυτοκίνητα. Στη BMW τα συστήματα δίαυλου CAN χρησιμοποιούνται κυρίως για τη δικτύωση των εξαρτημάτων της γενικότερης ηλεκτρολογικής και ηλεκτρονικής εγκατάστασης του οχήματος και των εξαρτημάτων μετάδοσης.

Ο αριθμός των "κόμβων", δηλαδή των συνδρομητών του διαύλου για κάθε δίκτυο δεν περιορίζεται από το πρωτόκολλο CAN, αλλά εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τη λειτουργική ικανότητα των χρησιμοποιούμενων εξαρτημάτων. Το σύστημα του διαύλου CAN χρησιμοποιείται για τη δικτύωση των μονάδων ελέγχου. Για τη σύνδεση των συνδρομητών του συστήματος διαύλου χρησιμοποιούνται συνεστραμμένοι αγωγοί δύο κλώνων.

Η ταχύτητα λειτουργίας των μονάδων ελέγχου στο δίκτυο CAN εξαρτάται από την απόδοση του επεξεργαστή δεδομένων που διαθέτει το κάθε σύστημα. Αυτή είναι και μια από τις βασικές αιτίες ύπαρξης διαφορετικών συστημάτων διαύλου CAN στα αυτοκίνητα, π.χ. για τα ηλεκτρονικά άνεσης, που μπορούν να λειτουργήσουν με μικρότερες ταχύτητες διαύλου και τα συστήματα ασφαλείας και ηλεκτρονικών του κινητήρα που απαιτούν μεγαλύτερες ταχύτητες διαύλου.

Θεωρητικά, στα συστήματα δίκτυου CAN μπορούν να υλοποιηθούν ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων μεταξύ 10 Kbit/s και 1 Mbit/s. Στα αυτοκίνητα BMW ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων για το δίκτυο CAN είναι καθορισμένος στα 100 Kbit/s για να εξασφαλιστεί η σωστή μεταφορά σημάτων με περιορισμένη παρουσία βλαβών.

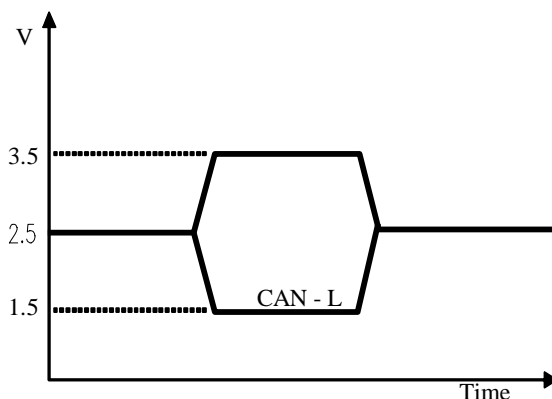
Στα αυτοκίνητα BMW εφαρμόζονται διάφορα συστήματα δικτύου. Κάθε ένα από αυτά τα συστήματα δικτύου είναι ξεχωριστά προσαρμοσμένο στο αντίστοιχο πεδίο εφαρμογής. Υπάρχει σύστημα δικτύου που συνδέει τα εξαρτήματα του ηλεκτρονικού συστήματος του αυτοκινήτου και του μηχανισμού μετάδοσης κίνησης, ένα ειδικά σχεδιασμένο σύστημα δικτύου για την παθητική ασφάλεια και ένα σύστημα δικτύου για τη δικτύωση των εξαρτημάτων των εγκαταστάσεων πληροφόρησης και επικοινωνίας (ενσωματωμένο κινητό τηλέφωνο, σύστημα GPS, συσκευές πολυμέσων).

5.2.3.2 Χαρακτηριστική τάση λειτουργίας

Υπάρχουν δύο είδη λειτουργίας του συστήματος CAN, το High-speed Can και το Low-speed Can τα οποία παίρνουν το όνομά τους από τη χαρακτηριστική τάση λειτουργίας του διαύλου.

- **High-speed Can Bus**

Σε αυτή τη μορφή ο δίαυλος Can λειτουργεί με μια τάση λειτουργίας 2.5V η οποία προέρχεται από την ένωση των αγωγών Can-H και Can-L (οι δύο βασικοί αγωγοί επικοινωνίας του συστήματος). Η μεταφορά δεδομένων γίνεται πολύ γρήγορα και με ασφάλεια όμως η μεγάλη αυτή ταχύτητα μετάδοσης μπορεί να προκαλέσει κάποιες φορές παρεμβολές στα συστήματα ήχου του οχήματος.

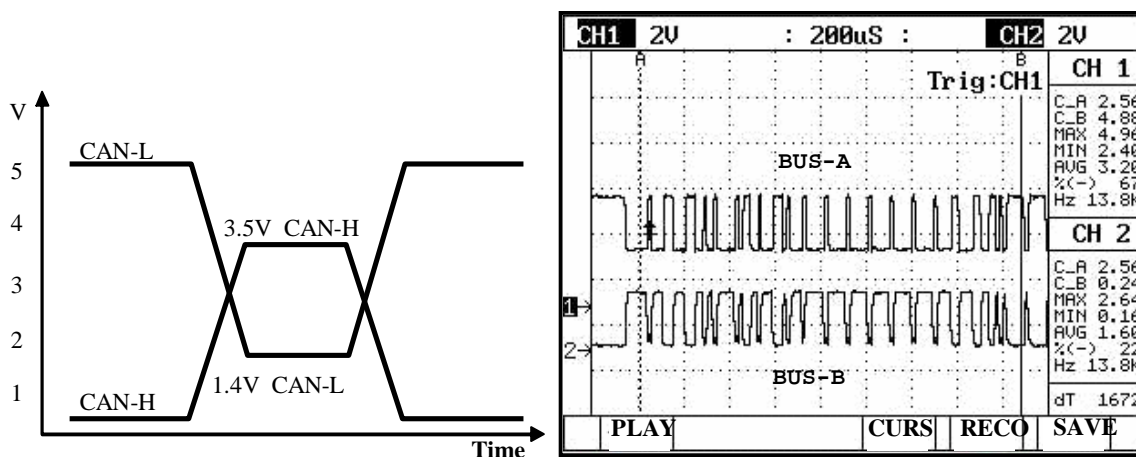


Σχ. 5.2 Διάγραμμα λειτουργίας High speed Can

- **Low-speed Can Bus**

Σε αυτή τη μορφή οι δύο αγωγοί Can-H και Can-L μεταβάλλουν την τάση λειτουργίας ανάλογα με το είδος των πληροφοριών. Όταν οι πληροφορίες είναι δεδομένα εξόδου, η τάση στον αγωγό Can-L από την αρχική τιμή των 5V μειώνεται στα 1.4V και του αγωγού Can-H από την

αρχική τιμή των 0V αυξάνεται έως τα 3.5V - Η ανάποδη διαδικασία συμβαίνει όταν οι πληροφορίες είναι δεδομένα εισόδου.

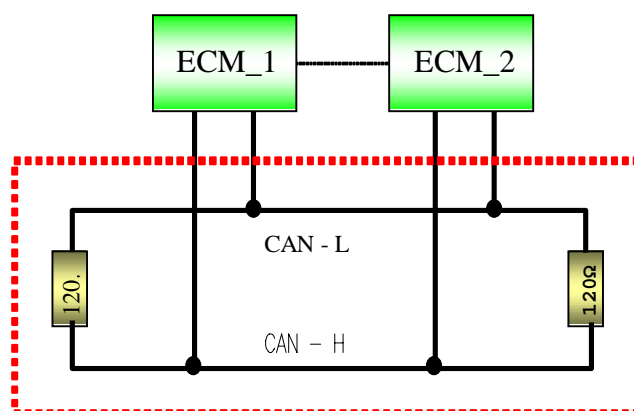


Σχ. 5.3 Διάγραμμα λειτουργίας Low speed Can

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η συνεχής εναλλαγή των τιμών της τάσης των δύο αγωγών Can-L (Bus-A) και Can-H (Bus-B) που καταγράφηκαν σε πραγματική λειτουργία ενός δίαυλου CAN.

§ Αντίσταση ομαλοποίησης τάσης

Το σύστημα CAN είναι πολύ ευαίσθητο στη μεταβολή της τάσης λειτουργίας εκτός των προκαθορισμένων ορίων. Έτσι μια απότομη αλλαγή της τάσης σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην είναι δυνατή η εξακρίβωση του ακριβούς σήματος (συγκεκριμένα του κάθε ξεχωριστού bit δεδομένων) μπορεί να προκαλέσει την επεξεργασία λάθους πληροφοριών με συνέπεια τη λάθος συμπεριφορά του συστήματος.



Σχ. 5.4 Αντίσταση ομαλοποίησης τάσης

Έτσι λοιπόν στο σύστημα μεταξύ των αγωγών Can-H και Can-L, υπάρχει μία αντίσταση ομαλοποίησης με σκοπό το έλεγχο των μεταβολών της τάσης και τη διατήρησής της εντός ορίων.

5.3 Μελλοντική εξέλιξη των συστημάτων διαύλου

Τα συστήματα διαύλου πραγματικά άνοιξαν ένα παράθυρο στο μέλλον της επικοινωνίας και γενικότερα στο τρόπο μετάδοσης πληροφοριών μεταξύ των επιμέρους συστημάτων και μονάδων ελέγχου ενός οχήματος. Η ταχύτητα και η ασφάλεια μεταφοράς των δεδομένων είναι κάτι που πριν από κάποια χρόνια απλά φαινόταν ακατόρθωτο.

Με τα συστήματα διαύλου κατέστη δυνατή η ενσωμάτωση στα οχήματα μεγάλης ποικιλίας συσκευών πληροφόρησης και ψυχαγωγίας όπως αυτόματος οδικός πλοηγός, σύστημα GPS για άμεση ενημέρωση των γεωγραφικών συντεταγμένων που κινείται το όχημα, δυνατότητα αναπαραγωγής εικόνας και ήχου σε κάθε επιβάτη ξεχωριστά και πολλά ακόμα. Η πρακτικότητα των συστημάτων αυτών φαίνεται από το πλήθος των διαφορετικών τμημάτων που έχουν εφαρμοστεί και με το μέγεθος της επιτυχίας που είχαν.

Η ικανότητα των συστημάτων διαύλου να επικοινωνούν με άλλα μη άμεσα συμβατά συστήματα μετάδοσης δεδομένων, έδωσε το δικαίωμα στους κατασκευαστές να δημιουργήσουν συστήματα διάγνωσης βλαβών αυτοματοποιημένα σε τέτοιο βαθμό που η ξεχωριστή διάγνωση από ένα τεχνικό να είναι σχεδόν περιττή. Για παράδειγμα αναπτύσσονται συστήματα τα οποία σε περίπτωση δυσλειτουργίας του οχήματος θα διεξάγουν αυτόματα έναν έλεγχο στα επιμέρους στοιχεία που τα αποτελούν και θα είναι σε θέση να στείλουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης στη κεντρική υπηρεσία διάγνωσης βλαβών για περαιτέρω οδηγίες.

Τέτοιο σύστημα μελετάται από την BMW και έχει σκοπό την προσωρινή βοήθεια από απόσταση του οδηγού ενός οχήματος που δυσλειτουργεί μέχρι να φτάσει στο πλησιέστερο σημείο διόρθωσης της βλάβης. Η βοήθεια του οδηγού θα παρέχεται μέσω κάποιου από τα συστήματα ενημέρωσης και επικοινωνίας του οχήματος. Επίσης πολλά παραδείγματα της εφαρμογής τέτοιων συστημάτων υπάρχουν στον τομέα της ασφάλειας των επιβατών (έξυπνοι αερόσακοι).

Η διάγνωση βλαβών με χρήση συστημάτων διαύλου είναι ένας από τους κύριους τομείς που αναδεικνύουν συνεχώς την αξία αυτών των συστημάτων και με την ταυτόχρονη χρήση των υπόλοιπων ηλεκτρικών / ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου βλαβών, παρέχουν ένα έγκυρο και αποτελεσματικό σύστημα διάγνωσης και αντιμετώπισης βλαβών σε ηλεκτρονικά ελεγχόμενα μηχανικά συστήματα.

Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα της χρήσης των συστημάτων διαύλου είναι :

- Λιγότερη χρήση καλωδίων.
- Χαμηλότερο κόστος (εγκατάστασης / συντήρησης).
- Περισσότερες λειτουργίες.
- Μικρότερες ανάγκες χώρου τοποθέτησης.
- Μεγάλη αξιοπιστία.
- Αποτελεσματική διάγνωση βλαβών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΑ

1. Barry Hollembeak, «*Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα αυτοκινήτου (βιβλίο θεωρίας)*», Εκδόσεις «ΙΩΝ» 1994
2. Don Knowles, «*Today's technician - Classroom manual for Automotive Computer Systems*», Εκδόσεις «Delmar» 1996
3. Boyce Dwinggins, «*Today's technician - Classroom manual for Automotive Heating and Air Conditioning*», Εκδόσεις «Delmar» 1996
4. Don Knowles, «*Συστήματα υπολογιστών και προηγμένες διαγνωστικές μέθοδοι στα αυτοκίνητα (βιβλίο θεωρίας)*», Εκδόσεις «ΙΩΝ» 1997
5. Don Knowles, «*Συστήματα υπολογιστών και προηγμένες διαγνωστικοί μέθοδοι στα αυτοκίνητα (βιβλίο συνεργείου)*», Εκδόσεις «ΙΩΝ» 1997
6. Frank D. Petruzella, «*Ηλεκτρικό - ηλεκτρονικό σύστημα αυτοκινήτου*», Εκδόσεις «Α.Τζιόλλα Ε.» 1997
7. Don Knowles, «*Διάγνωση βλαβών - Όργανα ελέγχου - Ρυθμίσεις (βιβλίο θεωρίας)*», Εκδόσεις «ΙΩΝ» 1996
8. Θ. Ζαχμάνογλου, Γ. Πατσιαβού, Γ. Καπετανάκη, Π. Καραμπίλα, «*ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ (Πέρα από το 2000...)*», Εκδόσεις «ΙΔΕΕΑ» 2000
9. Νικόλαος Δότσιος, Αντώνιος Ρέχας, Γεώργιος Γιαννακόπουλος, «*Νέα τεχνολογία αυτοκινήτου - Injection καταλύτες*», Εκδόσεις «Art of Text»

ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

1. «*Χρήση ηλεκτρονικών βοηθημάτων στα σημερινά αυτοκίνητα*», Auto Moto und Sport, τεύχος 8^ο - Απρίλιος 2003

2. «Κινητήρες άμεσου ψεκασμού», 4-τροχοί, τεύχος 387^ο - Δεκέμβριος 2002

INTERNET

1. «How Fuel Injection Systems Work»,
<http://auto.howstuffworks.com/fuel-injection.htm>/ διαθέσιμο 8/2/2006
2. «Systems und products for car manufacturer - Controller Area Network», <http://www.semiconductors.bosch.de/en/20/can/index.asp>
διαθέσιμο 8/2/2006
3. «Controller Area Network (CANbus)», <http://www.mjschofield.com/>
διαθέσιμο 8/2/2006
4. «How Air Bags work», <http://auto.howstuffworks.com/airbag.htm>
διαθέσιμο 8/2/2006
5. «How Car Computers Work», <http://auto.howstuffworks.com/car-computer.htm>/ διαθέσιμο 8/2/2006
6. «How does the oxygen sensor in a car work?»,
<http://auto.howstuffworks.com/question257.htm>/ διαθέσιμο 8/2/2006