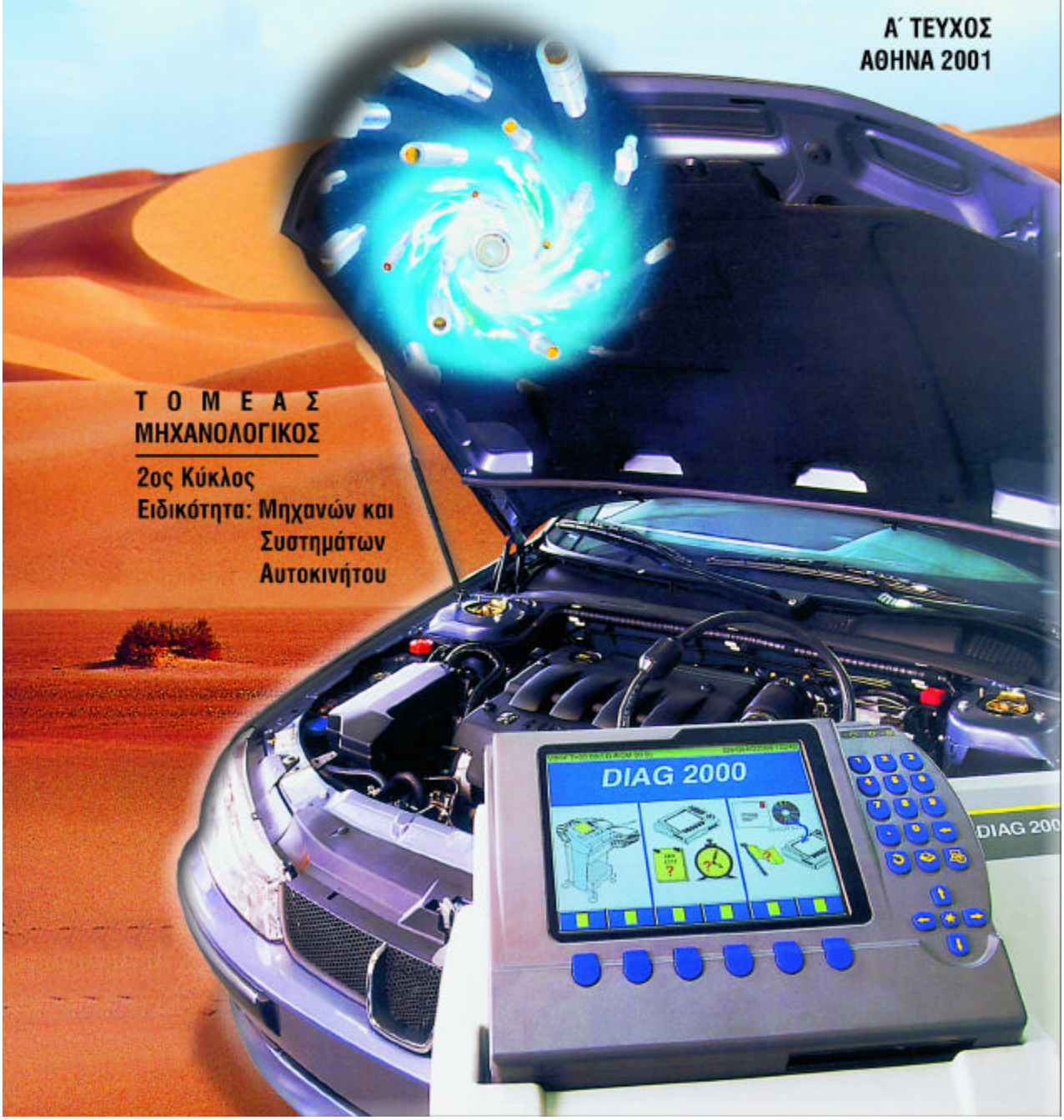
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Δουλγέρης Γεώργιος • Ζαραγκούλιας Νικόλαος • Κουτσούκος Βλάσης

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΛΕΓΧΩΝ & ΔΙΑΓΝΩΣΕΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

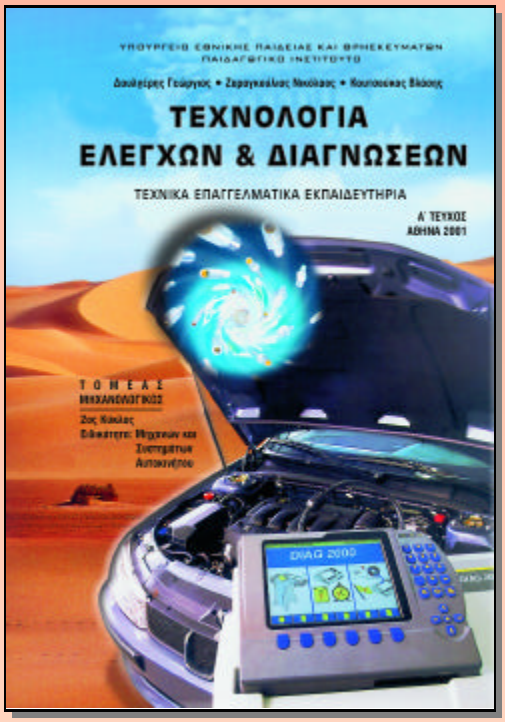
Α΄ ΤΕΥΧΟΣ
ΑΘΗΝΑ 2001



ΤΟΜΕΑΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

2ος Κύκλος
Ειδικότητα: Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΕΩΝ



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

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:
Σταμάτης Αλαχιώτης: *Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών*
Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο: «Βιβλία Τ.Ε.Ε.»

- **Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:**
  Γεώργιος Βούτσινος: *Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

- **Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα:**
  Δαφέρμος Ολύμπιος: *Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

• Δουλγέρης Γεώργιος • Ζαραγκούλιας Νικόλαος
• Κουτσούκος Βλάσης

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΕΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

2ος Κύκλος

Ειδικότητα: Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου

Τ Ο Μ Ε Α Σ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

Συγγραφείς:

- **Δουλγέρης Γεώργιος**
  Ηλεκτρολόγος - Μηχανικός, καθηγητής ΤΕΙ

- **Ζαραγκούλιας Νικόλαος**
  Υπομηχανικός Μηχανολόγος, Καθηγητής ΤΕΙ

- **Κουτσούκος Βλάσης**
  Τεχνολόγος Οχημάτων, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης.

Συντονιστής:

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

Επιτροπή κρίσης:

- **Τσουρούτας Ιωάννης**
  Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης.

- **Λακαφώσης Κων/νος**
  Μηχανολόγος Μηχανικός

- **Αγιακάτσικας Παναγιώτης**
  Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης.

Γλωσσική επιμέλεια:

- **Γεωργίκου Δήμητρα**
  Φιλόλογος

Ηλεκτρονική επεξεργασία:

- **Κουτσούκος Βλάσης**

Ατελιέ:

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

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα
Δαφέρμος Ολύμπιος
Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εφαρμογή της ηλεκτρονικής - ψηφιακής τεχνολογίας στο αυτοκίνητο, έχει σαν αποτέλεσμα, να επηρεάζει άμεσα τους τρόπους, τις μεθόδους, τα όργανα και τις συσκευές, που αφορούν στην μέτρηση και στον εντοπισμό βλαβών των διαφόρων συστημάτων λειτουργίας του.

Η ανάγκη αυτή οδήγησε και την συγγραφή αυτού του βιβλίου. Το βιβλίο προσπαθεί να ΄΄μυήσει΄΄ τους μαθητές του 2ου κύκλου του Μηχανολογικού Τομέα της Ειδικότητας "Μηχανών και Συστημάτων Αυτοκινήτου", στη νέα αντίληψη για τον έλεγχο και διάγνωση, που πρέπει κάποιος σήμερα να προσεγγίζει τα ΄΄προβλήματα΄΄ που προκύπτουν από την εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας στα αυτοκίνητα.

Έτσι, στο 1ο κεφάλαιο εξηγείται η έννοια της μέτρησης και του ελέγχου αλλά και η μεθοδολογία με την οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται οι βλάβες στα διάφορα συστήματα.

Στο 2ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη λειτουργία και χρήση όλων των οργάνων και συσκευών ελέγχου που είναι απαραίτητα για τον εντοπισμό βλαβών στο αυτοκίνητο.

Στο 3ο κεφάλαιο γίνεται μια προσέγγιση - με απλό τρόπο - των απλών (βασικών) ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, στη λειτουργία τους και σε ποια συστήματα του αυτοκινήτου σήμερα αυτά χρησιμοποιούνται.

Στο 4ο κεφάλαιο αναφέρονται τρόποι λειτουργίας συστημάτων αυτομάτου ελέγχου, που σήμερα είναι η βάση για τον αυτοέλεγχο και την αυτορύθμιση των διαφόρων ηλεκτρονικών και όχι μόνο συστημάτων και ειδικότερα για το αυτοκίνητο.

Στο 5ο κεφάλαιο περιγράφεται η δομή και η λειτουργία μιας κεντρικής μονάδας ελέγχου (εγκέφαλος), ενός ηλεκτρονικού συστήματος αυτοκινήτου.

Στο 6ο κεφάλαιο αναφέρονται όλα τα βασικά είδη, τα χαρακτηριστικά, η λειτουργία και η χρήση των διαφόρων αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σήμερα στα συστήματα του αυτοκινήτου.

Στο 7ο κεφάλαιο περιγράφονται τα είδη, η δομή και λειτουργία των διαφόρων ενεργοποιητών που χρησιμοποιούνται στα συστήματα του αυτοκινήτου, μέχρι σήμερα.

Στο 8ο κεφάλαιο, εξηγείται τι σημαίνει αυτοδιάγνωση και με ποιους τρόπους και μεθόδους εφαρμόζεται στο αυτοκίνητο.

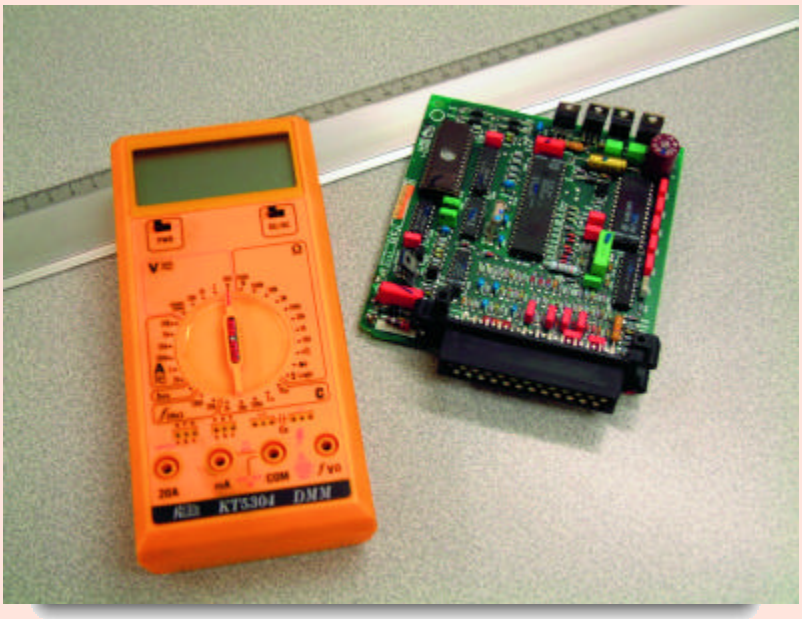
Στο 9ο κεφάλαιο, περιγράφονται με σύντομο τρόπο όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα του κινητήρα του αυτοκινήτου αλλά και η μεθοδολογία διάγνωσης και εντοπισμού βλαβών σ' αυτά τα συστήματα.

Στο 10ο κεφάλαιο αναφέρονται όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα στο αυτοκίνητο.

Τέλος, οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και ιδιαίτερα τους κ.κ. Ροζάκο Νικόλαο , Καρβέλη Ιωάννη, Μανίκα Θωμά, Πάγκαλο Σταύρο και Γεωργίκου Δήμητρα, για την εμπιστοσύνη και την στήριξή τους στην επίτευξη αυτού του έργου.

Επίσης, θα ήθελαν να ευχαριστήσουν όλους εκείνους τους ανθρώπους που με το δικό τους τρόπο ο καθένας, στήριξαν την προσπάθεια των συγγραφέων, ιδιαίτερα την Ειρήνη Ζαραγκούλια, όλο αυτό το διάστημα που χρειάστηκε για την ολοκλήρωση αυτού του βιβλίου.

Οι συγγραφείς



1

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

1.1 Η έννοια της μέτρησης - ελέγχου
1.2 Η έννοια της διάγνωσης
1.3 Μεθοδολογία ελέγχου και διάγνωσης

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναφέρετε τους τρόπους διάγνωσης και να τους συσχετίζετε με παραδείγματα στο αυτοκίνητο.**

ΓΕΝΙΚΑ

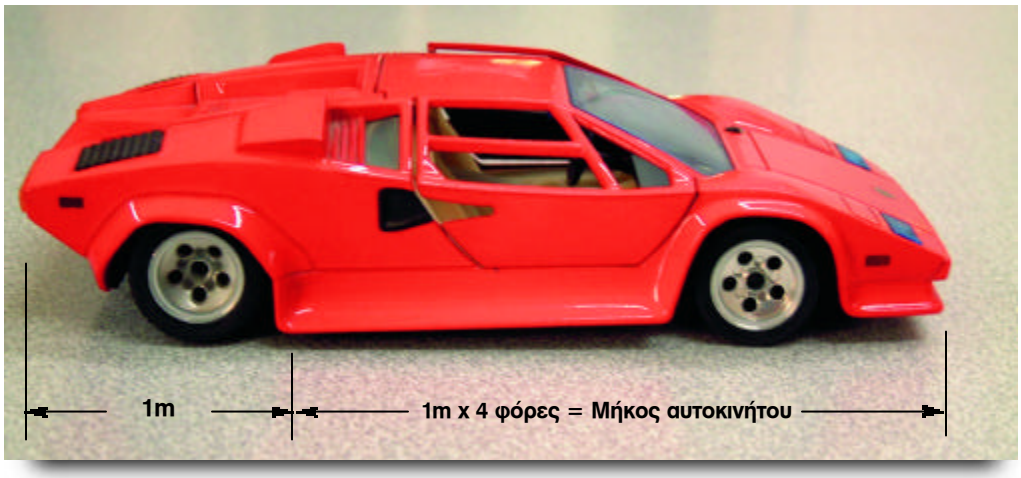
Ο άνθρωπος στην προσπάθεια δημιουργίας τεχνολογικού πολιτισμού, από την πρώτη στιγμή αντιλήφθηκε την ανάγκη της έννοιας της " μέτρησης". Έπρεπε να μετρήσει με κάποιο τρόπο π.χ το χρόνο, τον όγκο, το μήκος ,το βάρος κ.ο.κ., και μέχρι σήμερα επινοεί και κατασκευάζει μεθόδους και όργανα μέτρησης διαφόρων μεγεθών - φυσικών ή τεχνικών - για ακριβέστερη μέτρηση.

1.1. Η Έννοια της μέτρησης

Με τον **όρο "μέτρηση", εννοείται η σύγκριση ενός μεγέθους ή μιας κατάστασης με ένα άλλο ομοειδές μέγεθος ή κατάσταση, το οποίο θεωρείται σταθερό , αμετάβλητο ή πιο απλά "σωστό".**

Το αποτέλεσμα αυτής της μέτρησης δίνεται με έναν αριθμό και μία μονάδα. Ο αριθμός δηλώνει - εκφράζει πόσες μονάδες περιέχονται στο μετρούμενο μέγεθος. Π.χ. το μήκος ενός αυτοκινήτου είναι 4 μέτρα . Ο αριθμός 4 δηλώνει ότι η μονάδα μήκους - που είναι το "μέτρο" - "χωράει" 4 φορές στο μήκος του συγκεκριμένου αυτοκινήτου ή απλώς χρειάζονται 4 "μέτρα" για να καλύψουν

Σχήμα 1.1: *Κλεψύδρα. Αρχαία συσκευή μέτρησης χρόνου.*



Σχήμα 1.2: *Μέτρηση μήκους αυτοκινήτου*

το μήκος ενός αυτοκινήτου. (Σχήμα 1.2.).

Πολλές φορές, η ακριβής αριθμητική τιμή ενός μεγέθους δεν είναι μόνο αυτή καθ΄εαυτήν που είναι απαραίτητη για να κριθεί ένα μέγεθος "σωστό" και να βοηθά στην καλύτερη λειτουργία του συστήματος. Υπάρχουν και περιπτώσεις που απαιτείται το μετρούμενο μέγεθος να βρίσκεται μεταξύ κάποιων ορίων, δηλαδή ενός μέγιστου και ενός ελάχιστου ορίου που θεωρούνται "σωστά" ή "αναγκαία", προκειμένου να λειτουργεί σωστά ένας μηχανισμός ή ένα σύστημα, χωρίς να υπάρξει καταστροφή του. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνεχή μέτρηση συγκεκριμένων μεγεθών και η διαδικασία αυτή ονομάζεται έλεγχος.

Π.χ. Ο αριθμός στροφών (στροφαλοφόρου) ενός τετράχρονου κινητήρα, εκτός του ότι χρειάζεται και η ακριβής μέτρησή του το κάθε λεπτό, προκειμένου να υπάρχει η μέγιστη απόδοση του, πρέπει συνήθως να κυμαίνεται μεταξύ 900 στροφών το λεπτό το ελάχιστο και 9000 στροφών το μέγιστο. Έξω από από αυτά τα όρια ή δεν λειτουργεί ο κινητήρας (κάτω από τις στροφές ρελαντί) ή καταστρέφεται (πάνω από το όριο στροφών).

Επίσης - ένα άλλο παράδειγμα - η τάση λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος ενός αυτοκινήτου. Η τάση λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος ενός αυτοκινήτου, κυμαίνεται μεταξύ 11.5 V και 14.5 V. Μικρότερη τάση σημαίνει ότι δεν μπορούν να λειτουργήσουν τα ηλεκτρικά συστήματα του αυτοκινήτου και μεγαλύτερη τάση σημαίνει καταστροφή των ηλεκτρικών εξαρτημάτων.

Σκοπός λοιπόν του ελέγχου, εκτός από τη δυνατότητα διάγνωσης και την αποκατάσταση της βλάβης, σε περίπτωση που κάποια μέτρηση είναι εκτός ορίων, είναι και η δυνατότητα πρόληψης και προστασίας.

1.2 Η έννοια της Διάγνωσης

Η σωστή λειτουργία ενός συστήματος εξαρτάται από το αν όλα τα επί μέρους συστήματα λειτουργούν και συνεργάζονται μεταξύ τους σωστά . Όσο πιο σύνθετο είναι ένα σύστημα, τόσο πιο δύσκολα μπορεί να εντοπισθεί μια βλάβη. Ο εντοπισμός μιας βλάβης ξεκινά από τη στιγμή που κάποιο σύμπτωμα π.χ κάποιος θόρυβος, ή κάποια ηλεκτρική ασφάλεια καίγεται ή κάποια διαγνωστική λυχνία ανάβει και με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή θα πρέπει να γίνουν κάποιες συγκεκριμένες μετρήσεις και συγκεκριμένοι έλεγχοι. Από τη διαδικασία των μετρήσεων και ελέγχου προκύπτει και η αιτία που προκάλεσε τη συγκεκριμένη βλάβη.

- **Ο εντοπισμός μιας βλάβης μέσα από κάποια διαδικασία μετρήσεων και ελέγχων ή και ακόμα μέσα από την εμπειρία του χρήστη ή του επισκευαστή - για κάθε βλάβη υπάρχουν συνήθως και συγκεκριμένα συμπτώματα - λέγεται διάγνωση.**

Η τεχνολογική εξέλιξη μπορεί να έδωσε λύσεις για τον καλύτερο έλεγχο και την ακριβέστερη λειτουργία των συστημάτων, αλλά όσον αφορά στη διάγνωση ακόμα και σήμερα που υπάρχει και η δυνατότητα της αυτοδιάγνωσης των συστημάτων (Βλέπε Κεφ. 8), η σωστή διάγνωση θεωρείται το δυσκολότερο πρόβλημα για τους επισκευαστές.

Παλαιότερα π.χ. στο αυτοκίνητο γιά την αποκατάσταση μιάς βλάβης ίσχυε ένα ποσοστό 30% σε χρόνο για τον εντοπισμό μιάς βλάβης και 70% για την επισκευή και διόρθωσή της. Σήμερα αυτό το ποσοστό έχει αντιστραφεί. Χρειάζεται ένα ποσοστό χρόνου 70% για τον εντοπισμό μιάς βλάβης και 30% για επισκευή, που συνήθως σήμερα "επισκευή" σημαίνει "αντικατάσταση" του ελαττωματικού εξαρτήματος. Δηλαδή, σήμερα για τον εντοπισμό ενός ελαττωματικού αισθητήρα, χρειάζονται 7 λεπτά για να "βρούμε" ποιος αισθητήρας δεν λειτουργεί σωστά και 3 λεπτά για να γίνει η αντικατάστασή του.

1.3 Μεθοδολογία ελέγχου και διάγνωσης

Για την επιτυχή διάγνωση, συνήθως οι κατασκευαστές για κάθε σύμπτωμα δίνουν και μια συγκεκριμένη μεθοδολογία που περιλαμβάνει συγκεκριμένες μετρήσεις με μια "λογική" σειρά, ώστε να εντοπισθεί γρήγορα και σωστά η αιτία που προκάλεσε τη βλάβη.

Η διαδικασία της διάγνωσης ξεκινά από την εμφάνιση κάποιου **συμπτώματος** ή κάποιας **ένδειξης** (οπτικής ή ηχητικής), ότι κάτι δεν λειτουργεί σωστά. Το επόμενο βήμα είναι να πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες **μετρήσεις,** με προκαθορισμένη σειρά, στα εξαρτήματα του συστήματος από όπου είναι πιθανόν να προέρχεται η βλάβη και να εντοπισθεί η αιτία της. Κατόπιν πραγματοποιείται η **επισκευή** της βλάβης και τέλος η **δοκιμή** ή η **επιβεβαίωση** ότι σταμάτησαν τα συμπτώματα της επισκευασθείσας βλάβης και όλα λειτουργούν σωστά. Αναφέρεται πιο κάτω η περιγραφείσα μέθοδος διάγνωσης σε δύο διαφορετικά συμπτώματα και ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να γίνουν οι έλεγχοι ώστε να εντοπισθεί η βλάβη.

Σύμπτωμα

Ο κινητήρας ενός αυτοκινήτου γυρίζει (μιζάρει) κανονικά αλλά δεν λειτουργεί (δεν παίρνει εμπρός.)

Πιθανή αιτία

- Βλάβη στην ανάφλεξη.
- Δεν εισέρχεται καύσιμο μείγμα στους κυλίνδρους.

Έλεγχοι - Μετρήσεις

Για την πρώτη πιθανή αιτία θα πρέπει να γίνει έλεγχος για δύο περιπτώσεις.

Α΄ περίπτωση: Δεν δημιουργείται σπινθήρας στα μπουζοκαλώδια.

Β΄ περίπτωση: Δημιουργείται σπινθήρας στα μπουζοκαλώδια.

Το ίδιο ισχύει και για τη δεύτερη πιθανή αιτία. Θα πρέπει να γίνει έλεγχος για δυο περιπτώσεις.

Α΄ περίπτωση: Δεν ψεκάζουν τα μπεκ ή για παλαιότερα συστήματα δεν φθάνει βενζίνη στο καρμπυρατέρ.

Β΄ περίπτωση: Ψεκάζουν τα μπεκ ή φθάνει βενζίνη στο καρμπυρατέρ.

Για κάθε μια από τις παραπάνω αιτίες θα πρέπει να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι και μετρήσεις ώστε να εντοπισθεί η συγκεκριμένη βλάβη και να γίνει η επισκευή.

Αν για παράδειγμα θεωρηθεί ότι η αιτία που ο κινητήρας δεν λειτουργεί (δεν παίρνει εμπρός) ενώ η μίζα τον περιστρέφει κανονικά δηλαδή ότι η βλάβη είναι στην ανάφλεξη (έλλειψη ηλεκτρικού σπινθήρα), υπάρχουν δύο - όπως έχει αναφερθεί - περιπτώσεις. Έστω ότι ισχύει η πρώτη περίπτωση, δηλαδή ότι δεν δημιουργείται σπινθήρας στα μπουζοκαλώδια.

Αυτή η περίπτωση, παραπέμπει σε ελέγχους καθαρά στο κύκλωμα ανάφλεξης και μέσα από συγκεκριμένους ελέγχους στα εξαρτήματα που αποτελούν το κύκλωμα ανάφλεξης πρέπει να εντοπισθεί η βλάβη.

Ο εντοπισμός της βλάβης μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια ενός **διαγράμματος ροής εντοπισμού βλάβης,** το οποίο διάγραμμα ροής εντοπισμού βλάβης περιλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα του υπό έλεγχο συστήματος και την ερώτηση αν λειτουργεί ή όχι το αντίστοιχο εξάρτημα.

Για το συγκεκριμένο παράδειγμα το διάγραμμα ροής εντοπισμού βλάβης που προκύπτει είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα 1.3.

Από το **διάγραμμα ροής εντοπισμού βλάβης** προκύπτει ότι:

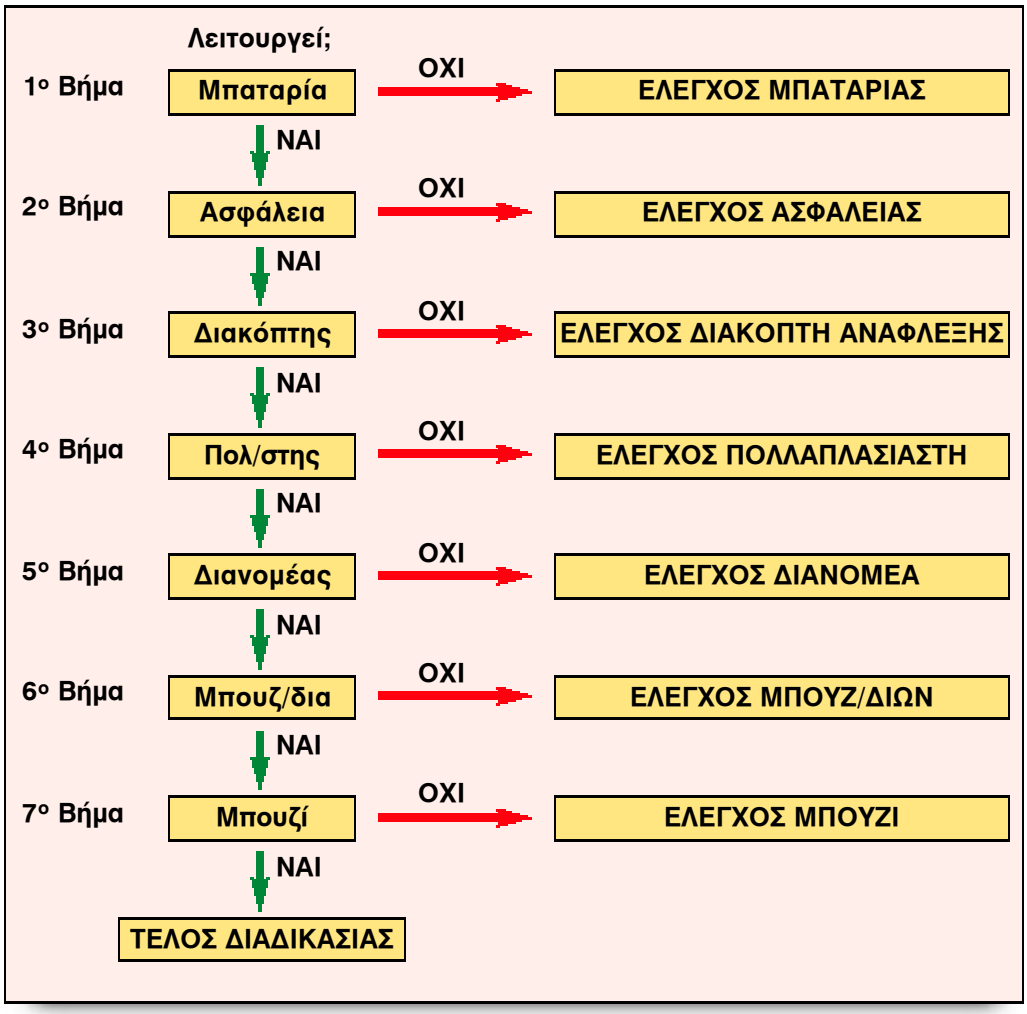
- Όλα τα εξαρτήματα, που αποτελούν το σύστημα, ελέγχονται με τη σειρά που συμμετέχουν στη λειτουργία του συστήματος.

Στην ερώτηση αν λειτουργεί το εξάρτημα π.χ Μπαταρία, θα πρέπει να γνωρίζετε:

Άρα θα πρέπει να είναι γνωστό από ποια εξαρτήματα αποτελείται το υπό έλεγχο σύστημα και με ποια "σειρά" το κάθε εξάρτημα συμμετέχει λειτουργικά στην όλη διαδικασία.

Α) Ποια είναι η λειτουργία του εν λόγω εξαρτήματος.

Π.χ. Η λειτουργία (δουλειά) της μπαταρίας, είναι να παρέχει στις ηλεκτρικές καταναλώσεις του αυτοκινήτου σταθε-



Σχήμα 1.3: *Διάγραμμα ροής εντοπισμού βλάβης.*

ρή τάση 12 V και την αντίστοιχη ένταση (Αμπέρ) την οποία αυτές χρειάζονται για να λειτουργήσουν.

<u>Β) Με ποιο-α όργανο-α, ή συσκευή- ές και τρόπους ελέγχου ελέγχεται το συγκεκριμένο εξάρτημα.</u>

Π.χ. Η μπαταρία ελέγχεται είτε με βολτόμετρο ταχείας εκφόρτισης είτε με πυκνόμετρο, και

<u>Γ) Τη συγκριτική τιμή (αποτέλεσμα μέτρησης που "κρίνει" τελικά αν λειτουργεί ή δε λειτουργεί το εξάρτημα).</u>

Ο έλεγχος π.χ. της κατάστασης μιας μπαταρίας μπορεί να μετρηθεί με ένα βολτόμετρο ταχείας εκφόρτισης (όργανο), το οποίο συνδέεται παράλληλα με τους πόλους της μπαταρίας για **10 δευτερόλεπτα (10΄)** (τρόπος), και αν το

βολτόμετρο δείξει τάση κάτω από **10,5 V** (συγκριτική τιμή), σημαίνει ότι η μπαταρία **"δεν λειτουργεί",** ενώ αν δείξει τάση πάνω από τα **11,5 V,** σημαίνει ότι η μπαταρία είναι σε καλή κατάσταση, δηλαδή **"λειτουργεί".**

- Στην απάντηση **ΟΧΙ (δεν λειτουργεί),** σημαίνει ότι η βλάβη εντοπίζεται στο συγκεκριμένο εξάρτημα και πρέπει να "αφαιρείται" από το υπόλοιπο σύστημα, να αποσυναρμολογείται στα μέρη που το αποτελούν, (δεν είναι πάντοτε αυτό τεχνικά εφικτό, π.χ η μπαταρία δεν αποσυναρμολογείται) και να γίνεται επισκευή ή αντικατάσταση είτε των επί μέρους ελαττωματικών εξαρτημάτων είτε - όπως συνήθως σήμερα συμβαίνει - αντικατάσταση ολοκλήρου του εξαρτήματος, για λόγους συνήθως οικονομικούς.
- Στην απάντηση **ΝΑΙ (λειτουργεί),** ο έλεγχος θα πρέπει να προχωρά στο αμέσως επόμενο εξάρτημα που λειτουργικά συμμετέχει στο κύκλωμα π.χ. στο συγκεκριμένο παράδειγμα, στις ασφάλειες του συστήματος και να επαναλαμβάνεται η διαδικασία της διάγνωσης με τον τρόπο που αναφέρθηκε .

  Π.χ. Λειτουργεί;
  - Όχι. Ο έλεγχος εντοπίζεται στο συγκεκριμένο εξάρτημα.
  - Ναι. Ο έλεγχος προχωρά στο επόμενο εξάρτημα (βήμα).
- Ο έλεγχος ολοκληρώνεται μόνον όταν εντοπισθεί η βλάβη.
- Η "επισκευή" της βλάβης θα πρέπει να λύνει το πρόβλημα, να "εξαφανίζονται" τα συμπτώματα (θόρυβοι, να σβήνουν ενδεικτικές λυχνίες) και το σύστημα να λειτουργεί κανονικά, διαφορετικά δεν έχει γίνει σωστή διάγνωση ή σωστή επισκευή.
- Η λάθος διάγνωση σημαίνει σπατάλη χρόνου και χρήματος.

Αυτή η μέθοδος της διάγνωσης στα παλαιότερα συστήματα ήταν σχετικά απλή, γρήγορη και ασφαλής και μπορούσε να πραγματοποιηθεί και με απλές συσκευές ελέγχου. Σήμερα όμως που τα όλα τα συστήματα του αυτοκινήτου έχουν γίνει σύνθετα, πολύπλοκα και κυρίως ηλεκτρονικά ελεγχόμενα, αυτή η μέθοδος αν και υπάρχει στα βασικά της στάδια (γίνεται αυτόματα ως αυτοέλεγχος), δεν επαρκεί και συμπληρώνεται και με άλλες διαδικασίες διάγνωσης και με αντίστοιχες συσκευές διάγνωσης.

Κατ΄ αρχάς όλα τα σύγχρονα συστήματα έχουν τη δυνατότητα του αυτοελέγχου ή **της αυτοδιάγνωσης** κάτι που με τα παλαιότερα συστήματα ήταν αδύνατον. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού της βλάβης από το ίδιο το σύστημα ή καταγραφή της συγκεκριμένης βλάβης, και επί πλέον αν ο κατασκευαστής "κρίνει" ότι η καταγραφείσα βλάβη είναι "επικίνδυνη", ενημερώνει τον οδηγό του αυτοκινήτου μέσω ειδικής ενδεικτικής λυχνίας και αυτός είναι υποχρεωμένος να πάει το αυτοκίνητο για επισκευή. Σ΄αυτή την περίπτωση, η διαδικασία διάγνωσης γίνεται με τον παρακάτω τρόπο.

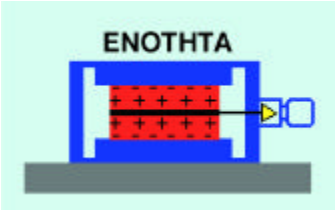
Το αυτοκίνητο - συγκεκριμένα η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ο εγκέφαλος) του συστήματος - συνδέεται μέσω ειδικής υποδοχής από τον επισκευαστή με μια διαγνωστική συσκευή (αποκωδι-

κοποιητή βλαβών ή τσέκερ). Με αυτή τη συσκευή ο επισκευαστής μπορεί να ενεργοποιήσει την αυτοδιάγνωση του συστήματος και να "διαβάσει" τους κωδικούς βλαβών - (συνήθως είναι συνδυασμός 2 έως και 5 αριθμών ή ακόμα συνδυασμός αριθμών και γραμμάτων, π.χ κωδικός 12 ή 16487 ή κωδικός P0 104), που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες βλάβες (εξαρτήματα) και που είναι αποθηκευμένοι στη μνήμη του εγκεφάλου. Αφού αποκωδικοποιήσει τις βλάβες, επιβεβαιώνει ότι πραγματικά είναι ελαττωματικό το εξάρτημα που ο κωδικός του είχε καταγραφεί ως βλάβη στη μνήμη του εγκεφάλου και αντικαθιστά τα χαλασμένα εξαρτήματα. Κατόπιν, μηδενίζει (σβήνει) τις βλάβες από την μνήμη του εγκεφάλου και δοκιμάζει το αυτοκίνητο στο δρόμο. Επαναλαμβάνει τη διαδικασία εμφάνισης των κωδικών βλαβών με τη βοήθεια της διαγνωστικής συσκευής. Πρέπει να μην έχει καταγραφεί κανένας κωδικός βλάβης, διαφορετικά επαναλαμβάνει τη διαδικασία ελέγχου και επιβεβαίωσης της βλάβης, μέχρις ότου δεν θα καταγράφεται κανένας κωδικός βλάβης

Βέβαια ακόμα και σήμερα δεν είναι εφικτό να εντοπίζονται όλες οι βλάβες μέσω της αυτοδιάγνωσης ούτε επίσης μπορούν όλες να καταγραφούν. Ο εντοπισμός της βλάβης σε αυτή την περίπτωση είναι μια πάρα πολύ δύσκολη διαδικασία και συνήθως αντιμετωπίζεται με την εμπειρία και την πολύ καλή γνώση της λειτουργίας αυτών των συστημάτων.

Βοηθά όμως πάρα πολύ σε αυτές τις περιπτώσεις αν:

1. Υπάρχει ένα ερωτηματολόγιο στο οποίο φαίνεται **το ιστορικό της βλάβης**. Δηλαδή:
   - πότε εμφανίστηκε η βλάβη.(Ημερομηνία , Συχνότητα εμφάνισης)
   - κάτω από ποιες συνθήκες (Πώς). (Συνθήκες λειτουργίας κινητήρα, συνθήκες οδήγησης, Καιρός)
   - Πού εμφανίστηκε το πρόβλημα.(Ποιότητα δρόμου, σύστημα)
2. Μπορεί να γίνει εξομείωση συμπτωμάτων της βλάβης. Δηλαδή κάνοντας μια διαδικασία, παρουσιάζεται η βλάβη. Π.χ. Κινώντας τα καλώδια μιας πλεξούδας, εμφανίζεται η βλάβη (σβήνει ο κινητήρας)
3. Μπορεί να γίνει επιβεβαίωση της βλάβης. Δηλαδή αντικαθιστώντας ή επισκευάζοντας το ελαττωματικό εξάρτημα η βλάβη δεν εμφανίζεται ή παραμένει.

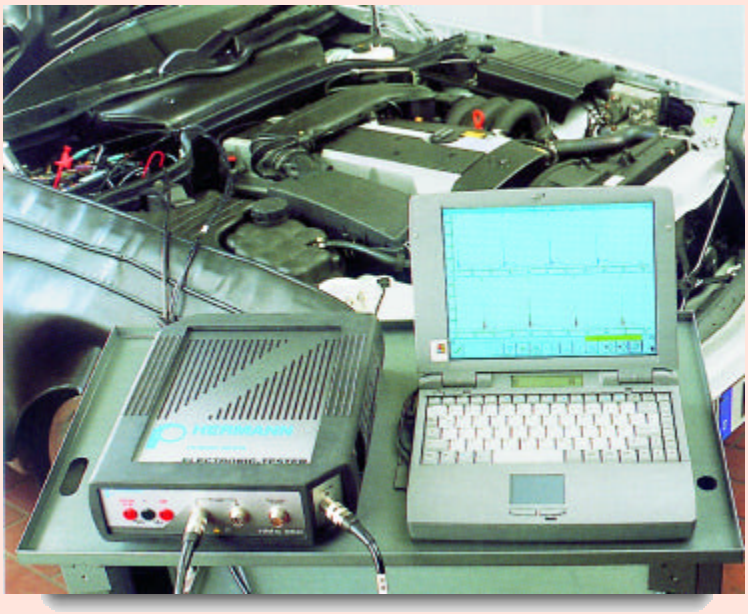


ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 1

- Μέτρηση, είναι η σύγκριση ενός μεγέθους ή μιας κατάστασης με ένα άλλο ομοειδές μέγεθος ή κατάσταση, το οποίο θεωρείται σταθερό , αμετάβλητο ή πιο απλά "σωστό".
- Ο εντοπισμός μιας βλάβης μέσα από κάποια διαδικασία μετρήσεων και ελέγχου ή και ακόμα μέσα από την εμπειρία του χρήστη ή του επισκευαστή, λέγεται διάγνωση.
- Η διαδικασία της διάγνωσης ξεκινά από την εμφάνιση των συμπτωμάτων ή κάποιας οπτικής ή ηχητικής ένδειξης, κακής λειτουργίας.
- Οι μετρήσεις και ο έλεγχος, με προκαθορισμένη σειρά στα εξαρτήματα του συστήματος είναι ο τρόπος με τον οποίο εντοπίζεαι η αιτία της βλάβης.
- Το διάγραμμα ροής εντοπισμού βλάβης είναι μια μέθοδος για τον εντοπισμό βλαβών.
- Η λειτουργία των εξαρτημάτων, με ποιο-α όργανο-α, και τρόπους ελέγχου ελέγχονται τα συγκεκριμένα εξαρτήματα, η συγκριτική τιμή (αποτέλεσμα μέτρησης που "κρίνει" τελικά αν λειτουργεί ή δεν λειτουργεί το εξάρτημα), είναι τα βασικά στοιχεία που περιλαμβάνει μια μεθοδολογία διάγνωσης βλαβών.
- Η δυνατότητα εντοπισμού της βλάβης από το ίδιο το σύστημα και η καταγραφή της συγκεκριμένης βλάβης λέγεται αυτοδιάγνωση.
- Το ιστορικό της βλάβης, η δυνατότητα εξομείωσης των συμπτωμάτων καθώς και η δυνατότητα επιβεβαίωσης της βλάβης, είναι παράγοντες που βοηθούν στη σωστή διάγνωση της βλάβης.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 1:

1. Τι λέγεται μέτρηση;
2. Ποιοι είναι οι σκοποί της μέτρησης των διαφόρων μεγεθών στη λειτουργία ενός αυτοκινήτου;
3. Τι ονομάζεται διάγνωση;
4. Ποια είναι τα στάδια της διάγνωσης;
5. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία που πρέπει να έχει μια μεθοδολογία διάγνωσης;
6. Τι γνωρίζετε για το διάγραμμα ροής εντοπισμού βλάβης;
7. Τι λέγεται αυτοδιάγνωση;
8. Πώς γίνεται η αυτοδιάγνωση;
9. Ποιοι παράγοντες βοηθούν στη σωστή διάγνωση;
10. Γιατί η καλή γνώση για το πώς λειτουργεί ένα εξάρτημα βοηθά στη σωστή διάγνωση;
11. Τι πρέπει να περιλαμβάνει συνήθως ένα ιστορικό βλάβης;
12. Τι γνωρίζετε για την εξομείωση συμπτωμάτων μίας βλάβης;
13. Ποιοι λόγοι επιβάλλουν την επιβεβαίωση μιας αποκωδικοποιημένης βλάβης;
14. Γιατί δεν εντοπίζονται όλες οι βλάβες από την αυτοδιάγνωση;



2

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

2.1. Είδη και ιδιότητες οργάνων και συσκευών
2.2. Πολύμετρο
2.3. Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας και πίεσης
2.4. Παλμογράφος
2.5. Αναλυτής καυσαερίων
2.6. Ειδικοί τύποι οργάνων και συσκευών μέτρησης
2.7. Συσκευή εξόδου σημάτων (breakout box)

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναγνωρίζετε τα όργανα και τις συσκευές μετρήσεων και ελέγχου, που χρησιμοποιούνται στο διαγνωστικό έλεγχο του αυτοκινήτου.**
- **Περιγράφετε την κατασκευή, τη λειτουργία, τις ιδιότητες, τον τρόπο σύνδεσης και τη χρήση των οργάνων και συσκευών μετρήσεων.**
- **Αναφέρετε τα μέτρα προστασίας των οργάνων και των συσκευών σε συνδυασμό με τον τρόπο λειτουργίας του μικροϋπολογιστή.**
- **Περιγράφετε τη μορφή και τον τρόπο ανάγνωσης των ενδείξεων των διάφορων τύπων οργάνων και συσκευών μετρήσεων και ελέγχου.**
- **Αξιολογείτε τις τιμές των μετρήσεων και των γραφικών παραστάσεων για να κάνετε διάγνωση των συνηθισμένων βλαβών στο αυτοκίνητο.**

ΓΕΝΙΚΑ

Η μέτρηση με την ευρεία της έννοια εμφανίστηκε ως μια ανάγκη του ανθρώπου από τα πρώτα βήματα της ανάπτυξης και της εξέλιξης του ανθρώπινου πολιτισμού. Πολλά ζωτικά καθημερινά προβλήματα του ανθρώπου βρήκαν τη λύση τους με την ανάπτυξη και βελτίωση των συστημάτων μέτρησης .

Σήμερα, που ο έλεγχος κυριαρχεί σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, τα όργανα και τα συστήματα μετρήσεων είναι θεμελιώδη στοιχεία στις δοκιμές, την έρευνα, τις κατασκευές, την καθημερινή χρήση και έλεγχο των προϊόντων, γιατί είναι αυτονόητο ότι **δεν υπάρχει έλεγχος χωρίς μέτρηση.** Με τη θεαματική εξέλιξη της τεχνολογίας των οργάνων και των συσκευών μέτρησης, που οφείλεται στην ανάπτυξη της βιομηχανίας και τις απαιτήσεις των στρατιωτικών, ιατρικών και διαστημικών εφαρμογών του σύγχρονου πολιτισμού, η χρήση των μετρήσεων έχει επεκταθεί σήμερα και στη διάγνωση των βλαβών του σύγχρονου αυτοκινήτου.

2.1. Είδη και ιδιότητες οργάνων και συσκευών

2.1.1. Είδη οργάνων και συσκευών μέτρησης

Οι ανάγκες της καθημερινής ζωής οδήγησαν στη γέννηση και την ανάπτυξη της έννοιας των μετρήσεων. Στα πρώτα αυτοκίνητα συναντάμε μόνο μηχανικά, υδραυλικά και ηλεκτρικά λειτουργικά συστήματα, που απαιτούν όργανα και συσκευές μέτρησης των αντίστοιχων μεγεθών, όπως: ταχύτητα, ροπή, πίεση,

τάση και ένταση ηλεκτρικού ρεύματος. Ως προϊόν ανεπιθύμητης απώλειας ενέργειας, η θερμοκρασία παίζει πάντοτε ένα πρωταγωνιστικό ρόλο στα μετρούμενα μεγέθη.

Από τη δεκαετία όμως του 1970 με τη διαρκώς αυξανόμενη εισαγωγή ηλεκτρονικών λειτουργικών συστημάτων και την προσπάθεια βελτίωσης της συμπεριφοράς του αυτοκινήτου, τα μετρούμενα μεγέθη αυξήθηκαν σχεδόν κατακόρυφα. Ο αριθμός των αισθητήρων που χρησιμοποιούν τα σύγχρονα αυτοκίνητα για να μετρούν διάφορα μεγέθη, όπως θα εξετάσουμε αναλυτικά σε επόμενη ενότητα, φανερώνει τη ραγδαία αύξηση του αριθμού των μετρούμενων μεγεθών.

Τι σημαίνει όμως στην πράξη η διεξαγωγή μιας μέτρησης και ποιος είναι τελικά ο ρόλος και ο σκοπός της μέτρησης;

- **Μέτρηση** είναι η σύγκριση μιας ποσότητας ενός φυσικού μεγέθους με μια όμοια ποσότητα, που έχει οριστεί ως μονάδα. Το αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης είναι μια αριθμητική τιμή, δηλαδή:

Ποσότητα φυσικού μεγέθους = Αριθμητική τιμή x Μονάδα μέτρησης

- Ο ρόλος της μέτρησης είναι ο **έλεγχος** του μετρούμενου μεγέθους, που γίνεται με σύγκριση της αριθμητικής τιμής που μετρήθηκε, με την αναμενόμενη ή τυποποιημένη τιμή από κάποιο πρότυπο. Ο έλεγχος αυτός γίνεται συνήθως με σκοπό τη διάγνωση και αποκατάσταση των βλαβών και έχει θεραπευτικό αλλά, πολλές φορές, και προληπτικό χαρακτήρα.

Για τις απαιτούμενες μετρήσεις των διαφόρων μεγεθών στο σύγχρονο αυτοκίνητο χρησιμοποιείται ένα πλήθος κλασικών οργάνων και συσκευών μέτρησης **γενικής χρήσης,** όπως:

- το πολύμετρο.
- το θερμόμετρο.
- το πιεσόμετρο.
- ο παλμογράφος.

Παράλληλα έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται πολλά ειδικά όργανα και συσκευές μέτρησης, όπως:

- Ο αναλυτής καυσαερίων.
- Το στροβοσκοπικό φως χρονισμού.
- Ο μετρητής του λόγου (λ) του καυσίμου μείγματος.
- Ειδικά όργανα ελέγχου λειτουργίας εξαρτημάτων (σχήμα 2.1).
- Τα συγκροτήματα μέτρησης ροπής κινητήρα, ευθυγράμμισης και ζυγοστάθμισης τροχών, ελέγχου φρένων, αμορτισέρ και οργάνων ταμπλό, ελέγχου και ρύθμισης φώτων προβολέων κλπ.

Σχήμα 2.1: *Ειδικά όργανα ελέγχου της λειτουργίας εξαρτημάτων του σύγχρονου αυτοκινήτου.*

Τα όργανα και οι συσκευές μέτρησης ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με κάποιο **κριτήριο,** όπως:

- **Αναλογικά,** όταν έχουν συνεχώς μεταβαλλόμενη ένδειξη.
- **Ψηφιακά,** όταν έχουν ένδειξη μεταβαλλόμενη με μικρά βήματα.
- **Επαφής,** όταν έρχονται σε επαφή με το μέγεθος, που μετρούν.
- **Μη επαφής,** όταν δεν έρχονται σε επαφή με το μέγεθος, που μετρούν.
- **Ενδεικτικά,** όταν έχουν ένδειξη, μόνον όταν λειτουργούν.
- **Καταγραφικά,** όταν αποτυπώνουν σε χαρτί τις μετρούμενες ενδείξεις.
- **Ενεργά,** όταν απαιτούν πηγή ενέργειας για τη λειτουργία τους.
- **Παθητικά,** όταν δεν απαιτούν πηγή ενέργειας για τη λειτουργία τους.

Τέλος, ως προς την αρχή λειτουργίας τους, τα όργανα διακρίνονται σε:

ηλεκτρομαγνητικά, επαγωγικά, μηχανικά, θερμικά, ηλεκτροχημικά, φωτεινά και όργανα άλλων ειδικών κατηγοριών π.χ. παλμογράφοι.

2.1.2. Ιδιότητες οργάνων και συσκεών μέτρησης

Κάθε φορά που κάνουμε μια μέτρηση, καταλήγουμε σε μια αριθμητική τιμή για το μετρούμενο μέγεθος, που λέγεται **μετρούμενη τιμή X_{μ}.** Η τιμή αυτή συνήθως διαφέρει από την **πραγματική τιμή X_{π}** του μεγέθους. Η απόκλιση μεταξύ πραγματικής και μετρούμενης τιμής είναι το **απόλυτο σφάλμα** της μέτρησης. Για να είναι όμως συγκρίσιμα δυο διαφορετικά απόλυτα σφάλματα, πρέπει να γίνει αναγωγή των σφαλμάτων ως προς την πραγματική τιμή των μετρούμενων μεγεθών. Με τον τρόπο αυτό ορίζεται το **σχετικό σφάλμα** της μέτρησης και εκφράζεται σε ποσοστό %, δηλαδή:

Σχετικό σφάλμα μέτρησης :

$$\delta\,\% = \frac{\div X_{\pi} - X_{\mu} \div}{X_{\pi}} \times 100$$

Το σφάλμα που κάνει ένα όργανο μέτρησης είναι ένας σημαντικός παράγοντας αξιοπιστίας και εμπιστοσύνης στη μετρούμενη τιμή. Για την κάλυψη όμως των αναγκών μας σε όργανα μέτρησης, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε και άλλες ιδιότητες των οργάνων και συσκευών μέτρησης για να μπορούμε να κάνουμε τις καλύτερες επιλογές αγοράς.

Τέτοιες **ιδιότητες** των οργάνων και συσκευών μέτρησης είναι:

- **η κλάση** (G) του οργάνου

Κλάση λέγεται το μεγαλύτερο σχετικό σφάλμα που είναι δυνατόν να παρουσιάσει ένα όργανο σύμφωνα με τον κατασκευαστή του στους 20 oC, ως προς το μέγιστο (τέλος) της κλίμακάς του, δηλαδή:

Κλάση οργάνου :

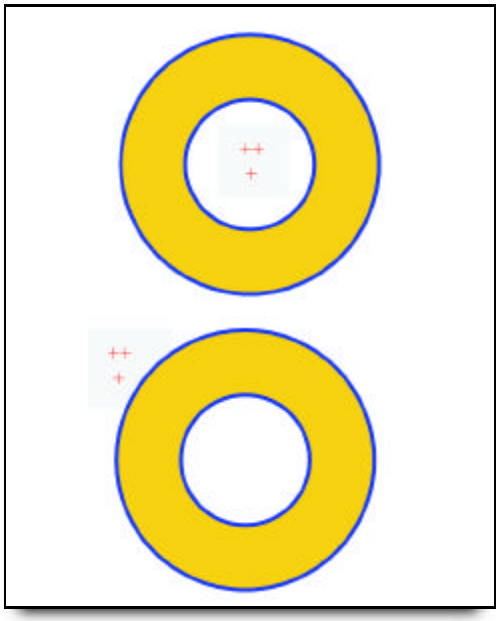
$$G\,\% = \frac{\max \div X_{\pi} - X_{\mu} \div}{X_{\text{τέλος κλίμακας}}} \times 100$$

Τα όργανα του εμπορίου είναι διεθνώς ταξινομημένα σε εννέα κλάσεις, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 2.1. Η κλάση συνήθως αναγράφεται πάνω

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΚΛΑΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ (G %)								
0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	1	1.5	2.5	5

στην κλίμακα του οργάνου ως αριθμός π.χ 1 και προφανώς, όσο μικρότερη είναι η κλάση τόσο καλύτερο είναι το όργανο.

- Η **ακρίβεια** (A) και η **επαναληψιμότητα** (R) του οργάνου



Σχήμα 2.2: Ακρίβεια και επαναληψιμότητα του οργάνου.

Αν φανταστούμε, ότι η μέτρηση είναι ένας στόχος, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2, τότε ακρίβεια λέγεται η μικρή απόκλιση από το στόχο. Έτσι η ακρίβεια είναι το αντίστροφο του σχετικού σφάλματος: A = 1 / δ.

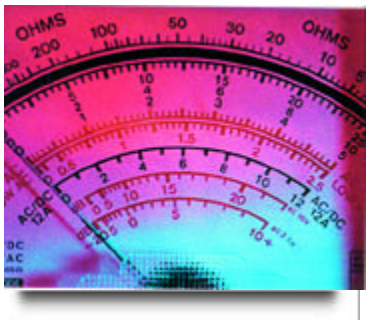
Επαναληψιμότητα είναι η ικανότητα του οργάνου να δείχνει περίπου την ίδια τιμή μέτρησης, όσες φορές και αν μετρήσουμε το ίδιο μέγεθος, άσχετα αν η μετρούμενη τιμή είναι κοντά στον στόχο της μέτρησης.

- Η **ευαισθησία** (S) του οργάνου

Ευαισθησία ενός οργάνου λέγεται το πηλίκο της μεταβολής της εξόδου του οργάνου ως προς μια μικρή μεταβολή της εισόδου του. Η μεταβολή αυτή θεωρείται ότι γίνεται από κάποια θέση ισορροπίας και βέβαια γίνεται αντιληπτή μόνο από όργανα, που έχουν πολύ μεγάλη ευαισθησία.

- Ο **βαθμός ανάλυσης της κλίμακας** του οργάνου (r)

Σχήμα 2.3: Ευαισθησία του οργάνου.



Σχήμα 2.4: Ανάλυση κλίμακας μέτρησης.

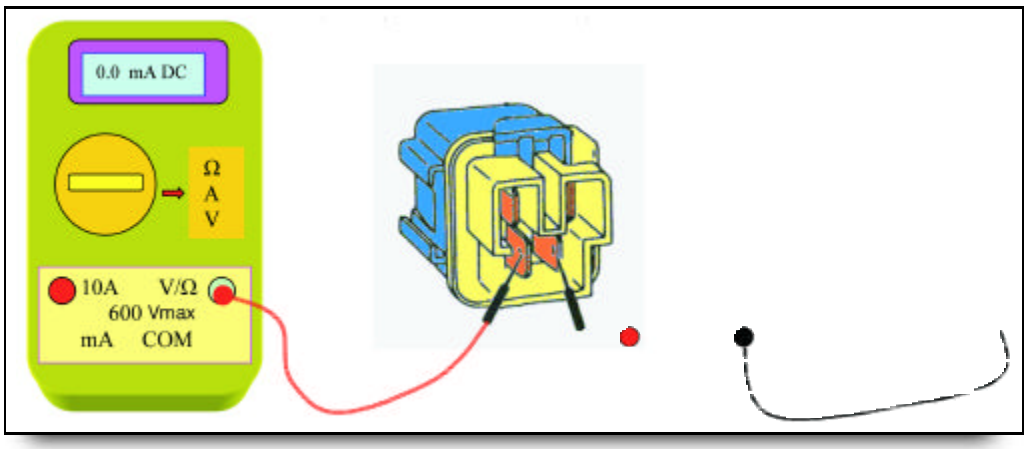
Η κατασκευαστική δυνατότητα διαχωρισμού των ενδείξεων της κλίμακας σε μικρότερες υποδιαιρέσεις, που βοηθάει στη μείωση του σφάλματος μέτρησης, καθορίζει το βαθμό ανάλυσης της κλίμακας (σχήμα 2.4).

2.1.3. Προστασία οργάνων και συσκευών μέτρησης

Τα όργανα και οι συσκευές μέτρησης αποτελούνται από ευαίσθητα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα με αποτέλεσμα να κινδυνεύουν να καταστραφούν κατά τη στιγμή της σύνδεσής τους στο κύκλωμα, αλλά και κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Έτσι είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε και να ακολουθούμε τα μέτρα προστασίας των οργάνων και των συσκευών μέτρησης. Εκτός από τα **γενικά** μέτρα προστασίας, που αναφέρονται πιο κάτω, για κάθε όργανο ή συσκευή υπάρχουν και **ειδικά** μέτρα προστασίας, τα οποία πρέπει να γνωρίζουμε πριν από τη χρήση τους διαβάζοντας το βιβλίο του κατασκευαστή τους.

Γενικά μέτρα προστασίας οργάνων και συσκευών μέτρησης:

- Βασική προϋπόθεση μέτρησης είναι η επιλογή του σωστού τύπου οργάνου και της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται συχνά στα πολύμετρα (σχήμα 2.5), όπου έχοντας επιλέξει το όργανο π.χ ως αμπερόμετρο, επιχειρούμε να μετρήσουμε ένα διαφορετικό μέγεθος. Όσον αφορά την επιλογή κλίμακας καλό είναι να ξεκινάμε τη μέτρηση με τη μεγαλύτερη δυνατή κλίμακα, αν δε γνωρίζουμε περίπου την τάξη τού προς μέτρηση μεγέθους. Ελέγχουμε τέλος και τη συνδεσμολογία του οργάνου.

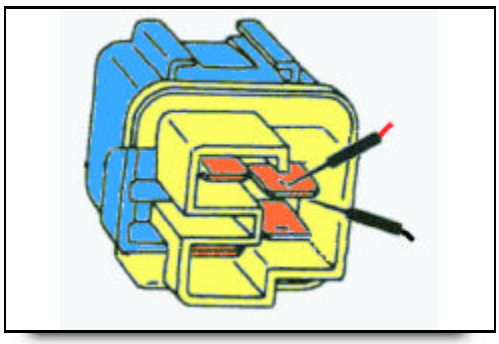


Σχήμα 2.5: Επιλογή τύπου, κλίμακας και συνδεσμολογία οργάνου.

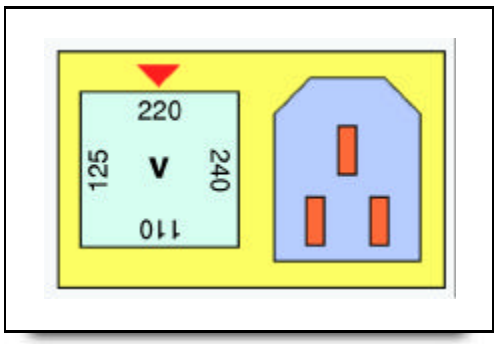
- Δεν επιχειρούμε ποτέ να μετρήσουμε μεγέθη, που ξεπερνούν σε τιμή το μέγιστο της κλίμακας ενός οργάνου ή συσκευής μέτρησης.
- Όπως κάθε ηλεκτρικό κύκλωμα, έτσι και τα όργανα ή οι συσκευές μέτρησης που περιέχουν ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά κυκλώματα πάντα προστατεύονται από μεγάλα ρεύματα με κατάλληλες τηκτές ασφάλειες ή τηκτούς συνδέσμους και ασφαλειοδιακόπτες μικρής αντίστασης. Τα ψηφιακά όργανα συνήθως έχουν αυτοπροστασία από βραχυκύκλωμα.
- Πριν αντικαταστήσουμε στο όργανο μια καμένη ασφάλεια ή σύνδεσμο και πριν επαναφέρουμε τον ασφαλειοδιακόπτη στη θέση του, πρέπει να εντοπίσουμε και να διορθώσουμε το πρόβλημα του κυκλώματος στο οποίο γίνεται η μέτρηση.
- Όταν ένα όργανο ή συσκευή μέτρησης παρεμβάλλεται στο μετρούμενο κύκλωμα, τότε η σύνδεση και η αποσύνδεσή του γίνονται πάντοτε με προσωρινή διακοπή της πηγής τροφοδοσίας του κυκλώματος.
- Πρέπει να αποφεύγεται η τυχαία βραχυκύκλωση των ακροδεκτών μέτρησης, όπως δείχνει το σχήμα 2.6, γιατί το βραχυκύκλωμα αυτό προκαλεί μεγάλη ένταση ρεύματος και βλάβη όχι μόνο στο όργανο αλλά και στο μικροϋπολογιστή του αυτοκινήτου.

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη σύνδεση του πολυμέτρου σε ακροδέκτες αισθητήρων, ρελέ κλπ, που βρίσκονται σε τάση την οποία θέλουμε να μετρήσουμε.

- Τα όργανα και οι συσκευές μέτρησης πρέπει να προστατεύονται από διαφορες εξωτερικές επιδράσεις του περιβάλλοντος της μέτρησης, όπως: ξένα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, υψηλή θερμοκρασία, πίεση, θόρυβος, ταλαντώσεις και στατικός ηλεκτρισμός.
- Σε συσκευές που τροφοδοτούνται από την ηλεκτρική εγκατάσταση ενός χώρου, ελέγχουμε πάντα την τάση τροφοδοσίας του δικτύου και τον ρυθμιστικό επιλογέα τάσης του μετασχηματιστή τροφοδοσίας της συσκευής, όπως στο σχήμα 2.7.



Σχήμα 2.6: *Βραχυκύκλωση ακροδεκτών.*



Σχήμα 2.7: *Ρύθμιση του επιλογέα τάσης τροφοδοσίας της συσκευής.*

2.2. Πολύμετρο

Ένα πολύμετρο χρησιμοποιείται για να κάνει μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών, όπως είναι η μέτρηση συνεχούς (DC) και εναλλασσόμενης (AC) τάσης, η μέτρηση συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος και η ωμική αντίσταση. Ονομάζεται πολύμετρο γιατί συνδυάζει τις λειτουργίες του βολτομέτρου, του αμπερομέτρου και του ωμομέτρου. Τα περισσότερα πολύμετρα διαθέτουν όμως και άλλες χρήσιμες λειτουργίες, όπως είναι ο έλεγχος διόδου και ο ηχητικός έλεγχος συνέχειας ενός αγωγού.

Υπάρχουν δυο κατηγορίες πολυμέτρων.Τα αναλογικά πολύμετρα που χαρακτηρίζονται από τη βελόνα ένδειξης, και τα ψηφιακά πολύμετρα των οποίων η ένδειξη διαβάζεται σε μια οθόνη. Στην επόμενη παράγραφο θα εξηγήσουμε πώς λειτουργεί ένα αναλογικό και πώς ένα ψηφιακό όργανο.

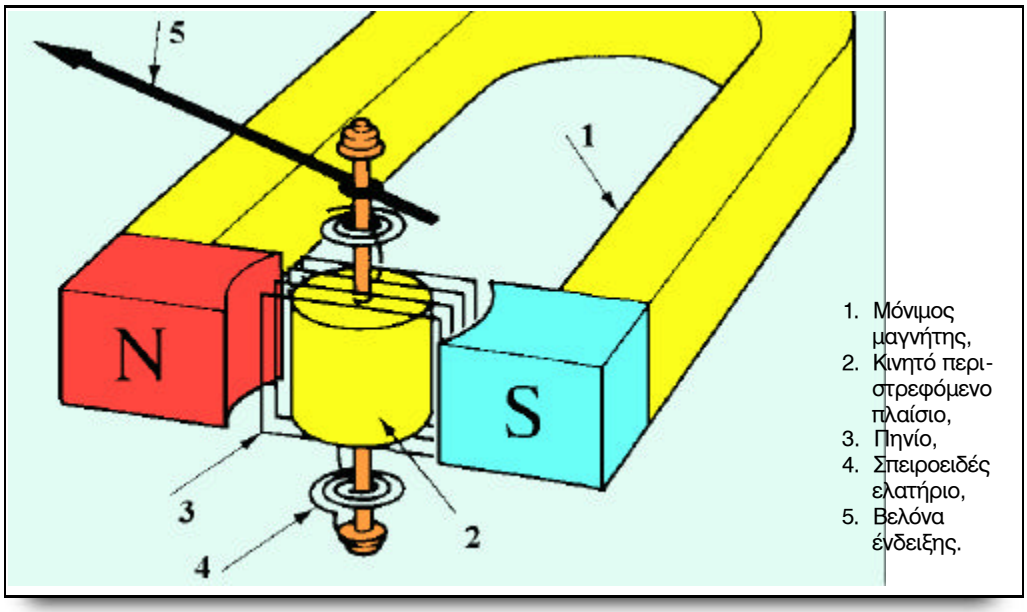
2.2.1. Λειτουργία αναλογικών και ψηφιακών οργάνων

- Το **αναλογικό πολύμετρο**

Το αναλογικό πολύμετρο είναι ουσιαστικά ένας μετρητής συνεχούς ρεύματος. Χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό **κινητού πηνίου,** που φαίνεται στο σχήμα 2.8. Ο ηλεκτρομαγνητικός αυτός μηχανισμός λειτουργεί ως εξής:

Ένα πηνίο, που είναι τυλιγμένο πάνω σε ένα ελαφρύ περιστρεφόμενο κινητό πλαίσιο, βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ενός μόνιμου μαγνήτη. Το πηνίο συνδέεται εν σειρά στο μετρούμενο κύκλωμα και η σύνδεσή του γίνεται με τη βοήθεια δυο μαλακών σπειροειδών ελατηρίων, ενώ πάνω στον άξονα του κινητού πλαισίου βρίσκεται στερεωμένη και η βελόνα ένδειξης που κινείται πάνω στην κλίμακα μέτρησης.

Όταν το πηνίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, αναπτύσσονται πάνω στους



Σχήμα 2.8: Αναλογικό πολύμετρο κινητού πηνίου.

κατακόρυφους αγωγούς του πηνίου δυνάμεις Laplace, επειδή οι αγωγοί που διαρρέονται από ρεύμα βρίσκονται μέσα σε μόνιμο μαγνητικό πεδίο. Το άθροισμα των δυνάμεων Laplace δημιουργεί **ροπή** περιστροφής, που αναγκάζει το κινητό περιστρεφόμενο πλαίσιο με τον άξονά του και τη βελόνα ένδειξης να περιστραφούν **ανάλογα** με την ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το πηνίο. Το κινητό σύστημα ισορροπεί με τη βοήθεια των δυο σπειροειδών ελατηρίων.

Ο μηχανισμός κινητού πηνίου χρησιμοποιεί έτσι τα ηλεκτρομαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος για να μετρήσει το ρεύμα, που διαρρέει τις σπείρες του πηνίου. Με κατάλληλα κυκλώματα μπορούμε να μετρήσουμε με τον ίδιο μηχανισμό ισχυρά ρεύματα και τάσεις συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος, καθώς και ωμικές αντιστάσεις.

- **Ψηφιακό πολύμετρο**

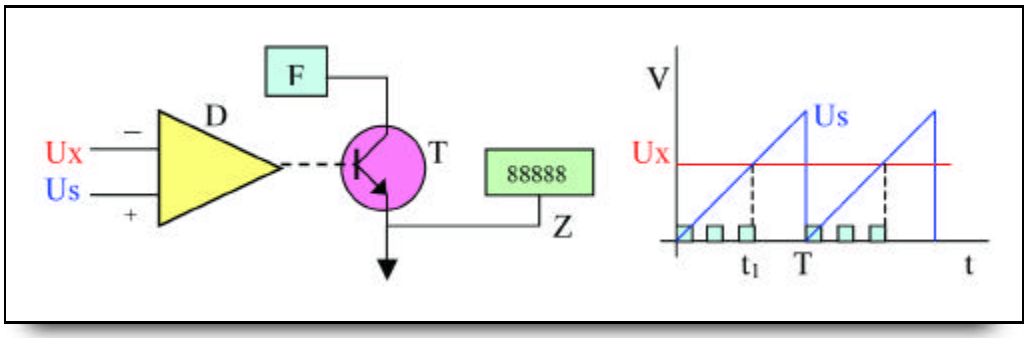
Το ψηφιακό πολύμετρο είναι ουσιαστικά ένας συγκριτής τάσεων και χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα σύγκρισης τάσεων (D), που είναι γνωστό ως τελεστικός ενισχυτής, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.9.

Ένα τμήμα της μετρούμενης τάσης U_x συγκρίνεται με μια γνωστή πριονωτή τάση U_s, που παράγει το ίδιο το όργανο. Όσο χρόνο t_1 διαρκεί η σύγκριση, οι παλμοί από τη γεννήτρια τετραγωνικών παλμών (F) περνούν από το τρανζίστορ (T) και στη συνέχεια καταγράφονται με τη βοήθεια ενός καταχωρητή - αθροιστή - κωδικοποιητή (Z).

Μόλις η τιμή της πριονωτής τάσης γίνει ίση με την τιμή της άγνωστης τάσης, δηλαδή $U_s = U_x$, το τρανζίστορ (T) διακόπτει το πέρασμα των τετραγωνικών παλμών. Ο αριθμός των παλμών που πέρασαν στο χρόνο t_1 είναι ανάλογος της άγνωστης τάσης U_x. Με τον τρόπο αυτό ο αριθμός των

παλμών κωδικοποιείται και εμφανίζεται στην οθόνη ως τάση U_x.

Ο αναλογικός - ψηφιακός μετατροπέας χρησιμοποιεί έτσι το κύκλωμα ενός συγκριτή τάσης για να μετρήσει την άγνωστη τάση που εφαρμόζεται σε μία από τις εισόδους του. Με κατάλληλα κυκλώματα μπορούμε να μετρήσουμε με τον ίδιο μετατροπέα ισχυρά ρεύματα και τάσεις συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος, καθώς και ωμικές αντιστάσεις.



Σχήμα 2.9 : Αναλογικός - ψηφιακός μετατροπέας ψηφιακού οργάνου.

2.2.2. Μετρήσεις με πολύμετρο

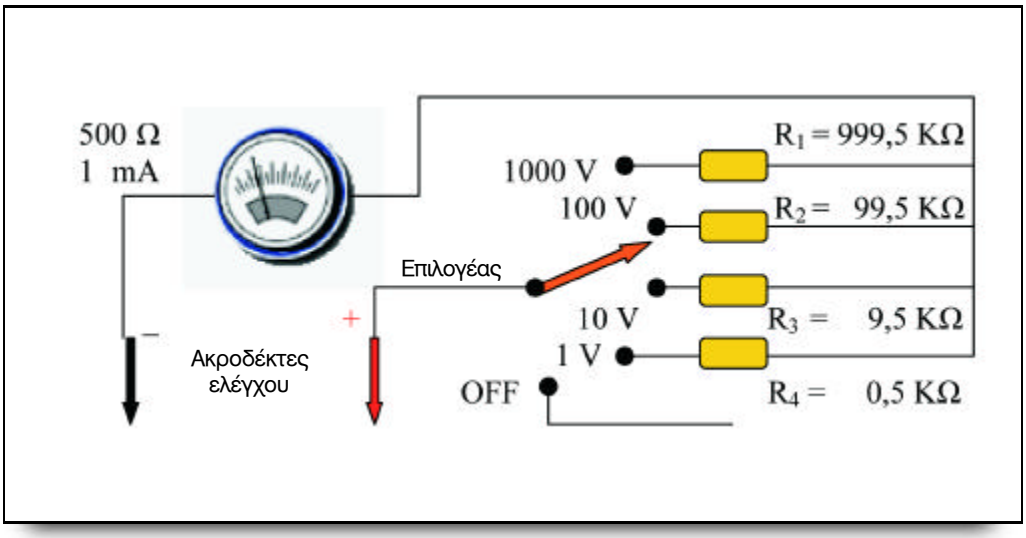
Ο μηχανισμός κινητού πηνίου που έχουν τα αναλογικά πολύμετρα, μετρά μόνον ασθενικά συνεχή (DC) ρεύματα με μέγιστη τιμή 1 mA, αφού σταθερή δύναμη Laplace αναπτύσσεται μόνο στο συνεχές ρεύμα. Για να μετρήσουμε μεγαλύτερα ρεύματα χρησιμοποιούμε διαιρέτες ρεύματος με μικρές αντιστάσεις βραχυκύκλωσης, μετρώντας στο μηχανισμό κινητού πηνίου μόνον ένα ποσοστό του κυρίως ρεύματος και βαθμονομώντας την κλίμακα σε κατάλληλες υποδιαιρέσεις.

Για τη μέτρηση τάσεων μετατρέπουμε τις τάσεις σε ρεύματα με τη χρήση κατάλληλων αντιστάσεων σύμφωνα με τον νόμο του Ohm, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 2.10.

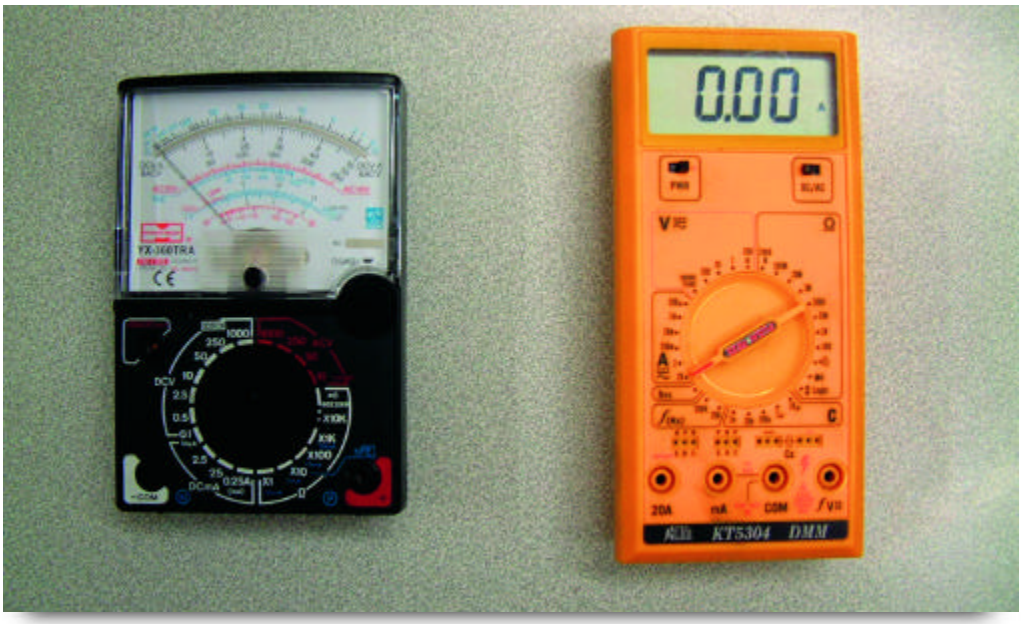
Για τη μέτρηση αντιστάσεων μετράμε πάλι το ρεύμα που προκαλείται σε ένα κύκλωμα, γνωρίζοντας ότι το ρεύμα είναι αντιστρόφως ανάλογο προς την αντίσταση, δηλαδή μια μεγάλη αντίσταση θα προκαλέσει ένα μικρό ρεύμα στο κύκλωμα. Τέλος για τη μέτρηση εναλλασσομένων ρευμάτων και τάσεων χρησιμοποιούνται ανορθωτικές διατάξεις.

Παρόμοια κυκλώματα συνδυάζονται και με τον αναλογικό - ψηφιακό μετατροπέα τάσης ο οποίος μετρά μόνο μικρές συνεχείς (DC) τάσεις, επειδή χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα σύγκρισης τάσης. Τα αναλογικά και ψηφιακά πολύμετρα, όπως αυτά του σχήματος 2.11, έχουν πολλές εφαρμογές σε μετρήσεις ηλεκτρικών αλλά και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του αυτοκινήτου. Τα αναλογικά χρησιμοποιούνται κυρίως όταν μας ενδιαφέρει η ανίχνευση ενός μεγέθους, ενώ τα ψηφιακά όταν μας ενδιαφέρει με ακρίβεια και η τιμή μέτρησης του μεγέθους.

Για τη μέτρηση ενός μεγέθους με πολύμετρο γίνεται πρώτα η επιλογή του σωστού τύπου οργάνου και της κατάλληλης κλίμακας μέτρησης. Στη συνέχεια, γίνεται η σύνδεση των βυσμάτων των δυο ακροδεκτών ελέγχου στους κατάλ-



Σχήμα 2.10: Κύκλωμα μέτρησης τάσεων με επιλογή κλίμακας.



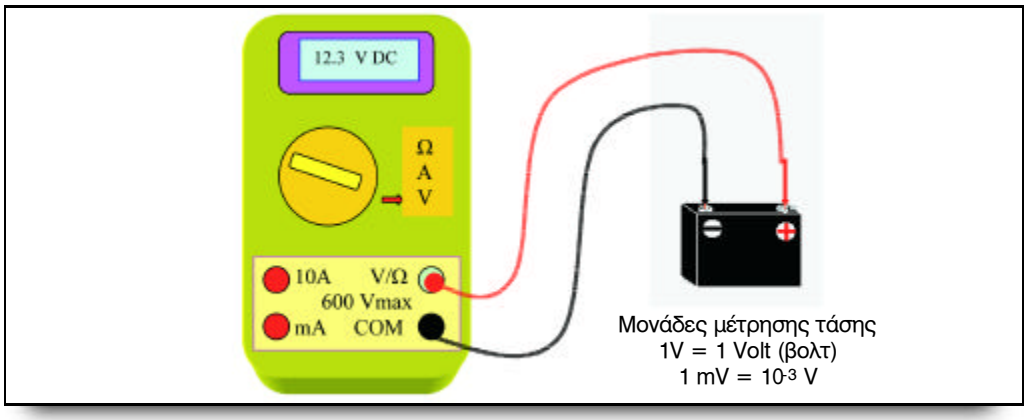
Σχήμα 2.11: *Αναλογικό και ψηφιακό πολύμετρο.*

ληλους υποδοχείς γείωσης (μαύρο) και V, A, Ω (κόκκινο), καθώς και η μέτρηση, ανάλογα με το είδος του μεγέθους μέτρησης και την ενεργοποίηση διάφορων λειτουργιών π.χ. αυτόματη αλλαγή κλίμακας. Σε κάθε περίπτωση προσέχουμε έτσι, ώστε τα δάκτυλά μας να μην έρθουν σε επαφή με τους ακροδέκτες ελέγχου.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα μετρήσεων με πολύμετρο.

- Μέτρηση **τάσης** με πολύμετρο

Η μέτρηση τάσης με πολύμετρο γίνεται συνδέοντας το βολτόμετρο του πολυμέτρου πάντοτε **παράλληλα** προς τη μετρούμενη τάση (σχήμα 2.12).



Σχήμα 2.12: *Μέτρηση τάσης μπαταρίας με πολύμετρο.*

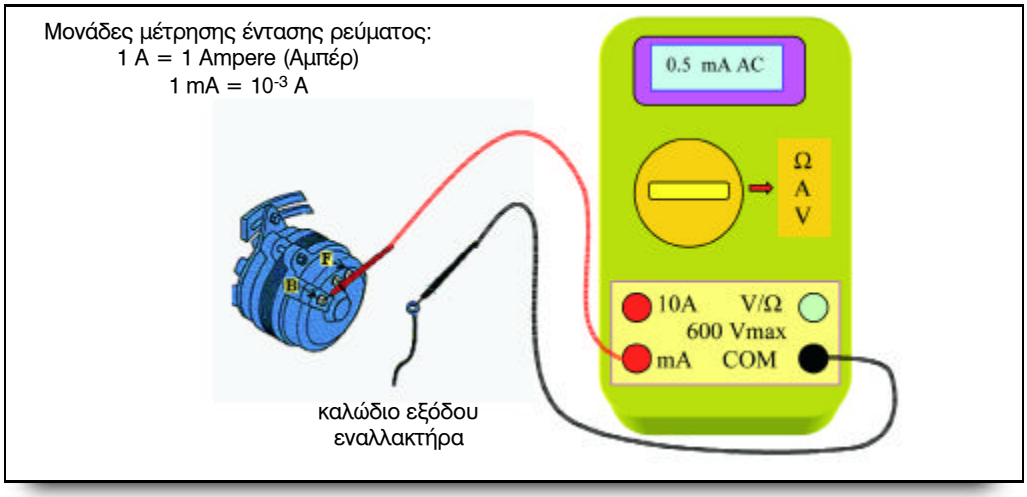
Εκτός από τη μέτρηση τάσης της μπαταρίας, άλλες μετρήσεις τάσης με πολύμετρο γίνονται στον εναλλακτήρα, σε αισθητήρες, ρελέ, σωληνοειδείς βαλβίδες, ρυθμιστές, κινητήρες και σε άλλα ενδιάμεσα σημεία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Κατά τη μέτρηση μιας εναλλασσόμενης τάσης το πολύμετρο δείχνει πάντα την ενεργό τιμή της τάσης.

Σχήμα 2.13: *Αμπερόμετρο με επαγωγική τσιμπίδα μέτρησης.*

- Μέτρηση **έντασης ρεύματος** με πολύμετρο ή επαγωγικό αμπερόμετρο

Η μέτρηση έντασης ρεύματος με πολύμετρο γίνεται συνδέοντας το αμπερόμετρο του πολυμέτρου πάντοτε εν σειρά στο κύκλωμα. Όταν όμως το ρεύμα είναι μεγαλύτερο από 10 A ή όταν δεν είναι δυνατή η διακοπή του κυκλώματος για την παρεμβολή του αμπερομέτρου, χρησιμοποιείται το ειδικό επαγωγικό αμπερόμετρο με τσιμπίδα αντί για ακροδέκτες ελέγχου. Ο αγωγός αγκαλιάζεται από την αμπεροτσιμπίδα, όπως δείχνει το σχήμα 2.13, και το όργανο μετράει την τάση που επάγεται στην αμπεροτσιμπίδα από το ρεύμα του αγωγού. Η επαγόμενη τάση μετατρέπεται ύστερα σε ένταση ρεύματος.

Η μέτρηση της έντασης του ρεύματος με αμπερόμετρο τσιμπίδας εφαρμόζεται στη μέτρηση του ρεύματος εκκίνησης του κινητήρα για τον έλεγχο του εκκινητή (μίζα), στη μέτρηση του ρεύματος φόρτισης της μπαταρίας από τον εναλλακτήρα ή τη γεννήτρια φόρτισης και στη μέτρηση του ρεύματος ανάφλεξης στους αναφλεκτήρες (μπουζί).



Σχήμα 2.14: *Μέτρηση ρεύματος διαρροής της διόδου του εναλλακτήρα.*

Στις περιπτώσεις, όπου το αμπερόμετρο παρεμβάλλεται στο κύκλωμα, όπως η μέτρηση του ρεύματος διαρροής της διόδου του εναλλακτήρα, που φαίνεται στο σχήμα 2.14, η σύνδεση του αμπερομέτρου γίνεται πάντα με διακοπή του κυκλώματος, ύστερα από αποσύνδεση της πηγής ενέργειας του κυκλώματος (μπαταρία).

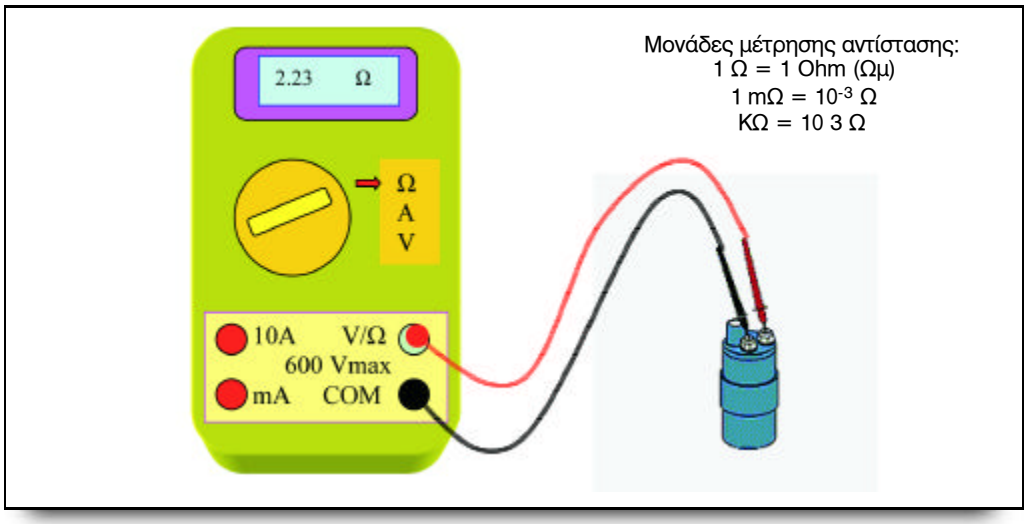
- Μέτρηση **αντίστασης** και **συνέχειας αγωγού** με πολύμετρο

Η μέτρηση ωμικής αντίστασης με πολύμετρο γίνεται, συνδέοντας το ωμόμετρο του πολυμέτρου στα άκρα της αντίστασης της οποίας θέλουμε να μετρήσουμε την τιμή. Σε κάθε όμως περίπτωση, φροντίζουμε πριν από τη μέτρηση να έχουμε αποσυνδέσει την πηγή ενέργειας του κυκλώματος και να έχουμε εκφορτίσει τους πυκνωτές, που βρίσκονται συνδεδεμένοι στο κύκλωμα. Ακόμη προσέχουμε μήπως η αντίσταση είναι συνδεδεμένη εν παραλλήλω με άλλες αντιστάσεις του ίδιου κυκλώματος.

Στο παρακάτω σχήμα 2.15 φαίνεται η μέτρηση της ωμικής αντίστασης του πρωτεύοντος τυλίγματος του πηνίου ανάφλεξης. Η τιμή μιας τέτοιας μέτρησης πρέπει να είναι από δεκάτα του Ohm μέχρι λίγα Ohms. Όμοια η τιμή μέτρησης της ωμικής αντίστασης του δευτερεύοντος τυλίγματος του πηνίου ανάφλεξης πρέπει να είναι περίπου 8 - 10 ΚΩ ή λίγο περισσότερο.

Εκτός από τη μέτρηση της ωμικής αντίστασης των τυλιγμάτων του πηνίου ανάφλεξης, μετράμε συνήθως με πολύμετρο και τις αντιστάσεις των τυλιγμάτων κινητήρων, των πηνίων ρελέ και σωληνοειδών βαλβίδων, τις αντιστάσεις εξαρτημάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων αλλά και τις αντιστάσεις των θερμαντήρων.

Παρόμοια με τη μέτρηση ωμικών αντιστάσεων γίνεται και ο έλεγχος συνέ-



Σχήμα 2.15: *Μέτρηση της ωμικής αντίστασης του πρωτεύοντος τυλίγματος του πηνίου ανάφλεξης.*

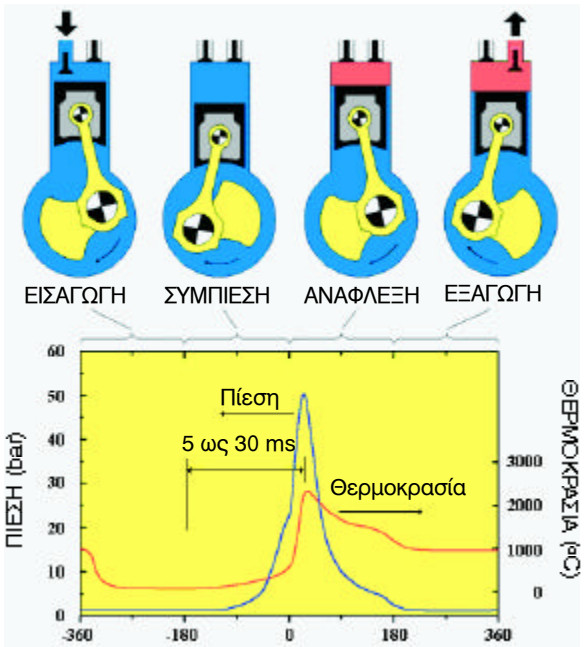
χειας της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ δυο σημείων κυκλώματος. Επιλέγεται η λειτουργία του **βομβητή,** ο οποίος εκπέμπει ένα ηχητικό σήμα, αν η αντίσταση μεταξύ των δυο σημείων είναι μέχρι 210 Ohms.

- **Έλεγχος ηλεκτρονικών εξαρτημάτων**

Με ένα πολύμετρο μπορεί ακόμη να γίνει έλεγχος διόδων ανόρθωσης, τρανζίστορ επαφής και άλλων ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, αφού πρώτα συμβουλευτούμε τις οδηγίες του κατασκευαστή του πολυμέτρου.

2.3. Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας και πίεσης

Η θερμοκρασία και η πίεση είναι δυο μεγέθη, που χαρακτηρίζουν τη λειτουργία πολλών συστημάτων του αυτοκινήτου. Γνωρίζοντας κάποιος τις κανονικές τιμές τους στα διάφορα λειτουργικά συστήματα, μπορεί να βγάλει πολύτιμα συμπεράσματα για τη διάγνωση βλαβών. Οι τιμές της θερμοκρασίας και της πίεσης των θαλάμων καύσης για παράδειγμα, όπως φαίνονται και στο σχήμα 2.16, μας πληροφορούν για την κατανάλωση του καυσίμου, την απόδοση αλλά και τις εκπομπές ρύπων του κινητήρα.



Σχήμα 2.16: Μεταβολή πίεσης και θερμοκρασίας στο θάλαμο καύσης ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα.

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας και της πίεσης σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου χρησιμοποιούνται απλά αλλά και σύνθετα όργανα μέτρησης, σε πολύ μεγάλη ποικιλία. Η σύγχρονη τεχνολογία έχει προχωρήσει και σε εφαρμογές δύσκολων μετρήσεων, έχοντας ως στόχο τη μείωση του χρόνου μέτρησης και την αύξηση της ακρίβειας στις μετρούμενες τιμές. Οι σωστές μετρήσεις εξαρτώνται κυρίως από τους αισθητήρες που θα γνωρίσουμε σε επόμενη ενότητα, και τις μεθόδους που εφαρμόζονται στη μέτρηση.

2.3.1. Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των σωμάτων χρησιμοποιήθηκε το φαινόμενο της διαστολής σε συνδυασμό με την αύξηση του όγκου των σωμάτων σε στερεά, υγρή και αέρια κατάσταση. Αργότερα, η μεταβολή της αντίστασης των σωμάτων με τη θερμοκρασία και το θερμοηλεκτρικό φαινόμενο χρησιμοποιήθηκαν για την ακριβή μέτρηση της θερμοκρασίας και την κατασκευή ψηφιακών θερμομέτρων. Στη σύγχρονη εποχή όμως, η ταχύτητα και η ακρίβεια της μέτρησης αυτής επιτυγχάνεται με τη χρήση των θερμομέτρων υπερύθρων ακτίνων.

- **Θερμόμετρα διαστολής** (διμεταλλικά και αύξησης όγκου)

Η αύξηση του όγκου σε στερεά, υγρά και αέρια σώματα ανάλογα με τη θερμοκρασία αποτελεί την αρχή της λειτουργίας των θερμομέτρων διαστολής. Ειδικά για τα στερεά σώματα, όπως είναι τα περισσότερα μέταλλα, η αύξηση

Σχήμα 2.17: *Διμεταλλικό θερμόμετρο.*

του όγκου με την αύξηση της θερμοκρασίας μετατρέπεται και σε αύξηση μήκους. Η διαφορετική αύξηση του μήκους δυο διαφορετικών μετάλλων, που βρίσκονται σε στενή επαφή μεταξύ τους, μετατρέπεται σε κάμψη. Η ιδέα αυτή αποτελεί την αρχή της λειτουργίας των διμεταλλικών θερμομέτρων (σχήμα 2.17).

Τα διμεταλλικά θερμόμετρα είναι ανθεκτικά, με περιοχή μέτρησης από τους -40 μέχρι και 550 ^{o}C. Το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους είναι ο πολύ μεγάλος χρόνος που απαιτείται για τη λήψη μιας μέτρησης.

Τα θερμόμετρα με υδράργυρο δεν χρησιμοποιούνται σε μετρήσεις του αυτοκινήτου, γιατί είναι εύθραυστα. Αντίθετα, θερμόμετρα με **διαστολή αερίων** βρίσκουν εφαρμογή, γιατί είναι εύχρηστα, έχουν μεγάλη ανάλυση κλίμακας και η ένδειξή τους βρίσκεται μακρυά από το σημείο μέτρησης.

- **Ψηφιακά θερμόμετρα** (μεταλλικής αντίστασης και θερμίστορ)

Η μεταβολή της αντίστασης των μετάλλων με τη θερμοκρασία, όπως του λευκοχρύσου και του νικελίου, αποτελεί την αρχή της λειτουργίας των ψηφιακών θερμομέτρων. Παρόμοια μεταβολή

Σχήμα 2.18: Ψηφιακό θερμόμετρο.

αντίστασης παρουσιάζουν και οι ημιαγωγοί, με τη διαφορά ότι στους ημιαγωγούς η αντίσταση αυτή μειώνεται με τη αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ στα μέταλλα αυξάνεται. Οι ημιαγωγοί αυτοί είναι γνωστοί και με την ονομασία θερμίστορ. Στη συνέχεια, η μεταβολή αντίστασης μετατρέπεται σε τάση με τη βοήθεια γεφυρών. Τα ψηφιακά θερμόμετρα όπως αυτό του σχήματος 2.18, είναι ανθεκτικά, έχουν αρκετά γρήγορη απόκριση και περιοχή μέτρησης από τους -40 μέχρι και 800 ^{o}C.

- **Θερμόμετρα υπερύθρων ακτίνων**

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των θερμομέτρων με υπέρυθρες ακτίνες (σχήμα 2.19) βρίσκει πάρα πολλές εφαρμογές, γιατί η ταχύτητα μέτρησης, που είναι περίπου 1 δευτερόλεπτο αλλά και η μεγάλη ακρίβεια, που έχουν τα όργανα αυτά, τα κάνει σχεδόν μοναδικά.

Η αλλαγή της θερμοκρασίας ενός σώματος προκαλεί μεταβολή και στο χρώμα του. Σε πολλές χαλυβουργίες έμπειροι τεχνίτες βρίσκουν ακριβώς τη θερμοκρασία πολλών μετάλλων από το χρώμα τους. Η μελέτη του φάσματος των υπερύθρων ακτίνων στη περίπτωση αυτή αποτελεί την αρχή της λειτουργίας των θερμομέτρων με υπέρυθρες α-

Σχήμα 2.19: Μέτρηση της θερμοκρασίας με θερμόμετρο υπερύθρων ακτίνων.

κτίνες, που έχουν περιοχή μέτρησης από τους -20 μέχρι και 1000 ^{o}C.

Τα περισσότερα θερμόμετρα είναι βαθμολογημένα με δυο κλίμακες, αφού για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται κυρίως:

- Η γνωστή μας κλίμακα Κελσίου (^{o}C) και
- Η κλίμακα Φαρενάϊτ (^{o}F).

Μετατροπή: $$\frac{C}{F-32} = \frac{5}{9}$$

Η μέτρηση της θερμοκρασίας, με όποιον τρόπο και αν γίνεται, μπορεί να δώσει πολύτιμες πληροφορίες, η σωστή ερμηνεία των οποίων, μπορεί να οδηγήσει σε **διάγνωση** σημαντικών βλαβών του αυτοκινήτου. Σε κάθε περίπτωση η γνώση των φυσιολογικών τιμών της θερμοκρασίας είναι απαραίτητη, προκειμένου να γίνεται σύγκριση με τη μετρούμενη τιμή. Τα θερμόμετρα υπερύ-

θρων ακτίνων υπερτερούν στις μετρήσεις αυτές, γιατί δεν απαιτούν επαφή με το μετρούμενο σώμα.

Μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών με τη βοήθεια της θερμοκρασίας είναι:

- Μειωμένη θερμοκρασία σε κάποιον κύλινδρο σημαίνει ότι ο κύλινδρος αυτός δεν λειτουργεί, πιθανόν λογω κακού χρονισμού του σπινθήρα.
- Αυξημένη θερμοκρασία στους τροχούς σημαίνει ότι το σύστημα φρένων ή κάποιο ρουλεμάν έχει φθορά ή παραμόρφωση.
- Ανισομερής κατανομή της θερμοκρασίας στο ψυγείο του αυτοκινήτου σημαίνει, ότι κάποιοι σωλήνες κυκλοφορίας νερού έχουν βουλώσει.
- Διατήρηση της ίδιας θερμοκρασίας στον πάνω αγωγό του ψυγείου του αυτοκινήτου λίγη ώρα μετά την εκκίνηση σημαίνει ότι δεν λειτουργεί και δεν έχει ανοίξει ο θερμοστάτης του κινητήρα στους 82 - 85 ^{o}C.
- Διατήρηση της ίδιας θερμοκρασίας στις εξόδους των αεραγωγών μετά την ενεργοποίηση του καλοριφέρ σημαίνει ότι κάποιος αεραγωγός είναι βουλωμένος ή κάποιο διάφραγμα δεν έχει ανοίξει.
- Διατήρηση της θερμοκρασίας του πίσω θερμαινόμενου τζαμιού μετά την ενεργοποίησή του σημαίνει βλάβη στο ηλεκτρικό του κύκλωμα.

2.3.2. Όργανα μέτρησης πίεσης και υποπίεσης

Η πίεση είναι ικανή να προκαλέσει μετακινήσεις και παραμορφώσεις σωμάτων, αφού είναι η δύναμη, που ασκείται στη μονάδα μιας επιφάνειας. Για τις πρώτες μετρήσεις της πίεσης χρησιμοποιήθηκε ένα έμβολο, που συμπιέζει ένα ρυθμισμένο ελατήριο. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ακόμη για τη μέτρηση της πίεσης των ελαστικών του αυτοκινήτου. Άλλες ιδέες για τη μέτρηση της πίεσης χρησιμοποίησαν την παραμόρφωση, που προκαλεί η πίεση σε ελαστικά σώματα, διαφράγματα και σωλήνες.

Στη σύγχρονη εποχή όμως, οι απαιτήσεις της αυτοκινητοβιομηχανίας για μέτρηση της πίεσης σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 500 ^{o}C οδήγησαν στην κατασκευή πιεσομέτρων με την τεχνολογία των πιεζοαντιστάσεων.

Η πίεση, που ασκείται στις επιφάνειες από το βάρος του αέρα της ατμόσφαιρας, λέγεται **ατμοσφαιρική.** Κάθε πίεση, που είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική, λέγεται **υποπίεση.** Όταν η ένδειξη ενός οργάνου περιλαμβάνει και την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης, τότε η πίεση αυτή λέγεται και **απόλυτη,** όπως είναι για παράδειγμα η υποπίεση στην είσοδο της πολλαπλής εισαγωγής. Ένα πιεσόμετρο είναι βαθμονομημένο έτσι ώστε να μετρά πιέσεις. Αντίθετα ένα υποπιεσόμετρο βαθμονομείται έτσι ώστε να μετρά τη διαφορά μιας πίεσης και της πραγματικής πίεσης της ατμόσφαιρας. Με τον τρόπο αυτό η ανάγνωση γίνεται ευκολότερη.

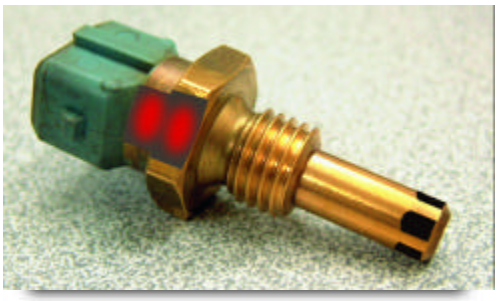
Οι χρησιμοποιούμενες σήμερα μονάδες μέτρησης της πίεσης είναι:

1 Atm = 1,033 Kg/cm^2 = 14,7psi = 1,013 Bar = 76 cmHg = 760Torr

- **Πιεσόμετρα και υποπιεσόμετρα παραμόρφωσης**

Η παραμόρφωση, που προκαλείται σε πολλά ελαστικά σώματα από την επίδραση της πίεσης, αποτελεί την αρχή λειτουργίας των πιεσομέτρων και υποπιεσομέτρων παραμόρφωσης. Τα γνωστά είδη τέτοιων οργάνων λειτουργούν με παραμόρφωση διαφράγματος και παραμόρφωση σωλήνων Bourdon τύπου - C, όπως δείχνει και το σχήμα 2.20.

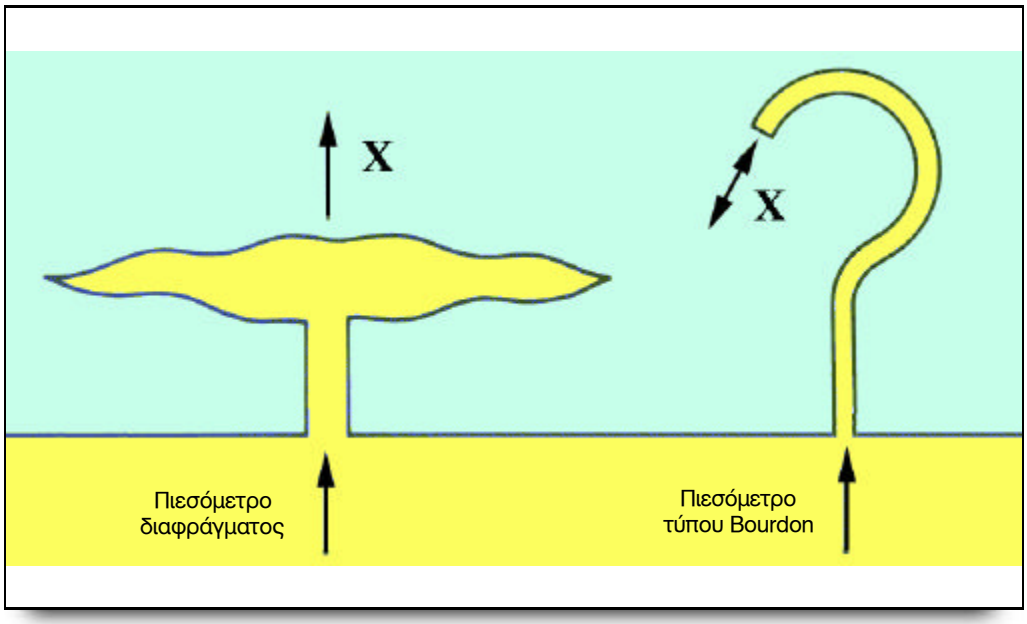
Τα πιεσόμετρα διαφράγματος μετρούν την παραμόρφωση (X) εξαιτίας της πίεσης, ενώ τα πιεσόμετρα και υποπιεσόμετρα Bourdon μετρούν την παραμόρφωση (X) ενός σωλήνα τύπου - C ή άλλου σχήματος. Για μικρές πιέσεις ο σωλήνας αυτός κατασκευάζεται από χαλκό, ενώ για μεγαλύτερες πιέσεις ή μη φιλικό περιβάλλον κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα.



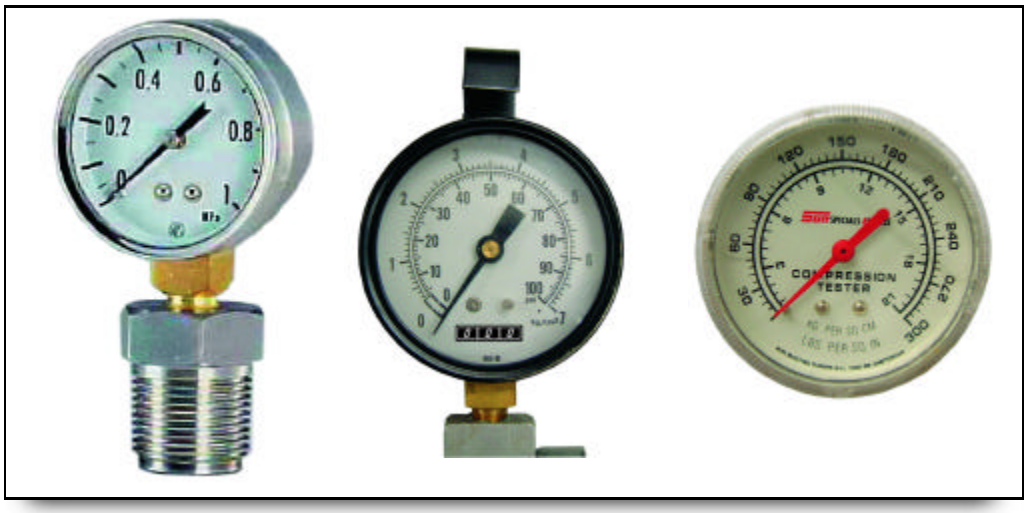
Σχήμα 2.21: Πιεζοαντίσταση, που βιδώνεται στο χώρο, όπου θα μετρηθεί η πίεση.

- **Πιεσόμετρα πιεζοαντίστασης**

Η μεταβολή των πιεζοαντιστάσεων με την ασκούμενη πίεση αποτελεί την αρχή της λειτουργίας των πιεσομέτρων πιεζοαντίστασης. Στη συνέχεια, η μεταβολή της πιεζοαντίστασης μετατρέπεται σε τάση με τη βοήθεια γεφυρών και η ένδειξη αυτών των πιεσομέτρων είναι ψηφιακή. Μια τέτοια πιεζοαντίσταση φαίνεται στο σχήμα 2.21.



Σχήμα 2.20: Πιεσόμετρα διαφράγματος και σωλήνα Bourdon τύπου - C.



Σχήμα 2.22: *Διάφοροι τύποι πιεσομέτρων και υποπιεσομέτρων.*

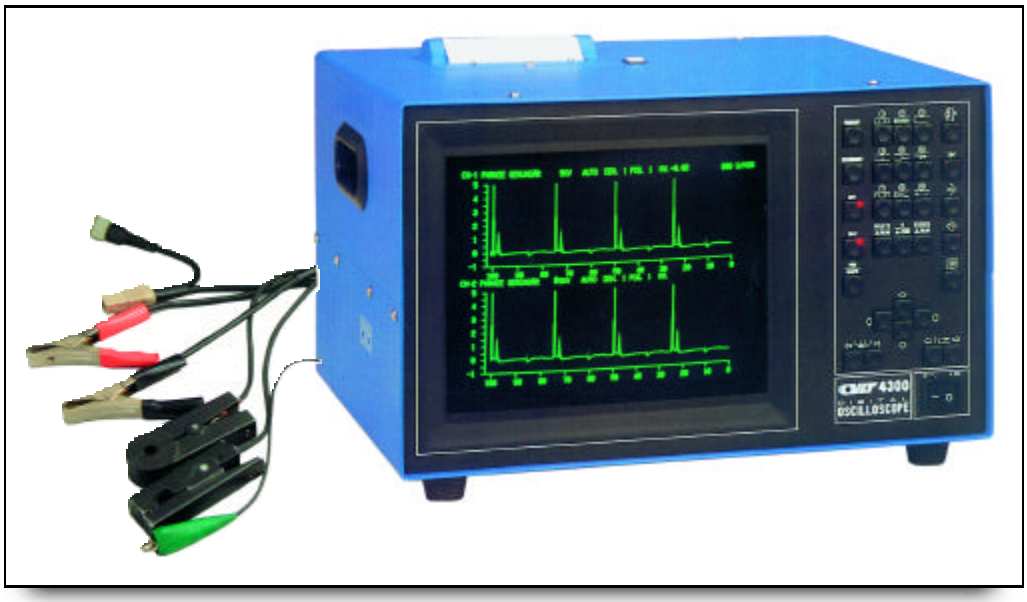
Στο εμπόριο συναντάμε πολύ μεγάλη ποικιλία πιεσομέτρων ψηφιακών, αναλογικών και μικτών, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.22.

Η μέτρηση της πίεσης μπορεί να δώσει πολύτιμες πληροφορίες, η σωστή ερμηνεία των οποίων οδηγεί σε **διάγνωση** σημαντικών βλαβών του αυτοκινήτου. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών με τη βοήθεια της πίεσης σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου.

- Μειωμένη πίεση σε κάποιον κύλινδρο σημαίνει ότι ο κύλινδρος αυτός παρουσιάζει διαρροή από τα έμβολα ή άλλα σημεία, ενώ αυξημένη πίεση σημαίνει ότι υπάρχει συγκέντρωση άνθρακα από την καύση.
- Μειωμένη πίεση λαδιού του κινητήρα σημαίνει πιθανή βλάβη στην αντλία λαδιού, βουλωμένους σωλήνες ή φίλτρο λαδιού ή ακόμα και διαρροή λαδιού από φθορές και αυξήσεις σε ανοχές εξαρτημάτων.
- Μειωμένη πίεση καυσίμου σε επιτάχυνση σημαίνει πιθανή βλάβη της αντλίας καυσίμου και βουλωμένους σωλήνες ή φίλτρο καυσίμου.

2.4. Παλμογράφος

Η προοδευτική εφαρμογή των ηλεκτρονικών στους κινητήρες των σύγχρονων αυτοκινήτων, σε συνδυασμό με τους αυστηρούς κανόνες που έχουν θεσπιστεί για την προστασία του περιβάλλοντος από τους ρύπους, έχουν αναδείξει τον παλμογράφο σε μοναδικό όργανο ελέγχου αλλά και διάγνωσης πολλών βλαβών στο αυτοκίνητο. Με τη σύγχρονη τεχνολογία των αυτοκινήτων η παρατήρηση των κυματομορφών του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος τυλίγματος του πολλαπλασιαστή δεν είναι πλέον αρκετή. Έτσι οι κλασσικοί παλμογράφοι έχουν σχεδόν αχρηστευτεί δίνοντας τη θέση τους σε παλμογράφους με περισσότερες δυνατότητες, όπως αυτός που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 2.23.



Σχήμα 2.23: Σύγχρονος παλμογράφος αυτοκινήτου με παρελκόμενα.

Οι ξεχωριστές ιδιότητες της νέας γενιάς παλμογράφων, που δεν έχουν ούτε και οι κλασσικοί εργαστηριακοί παλμογράφοι, είναι:

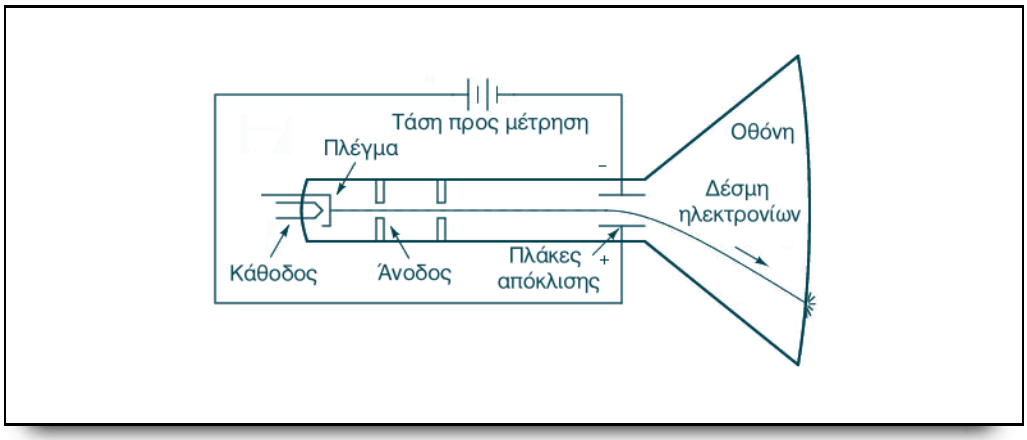
- Δυνατότητα μέτρησης τάσης μέχρι 80 KV = 80000 V.
- Δυνατότητα γρήγορης και άμεσης αλλαγής της ευαισθησίας χρόνου, για παρακολούθηση αλλαγών κατά την επιτάχυνση του κινητήρα.
- Δυνατότητα συγχρονισμού για εμφάνιση κυματομορφών αισθητήρων.
- Δυνατότητα ταυτόχρονης παρακολούθησης της λειτουργίας πολλών κυλίνδρων, που μπορεί να φθάνουν μέχρι και τους 16.

2.4.1. Δομή και λειτουργία του παλμογράφου

Παρά τις βελτιωμένες ιδιότητες των σύγχρονων παλμογράφων η αρχή της λειτουργίας τους παραμένει ίδια. Ο παλμογράφος χαρακτηρίζεται ως ένα πυροβόλο ηλεκτρονίων. Η δέσμη ηλεκτρονίων την οποία παράγει και ελέγχει έχει αμελητέα αδράνεια και έτσι παρακολουθεί ακαριαία τα γεγονότα, που συμβαίνουν σε χρόνο εκατομμυριοστών του δευτερολέπτου. Η παραγωγή μιας δέσμης ηλεκτρονίων γίνεται με ένα σωλήνα κενού Braun (Μπράουν), όπως αυτός που φαίνεται στο σχήμα 2.24.

Ο γυάλινος αυτός σωλήνας, που χρησιμοποιείται και στην τηλεόραση, περιέχει ένα ηλεκτρόδιο παραγωγής ηλεκτρονί-

Σχήμα 2.24: Πειραματικός σωλήνας Braun.



Σχήμα 2.25: *Δομή και λειτουργία του καθοδικού παλμογράφου.*

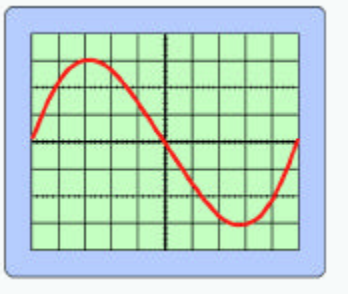
ων, την **κάθοδο,** το **πλέγμα,** που ρυθμίζει τον αριθμό των ηλεκτρονίων με τη βοήθεια ενός αρνητικού δυναμικού, τα ηλεκτρόδια της ανόδου, που έλκουν, συγκεντρώνουν και επιταχύνουν τη δέσμη των ηλεκτρονίων και τις **πλάκες απόκλισης.** Σε ένα παλμογράφο υπάρχουν πλάκες απόκλισης για **κατακόρυφη εκτροπή** της δέσμης (άξονας Y) και πλάκες για **οριζόντια εκτροπή** (άξονας X). Τέλος η δέσμη ηλεκτρονίων πέφτει πάνω σε φθορίζουσα οθόνη με υποδιαιρέσεις.

Στο σχήμα 2.25 φαίνεται η βασική **δομή** ενός παλμογράφου.

Η **αρχή της λειτουργίας** του παλμογράφου στηρίζεται στην εκτροπή της δέσμης των ηλεκτρονίων εξαιτίας της έντασης των ηλεκτρικών πεδίων των πλακών απόκλισης. Οι πλάκες απόκλισης μοιάζουν με τις πλάκες ενός πυκνωτή και η εκτροπή της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι **ανάλογη** προς την τάση που έχουν οι πλάκες απόκλισης. Με τη λογική της εκτροπής της δέσμης ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τάση, ο παλμογράφος μετράει μόνο τάσεις. Η αρχή αυτή ισχύει μόνο για τις πλάκες κατακόρυφης απόκλισης, γιατί στις πλάκες οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζεται μια πριονωτή τάση από τον ίδιο τον παλμογράφο, που λέγεται **σάρωση.** Με το τέχνασμα αυτό η οριζόντια απόκλιση γίνεται ανάλογη του χρόνου, αφού μια πριονωτή τάση (ράμπα) είναι ανάλογη προς το χρόνο. Το αποτέλεσμα της σάρωσης είναι να φαίνεται στην οθόνη μια κυματομορφή τάσης ως προς το χρόνο.

Η τάση, που απαιτείται για να αποκλίνει η δέσμη των ηλεκτρονίων κατακόρυφα στην οθόνη κατά μια υποδιαίρεση (DIV = 1 cm συνήθως), λέγεται **ευαισθησία τάσης** (Ev) , ενώ ο χρόνος που απαιτείται για να διανυθεί από τη δέσμη των ηλεκτρονίων οριζόντια απόσταση μίας και μόνον υποδιαίρεσης (DIV) λέγεται **ευαισθησία χρόνου** (Et). Και στις δυο περιπτώσεις, η μέτρηση ενός σήματος γίνεται πολλαπλασιάζοντας τις μετρούμενες υποδιαιρέσεις (DIV) από την οθόνη με τις ευαισθησίες που έχουν επιλεγεί στον **επιλογέα.**

Για το παράδειγμα του σχήματος 2.26:



Με επιλογές: (Ev)=4V/DIV, (Et)=2ms/DIV

Πλάτος τάσης: Vo=3DIV x 4V/DIV= 12 V.

Περίοδος: T=10DIV x 2ms/DIV= 20 ms.

Ο όρος: DIV=Division=υποδιαίρεση (cm).

Σχήμα 2.26: Μετρήσεις σε παλμογράφο.

Τυπικές τιμές ευαισθησιών τάσης Ev παλμογράφων αυτοκινήτου είναι:

- Για πρωτεύον και AC τάσεις200, 100, 40, 20, 10, 4 V/DIV
- Για δευτερεύον πολλαπλασιαστή10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2 KV/DIV
- Για συνεχή DC σήματα, τάσεις10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2 V/DIV
- Για AC σήματα αισθητήρων1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 V/DIV

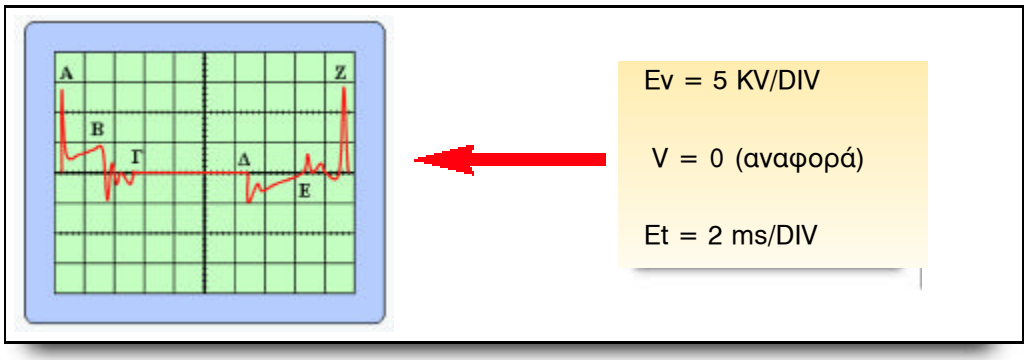
Τυπικές τιμές ευαισθησιών χρόνου Et παλμογράφων αυτοκινήτου είναι:

- 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 ms/DIV

2.4.2. Διάγνωση βλαβών με παλμογράφο

Ο παλμογράφος έχει εξελιχθεί σε ένα μοναδικό εργαλείο μέτρησης των χαρακτηριστικών σε διάφορα συστήματα του σύγχρονου αυτοκινήτου. Οι μετρήσεις αυτές, αν ερμηνευτούν σωστά, μπορεί να οδηγήσουν σε σωστή διάγνωση βλαβών και προληπτική συντήρηση εξαρτημάτων. Το πλήθος των αισθητήρων, που υπάρχουν στα σημερινά αυτοκίνητα, και οι ιδιαίτερες συνθήκες λειτουργίας κάθε αισθητήρα ελέγχονται μόνο με την κατάλληλη χρήση του παλμογράφου. Η γνώση του τρόπου **σύνδεσης** και των **ειδικών λειτουργιών** του κάθε παλμογράφου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή λήψη και την αξιοπιστία των μετρήσεων.

- Η **σύνδεση** του παλμογράφου στο μετρούμενο μέγεθος γίνεται με τα ειδικά συνδετήρια καλώδια (probes) με τα οποία είναι εφοδιασμένος ο παλμογράφος και πάντοτε με τις οδηγίες σύνδεσης του κατασκευαστή. Συχνά χρησιμοποιείται για τις συνδέσεις των σημάτων και η συσκευή εξόδου σημάτων (break out box), που θα γνωρίσουμε παρακάτω.
- Η ενεργοποίηση **ειδικών λειτουργιών** του παλμογράφου, όπως είναι ο εξωτερικός ή εσωτερικός **συγχρονισμός** (λειτουργία συσχέτισης δυο ή περισσοτέρων σημάτων στο χρόνο), η **υπέρθεση** (λειτουργία για την ταυτόχρονη παρατήρηση δυο ή περισσοτέρων σημάτων), η **αυτόματη αλλαγή ευαισθησίας χρόνου,** μπορούν να δώσουν μοναδικές λύσεις σε προβλήματα διάγνωσης βλαβών αλλά απαιτούν προηγουμένως τη μελέτη των οδηγιών λειτουργίας του παλμογράφου.



Σχήμα 2.27: Κυματομορφή δευτερεύοντος πηνίου ηλεκτρονικής ανάφλεξης.

Η διάγνωση βλαβών με παλμογράφο γίνεται με τη μέθοδο της **σύγκρισης.** Οι κυματομορφές των μετρήσεων του παλμογράφου συγκρίνονται με τις ιδανικές κυματομορφές, που δίνει ο κατασκευαστής του αυτοκινήτου. Το πιο σημαντικό πρόβλημα είναι να εντοπίσουμε από τον **τύπο** του οχήματος τις αναμενόμενες κυματομορφές μέτρησης. Βέβαια στην περίπτωση αυτή, η εμπειρία ενός τεχνικού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Παρακάτω αναφέρονται μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών με παλμογράφο σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου. Για τις μετρήσεις αυτές, ιδανικότερος είναι ένας **αναλογικός** παλμογράφος:

- **Κυματομορφή δευτερεύοντος πηνίου σε ηλεκτρονική ανάφλεξη**

Όλα τα συστήματα ανάφλεξης λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο. Όταν διακόπτεται το ρεύμα στο πρωτεύον πηνίο, παράγεται υψηλή τάση στο δευτερεύον πηνίο και προκαλείται ανάφλεξη (σπινθήρας) στο μπουζί.

Οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων τρόπων είναι: η μέθοδος διακοπής του ρεύματος στο πρωτεύον και η μέθοδος διανομής του σπινθήρα. Όσον αφορά στον τρόπο διακοπής του ρεύματος στο πρωτεύον, σήμερα γίνεται με τρανζίστορ, ενώ η διανομή του σπινθήρα στους κυλίνδρους γίνεται με ή χωρίς διανομέα ανάφλεξης. Πάντα είναι απαραίτητη η χρήση περιοριστή του ρεύματος του πρωτεύοντος για να αποφύγουμε την υπερθέρμανσή του.

Οι γνώσεις αυτές είναι αρκετές για να εξηγήσουμε την κυματομορφή του δευτερεύοντος πηνίου σε ηλεκτρονική ανάφλεξη (σχήμα 2.27).

1. **A: Γραμμή ανάφλεξης:** (κατακόρυφη): Η κορυφή της δείχνει την τάση, που απαιτείται για την αρχική υπερνίκηση της αντίστασης του δευτερεύοντος και του ιονισμού των διακένων ρότορα διανομέα και μπουζί. Ακόμα δείχνει τυχόν σπασμένα μπουζοκαλώδια ή κακό μείγμα. Κανονική τιμή :10 - 20 KV.
2. **AB: Γραμμή σπινθήρα:** Δείχνει την τάση για τη διατήρηση του ρεύματος του σπινθήρα. Ακόμα δείχνει την κατάσταση των μπουζί, του καλύμματος του διανομέα, του ρότορα και την επίδραση του φορτίου στα μπου-

ζί. Πρέπει να είναι οριζόντια στα 2 - 4 KV και να διαρκεί το πολύ 1.5 - 2 ms.

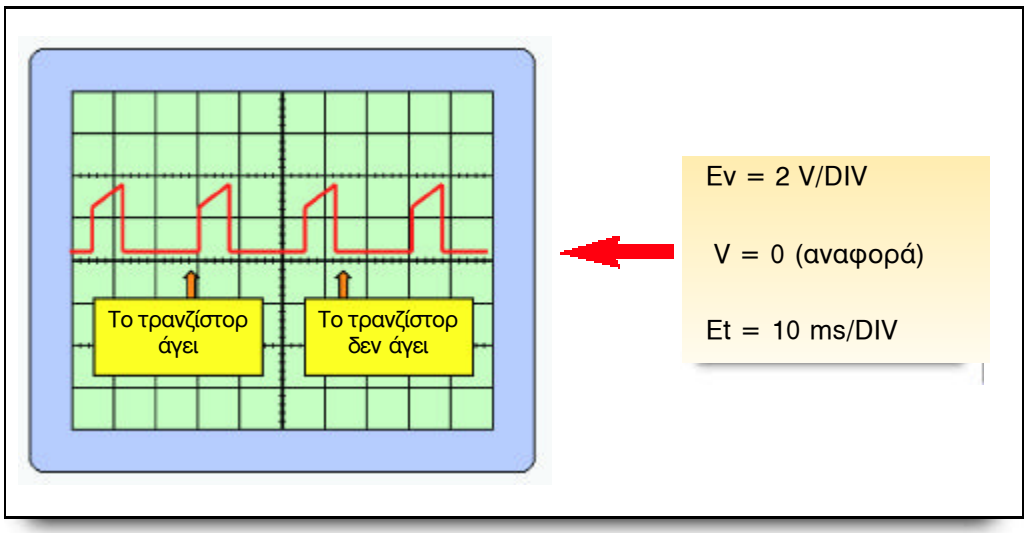
3. **Β: Τέλος ροής ρεύματος:** Σταματά η ροή ρεύματος προς στα μπουζί .
4. **ΒΓ: Ενδιάμεσες ταλαντώσεις:** Προκαλούνται από επαγωγικά και χωρητικά φαινόμενα, ενώ ξοδεύεται η ενέργεια που έχει απομείνει. Μεγάλη γραμμή ανάφλεξης σημαίνει λίγες (2 - 3) ταλαντώσεις (αρχή διατήρησης ενέργειας).
5. **ΓΔ: Νεκρό διάστημα τάσης:** Η διάρκειά του μειώνεται με την αύξηση των στροφών και του αριθμού των κυλίνδρων.
6. **Δ: Στιγμιαία σύνδεση:** Το τρανζίστορ στο πρωτεύον άγει (ανοίγει).
7. **Ε: Περιορισμός ρεύματος:** Σταθεροποίηση του ρεύματος (στα 5 - 6 Α).
8. **Ζ: Στιγμιαία διακοπή:** Το τρανζίστορ στο πρωτεύον δεν άγει (κλείνει).
9. **ΔΖ: Ηλεκτρονική γωνία Dwell:** Χρόνος ροής ρεύματος στο πρωτεύον.

- **Κυματομορφή ελέγχου του τρανζίστορ της μονάδας ανάφλεξης**

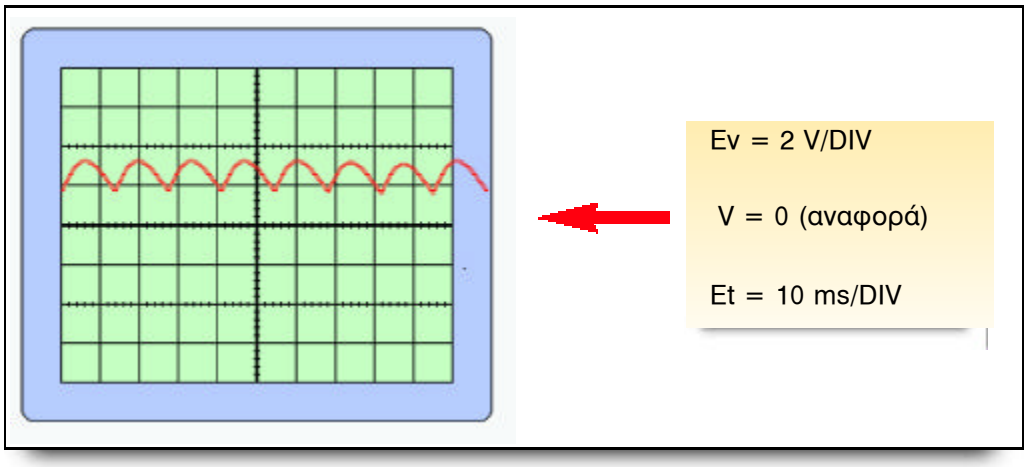
Μια σύγχρονη μονάδα ανάφλεξης χρησιμοποιεί για τη διακοπή και την αποκατάσταση του ρεύματος στο πρωτεύον ένα τρανζίστορ ισχύος. Αυτό το τρανζίστορ λειτουργεί περίπου όπως ένας μηχανικός διακόπτης, εκτός από το ότι δεν έχει κινούμενα τμήματα. Το άνοιγμα και το κλείσιμό του γίνεται με χρονομετρημένους παλμούς από το μικροϋπολογιστή. Οι παλμοί αυτοί ρυθμίζουν έτσι και το χρονισμό του σπινθήρα. Από το σχήμα των παλμών μπορούμε να ελέγξουμε τη λειτουργία των τρανζίστορ. Στο σχήμα 2.28 φαίνονται οι παλμοί αυτοί σε κινητήρα, που λειτουργεί στο ρελαντί.

- **Κυματομορφή εναλλακτήρα φόρτισης της μπαταρίας**

Για τη μετατροπή της AC τάσης που παράγεται από το στάτη σε DC τάση, που



Σχήμα 2.28: Κυματομορφή παλμών ελέγχου τρανζίστορ της μονάδας ανάφλεξης.

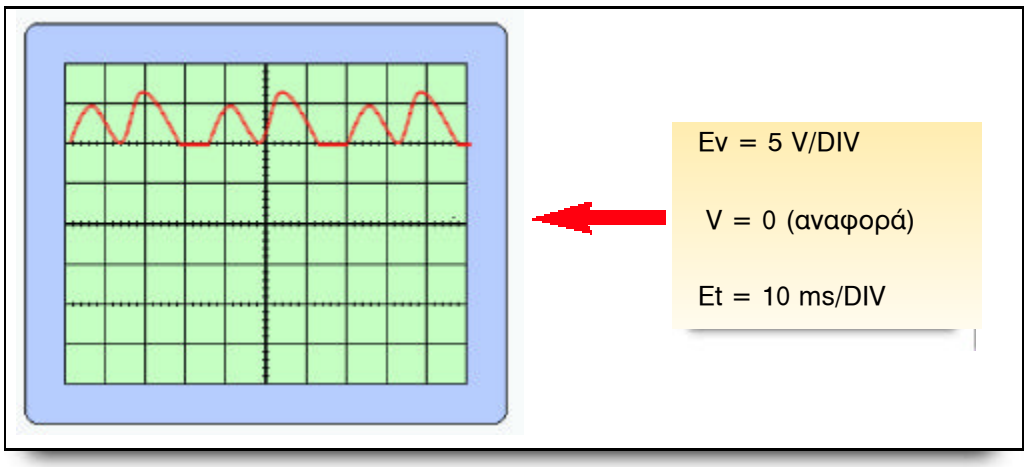


***Σχήμα 2.29**: Κυματομορφή του εναλλακτήρα φόρτισης (κανονική κυματομορφή).*

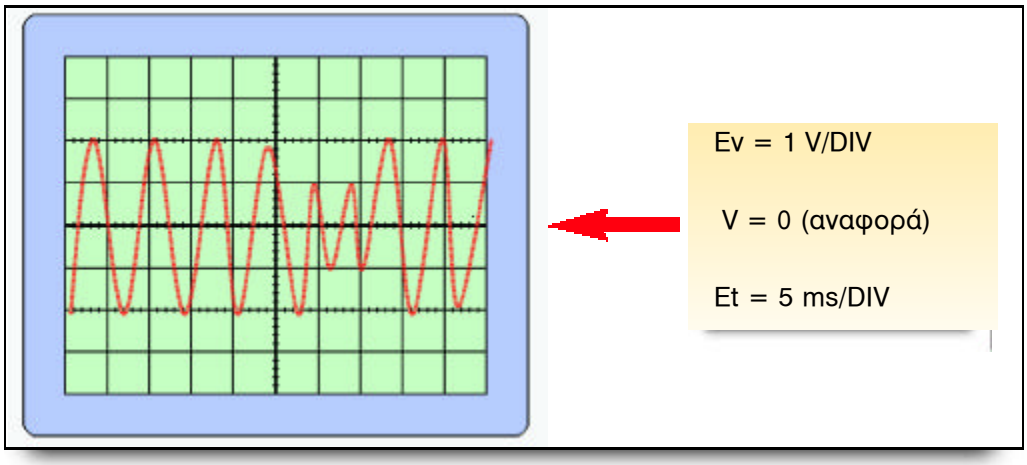
χρησιμοποιείται από το όχημα, χρησιμοποιούνται ημιαγωγικές δίοδοι ανόρθωσης, που είναι τοποθετημένες μέσα στον εναλλακτήρα. Η κανονική κυματομορφή εξόδου του εναλλακτήρα φαίνεται στο σχήμα 2.29. Ο παλμογράφος μπορεί να δείξει βλάβες στις διόδους και τα πηνία του στάτη, όταν φαίνεται ότι ορισμένοι DC παλμοί λείπουν ή η κυματομορφή φαίνεται παραμορφωμένη, όπως δείχνει το σχήμα 2.30.

- **Κυματομορφή αισθητήρα ABS με πρόβλημα οδόντωσης τροχού**

Ένας αισθητήρας ταχύτητας στροφών των τροχών σε σύστημα ABS παράγει ένα ημιτονοειδές εναλλασσόμενο σήμα, που έχει τόσες κορυφές όσα και τα δόντια του οδοντωτού δίσκου των τροχών, όπως εξηγείται στην ενότητα των αισθητήρων. Ο παλμογράφος μπορεί να ανιχνεύσει τυχόν σπασμένα δόντια, αφού οι κορυφές της επαγόμενης τάσης



***Σχήμα 2.30**: Κυματομορφή του εναλλακτήρα φόρτισης με βραχυκυλωμένη δίοδο.*



Σχήμα 2.31: *Κυματομορφή αισθητήρα ABS με δυο σπασμένα δόντια τροχού.*

στα δόντια αυτά έχουν μικρότερο πλάτος Vo , όπως φαίνεται και από το διπλανό σχήμα 2.31.

2.5. Αναλυτής καυσαερίων

2.5.1. Ρύποι αυτοκινήτων και η αντιμετώπισή τους

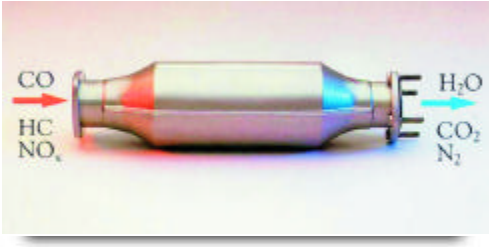
Αν γινόταν πλήρης καύση των υδρογονανθράκων στους κινητήρες των αυτοκινήτων, τα υποπροϊόντα της καύσης θα ήταν: άζωτο (N_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό (H_2O). Η ατελής όμως καύση, που συμβαίνει για διάφορους λόγους, σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία και την πίεση των θαλάμων καύσης προκαλεί παραγωγή ανεπιθύμητων ρύπων, όπως:

μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οξείδια του αζώτου (N_2O, NO_2, NO ή NOx) και άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC).

Οι ρύποι αυτοί, αν συνδυαστούν με την υγρασία και το ηλιακό φως προκαλούν το γνωστό σε όλους μας **φωτοχημικό νέφος.** Ένας από τους στόχους του ελέγχου του κινητήρα με μικροϋπολογιστή είναι η ελάττωση των επικίνδυνων υποπροϊόντων της καύσης. Ο βαθμός ελάττωσης των ρυπογόνων ουσιών υπαγορεύεται από διεθνείς συμφωνίες και αντίστοιχη τοπική νομοθεσία, που επιβάλλει εναρμόνιση με τις συμφωνίες αυτές.

Οι προσπάθειες μείωσης των βλαβερών ρύπων είχαν ως αποτέλεσμα τη σχεδίαση και κατασκευή **συστημάτων ελέγχου ρύπων,** όπως:

- Οι **καταλύτες,** που είναι εξαρτήματα τα οποία βοηθούν ή επιταχύνουν μια χημική αντίδραση, χωρίς να αλλοιώνονται. Από τους καταλύτες, που χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς, επικρατέστερος είναι σήμερα ο **τριοδικός καταλύτης,** δηλαδή ο καταλύτης που μειώνει ταυτόχρονα και τους τρεις ελεγχόμενους ρύπους HC, CO, NOx κατά 90 %, όπως αυτός, που φαίνεται στο σχήμα 2.32.



Σχήμα 2.32: Τριοδικός καταλύτης για τη μείωση HC, CO, NOx.

- Το **σύστημα ψεκασμού αέρα** στην πολλαπλή εξαγωγή, με στόχο τη μείωση των άκαυστων υδρογονανθράκων HC.
- Το **σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων** (EGR), με στόχο τη μείωση των οξειδίων του αζώτου NOx (δημιουργεί πιο πλούσιο μείγμα).
- Το **σύστημα ελέγχου εξάτμισης του καυσίμου,** με στόχο τη συλλογή και μείωση των άκαυστων υδρογονανθράκων HC.

Η νομοθεσία για τα επιτρεπόμενα όρια ρύπων γίνεται ολοένα και πιο αυστηρή. Ήδη στην Αμερική εφαρμόζεται από το 1996 το πρώτο σύστημα αυτοδιάγνωσης για ρύπους OBD II (On Board Diagnosis II). Σύμφωνα με το σύστημα αυτό καταγράφονται σε μνήμη μικροϋπολογιστή όλες οι αποτυχίες των συστημάτων ελέγχου ρύπων. Μια ενδεικτική λυχνία στο ταμπλό ανάβει κάθε φορά, που οι ρύποι είναι 50 % υψηλότεροι από τα επιτρεπόμενα όρια. Έτσι ειδοποιείται ο οδηγός ότι το όχημά του ρυπαίνει. Κατά τον τεχνικό έλεγχο του οχήματος (ΚΤΕΟ) θα ελέγχεται αυστηρά και το περιεχόμενο της μνήμης αυτής, άσχετα αν κατά τον τελευταίο έλεγχο το όχημα δεν εκπέμπει ρύπους.

Το αντίστοιχο Ευρωπαϊκό Σύστημα Αυτοδιάγνωσης για ρύπους EOBD εφαρμόζεται με τις ονομασίες EU III από το 2000 και EU IV από το 2005. Το πρότυπο αυτό σύστημα προβλέπει πολύ αυστηρά όρια ρύπων, που θα ελέγχονται για τους κατασκευαστές αυτοκινήτων με ειδικές διαδικασίες.

Έτσι τα όρια για τους βενζινοκινητήρες στο σύστημα EU III είναι:

για HC 0,2 g/Km, για CO 2,3 g/Km και για NOx 0,15 g/Km.

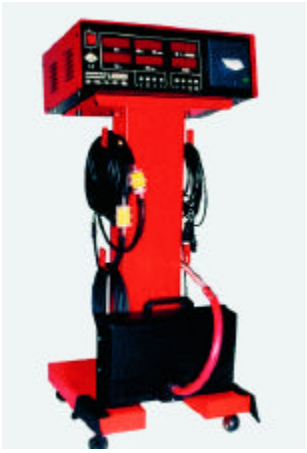
2.5.2. Δομή και λειτουργία του αναλυτή καυσαερίων

Ο αναλυτής καυσαερίων είναι ένα όργανο ειδικά σχεδιασμένο για τη μέτρηση των συστατικών των καυσαερίων. Η αρχική του σχεδίαση είχε ως στόχο τον έλεγχο της ποσότητας των ρύπων, όμως η πράξη έχει αναδείξει τον αναλυτή καυσαερίων ως ένα βασικό εργαλείο διάγνωσης βλαβών, αφού ξέροντας τι βγαίνει από την εξάτμιση του αυτοκινήτου, ξέρουμε τι συμβαίνει στους θαλάμους καύσης και στα συστήματα ελέγχου ρύπων.

Οι συσκευές των αναλυτών καυσαερίων διακρίνονται σε **φορητές** και σε **συγκροτήματα** αναλυτών καυσαερίων. Στο σχήμα 2.33 φαίνονται δύο φορητές συσκευές αναλυτών καυσαερίων. Οι συσκευές αυτές συνήθως είναι πιο εύχρηστες, αλλά δεν έχουν την ακρίβεια των συγκροτημάτων.

Τα συγκροτήματα των αναλυτών καυσαερίων, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.34, είναι μεγάλες επαγγελματικές συσκευές υψηλής πιστότητας με δυνατότητα σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή κλπ.

***Σχήμα 2.33**: Φορητές συσκευές αναλυτών καυσαερίων.*



***Σχήμα 2.34**: Συγκροτήματα αναλυτών καυσαερίων*

Οι αναλυτές καυσαερίων συνήθως μετρούν τις ποσότητες των αερίων CO, CO2, HC, O2 και NOx υπό φορτίο. Για το λόγο αυτό ονομάζονται αναλυτές πέντε αερίων. Ανάλογα υπάρχουν αναλυτές τεσσάρων, τριών ή δύο αερίων.

Ιστορικά οι πρώτοι αναλυτές καυσαερίων είχαν ως **αρχή της λειτουργίας** τους την **ηλεκτρική αγωγιμότητα** των διαφόρων αναλογιών μειγμάτων αερίων. Μετά εμφανίστηκαν οι αναλυτές καυσαερίων, που λειτουργούσαν με βάση τη μεταβολή της **θερμικής αγωγιμότητας** των αερίων μειγμάτων. Οι αναλυτές αυτοί δεν μπορούσαν να κάνουν ακριβείς μετρήσεις, εύρισκαν μόνον την κατάσταση του καυσίμου μείγματος (φτωχό - πλούσιο).

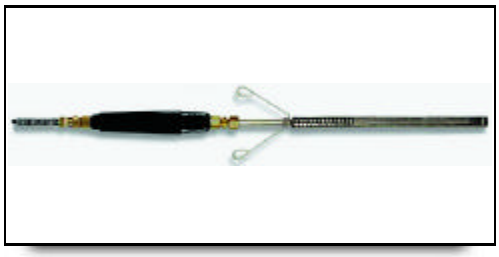
Σήμερα επικρατούν οι αναλυτές καυσαερίων, που λειτουργούν με βάση τα **απορροφητικά φάσματα στην υπέρυθρη ακτινοβολία.** Φάσμα είναι εκείνη η εικόνα που παίρνουμε, όταν διαχωριστούν οι ακτινοβολίες με διαφορετικό μήκος κύματος (λ) από τις σύνθετες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Ένα σώμα απορροφά τις ακτινοβολίες εκείνες τις οποίες, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, είναι δυνατόν να εκπέμψει.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ, ΟΡΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ		
CO	0,5 - 1 %	% = επί τοις εκατό σύσταση κατ' όγκο.
CO_2	8 - 12 %	
O_2	0,5 - 1,2 %	
HC	< 50 ppm	ppm = parts per million = μέρη στο εκατομμύριο.
NOx	< 100 ppm (ρελαντί) < 1000 ppm (2500 rpm)	

Έτσι τα απορροφητικά φάσματα είναι μέσα όχι μόνο ποιοτικής αλλά και ποσοτικής ανάλυσης στοιχείων και μειγμάτων, όπως τα καυσαέρια. Η ποσοτική μέτρηση των στοιχείων ενός μείγματος με τη φασματογραφική αυτή μέθοδο δίνεται από την **ένταση** των γραμμών του φάσματος, η οποία μετριέται βέβαια με τη βοήθεια ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Για να γίνει μια σωστή μέτρηση με αναλυτή καυσαερίων απαιτείται προηγουμένως προθέρμανση της τάξης των πέντε λεπτών. Στη συνέχεια, γίνεται η εισαγωγή του κατάλληλου ακροδέκτη λήψης καυσαερίων που φαίνεται στο σχήμα 2.35, στο πίσω μέρος της εξάτμισης.

Οι σωλήνες σύνδεσης έχουν τα κατάλληλα φίλτρα με ένδειξη μικρής ροής για την αντικατάστασή τους. Η αναρρόφηση των καυσαερίων γίνεται με αντλία, ενώ απαιτείται και απομάκρυνση του νερού που σχηματίζεται.



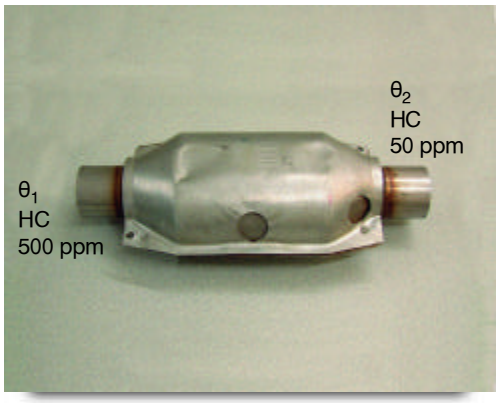
Σχήμα 2.35: Ακροδέκτης λήψης καυσαερίων.

Οι μονάδες μέτρησης των συστατικών των καυσαερίων και τα όρια, που θεωρούνται σήμερα αποδεκτά, φαίνονται στον πίνακα 2.1.

2.5.3. Διάγνωση βλαβών με αναλυτή καυσαερίων

Πριν από τη μέτρηση με ένα αναλυτή καυσαερίων, είναι σκόπιμο να επιβεβαιώνεται η λειτουργία του καταλύτη, όπως δείχνει το σχήμα 2.36.

Τα **κριτήρια** ελέγχου της λειτουργίας του καταλύτη είναι :η θερμοκρασία θ2 εξόδου, που πρέπει να είναι κατά 10 % μεγαλύτερη της θερμοκρασίας εισόδου θ1 και η ποσότητα των άκαυστων HC, που πρέπει να είναι το ένα δέκατο της ποσότητας εισόδου. Ο λόγος του ελέγχου της λειτουργίας του καταλύτη είναι ότι ο καταλύτης μετατρέπει μια σημαντική ποσότητα καυσαερίων, ενώ η μέτρηση γίνεται μετά την επεξεργασία των καυσαερίων από τον καταλύτη. Η μέτρηση των HC πριν από τον καταλύτη



Σχήμα 2.36: Έλεγχος λειτουργίας του τριοδικού καταλύτη πριν από τη μέτρηση με τον αναλυτή καυσαερίων.

γίνεται από ειδικό στόμιο λήψης του σωλήνα εισόδου.

Η μελέτη της τελικής ποσότητας των συστατικών των καυσαερίων είναι ένα από τα σημαντικότερα **διαγνωστικά** εργαλεία των τεχνικών του αυτοκινήτου, όπως φαίνεται και από τα παρακάτω παραδείγματα.

- Μονοξείδιο του άνθρακα **CO** (όρια: 0,5 - 1 %): Το CO είναι ασταθές και δηλητηριώδες αέριο. Μεγάλη ποσότητα CO δείχνει πλούσιο μείγμα, δηλαδή πολύ καύσιμο, που οφείλεται σε πρόβλημα έγχυσης ή μεγάλης πίεσης καυσίμου ή βουλωμένα φίλτρα αέρα ή ακόμη ελαττωματικό αισθητήρα θερμοκρασίας (ο μικροϋπολογιστής θεωρεί κρύο κινητήρα).
- Διοξείδιο του άνθρακα **CO_2** (όρια: 8 - 12 %): Το CO_2 δεν ελέγχεται από τη νομοθεσία, αφού παράγεται από πολλές πηγές (π.χ.βιομηχανία). Μεγάλη ποσότητα CO_2 δείχνει καλή απόδοση των θαλάμων καύσης αλλά CO_2 παράγεται και στον καταλύτη. Αν όμως η ποσότητα CO_2 είναι χαμηλή με υψηλό CO σημαίνει διαρροή στο σωλήνα εξάτμισης.
- Οξυγόνο **O_2** (όρια: 0,5 - 1,2 %): Η ποσότητα O_2 είναι αντιστρόφως ανάλογη του CO_2. Μεγάλη ποσότητα O_2 σημαίνει φτωχό μείγμα ή και διαρροή στο σωλήνα εξάτμισης. Τότε θα περιμένουμε και παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων οξειδίων του αζώτου NOx.
- Άκαυστοι υδρογονάνθρακες **HC** (όρια: < 50 ppm): Η παρουσία των άκαυστων υδρογονανθράκων σημαίνει ότι δεν λειτουργεί ο καταλύτης ή δεν ρυθμίζεται σωστά η αναλογία καυσίμου - αέρα ή δεν γίνεται με σωστό τρόπο η καύση στους θαλάμους (π.χ. κακή ανάφλεξη) ή ακόμη μπορεί να είναι εκτός λειτουργίας ο ένας κύλινδρος του κινητήρα.
- Οξείδια του αζώτου NOx (όρια: < 100 ppm στο ρελαντί): Κανονικά το άζωτο είναι αδρανές αέριο (δε δεσμεύεται). Η δημιουργία οξειδίων του αζώτου NOx σημαίνει υψηλή θερμοκρασία (> 1300 ^oC) και πίεση στους θαλάμους καύσης με ύπαρξη ποσότητας O_2 (άρα φτωχό μείγμα). Αυτό οφείλεται σε μεγάλη προπορεία ανάφλεξης ή συγκέντρωση μιας ποσότητας άνθρακα στους θαλάμους καύσης ή βλάβη του συστήματος ανακυκλοφορίας καυσαερίων. Να σημειωθεί ότι το NO_2 είναι τοξικό.
- Ποσότητες **HC + CO:** Η ταυτόχρονη ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων HC και CO σημαίνει, ότι υπάρχει μηχανικό πρόβλημα στον κινητήρα (π.χ. καίει λάδια) ή κάποιο ηλεκτρονικό πρόβλημα (π.χ. κακός χρονισμός της ανάφλεξης ή βλάβη του συστήματος ελέγχου εξάτμισης καυσίμου).

2.6. Ειδικοί τύποι οργάνων και συσκευών μέτρησης

Εκτός από τα όργανα και τις συσκευές μετρήσεων και ελέγχου που γνωρίσαμε στις προηγούμενες ενότητες, χρησιμοποιείται και ένα πλήθος ειδικού τύπου οργάνων και συσκευών για τις απαιτούμενες μετρήσεις των διαφόρων συστημάτων και μεγεθών στο σύγχρονο αυτοκίνητο.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα τέτοιων οργάνων και συσκευών.

Σχήμα 2.37: Φως χρονισμού.

- **Φως χρονισμού**

  Το στροβοσκοπικό φως χρονισμού χρησιμοποιείται για έλεγχο του χρονισμού.

  Μια επαγωγική δαγκάνα στερεώνεται στο μπουζί του κυλίνδρου Νο 1,ενώ το φως του ανάβει και σβήνει κάθε φορά που αναφλέγεται το μπουζί (υπάρχει σπινθήρας).

- **Ελεγκτής μπαταρίας**

  Ο ελεγκτής μπαταρίας χρησιμοποιείται για τον έλεγχο διαφόρων χαρακτηριστικών της μπαταρίας.

Σχήμα 2.38: Ελεγκτής μπαταρίας.

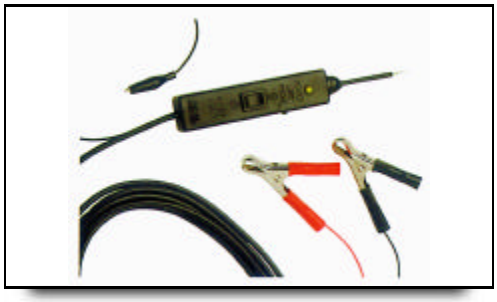
Τέτοια χαρακτηριστικά είναι: η χωρητικότητα της μπαταρίας, η αντοχή της και ο βαθμός φόρτισής της για συντήρηση.

- **Λογικός ανιχνευτής**

  Ο λογικός ανιχνευτής με μεγάλη αντίσταση εισόδου (100 ΚΩ) ανιχνεύει με πολύ μεγάλη ασφάλεια σήματα παλμών 0 - 5 ή 0 - 14 Volts.

- **Αναλυτής βλαβών**

  Ένας αναλυτής βλαβών είναι μια πολύ ειδική, αλλά και πολύτιμη συσκευή, που μπορεί να εντοπίσει βλάβες σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου.



Σχήμα 2.39: Λογικός ανιχνευτής παλμών.

Σχήμα 2.40: Αναλυτής βλαβών

Μπορεί να κάνει όλους τους διαγνωστικούς, αλλά και άλλους ελέγχους στα συστήματα: διαχείρισης του κινητήρα, ανάφλεξης, ABS και γενικά να εντοπίσει τα ηλεκτρονικά σφάλματα στα κυκλώματα με ηλεκτρονικά εξαρτήματα, αλλά και τα σφάλματα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

- **Μετρητής λόγου (λ)**

  Ο μετρητής του λόγου (λ) μετρά την κατάσταση της αναλογίας μεταξύ αέρα και καυσίμου στο καύσιμο μείγμα. (μετρά αν το μείγμα είναι φτωχό ή πλούσιο).

- **Αντλία υποπίεσης**

  Η αντλία υποπίεσης με υποπιεσόμετρο δημιουργεί υποπίεση (μερικό κενό) και ταυτόχρονα το μετράει.

  Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του αισθητήρα της υποπίεσης στην πολλαπλή εισαγωγή και τον έλεγχο διακοπτών πίεσης.

Σχήμα 2.42: Αντλία υποπίεσης.

- **Ελεγκτής ABS**

  Το συγκρότητα αυτό ελέγχει τη λειτουργία του συστήματος ABS, δηλαδή την ικανότητα ελέγχου των τροχών στο αντιολισθητικό σύστημα των φρένων.

Σχήμα 2.41: Μετρητής λόγου (λ).

Σχήμα 2.43: Ελεγκτής συστήματος ABS.

- **Ευθυγράμμιση τροχών**

  Το συγκρότητα αυτό χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των γωνιών, που πρέπει να έχει το επίπεδο των τροχών ως προς τους άξονες κίνησης του αυτοκινήτου.

Σχήμα 2.44: *Σύστημα ευθυγράμμισης.*

Με τη σωστή ρύθμιση των γωνιών αυτών γίνεται πιο άνετη και ασφαλής η οδήγηση και μειώνονται οι φθορές των ελαστικών και άλλων εξαρτημάτων των σχετικών συστημάτων.

- **Ελεγκτής - ρυθμιστής φώτων προβολέων**

  Το συγκρότητα αυτό χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των φώτων των προβολέων.

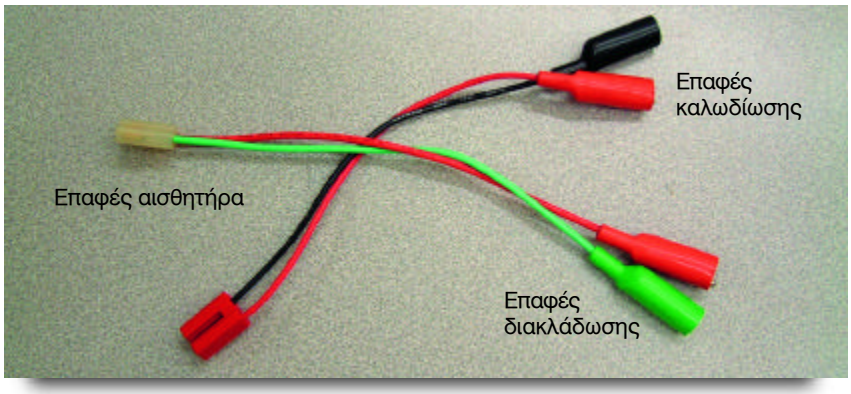
  Οι προβολείς πρέπει να ρυθμίζονται έτσι ώστε να φέγγουν σωστά, χωρίς όμως να προκαλούν θάμβωση στα αντιθέτως κινούμενα στο δρόμο οχήματα.

Σχήμα 2.45: *Ελεγκτής φώτων προβολέων.*

2.7. Συσκευή εξόδου σημάτων (BREAKOUT BOX)

Η σύνδεση των ακροδεκτών των οργάνων μέτρησης στις επαφές των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων συστημάτων περιέχει πολλούς κινδύνους για την πρόκληση τυχαίου βραχυκυκλώματος. Αλλά και ο αριθμός των επαφών, που προέρχονται από τα σήματα των αισθητήρων, τις εντολές προς τους ενεργοποιητές και τα άλλα σήματα συγχρονισμού και ελέγχου, είναι πολύ μεγάλος, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση στον εντοπισμό των κατάλληλων επαφών, όταν πρόκειται να γίνει η σύνδεση. Βραχυκυκλώματα, που μπορεί να συμβούν κατά τη διάρκεια μιας μέτρησης, είναι δυνατό να προκαλέσουν μεγάλη βλάβη στο μικροϋπολογιστή, στο όργανο μέτρησης, αλλά και στον ανθρώπινο οργανισμό.

Για το σκοπό αυτό έχουν σχεδιαστεί πολλές ειδικές συσκευές εξόδου σημάτων, για την ασφαλή και σίγουρη σύνδεση απλών ή πολύπλοκων οργάνων μέ-



Σχήμα 2.46: *Εφαρμογή συσκευής εξόδου σήματος από αισθητήρα.*

τρησης και αναλυτών βλαβών του αυτοκινήτου. Η αρχή για τη λειτουργία μιας συσκευής εξόδου σήματος φαίνεται στο σχήμα 2.46, σε μια απλή εφαρμογή εξόδου σήματος από έναν αισθητήρα δυο επαφών.

Το καλώδιο σύνδεσης αισθητήρα - μικροϋπολογιστή διακόπτεται και δημιουργείται μια παράλληλη **επαφή διακλάδωσης,** που διασφαλίζει και τη λειτουργία του αισθητήρα, αλλά δίνει και τη δυνατότητα σύνδεσης του οργάνου μέτρησης (π.χ.πολύμετρο) χωρίς κίνδυνο βραχυκυκλώματος.

Στο εμπόριο βρίσκει κανείς απλές και ηλεκτρονικές συσκευές εξόδου σημάτων. Οι συσκευές αυτές μπορεί να έχουν διακλαδώσεις μέχρι και 120 επαφών. Γνωρίζοντας τον αριθμό των επαφών του μικροϋπολογιστή του αυτοκινήτου μας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια συσκευή εξόδου σημάτων, αν προσαρμόσουμε τον κατάλληλο μετατροπέα αριθμού επαφών

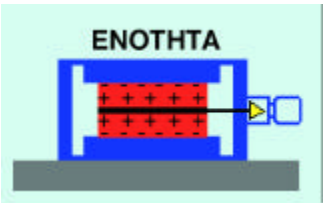
(αντάπτορα), με τη βοήθεια των ηλεκτρικών σχεδίων του αυτοκινήτου.

Στο παρακάτω σχήμα 2.47 φαίνεται μια απλή και μια ηλεκτρονική συσκευή εξόδου σημάτων. Για τις συσκευές αυτές υπάρχουν **μετατροπείς αριθμού επαφών** για 120 / 15, 25, 35, 55 ή 60 επαφές, που καλύπτουν όλους τους κατα-

Σχήμα 2.47: *Απλή και ηλεκτρονική συσκευή εξόδου σημάτων.*

σκευαστές μικροϋπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συστημάτων και εξαρτημάτων του αυτοκινήτου (Bosch, Siemens, Ford, Weber, Marelli, Renix, Bendix, Fenix κλπ).

Με τη χρήση των συσκευών αυτών όλες οι μετρήσεις στο αυτοκίνητο γίνονται με ασφάλεια, εύκολα και γρήγορα, ενώ πρέπει να μη γίνονται οι απευθείας μετρήσεις πάνω στους ακροδέκτες εξαρτημάτων για την αποφυγή σφαλμάτων και βραχυκυκλωμάτων.

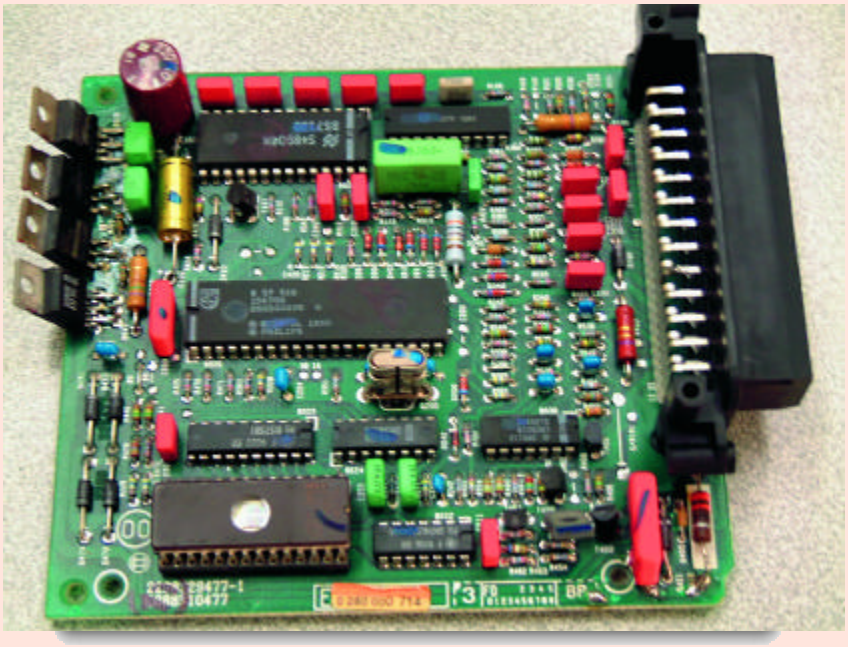


ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 2

- Οι μετρήσεις είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει ένας συνήθης ή ένας διαγνωστικός έλεγχος. Μια μέτρηση γίνεται με τα συνηθισμένα όργανα ή τις συσκευές μέτρησης γενικής χρήσης αλλά και με ειδικά σχεδιασμένα όργανα και συσκευές μέτρησης.
- Η αξιοπιστία των ενδείξεων των οργάνων και των συσκευών μέτρησης εξαρτάται από τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους. Σημαντικές ιδιότητες είναι η κλάση, η ακρίβεια, η επαναληψιμότητα, η ευαισθησία και ο βαθμός ανάλυσης της κλίμακας μέτρησης.
- Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων πρέπει να τηρούνται όλοι οι κανόνες ασφαλείας και προστασίας των οργάνων και των συσκευών μέτρησης. Για την ασφαλή και αποδοτική σύνδεση των απλών ή πολύπλοκων οργάνων και αναλυτών βλαβών στο αυτοκίνητο, χρησιμοποιείται μια ειδική συσκευή εξόδου σημάτων (breakout box).
- Το πολύμετρο είναι ένα σύνθετο όργανο που συνδυάζει, τουλάχιστον, τις λειτουργίες του βολτομέτρου, του αμπερομέτρου, του ωμομέτρου και του ελεγκτή συνέχειας αγωγού και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Υπάρχουν αναλογικά και ψηφιακά πολύμετρα, που έχουν διαφορετική φιλοσοφία ως προς την αρχή λειτουργίας τους.
- Με τα αναλογικά ή τα ψηφιακά όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας, της πίεσης ή της υποπίεσης μετράμε τις θερμοκρασίες και τις πιέσεις σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου. Οι μετρήσεις αυτές βοηθούν στη διάγνωση σημαντικών βλαβών, αν ερμηνευτούν κατάλληλα.
- Ο παλμογράφος είναι ένα μοναδικό και σημαντικό όργανο μέτρησης ηλεκτρικών σημάτων που μεταβάλλονται στο χρόνο΄ με την εκτροπή μιας δέσμης από ηλεκτρόνια συμβάλλει στην παρακολούθηση της λειτουργίας και τη διάγνωση σημαντικών βλαβών σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα του αυτοκινήτου.
- Με τις ποιοτικές αλλά και ποσοτικές αναλύσεις των συστατικών των καυσαερίων, ο αναλυτής καυσαερίων συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος από τη μόλυνση των επικίκδυνων καυσαερίων αλλά και στη διάγνωση βλαβών πολλών λειτουργικών συστημάτων του σύγχρονου αυτοκινήτου.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 2

1. Τί σημαίνει στην πράξη η διεξαγωγή μιας μέτρησης και ποιος είναι ο ρόλος και ο σκοπός των μετρήσεων;
2. Με ποια κριτήρια μπορούν να ταξινομηθούν τα όργανα μέτρησης;
3. Τι ονομάζουμε κλάση ενός οργάνου μέτρησης και ποιο βολτόμετρο θα επιλέξετε, αν έχετε δυο βολτόμετρα με κλάσεις: G1=0.5 και G2= 1.5;
4. Γιατί ο μεγάλος βαθμός ανάλυσης της κλίμακας μέτρησης του οργάνου βοηθάει στη μείωση των σφαλμάτων μέτρησης;
5. Ποια μέτρα προστασίας των οργάνων και των συσκευών μέτρησης πρέπει να εφαρμόζετε κατά τη διάρκεια της μέτρησης;
6. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ ενός αναλογικού και ενός ψηφιακού πολυμέτρου, ως προς την αρχή λειτουργίας τους, και ποιο από τα δυο είδη θα χρησιμοποιήσετε για την ανίχνευση ηλεκτρικών μεγεθών;
7. Πώς μπορούμε με τον ίδιο μηχανισμό κινητού πηνίου ενός αναλογικού πολυμέτρου να μετρήσουμε: τάση , ένταση ρεύματος και αντιστάσεις;
8. Πώς λειτουργούν τα θερμόμετρα υπερύθρων ακτίνων και γιατί έχουν μεγάλο πλεονέκτημα κατά τη διεξαγωγή μετρήσεων θερμοκρασίας σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου;
9. Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών, που μπορεί να εντοπιστούν από την ερμηνεία των ενδείξεων των πιεσομέτρων.
10. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας του παλμογράφου και τί είδους μεγέθη μπορούμε να μετρήσουμε από την οθόνη του;
11. Τι ονομάζεται ευαισθησία τάσης και τι ευαισθησία χρόνου σε έναν παλμογράφο και πώς χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις;
12. Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών, που μπορεί να εντοπιστούν από την ερμηνεία των κυματομορφών της οθόνης του παλμογράφου σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου.
13. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας των σύγχρονων αναλυτών καυσαερίων;
14. Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα διάγνωσης βλαβών, που μπορεί να εντοπιστούν από την ερμηνεία των αναλύσεων των συστατικών των καυσαερίων από έναν αναλυτή καυσαερίων.
15. Ποια είναι τα οφέλη από τη χρήση των συσκευών εξόδου σημάτων;



3

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

3.1 Δίοδοι
3.2 Τρανζίστορ
3.3 Ολοκληρωμένα κυκλώματα

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

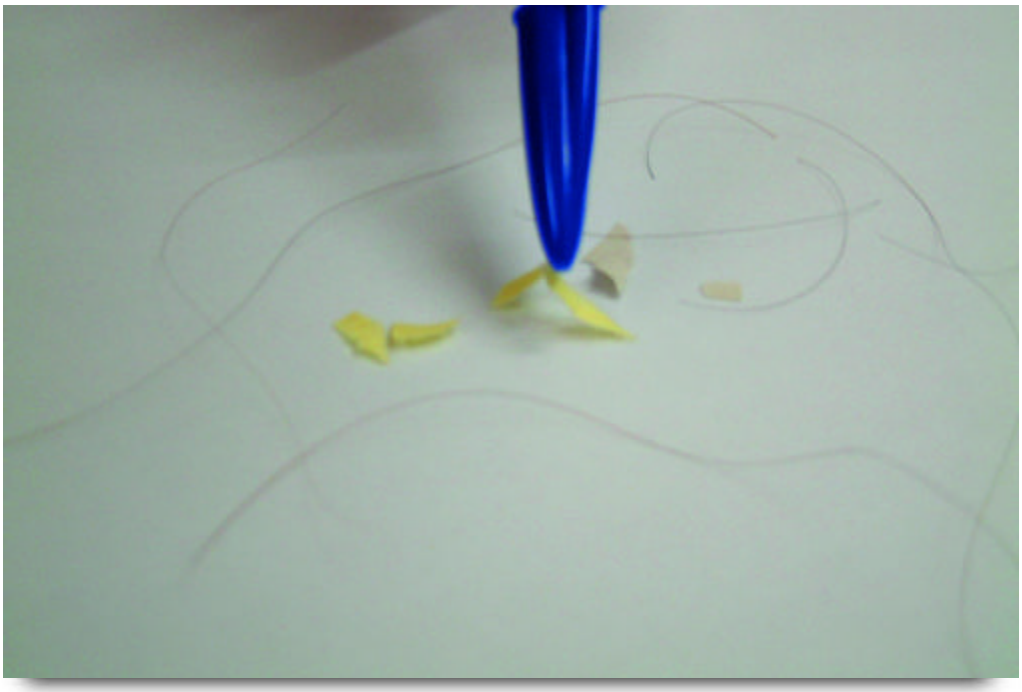
Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναγνωρίζετε τα διάφορα ηλεκτρονικά εξαρτήματα και κυκλώματα εκ του φυσικού και σε τυπικά σχέδια .**
- **Αναφέρετε τις εφαρμογές των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και κυκλωμάτων στα αυτοκίνητα για λειτουργικούς και διαγνωστικούς σκοπούς.**

ΓΕΝΙΚΑ

Αν τρίψετε ένα πλαστικό στυλό με ένα μάλλινο ύφασμα (π.χ. με ένα πουλόβερ ή με τα μαλλιά μας) και το πλησιάσετε πάνω από μικρά κομμάτια χαρτιού, θα παρατηρήσετε ότι αυτά έλκονται από το στυλό.

Επίσης, όταν χτενίζεστε μπορεί να δείτε τα μαλλιά σας να έλκονται από την πλαστική σας χτένα, ή μπορεί να ακούσετε κάποιους ήχους (κάτι σαν κριτς - κρατς) όταν βγάζετε κάποιο μάλλινο πουλόβερ. Ή επίσης να νοιώσετε ένα "κτύπημα", όταν βγαίνετε από ένα αυτο-



Σχήμα 3.1: *Η Ηλεκτρική δύναμη*

κίνητο πιάνοντας την πόρτα του αυτοκινήτου, ή να δείτε μια μικρή "σπίθα" - κάτι σαν μικρός κεραυνός -όταν πλησιάσετε το κλειδί στην κλειδαριά για να κλειδώσετε το αυτοκίνητο. Η εξήγηση για όλα τα παραπάνω φαινόμενα είναι μια λέξη ΄΄**ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ**΄΄.

Τι είναι λοιπόν Ηλεκτρισμός;

Κατ΄ αρχάς η λέξη πρόερχεται από τη λέξη Ήλεκτρον που σημαίνει κεχριμπάρι. Στο υλικό αυτό, οι Αρχαίοι Έλληνες παρατήρησαν ελκτικές ιδιότητες που αποκτούσε το ήλεκτρον, όταν το έτριβαν με μάλλινα υλικά, και έτσι ονόμασαν τα φαινόμενα τέτοιου είδους, ηλεκτρισμό.

Σε τι οφείλεται λοιπόν ο Ηλεκτρισμός;

Σήμερα η επιστήμη δέχεται ότι ο Ηλεκτρισμός οφείλεται στην ύπαρξη του ηλεκτρικού φορτίου. Το τι είναι ακριβώς ηλεκτρικό φορτίο δεν υπάρχει πλήρης εξήγηση. Είναι γνωστές όμως οι ιδιότητες του ηλεκτρικού φορτίου.

Μια ιδιότητα που έχει το ηλεκτρικό φορτίο είναι ότι "συναντάται" - υπάρχει - σε δυο διαφορετικές μορφές (είδη).Το ένα είδος (μορφή) του ηλεκτρικού φορτίου έχει ονομασθεί θετικό και συμβολίζεται με (+) και το άλλο είδος έχει ονομασθεί αρνητικό και συμβολίζεται με (-). Και τα δύο είδη βρίσκονται στη μικρότερη ποσότητα ύλης που υπάρχει στη φύση, στο άτομο.(Σχήμα 3.2).

Συγκεκριμένα το ένα είδος του ηλεκτρικού φορτίου που ονομάζεται θετικό υπάρχει στα πρωτόνια, στα σωματίδια που βρίσκονται στο πυρήνα, ενώ το αρνητικό φορτίο υπάρχει στα ηλεκτρόνια στα σωματίδια που περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα ενός ατόμου. Σε ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου τα δυο είδη είναι μεταξύ τους ίσα, ($p = e = 1.6 \times 10^{-19}$ Cb) με αποτέλεσμα το άτομο να παρουσιάζεται ηλεκτρικά ουδέτερο, εφόσον ο αριθμός των πρωτονίων και των ηλεκτρονίων είναι ο ίδιος.

Σε περίπτωση όμως που με κάποιο τρόπο (π.χ. με τριβή) αφαιρεθούν ηλεκτρόνια από ένα άτομο, τότε αυτό "φαίνεται" σαν θετικό ηλεκτρικό φορτίο(ιόν). Ενώ αν προστεθούν ηλεκτρόνια, τότε το άτομο "φαίνεται" σαν αρνητικό φορτίο(ιόν).

Τα διάφορα υλικά σώματα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την συμπεριφορά τους απέναντι στο η-

Σχήμα 3.2: *Ο Έλληνας φιλόσοφος Δημόκριτος* και το άτομο.*

** Ο Έλληνας φιλόσοφος Δημόκριτος (5ος Αιώνας π.Χ.) είχε υποστηρίξει πως η ύλη δεν είναι συνεχής αλλά αποτελείται από μικρά σωματίδια που δεν είναι δυνατόν να διαιρεθούν (τμηθούν) περισσότερο. Τα σωματίδια αυτά τα ονόμασε άτομα (από το α το στερητικό και τομή , α - τομή.) Για τη σύλληψη αυτής της καταπληκτικής ιδέας, υπάρχει τιμητικά η προτομή του στη μια πλευρά του δεκάρικου, ενώ στην άλλη πλευρά του κέρματος υπάρχει "η μορφή" του ατόμου κατά το πρότυπο του πλανητικού συστήματος (Ήλιος - Πυρήνας και πλανήτες - ηλεκτρόνια) .*

λεκτρικό ρεύμα. Υπάρχουν υλικά σώματα που χαρακτηρίζονται ως **καλοί αγωγοί,** (συνήθως είναι μέταλα), που επιτρέπουν εύκολα μέσα από τη μάζα τους να κινούνται τα ηλεκτρόνια (ηλεκτρικό ρεύμα). Υπάρχουν επίσης υλικά σώματα που χαρακτηρίζονται ως κακοί αγωγοί ή **μονωτές,** (πλαστικά, ξύλο), που ΔΕΝ επιτρέπουν μέσα από τη μάζα τους να κινούνται τα ηλεκτρόνια και τέλος υπάρχουν υλικά σώματα που χαρακτηρίζονται ως **ημιαγωγοί,** (δίοδοι, τραντζίστορς), που κάτω από "ειδικές" συνθήκες άλλοτε επιτρέπουν τη κίνηση των ηλεκτρονίων και άλλοτε όχι.

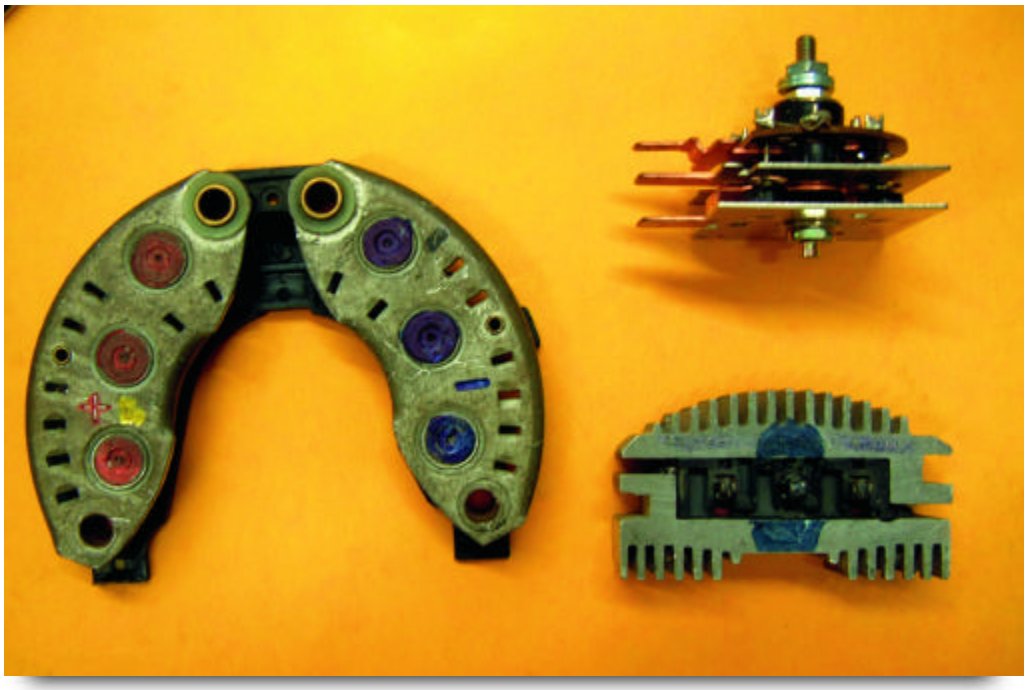
Οι ημιαγωγοί, έχουν πολύ μεγάλη εφαρμογή στις νέες τεχνολογίες του αυτοκινήτου είτε ως αισθητήρες είτε ως επιμέρους εξαρτήματα ηλεκτρονικών κατασκευών.

3.1. Δίοδοι

Οι δίοδοι (ή και κρυσταλοδίοδοι) ήταν από τους πρώτους ημιαγωγούς που χρησιμοποιήθηκαν στο αυτοκίνητο. Γενικά οι δίοδοι χρησιμοποιούνται κατά κόρο για τη μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή. (Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ανόρθωση και γι΄αυτό μπορεί οι δίοδοι να αποκαλούνται και ανορθωτές).

Στο αυτοκίνητο οι δίοδοι χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα φόρτισης, για να μετατρέψουν την τριφασική εναλλασσόμενη τάση που παράγει ο εναλλακτήρας σε συνεχή.

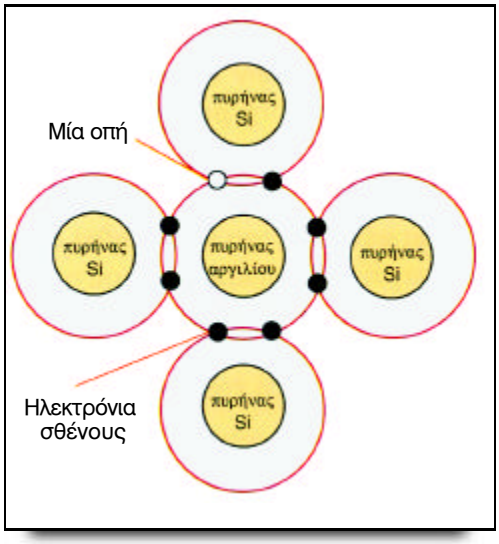
Η χρήση τους στηρίζεται στο ότι οι δίοδοι έχουν την ιδιότητα - χάρη στην κατασκευής τους - να επιτρέπουν την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος προς



Σχήμα 3.3: *Οι δίοδοι στο αυτοκίνητο ως ανορθωτές.*

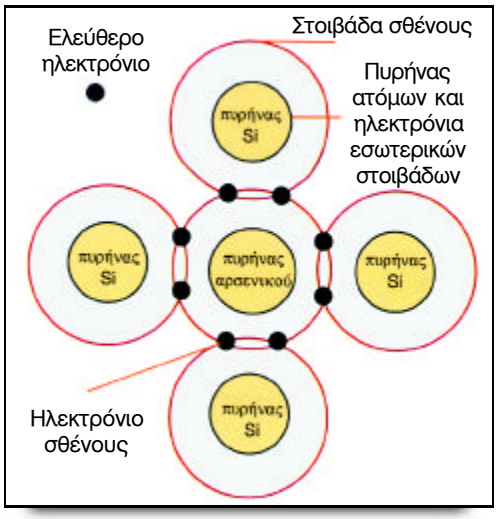
μια μόνο κατεύθυνση, όταν συνδεθούν τα άκρα μιας διόδου με τη σωστή πολικότητα.(ορθή πόλωση).

Η δίοδος αποτελείται από δυο τμήματα ημιαγωγικών στοιχείων. Το ένα τμήμα της διόδου, πού ονομάζεται και επαφή - P -, (απο την αγγλική λέξη Positive, που σημαίνει θετικό), είναι ένας ημιαγωγός στον οποίο με επιλεκτική πρόσμειξη των στοιχείων που τον αποτελούν (π.χ Πυρίτιο και Αργίλιο), επιτυγχάνεται να υπάρχει έλλειψη ενός ηλεκτρονίου και να εμφανίζεται στην εξωτερική στιβάδα ή αλλοιώς στιβάδα σθένους μια οπή (σχήμα 3.4).



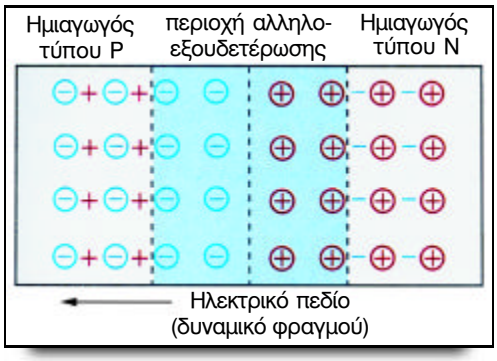
Σχήμα 3.4: *Ημιαγωγός τύπου P.*

Το άλλο τμήμα της διόδου που ονομάζεται και επαφή - N- (από την αγγλική λέξη Negative, που σημαίνει αρνητικό), είναι ένας άλλος ημιαγωγός που με επιλεκτική πρόσμειξη των στοιχείων που τον αποτελούν, (π.χ Πυρίτιο και Αρσενικό), επιτυγχάνεται να υπάρχει περίσσεια ενός ηλεκτρονίου (σχήμα 3.5).



Σχήμα 3.5: *Ημιαγωγός τύπου N.*

Τα δύο τμήματα του ημιαγωγού "P" και "N" δεν είναι δύο χωριστά κομμάτια που έχουν συγκολληθεί μεταξύ τους αλλά δύο περιοχές ενός ενιαίου ημιαγωγού με αυστηρά ελεγχόμενο και διαφορετικό εμπλουτισμό η κάθε μία. Ανάμεσα στα δύο τμήματα της διόδου δημιουργείται μια περιοχή αλληλοεξουδετέρωσης φορτίων που στη μια της άκρη επικρατεί συγκέντρωση αρνητικών ιόντων (αριστερά), ενώ στην άλλη επικρατεί συγκέντρωση θετικών ιόντων (δεξιά) (σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6: *Περιοχή αλληλοεξουδετέρωσης διόδου*

Για να επιτραπεί η κίνηση μέσα από την δίοδο τόσο των συγκεντρωμμένων ηλεκτρονίων (αριστερά) όσο και των συγκεντρωμένων οπών (δεξιά), πρέπει να "καταστραφεί "η περιοχή αλληλοεξουδετέρωσης της διόδου, τροφοδοτώντας με τάση τα άκρα της διόδου. Συγκεκριμένα, αν συνδεθεί το αριστερό τμήμα της διόδου (τμήμα P) - που λέγεται και **άνοδος** - με το θετικό πόλο μιας πηγής και το δεξί τμήμα της διόδου (τμήμα N) - που λέγεται και **κάθοδος** - με τον αρνητικό πόλο (ορθή πόλωση), θα υπάρξει κίνηση των ηλεκτρονίων από δεξιά προς αριστερά και των οπών από αριστερά προς δεξιά, δηλαδή ηλεκτρικό ρεύμα. Ενώ αν συνδεθεί το αριστερό τμήμα της διόδου (τμήμα P) με τον αρνητικό πόλο μιας πηγής και το δεξί τμήμα της διόδου (τμήμα N) με τον θετικό πόλο (ανάστροφη πόλωση), η περιοχή αλληλοεξουδετέρωσης θα αυξηθεί περισσότερο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν ούτε τα ηλεκτρόνια ούτε οι οπές να "υπερβούν το χάσμα", που έχει δημιουργήσει η ανάστροφη πόλωση και η δίοδος να λειτουργεί σαν ηλεκτρονικός διακόπτης και να μην επιτρέπει την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος (σχήμα 3.7).

Η δίοδος ως ανορθωτής

Η δίοδος αν συνδεθεί σε ένα κύκλωμα κατά την αντίθετη φορά λειτουργεί ως ένας "ηλεκτρονικός" διακόπτης.

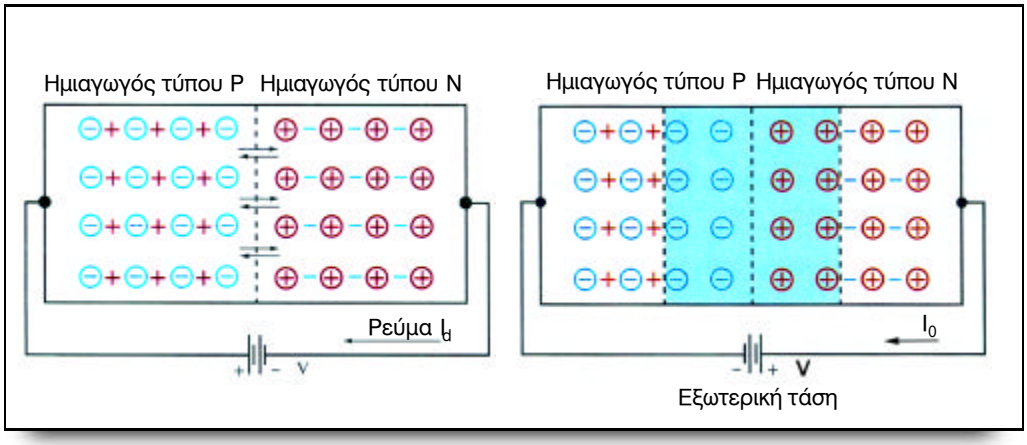
Η δίοδος χρησιμοποιείται κυρίως για τη μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή (ανόρθωση), καθώς και για την προστασία ηλεκτρονικών κυκλωμάτων από ανάστροφη πόλωση. Ανάλογα με το κύκλωμα θα πρέπει να γίνει η σωστή επιλογή της διόδου. Τα βασικά χαρακτηριστικά της είναι η τάση λειτουργίας και η ισχύ της.

ΕΙΔΗ ΔΙΟΔΩΝ

3.1.1. Δίοδος ζένερ

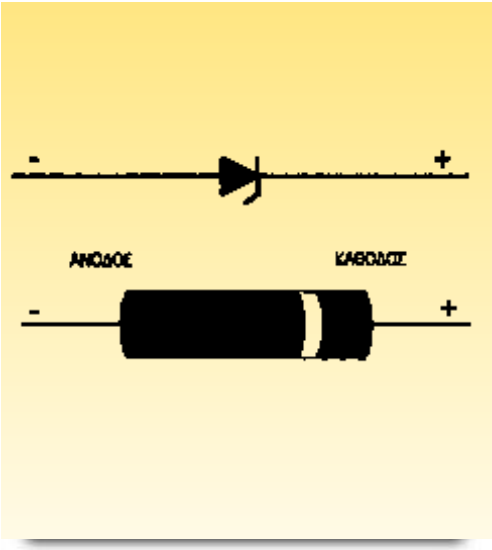
Η δίοδος Ζένερ λειτουργεί ως μια κοινή δίοδος, με τη διαφορά ότι μπορεί να λειτουργεί και με ανάστροφη πόλωση χωρίς να καταστρέφεται.

Η ανάστροφη τάση σε μία δίοδο Ζένερ ή αλλιώς τάση Ζένερ είναι χαρακτηριστικό μέγεθος της διόδου Ζένερ. Η δίο-



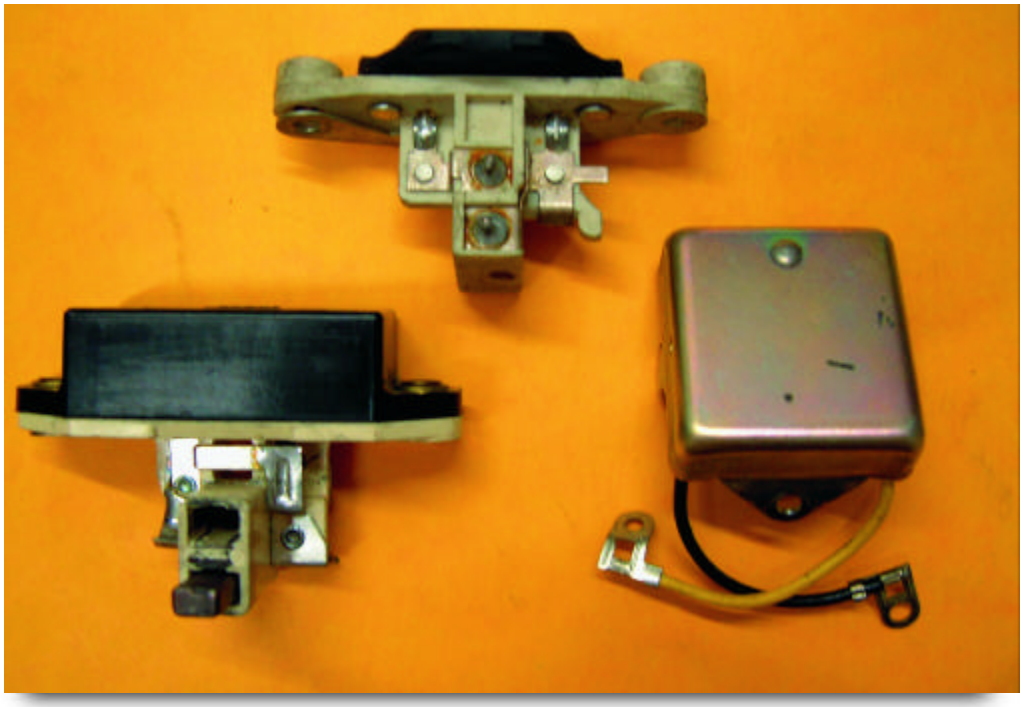
Σχήμα 3.7: Ορθή - ανάστροφη πόλωση (ηλεκτρονικά).

δος Ζένερ χρησιμοποιείται κυρίως για τη ρύθμιση τάσεων. Οι ηλεκτρονικοί αυτόματοι ρυθμιστές τάσης των αυτοκινήτων (σχήμα 3.9) είναι ηλεκτρονικά κυκλώματα που ρυθμίζουν την τάση του μαγνητικού πεδίου (διέγερση) του εναλλακτήρα, ανάλογα με τις στροφές και το ηλεκτρικό φορτίο με τη χρήση διόδων Ζένερ.



Σχήμα 3.8: *Συμβολισμοί διόδου Ζένερ.*

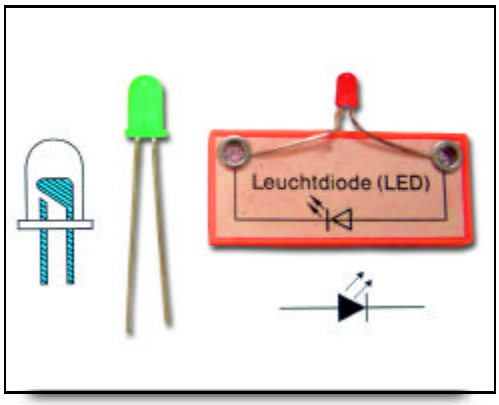
Η δίοδος Ζένερ μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί και για προστασία από υπερτάσεις σε διάφορα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Όταν η τιμή της τάσης σε ένα κύκλωμα υπερβεί την τάση Ζένερ της χρησιμοποιούμενης διόδου, τότε αυτή γίνεται αγώγιμη και βραχυκυκλώνει το κύκλωμα. Έτσι η δίοδος Ζένερ είτε προκαλεί πτώση της υπέρτασης είτε προκαλεί βραχυκύκλωμα καίγοντας κάποια ασφάλεια, ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται και τον τρόπο συνδεσμολογίας της.



Σχήμα 3.9: *Τύποι αυτόματων ρυθμιστών τάσης αυτοκινήτου.*

3.1.2. Δίοδος εμπομπής φωτός (L.E.D)

Η δίοδος εκπομπής φωτός (Light emmiting diode) είναι μια δίοδος η οποία όταν πολωθεί σωστά εκπέμπει ορατή ή υπέρυθρη (ανάλογα με την κατασκευή της) ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται για οπτικές ενδείξεις (οργάνων), σε τηλεχειστήρια και συστήματα αισθητήρων. Οι δίοδοι εκπομπής φωτός μπορούν να εκπέμψουν τρία χρώματα: κόκκινο, πράσινο και κίτρινο. Η τάση λειτουργίας των διόδων εκπομπής φωτός κυμαίνεται από 1.2 έως 3,2 V˙ για αυτό και στα κυκλώματα είναι συνδεδεμμένη σε σειρά με μια αντίσταση.



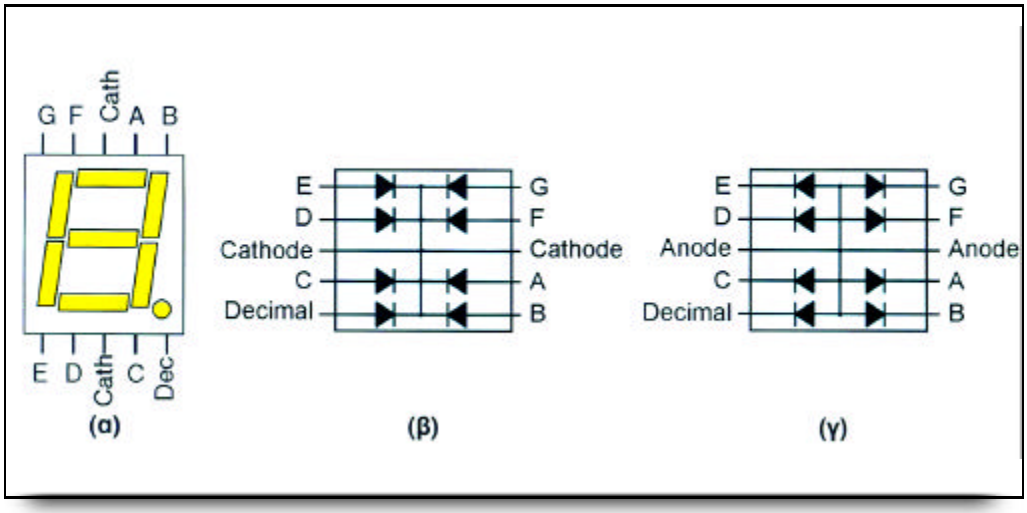
Σχήμα 3.10: LED Σχηματική παράσταση - Συμβολισμός

Μια από τις σημαντικές χρήσεις των διόδων εκπομπής φωτός είναι ο συνδυασμός επτά διόδων που χρειάζονται για την οπτική δημιουργία ενός αριθμού και μιας διόδου για την τελεία, που ονομάζεται και δίοδος επτά τμημάτων (7 - segmement LED display) (Σχήμα 3.11).

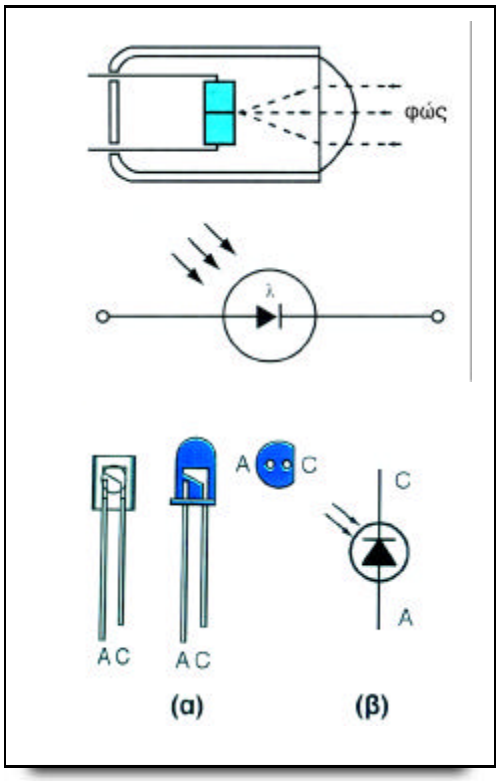
3.1.3. Φωτοδίοδος

Η φωτοδίοδος είναι μια δίοδος η οποία λειτουργεί ανάλογα με τη ποσότητα (ένταση) φωτός που προσπίπτει πάνω στην φωτοευαίσθητη επιφάνειά της.

Άλλες φωτοδίοδοι είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν στην ορατή ακτινοβολία και άλλες στην υπέρυθρη. Σε σύγκριση με την φωτοαντίσταση και το φωτοτρανζίστορ λειτουργούν σε υψη-



Σχήμα 3.11: Δίοδοι σε μορφή αριθμού.



Σχήμα 3.12: Φωτοδίοδος (α) - Συμβολισμός(β)

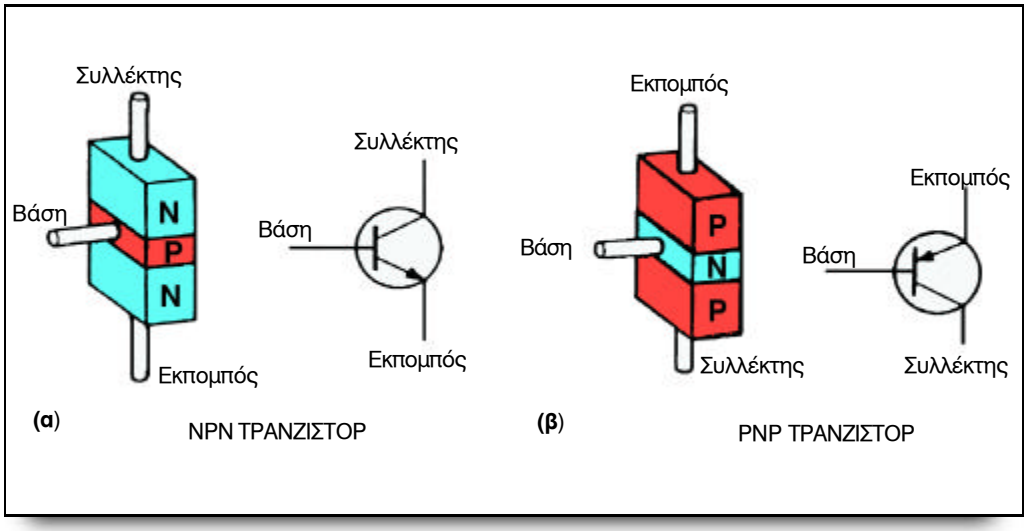
λότερες συχνότητες, παρ' ότι έχουν μικρότερη ευαισθησία.

Οι φωτοδίοδοι χρησιμοποιούνται στην ανάγνωση διάτρητων καρτελών ή ταινιών στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, σε διακόπτες που λειτουργούν με φωτισμό στην αναπαραγωγή ήχου γραμμένου πάνω σε φιλμς, στην αυτόματη καταμέτρηση αντικειμένων σε βιομηχανίες παραγωγής, κ.λπ.

3.2. Τρανζίστορ

Γενικά

Το τρανζίστορ ή κρυσταλλοτρίοδος είναι ένας ημιαγωγός, ο οποίος κατασκευαστικά προκύπτει από την σύνδεση δύο διόδων επαφής σε σειρά. Υπάρχουν δύο δυνατότητες (τρόποι) για την σύνδεση των δύο διόδων. Η πρώτη δυνατότητα: αν συνδεθούν τα μέρη (άκρα) των διόδων τύπου (P), να προκύπτει ένα τρανζίστορ τύπου N-P-N (σχήμα 3.14). Η δεύτερη δυνατότητα: αν συνδεθούν τα τμήματα (άκρα) των διόδων τύπου



Σχήμα 3.13: (α) Τρανζίστορ N-P-N, (β) Τρανζίστορ P-N -P.

(N), τότε προκύπτει το τρανζίστορ (P-N-P) (σχήμα 3.13 (β)).

Το ένα ακραίο τμήμα του τρανζίστορ ονομάζεται συλλέκτης (collector) και συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα (C), ενώ το άλλο ακραίο τμήμα ονομάζεται εκπομπός (emitter) και συμβολίζεται με το γράμμα (E). Ενώ το μεσαίο τμήμα του τρανζίστορ, που είναι και το πιο μικρό, λέγεται βάση (base)και συμβολίζεται με το γράμμα (B).

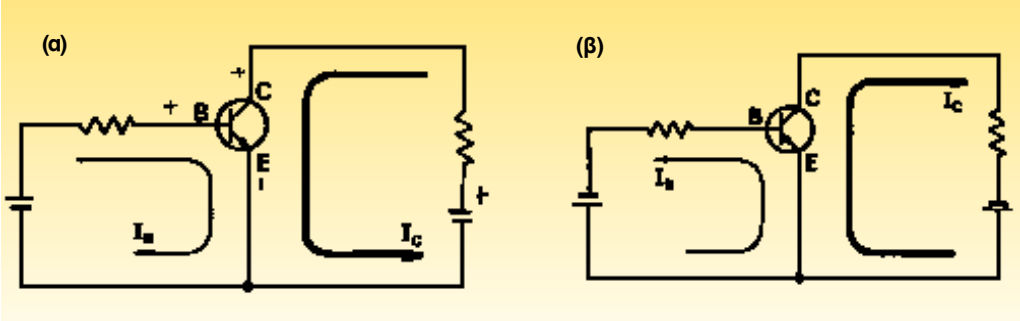
3.2.1. Λειτουργία

Το τρανζίστορ χρησιμοποιείται στα κυκλώματα είτε:

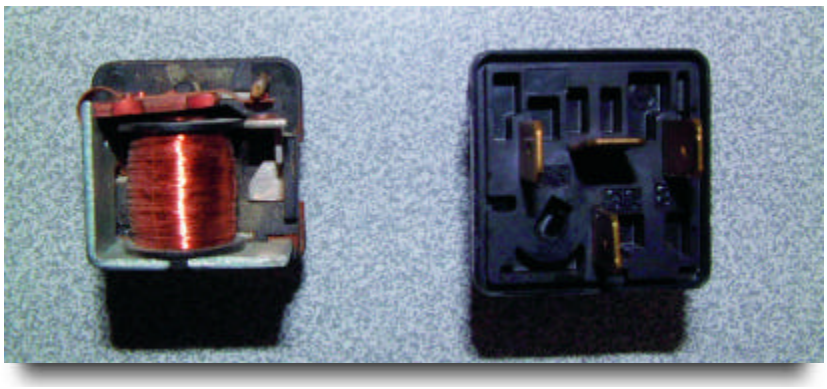
- Ως διακόπτης
- Ως ρελέ
- Ως ενισχυτής

Η λειτουργία ενός τρανζίστορ μπορεί να εξηγηθεί με τη βοήθεια των παρακάτω σχεδιαγραμμάτων (Σχήμα 3.14), είτε πρόκειται για τρανζίστορ NPN είτε για PNP η λειτουργία είναι ανάλογη.

Στο σχήμα 3.14(α) φαίνεται η λειτουργία ενός τρανζίστορ NPN. Αν στα άκρα της βάσης και του εκπομπού συνδεθεί ανάστροφα ένα εξωτερικό κύκλωμα (μια πηγή και μια αντίσταση), τότε λειτουργεί το κύκλωμα συλλέκτη - εκπομπού με την κατανάλωση και την πηγή. Δηλαδή για τη λειτουργία ενός τρανζίστορ χρειάζονται δύο κυκλώματα. Το ένα μεταξύ βάσης και εκπομπού και το άλλο μεταξύ συλλέκτη και εκπομπού.



Σχήμα 3.14: *(α) Λειτουργία τρανζίστορ N-P-N, (β) Τρανζίστορ[P-N - P.*

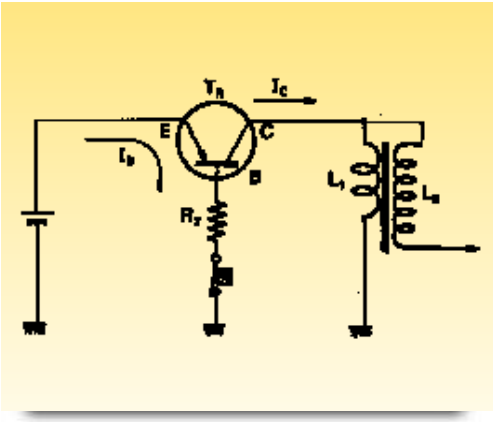


Σχήμα 3.15: *Ηλεκτρονόμος ή ρελέ.*

Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα βάσης - εκπομπού είναι πάρα πολύ μικρότερο από το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα συλλέκτη - εκπομπού. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η λειτουργία ενός τρανζίστορ έχει μεγάλη αντιστοιχία με τη λειτουργία ενός ρελέ (ηλεκτρονόμου) αυτοκινήτου.

Η διαφορά στη λειτουργία ανάμεσα σε ένα ρελέ (ηλεκτρονόμο) αυτοκινήτου (σχήμα 3.15) και ένα τρανζίστορ είναι ότι μικραίνοντας ή μεγαλώνοντας το ρεύμα βάσης μικραίνει ή μεγαλώνει και το ρεύμα (εξόδου) συλλέκτη - εκπομπού.

Γι' αυτό και η κύρια χρήση του τρανζίστορ, εκτός από τον έλεγχο π.χ. ηλεκτρονικής ανάφλεξης (σχήμα 3.16), μπεκ, φώτα, κ.α., είναι να χρησιμοποιείται ως ενισχυτής.



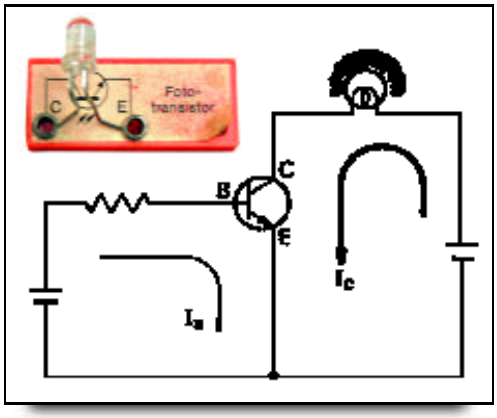
Σχήμα 3.16: Σκαρίφημα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με πλατίνες.

Για να τροφοδοτηθεί με τάση το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή (L1), πρέπει οι πλατίνες να οδηγούν το τρανζίστορ. Συγκεκριμένα όταν οι πλατίνες είναι κλειστές διαρρέεται από ρεύμα το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή.

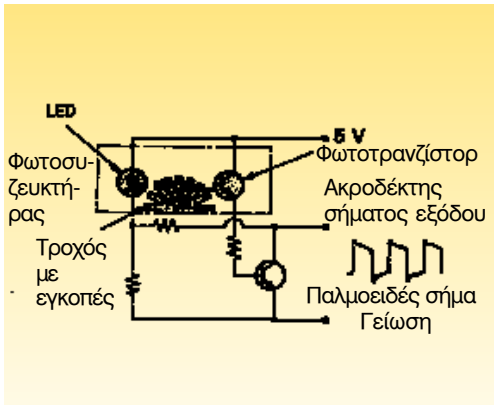
Ενώ αν οι πλατίνες ανοίξουν, τότε σταματάει να διαρρέεται από ρεύμα το πρωτεύον του πολλαπλασιαστή.

3.2.2. Φωτοτρανζίστορ

Το φωτοτρανζίστορ έχει την ίδια κατασκευή με ένα τρανζίστορ με τη διαφορά ότι δεν υπάρχει συνήθως άκρο - βάση ως ακροδέκτης, αλλά η βάση είναι κατάλληλα διαμορφωμένη (διαφανής), ώστε να ″ενεργοποιείται″, όταν πέφτει πάνω της μια ποσότητα φωτός. (σχήμα 3.17).



Σχήμα 3.17: Φωτοτρανζίστορ.



Σχήμα 3.18: Φωτοζεύκτης για αισθητήρα ταχύτητας.

Η χρήση του φωτοτρανζίστορ στο αυτοκίνητο συνήθως συνδυάζεται με L.E.D. για την κατασκευή ενός φωτοζεύκτη ή οπτοζεύκτη (optocouplers). Ο φωτοζεύκτης συνήθως αποτελείται από ένα L.E.D. που εκπέμπει φως και ΄΄διεγείρεί΄΄ απέναντι τη βάση ενός φωτοτρανζίστορ (σχήμα 3.18).

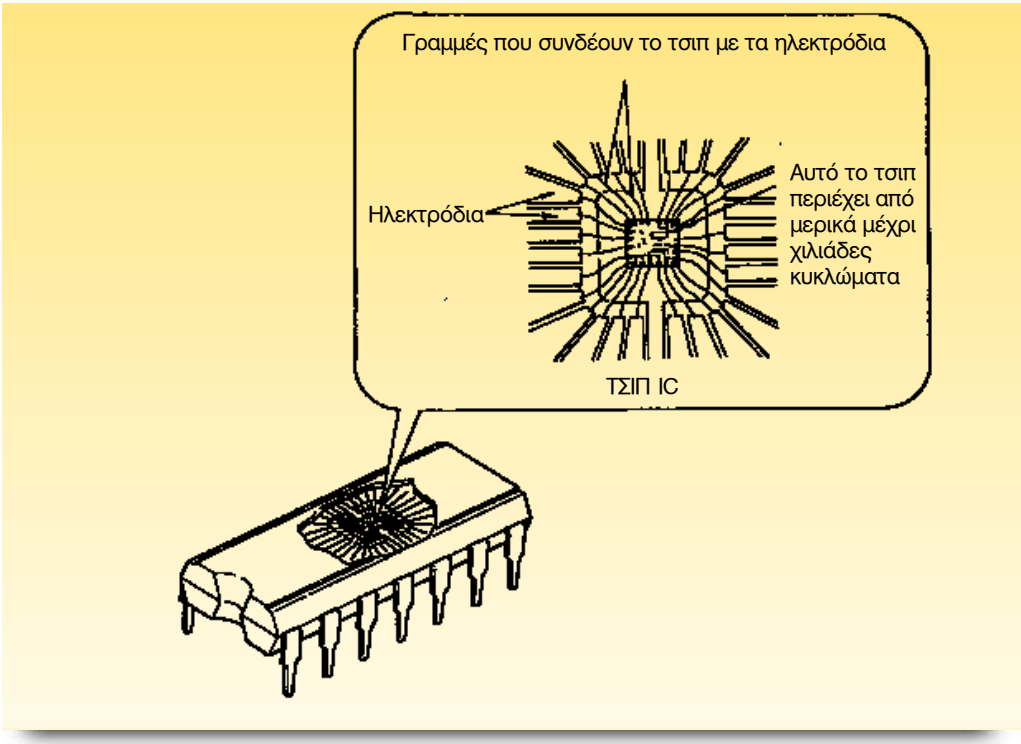
Συνήθως ανάμεσα στο LED και στο φωτοτρανζίστορ περιστρέφεται ένας δίσκος με τρύπες ή μια φτερωτή ή ένα εκκρεμές. Αυτό γίνεται για να διακόπτεται το φως του LED και έτσι να υπάρχει διέγερση ή όχι του φωτοτρανζίστορ, με αποτέλεσμα να καταγράφεται μέτρηση του μεγέθους, π.χ. στροφές κινητήρα (σχήμα 3.18).

3.3. Ολοκληρωμένα κυκλώματα

Γενικά

Η ανάγκη για κατασκευή ηλεκτρικών - ηλεκτρονικών διατάξεων με μικρό βάρος, όγκο, αξιοπιστία, εύκολη διάγνωση και χαμηλό κόστος, οδήγησαν την τεχνολογία στην κατασκευή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (Integrated Circuits, ICs).

Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα είναι ένας συνδυασμός από διόδους, τρανζίστορς, πυκνωτές, αντιστάσεις, με τέτοιο τρόπο συνδεδεμένα ώστε να αποτελούν χιλιάδες ηλεκτρικά κυκλώματα, τοποθετημένα μέσα σ' ένα τσιπ σιλικόνης, εμβαδού μερικών τετραγωνικών χιλιοστών, κλεισμένα σ' ένα πλαστικό ή κεραμικό κάλυμμα, (σχήμα 3.19).



Σχήμα 3.19: *Ολοκληρωμένο κύκλωμα.*

Το μέγεθος των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων συνήθως καταλαμβάνει επιφάνεια από 3 έως 30 mm^2 (τετραγωνικά χιλιοστά), ανάλογα με το πλήθος και το μέγεθος των εξαρτημάτων που έχει.

3.3.1. Ταξινόμηση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

1. ***Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα:***
   - **α)** με τον τρόπο λειτουργίας τους, και
   - **β)** με το μέγεθος, δηλαδή τον αριθμό στοιχείων που περιλαμβάνουν ανά τσιπ (chip).
2. ***Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, ταξινομούνται σε:***
   - **α)** αναλογικά (ή γραμμικά) ολοκληρωμένα κυκλώματα και
   - **β)** ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Τα αναλογικά ολοκληρωμένα κυκλώματα περιλαμβάνουν συνήθως διάφορους ενισχυτές (τελεστικούς, διαφορικούς, ακουστικούς), ή σταθεροποιητές τάσης κ.α. και επεξεργάζονται αναλογικά σήματα, (βλέπε κεφ. 5.2.4.).

Αναλογικό σήμα *είναι το σήμα το οποίο, ως προς το χρόνο, μεταβάλλεται συνεχώς.*

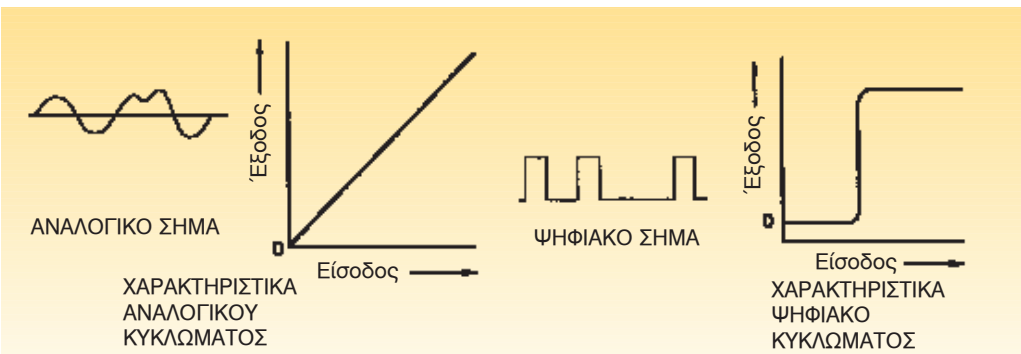
Τα ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα περιλαμβάνουν κυκλώματα όπως τα λογικά κυκλώματα, συνδυασμούς λογικών κυκλωμάτων, flip - flop, κ.λπ.

Ψηφιακό σήμα *είναι το σήμα το οποίο, ως προς το χρόνο, μεταβάλλεται διακοπτόμενο.*

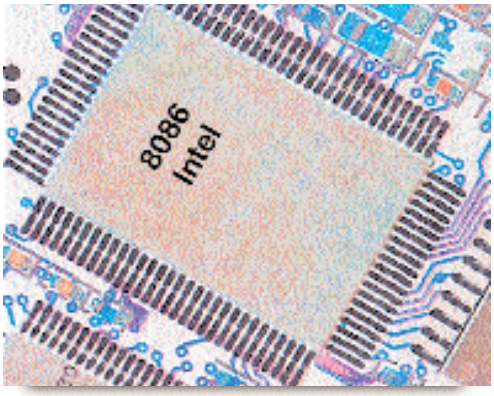
3. Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα ως προς το μέγεθος, ανάλογα δηλαδή με τον αριθμό των στοιχείων (τρανζίστορ, διόδων, αντιστάσεων, πυκνωτών) που μπορεί να έχει ένα κομμάτι (chip) του ολοκληρωμένου ταξινομούνται, σε ολοκληρωμένα κυκλώματα:

Μικρής κλίμακας ολοκλήρωσης, (Small Scale Intergration - SSI) που έχουν περίπου 100 στοιχεία ανά chip.

Μεσαίας κλίμακας ολοκλήρωσης (Medium Scale Intergration - MSI) που έχουν περίπου 300 έως 1000 στοιχεία ανά chip.



Σχήμα 3.20: (α) Αναλογικό σήμα, (β) Ψηφιακό σήμα.

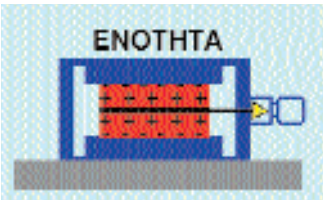


Σχήμα 3.21: Φωτοζεύκτης για αισθητήρα ταχύτητας.

Μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (Large Scale Intergration - LSI), που έχουν περίπου 10.000 στοιχεία ανά chip.

Πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (Very Large Scale Intergration - VLSI), που ξεπερνούν τα 100.000 στοιχεία ανά chip.

Ο μικροεπεξεργαστής *(microprocessor) της intel 8086 σε επιφάνεια 0,145 mm2 έχει 29.000 τρανζίστορ.*

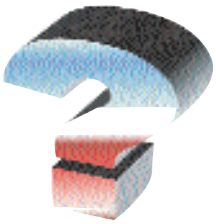


ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 3

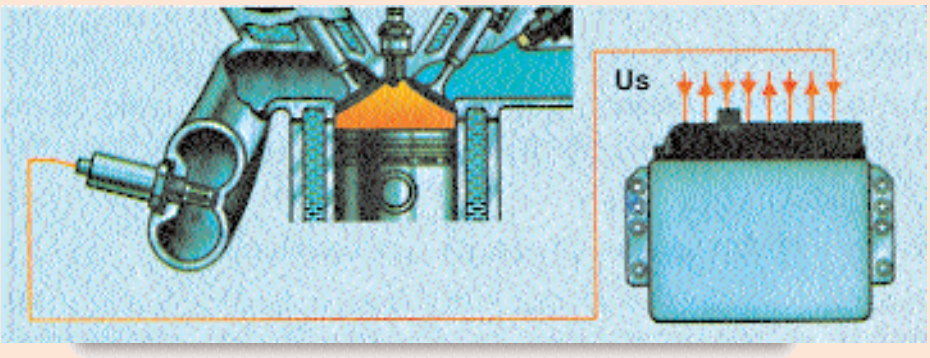
- Ο Ηλεκτρισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο που οφείλεται στην ύπαρξη των ηλεκτρικών φορτίων.
- Το ηλεκτρικό φορτίο υπάρχει σε δυο διαφορετικές μορφές(είδη), το θετικό και το αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο.
- Το άτομο είναι "η μικρότερη ποσότητα ύλης" και αποτελείται από τον "ακίνητο" πυρήνα με τα πρωτόνια και τα νετρόνια και τα "περιστρεφόμενα" γύρω από τον πυρήνα ηλεκτρόνια.
- Τα πρωτόνια φέρουν το θετικό ηλεκτρικό φορτίο, ενώ τα ηλεκτρόνια το αρνητικό φορτίο. Σε ποσότητα όμως, τα δυο είδη ηλεκτρικού φορτίου είναι ίσα.
- Υλικά που επιτρέπουν τη διέλευση μέσα από τη μάζα τους την κίνηση των ηλεκτρονίων εύκολα λέγονται καλοί αγωγοί.
- Υλικά που ΔΕΝ επιτρέπουν τη διέλευση μέσα από τη μάζα τους την κίνηση των ηλεκτρονίων καθόλου λέγονται κακοί αγωγοί ή μονωτές.
- Υλικά που κάτω από ειδικές συνθήκες (θερμοκρασία, πίεση,τάση,φώς), άλλοτε επιτρέπουν και άλλοτε ΔΕΝ επιτρέπουν την διέλευση μέσα από τη μάζα τους την κίνηση των ηλεκτρονίων λέγονται ημιαγωγοί.
- Οι ημιαγωγοί είναι κατασκευασμένοι συνήθως από Πυρίτιο ή Γερμάνιο. Αν ένας ημιαγωγός εμπλουτισθεί με ξένα άτομα είναι δυνατόν να προκύψει ημιαγωγός με περισσότερα ελεύθερα ηλεκτρόνια ,δηλαδή τύπου Ν, ενώ αν προκύψει ημιαγωγός με περισσότερες οπές τότε είναι τύπου Ρ.

- Η δίοδος είναι ένας ημιαγωγός, μια επαφή P-N ο οποίος επιτρέπει την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος κατά μία κατεύθυνση, αν πολωθεί σωστά. Η δίοδος χρησιμοποιείται κυρίως ως ανορθωτής.
- Η δίοδος Zener χρησιμοποιείται ως ρυθμιστής τάσης.
- Η δίοδος εκπομπής φωτός (L.E.D. Light Emiting Diode) είναι μία δίοδος η οποία εκπέμπει φως (ορατό ή μη). Χρησιμοποιείται κυρίως ως ενδεικτική λυχνία ή ως φωτεινοί αριθμοί.
- Η φωτοδίοδος είναι μία επαφή P-N, της οποίας η λειτουργία επηρεάζεται από το φως, όταν πέφτει πάνω της σε συγκεκριμένη περιοχή της.
- Το τρανζίστορ μπορεί να θεωρηθεί ότι προέρχεται από την ένωση δύο διόδων. Χρησιμοποιείται ως διακόπτης, ρελέ ή ενισχυτής.
- Το φωτοτρανζίστορ είναι ένα τρανζίστορ το οποίο άγει όταν στη βάση του πέσει ποσότητα φωτός. Ο συνδυασμός φωτοτρανζίστορ με δίοδο LED αποτελούν τον φωτοζεύκτη.
- Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα αποτελούνται από μεγάλο αριθμό ηλεκτρονικών εξαρτημάτων συνδεδεμένων μεταξύ τους, έτσι ώστε να εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες.
- Ταξινομούνται σε αναλογικά, αν επεξεργάζονται αναλογικά σήματα ή σε ψηφιακά, αν επεξεργάζονται ψηφιακά σήματα και σε μικρής, μεσαίας ή μεγάλης κλίμακας ανάλογα με τον αριθμό των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που περιέχουν ανά chip.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 3



1. Πώς αποδεικνύεται η ύπαρξη του ηλεκτρικού φορτίου;
2. Πώς μπορεί να περιγραφεί η δομή ενός ατόμου και ποια η σχέση του με το ηλεκτρικό φορτίο;
3. Ποια υλικά σώματα χαρακτηρίζονται καλοί αγωγοί και ποια μονωτές;
4. Τι είναι οι ημιαγωγοί;
5. Πώς κατασκευάζεται μια επαφή P - N;
6. Ποιες είναι διαφορές ανάμεσα σε ένα αγωγό και σε ένα ημιαγωγό;
7. Γιατί μια δίοδος, όταν πολωθεί ανάστροφα, γίνεται κακός αγωγός (διακόπτης);
8. Πώς εξηγείτε τη χρήση της διόδου ως ανορθωτή;
9. Πώς χρησιμοποιείται η δίοδος Zener σε ένα κύκλωμα;
10. Πώς ονομάζονται οι ακροδέκτες ενός τρανζίστορ.;
11. Ποια η κύρια χρήση ενός τρανζίστορ;
12. Τι είναι και πώς λειτουργεί ένας φωτοζεύκτης;
13. Τι είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα;
14. Πώς ταξινομούνται τα ολοκληρωμένα κυκλώματα;



4

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

4.1 Ανοικτός - κλειστός βρόγχος
4.2 Δομή και λειτουργία
4.3 Συνεχής ρύθμιση - ρύθμιση δύο θέσεων

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Περιγράφετε τον τρόπο λειτουργίας συστημάτων αυτομάτου ελέγχου.**
- **Αναφέρετε παραδείγματα συστημάτων αυτομάτου ελέγχου στο αυτοκίνητο.**

ΓΕΝΙΚΑ

Από την καθημερινή εμπειρία προκύπτει ότι υπάρχουν φυσικοί ή τεχνητοί μηχανισμοί που ΄΄ρυθμίζουν΄΄ κάποιο γεγονός ή κατάσταση ή τα σταματούν ώστε να μην επέρχεται ΄΄καταστροφή΄΄.

Π.χ. Σ' ένα δάσος υπάρχει ένας πολύ μεγάλος πληθυσμός από λαγούς, καθώς και ένας μικρός πληθυσμός από αλεπούδες. Σε μικρό χρονικό διάστημα οι αλεπούδες θα πολλαπλασιάζονται γρήγορα, γιατί θα έχουν άφθονη τροφή. Η αύξηση του πληθυσμού των αλεπούδων θα 'χει ως αποτέλεσμα τη δραματική μείωση του πληθυσμού των λαγών.

Αυτό με την σειρά του θα 'χει ως αποτέλεσμα οι αλεπούδες, μη βρίσκοντας τροφή να πεθαίνουν και ο πληθυσμός τους να μειώνεται. Η μείωση του πληθυσμού των αλεπούδων θα 'χει ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού των λαγών. Η αύξηση του πληθυσμού των λαγών θα επιφέρει την αύξηση του πληθυσμού των αλεπούδων και το φαινόμενο θα επαναλαμβάνεται, κ.ο.κ.

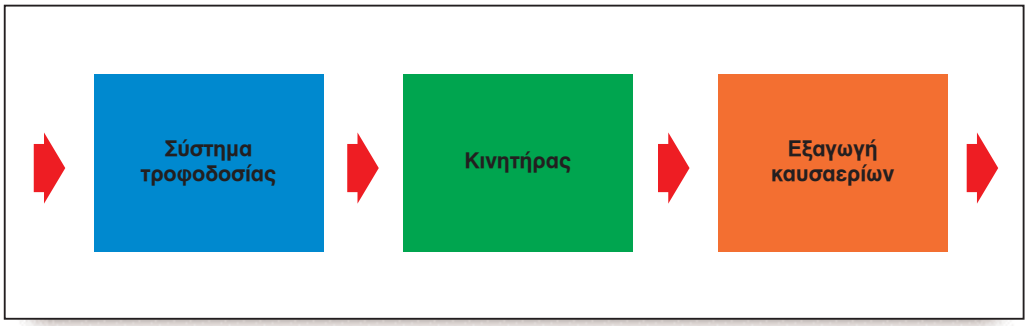
Σε μια τέτοια αλυσίδα συμβάντων, κατά την οποία η έξοδος ενός αποτελέσματος σε ένα στάδιο αποτελεί είσοδο για το επόμενο στάδιο, το κάθε στάδιο ονομάζεται βρόγχος αντίδρασης (feet back).

Οι βρόχοι ανάδρασης που συναντώνται στη φύση - αλλά και στα ανθρώπινα κατασκευάσματα - ενδέχεται να είναι απλοί, π.χ. να αποτελούνται από δύο κόμβους, έως και πολύπλοκοι σε βαθμό που κανείς να μην μπορεί να πει πού ξεκινά και πού τελειώνει ο κύκλος.

4.1. Ανοικτός - κλειστός βρόγχος

Σ' ένα συμβατικό αυτοκίνητο, από τη στιγμή που το καύσιμο αναμειγνύεται στον εξαερωτήρα (καρμπιρατέρ) με τον αέρα, ακολουθεί μέσα από την πολλαπλή εισαγωγή προς τον κινητήρα (κυλίνδρους) για καύση και εξαγωγή προς την εξάτμιση (σχήμα 4.1), μια πορεία - διαδικασία, χωρίς καμία δυνατότητα ρύθμισης ή διόρθωσης. Αυτό είναι ένα σύστημα ρύθμισης ΄΄ανοικτού βρόχου΄΄. (OPEN LOOP CONTROL SYSTEM).

Ακόμα και στα σύγχρονα συστήματα με ηλεκτρονικό καρμπιρατέρ ή ψεκασμό, ακόμα και αν το μείγμα ρυθμιστεί στοιχειομετρικά και με μεγάλη ακρίβεια, η ποιότητα καύσης ή το αποτέλεσμα της καύσης αν δεν ελέγχεται με κάποιο τρόπο και δεν υπάρχει η δυνατότητα διόρ-



Σχήμα 4.1: Σχηματικό διάγραμμα ανοικτού βρόχου συμβατικού αυτοκινήτου.

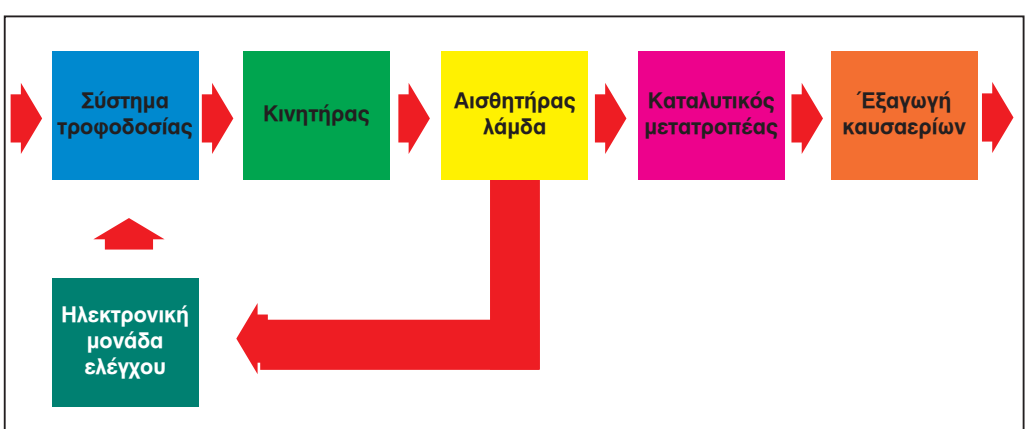
θωσης, το σύστημα συμπεριφέρεται ως σύστημα ανοικτού βρόχου.

Αν όμως μετά το αποτέλεσμα (έξοδος), υπάρχει έλεγχος - μέτρηση και δυνατότητα διόρθωσης - ρύθμισης του πιθανού λάθους, τότε το σύστημα θεωρείται κλειστού βρόχου. (CLOSED LOOP CONTROL SYSTEM).

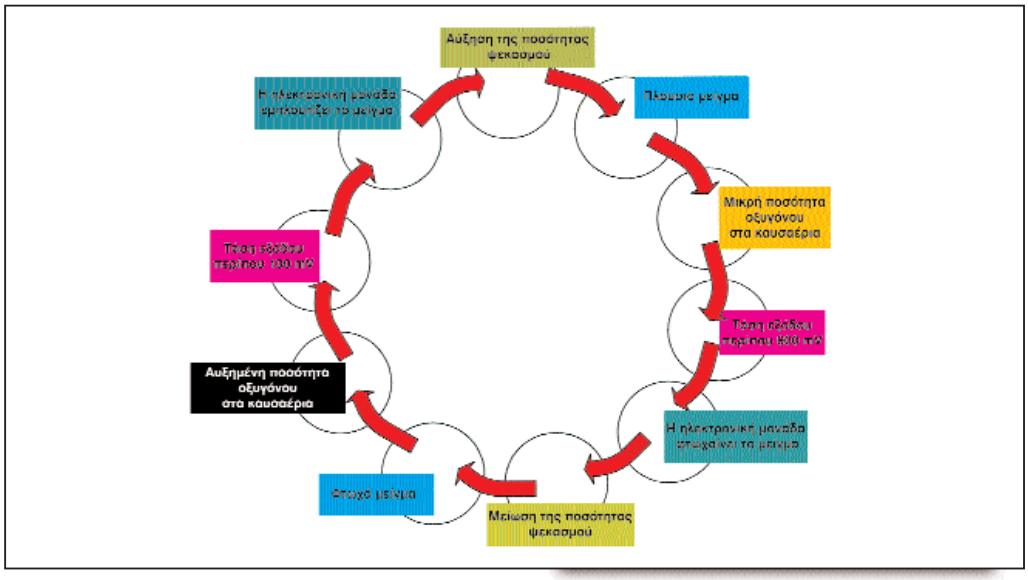
Η διαδικασία ή η δυνατότητα η οποία επηρεάζει την είσοδο του συστήματος λέγεται ανάδραση (feetback).

Αυτή η δυνατότητα του συνεχούς ελέγχου και διόρθωσης κάνει τα συστήματα κλειστού βρόχου να αυτορυθμίζονται και να συμπεριφέρονται ΄΄τέλεια΄΄.

Στο παραπάνω παράδειγμα, με τη ρύθμιση του μείγματος, στα σύγχρονα αυτοκίνητα έχει προστεθεί ένας αισθητήρας, ο αισθητήρας οξυγόνου ή αισθητήρας λάμδα. Αυτός ο αισθητήρας ελέγχει - μετράει στην πολλαπλή εξαγωγή το οξυγόνο που περιέχεται στα καυσαέρια. Ελέγχει το αποτέλεσμα, δηλαδή αν η διαδικασία της ανάμειξης καυσίμου - αέρα (σημειωτέον έχουν γίνει με ηλεκτρονικό τρόπο), και η ποιότητα καύσης (σπινθήρας, πίεση, θερμοκρασία κυλίνδρου), λειτούργησαν σωστά και έδωσαν ένα ΄΄ικανοποιητικό΄΄ - μετρήσιμο αποτέλεσμα.



Σχήμα 4.2: Σχηματικό διάγραμμα κλειστού βρόχου σύγχρονης τεχνολογίας.



Σχήμα 4.3: Σχηματική κυκλική ροή κλειστού βρόχου.

Αν το αποτέλεσμα (ποσότητα οξυγόνου στα καυσαέρια) δεν είναι σωστό, τότε ο αισθητήρας οξυγόνου ενημερώνει την ηλεκτρονική μονάδα επεξεργασίας (εγκέφαλο) ότι η καύση έγινε με πλούσιο μείγμα (λίγο οξυγόνου στα καυσαέρια). Η Η.Μ.Ε. (εγκέφαλος) διορθώνει αμέσως, δίνοντας εντολή στα μπεκ να ψεκάσουν λιγότερο χρόνο, (να γίνει φτωχό μείγμα).

Το φτωχό μείγμα τώρα εντοπίζεται από τον αισθητήρα οξυγόνου και ενημερώνει την Η.Μ.Ε., και αυτή με τη σειρά της διορθώνει ψεκάζοντας τα μπεκ περισσότερο χρόνο (πλούσιο μείγμα).

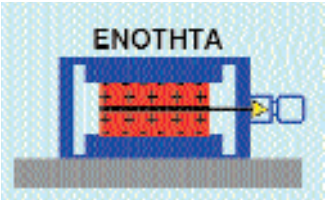
4.2. Δομή - Λειτουργία. Συνεχής ρύθμιση

Αυτή η συνεχής διόρθωση ανάμεσα σε δύο καταστάσεις (φτωχό - πλούσιο), ώστε να επιτυγχάνεται η ιδανική κατάσταση (θέση ισορροπίας), χαρακτηρίζει τα συστήματα κλειστού βρόχου. Υπάρχει μια επαναλαμβανόμενη (κυκλική) διαδικασία, με στόχο τη συνεχή αυτορύθμιση του συστήματος και την ΄΄τέλεια΄΄ λειτουργία του. (Σχήμα 4.3).

Η πληροφόρηση για τη διόρθωση ονομάζεται ανάδραση (feetback) και είναι αυτή που ΄΄μετατρέπει΄΄ ένα ανοικτό σύστημα σε κλειστό.

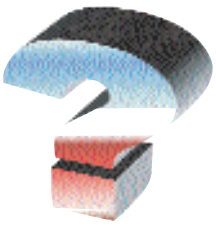
Σημείωση: *Η συγκεκριμένη δυνατότητα υπάρχει στα συστήματα ψεκασμού, αν το σύστημα έχει αισθητήρα οξυγόνου (λήπτη λάμδα). Αυτά τα συστήματα ονομάστηκαν - κατά παράφραση - συστήματα με ρυθμιζόμενο καταλύτη.*

Γνωρίζοντας ότι ο καταλύτης δεν ρυθμίζεται, απλώς το σύστημα έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει συνεχώς το μείγμα, ο όρος ΄΄ρυθμιζόμενο΄΄ πρέπει να αναφέρεται στο σύστημα ψεκασμού (κλειστό σύστημα) και όχι στον καταλύτη.



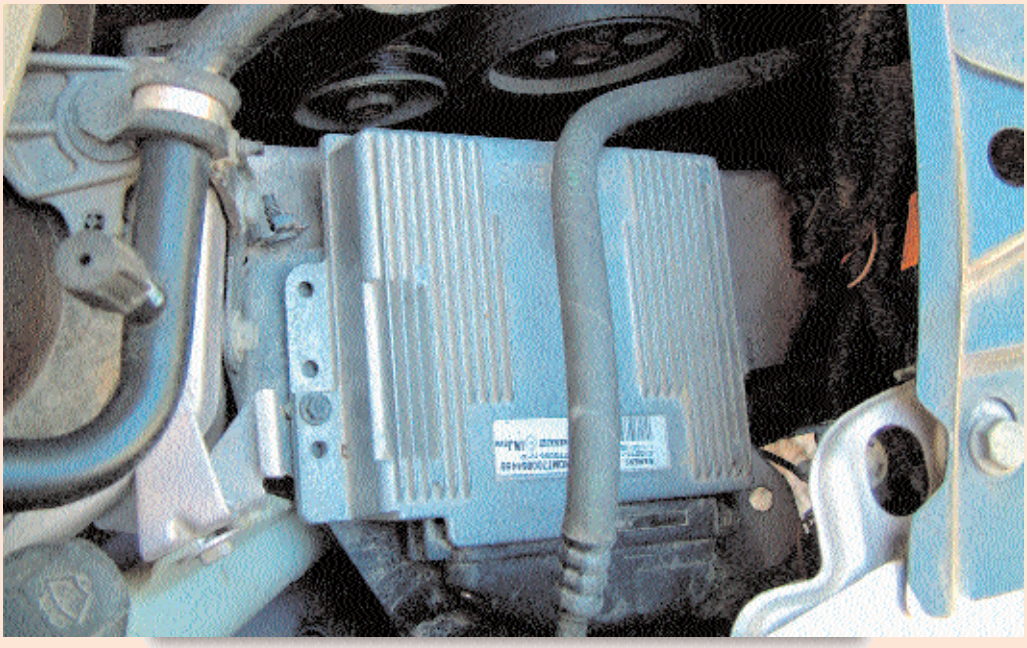
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 4

- Ένα σύστημα θεωρείται ανοικτό, όταν η έξοδος του συστήματος δεν επηρεάζει την είσοδό του, γραμμικό σύστημα, (ανοικτός βρόγχος).
- Ένα σύστημα θεωρείται κλειστό, όταν η έξοδος του επηρεάζει την είσοδο του, ώστε να υπάρχει αυτορύθμιση. (κλειστός βρόγχος).
- Ανάδραση λέγεται η ενέργεια ή η διαδικασία η οποία μετατρέπει ένα ανοικτό σύστημα σε κλειστό.
- Αν το αποτέλεσμα ενός βρόχου είναι ΄΄ενισχυτικό΄΄, τότε υπάρχει θετική ανάδραση.
- Αν το αποτέλεσμα είναι ρυθμιστικό, επαναφέρει το σύστημα σε μια κατάσταση ισορροπίας τότε υπάρχει αρνητική ανάδραση.
- Σε ένα αυτοκίνητο ο αισθητήρας οξυγόνου (ο λήπτης λάμδα) ΄΄μετατρέπει΄΄ το ανοικτό σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου σε κλειστό.
- Ένα κλειστό σύστημα θεωρείται ρυθμιζόμενο ή αυτο-ρυθμιζόμενο.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 4

1. Ποιο σύστημα λέγεται ανοικτό ή ανοικτού βρόγχου;
2. Ποιο σύστημα λέγεται κλειστό ή κλειστού βρόγχου;
3. Τι ονομάζεται ανάδραση;
4. Πότε σε ένα σύστημα υπάρχει θετική ανάδραση;
5. Πότε σε ένα σύστημα υπάρχει αρνητική ανάδραση;
6. Πώς μπορεί ένα ανοικτό σύστημα να μετατραπεί σε κλειστό;
7. Περιγράψτε τρόπους γεμίσματος μιας μπανιέρας με ανοιχτό και με κλειστό βρόγχο.
8. Δώστε παραδείγματα ανοιχτού βρόγχου.
9. Δώστε παραδείγματα κλειστού βρόγχου.
10. Πότε ένα σύστημα είναι (αυτό)ρυθμιζόμενο;
11. Τι υποδηλώνει ο όρος ρυθμιζόμενος καταλύτης;
12. Ποια τα πλεονεκτήματα ενός αυτορυθμιζόμενου συστήματος;



5

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ)

Γ Ε Ν Ι Κ Α

5.1. Ψηφιακή θεωρία και λογικά κυκλώματα
5.2. Κεντρική μονάδα ελέγχου (μικροϋπολογιστής)

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Εξηγείτε την έννοια του ψηφιακού σήματος και να αναφέρετε τα πλεονεκτήματά του στις πρακτικές εφαρμογές του αυτοκινήτου.**
- **Αναφέρετε μερικά στοιχεία λογικών κυκλωμάτων και να εξηγείτε με απλό τρόπο τη λειτουργία τους.**
- **Αναφέρετε και να αναγνωρίζετε τα κύρια μέρη των μικροϋπολογιστών.**
- **Εξηγείτε τον τρόπο λειτουργίας του μικροϋπολογιστή με τη βοήθεια των εισόδων και των εξόδων του.**
- **Περιγράφετε πώς γίνεται ο έλεγχος κινητήρα με μικροϋπολογιστή με τη βοήθεια των αισθητήρων και των ενεργοποιητών.**
- **Αναφέρετε τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής των μικροϋπολογιστών στο αυτοκίνητο για το παρόν και το μέλλον.**

ΓΕΝΙΚΑ

Η βασική ιδέα λειτουργίας των λογικών κυκλωμάτων και των μικροϋπολογιστών είναι πολύ απλή: παριστάνουμε μια πληροφορία με ένα σήμα, το οποίο μπορεί να έχει μόνο δυο τιμές 0 ή 1 και στη συνέχεια χρησιμοποιούμε ηλεκτρονικά κυκλώματα για να αποθηκεύσουμε ή να κάνουμε υπολογισμούς και ενέργειες με βάση την πληροφορία αυτή.

Αυτή η απλή ιδέα έχει επηρεάσει τη σύγχρονη τεχνολογία και τον τρόπο σκέψης της σύγχρονης ζωής, με αποτέλεσμα οι εφαρμογές της να αντικαθιστούν πολλά παραδοσιακά μηχανικά συστήματα με σύγχρονα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα. Για παράδειγμα, στο σύγχρονο αυτοκίνητο τα νέα ηλεκτρονικά συστήματα τροφοδοσίας του καυσίμου έχουν σχεδόν αντικαταστήσει το παραδοσιακό μας καρμπυρατέρ.

5.1. Ψηφιακή θεωρία και λογικά κυκλώματα

5.1.1. Το ψηφιακό σήμα και η παράστασή του

Είναι σε όλους μας γνωστή από την Ελληνική Μυθολογία η ιστορία του Θησέα, που επέστρεφε με το καράβι του από την Κρήτη, μετά την εξόντωση του Μινώταυρου. Είχε συμφωνήσει με τον πατέρα του Αιγέα, βασιλιά της Αθήνας, πως αν τα πανιά του καραβιού με το οποίο επέστρεφε, ήταν άσπρα, αυτό θα σήμαινε πως ο Θησέας είναι ζωντανός, ενώ αν ήταν μαύρα, θα σήμαινε πως ο Θησέας είναι νεκρός.

Αυτό είναι ίσως ένα από τα αρχαιότερα κωδικοποιημένα μηνύματα στην ιστορία του ανθρώπου, που μεταδόθηκε σε **ψηφιακή μορφή,** παρά την τραγική κατάληξη που είχε.

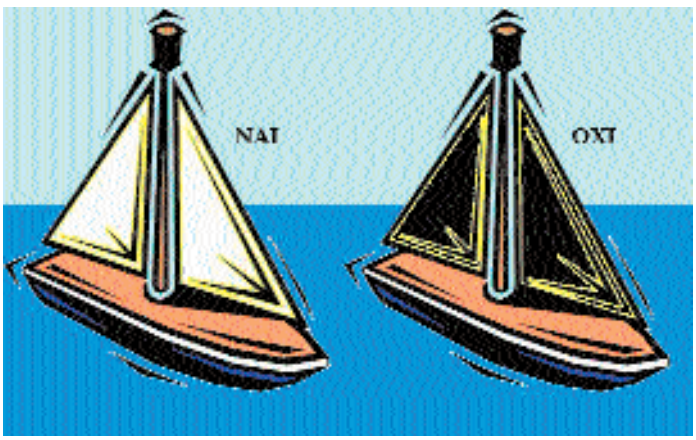
Στην πρόταση: "*Ο Θησέας είναι ζωντανός;*", που είναι μια λογική μεταβλητή, το άσπρο χρώμα των πανιών σήμαινε "*Ναι*", ενώ το μαύρο χρώμα των πανιών σήμαινε "*Όχι*".

Όταν μια μεταβλητή μπορεί να πάρει μόνο δυο τιμές, λέγεται **ψηφιακή μεταβλητή.** Σ' αυτές τις δυο τιμές μπορούμε να δώσουμε διάφορα αντίθετα ονόματα, όπως είναι: άσπρο / μαύρο, ναι / όχι, 1 / 0, σωστό / λάθος, ψηλό / χαμηλό, ON (ανοικτό) / OFF (κλειστό).

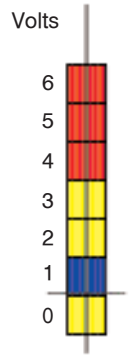
Σήμερα, μεταξύ των μηχανικών και των προγραμματιστών έχει επικρατήσει ο **ψηφιακός κώδικας** 1 / 0, για την παράσταση των ψηφιακών μεταβλητών.Το πλεονέκτημα αυτής της επιλογής είναι, ότι ταιριάζει απόλυτα με το δυαδικό σύστημα αρίθμησης, που έχει μόνο δυο ψηφία 0 και 1. Επίσης πολύ διαδεδομένος είναι και ο κώδικας ON / OFF, επειδή ταιριάζει στις δυο καταστάσεις, που μπορεί να βρεθεί ένας διακόπτης ON (ανοικτός) και OFF (κλειστός).

Στην περίπτωση που μια μεταβλητή παίρνει περισσότερες από δυο συνεχόμενες τιμές λέγεται **αναλογική μεταβλητή,** όπως είναι για παράδειγμα η τιμή της θερμοκρασίας της μηχανής ενός αυτοκινήτου.

Στην πράξη μας ενδιαφέρει η υλοποίηση ηλεκτρικών κυκλωμάτων, που λειτουργούν με ψηφιακές μεταβλητές δυο τιμών. Έτσι έπρεπε να βρεθούν ηλεκτρικά μεγέθη τα οποία να έχουν μόνο δυο καταστάσεις, ώστε να αντιστοιχούν στις δυο τιμές της ψηφιακής μεταβλητής 0 και 1. Μια τέτοια συμφωνία ή **κώδικας** παράστασης μιας ψηφιακής μεταβλητής είναι αυτή που χρησιμοποιεί δυο διαφορετικές τιμές μιας τάσης (σχήμα 5.2).



Σχήμα 5.1: Ένα από τα αρχαιότερα ψηφιακά σήματα.



ΚΩΔΙΚΑΣ: Συμφωνούμε ότι:

Όταν: 3V < **Τάση** < 6V σημαίνει **1** (υψηλή τάση, high)

Όταν: 0V < **Τάση** < 1V σημαίνει **0** (χαμηλή τάση, low)

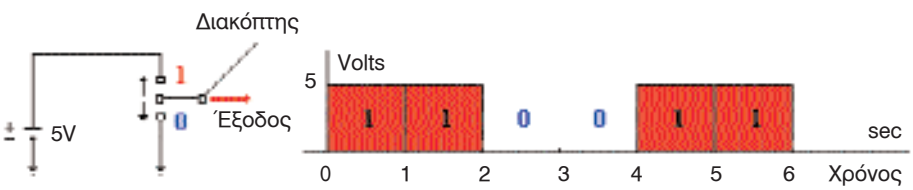
Σχήμα 5.2: Τυπικές περιοχές τάσης που παριστάνουν ψηφιακά 1 και 0.

Στη συνέχεια, οι διαδοχικές εναλλαγές της τάσης, που ονομάζονται και **σήμα,** μπορούν να μεταδοθούν μέσα από ένα ηλεκτρικό καλώδιο και με τον τρόπο αυτό να μας δίνουν πληροφορίες για την κατάσταση, που βρίσκεται μια μεταβλητή, όπως πχ. η θέση του διακόπτη στο σχήμα 5.3.

Παρατηρώντας την κυματομορφή στο σχήμα 5.3, συμπεραίνουμε ότι ο διακόπτης ήταν στη θέση **0** (ανοικτός) μεταξύ του 2ου και του 4ου δευτερολέπτου, γιατί στην έξοδο του συστήματος είχαμε τάση 0 V.

5.1.2. Το δυαδικό αριθμητικό σύστημα

Στις καθημερινές μας συναλλαγές έχουμε συνηθίσει να χρησιμοποιούμε το δεκαδικό αριθμητικό σύστημα. Στην επιλογή αυτή έχει συμβάλει το γεγονός ότι τα χέρια μας έχουν δέκα δάκτυλα. Υπάρχουν όμως και άλλα αριθμητικά συστήματα. Το **δυαδικό** αριθμητικό σύστημα είναι ένας άλλος τρόπος για την παράσταση αριθμών. Ο αριθμός των ψηφίων, που χρησιμοποιεί κάποιο αριθμητικό σύστημα λέγεται **βάση** του συστήματος. Έτσι το δυαδικό σύστημα έχει βάση τον



Σχήμα 5.3: Παράδειγμα ψηφιακού σήματος.

Παράδειγμα: Μετατροπή του αριθμού 37 στο δυαδικό σύστημα

	πηλίκο		υπόλοιπο
37 : 2 =	18	+	1
18 : 2 =	9	+	0
9 : 2 =	4	+	1
4 : 2 =	2	+	0
2 : 2 =	1	+	0
1 : 2 =	0	+	1

Φορά καταγραφής υπολοίπων

$(37)_{10} = (100101)_2$ (βάση 10, βάση 2)

αριθμό 2, γιατί χρησιμοποιεί μόνο 2 ψηφία, δηλαδή το 0 και το 1.

Πώς μπορούμε όμως να παραστήσουμε έναν αριθμό του δεκαδικού συστήματος πχ. το 37 στο δυαδικό σύστημα;

- Κάνουμε διαδοχικές διαιρέσεις των πηλίκων του αριθμού με τον αριθμό 2 και καταγράφουμε τα υπόλοιπα αρχίζοντας απ' το τελευταίο.

Αν κοιτάξουμε το δυαδικό αριθμό από τα δεξιά προς τα αριστερά, παρατηρούμε ότι σε κάθε ψηφίο του δυαδικού αριθμού αντιστοιχεί μια τιμή της θέσης του και μια τιμή της δύναμης της βάσης με εκθέτη τη θέση, που λέγεται **βάρος,** όπως δείχνει και ο παρακάτω πίνακας:

Τι θα κάνουμε όμως, αν θέλουμε αντίστροφα να μετατρέψουμε το δυαδικό αριθμό 100101 στο δεκαδικό σύστημα;

- Πολλαπλασιάζουμε την τιμή κάθε ψηφίου του δυαδικού αριθμού με το βάρος του και προσθέτουμε τα μερικά γινόμενα.

Παράδειγμα: Μετατροπή του αριθμού 100101 στο δεκαδικό σύστημα

$1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 32+0+0+4+1=37$

Το δυαδικό σύστημα μπορεί λοιπόν να χρησιμοποιηθεί στα ψηφιακά κυκλώματα, γιατί αυτά λειτουργούν με ψηφιακά σήματα με δυο μόνον τιμές ή χαρακτήρες. Κάθε χαρακτήρας λέμε ότι είναι ένα **bit.** Έτσι σε ένα ψηφιακό σύστημα κερδίζουμε μεν σε απλότητα, όσον αφορά στην υλοποίηση των κυκλωμάτων, αφού υλοποιούμε ένα σύστημα με δυο καταστάσεις, αλλά χάνουμε σε αριθμό δεδομένων, αφού τα δεδομένα μας παριστάνονται με περισσότερα φηφία το καθένα.

Ένα σύνολο από 8 bits τα οποία λειτουργούν ως **ομάδα** λέγεται και **byte.** Όλα τα δεδομένα σε ένα σύστημα αφού μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή, εισάγονται στη μονάδα επεξεργασίας του

Βάρος	$2^5=32$	$2^4=16$	$2^3=8$	$2^2=4$	$2^1=2$	$2^0=1$
Αριθμός θέσης	5	4	3	2	1	0
Τιμή ψηφίου	1	0	0	1	0	1

συστήματος με τη μορφή ενός ή περισσοτέρων bytes, δηλαδή πολλών bits στη σειρά, που θεωρούνται όμως και λειτουργούν ως ομάδα.

Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται ατέλειωτες σειρές ή αλλιώς ακολουθίες από bits 0 και 1,που έχουν λογικές σχέσεις μεταξύ τους. Πώς μπορεί όμως ένα σύστημα να διαχειρίζεται και να επεξεργάζεται ένα τόσο μεγάλο αριθμό από bits 0 / 1, που προκύπτουν από τη δυαδική μετατροπή;

Το προβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με δυο τρόπους:

- με τις μεγάλες ταχύτητες ανάγνωσης και επεξεργασίας των ψηφιακών δεδομένων, που αναπτύσσουν τα σύγχρονα ψηφιακά συστήματα.
- με τη χρήση άλλων αριθμητικών συστημάτων και κωδίκων σε ενδιάμεσα στάδια της επεξεργασίας των δεδομένων.

Εκτός από το δεκαδικό και το δυαδικό σύστημα αριθμών, υπάρχουν και άλλα συστήματα αρίθμησης, όπως πχ. το οκταδικό συστημα με βάση το 8, το δεκαεξαδικό σύστημα με βάση το 16 κλπ. Όσο μεγαλύτερη είναι η βάση ενός συστήματος τόσο πιο εύκολη είναι η παράσταση του αριθμού, γιατί χρειάζονται λιγότεροι χαρακτήρες για να εκφράσουμε τον ίδιο αριθμό:

πχ. $(15)_{10} = (1111)_2 = (F)_{16}$

5.1.3. Λογικές πύλες και άλγεβρα Boole

Για να συνδυάσουμε διάφορες πληροφορίες, που παίρνουμε σε ψηφιακή μορφή από τα ψηφιακά σήματα, είναι απαραίτητο να μπορούμε να κάνουμε λογικούς συνδυασμούς ή πράξεις με τα σήματα αυτά.

Σε πάρα πολλά ηλεκτρικά κυκλώματα με αυτοματισμούς, που θα συναντήσουμε στο αυτοκίνητο, θα δούμε ότι, ενώ είναι εύκολο να τα περιγράψουμε με λόγια, είναι πολύ δύσκολο να τα υλοποιήσουμε, αν δεν ξέρουμε τον κατάλληλο τρόπο. Για παράδειγμα, λέμε ότι για να ανάψουμε τα μεσαία φώτα στο αυτοκίνητο, πρέπει να γυρίσουμε το κλειδί του αυτοκινήτου στη θέση "*ON*" και ακόμα να γυρίσουμε το διακόπτη τιμονιού των φώτων στη θέση "*Μεσαία φώτα*".

Πώς υλοποιείται όμως το σχέδιό μας αυτό;

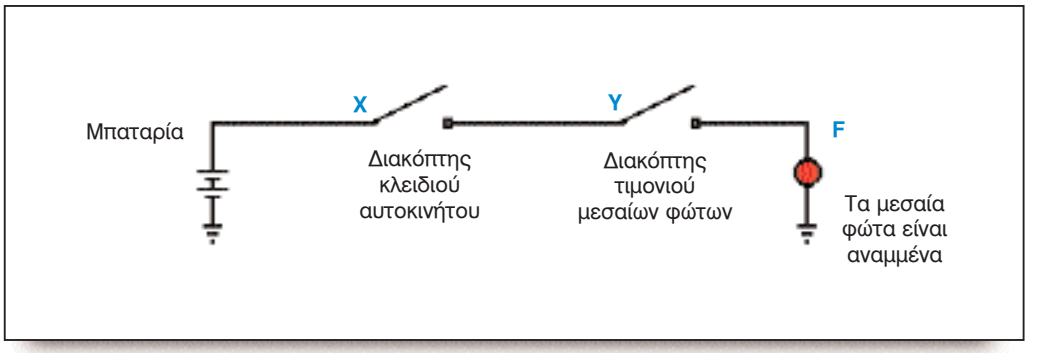
Για το σκοπό αυτό ορίστηκε η έννοια της **λογικής πρότασης.**

Στο παράδειγμά μας η λογική πρόταση είναι: "*Τα μεσαία φώτα του αυτοκινήτου είναι αναμμένα*". Πότε είναι λοιπόν μια πρόταση λογική;

Μια πρόταση είναι **λογική,** αν μπορούμε να την απαντήσουμε μονολεκτικά με την αρχή : ΝΑΙ (1) ή ΟΧΙ (0).

Το δύσκολότερο όμως πρόβλημα είναι να συνδυάσουμε λογικές προτάσεις, δηλαδή να κάνουμε **λογικές πράξεις.** Οι λογικές πράξεις δεν γίνονται όπως στα μαθηματικά, αλλά ισχύει γι' αυτές μια διαφορετική άλγεβρα, που λέγεται **άλγεβρα Boole** από το όνομα του Άγγλου G.Boole.

Για να απαντήσουμε στη λογική πρόταση: "*Τα μεσαία φώτα του αυτοκινήτου είναι αναμμένα*", χρησιμοποιούμε το παρακάτω κύκλωμα.



Σχήμα 5.4: Χρήση κυκλώματος για απάντηση λογικής πρότασης.

Από το κύκλωμα αυτό συμπεραίνουμε ότι: "*Τα μεσαία φώτα του αυτοκινήτου είναι αναμμένα = F*", όταν "*Ο διακόπτης του κλειδιού του αυτοκινήτου είναι κλειστός = X*" και ταυτόχρονα "*Ο διακόπτης τιμονιού των μεσαίων φώτων είναι κλειστός = Y*".

Συνδυάζουμε έτσι δυο λογικές προτάσεις για να απαντήσουμε σε μια τρίτη λογική πρόταση. Στην συγκεκριμένη αυτή περίπτωση γράφουμε:

F = X • Y και η πράξη λέγεται **λογικός πολλαπλασιασμός** ή λογικό AND.

Η άλγεβρα Boole μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα στοιχεία, που μπορεί να βρεθούν σε δυο καταστάσεις, όπως είναι η επαφή ενός διακόπτη (ανοικτή / κλειστή) ή η ύπαρξη τάσης (0 V / 5 V), άρα εφαρμόζεται σε όλα τα ψηφιακά σήματα. Για την καλύτερη παρακολούθηση των λογικών πράξεων προτάθηκε η συμπλήρωση και ενός πίνακα αλήθειας.

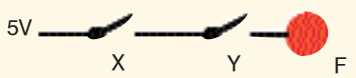
Πίνακας αλήθειας είναι ένας πίνακας που δείχνει τις τιμές, που μπορεί να πάρει κάθε επί μέρους λογική πρόταση και ο συνδυασμός τους.

Οι σπουδαιότερες λογικές πράξεις, που γίνονται με την άλγεβρα Boole φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

1. ΛΟΓΙΚΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ Ή ΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ (AND)

Λογικές προτάσεις	X = Ο διακόπτης X είναι κλειστός. Y = Ο διακόπτης Y είναι κλειστός. F = Η λυχνία F είναι αναμμένη.

F = X • Y



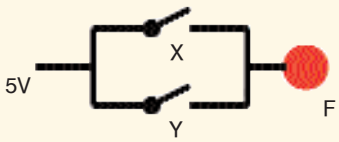
Διάγραμμα διακοπτών

Πίνακας αλήθειας

Πρόταση X	Πρόταση Y	Πρόταση F
ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ

2. ΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΘΕΣΗ Ή ΛΟΓΙΚΟ Ή (OR)	
Λογικές προτάσεις	X = Ο διακόπτης X είναι κλειστός. Y = Ο διακόπτης Y είναι κλειστός. F = Η λυχνία F είναι αναμμένη.

F = X+Y



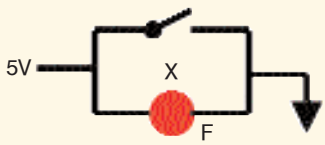
Διάγραμμα διακοπτών

Πίνακας αλήθειας

Πρόταση X	Πρόταση Y	Πρόταση F
ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ

3. ΛΟΓΙΚΗ ΑΡΝΗΣΗ Ή ΛΟΓΙΚΟ ΟΧΙ (NOT)	
Λογικές προτάσεις	X = Ο διακόπτης X είναι κλειστός. $\overline{X}$ = Ο διακόπτης X είναι ανοικτός (συζυγής του X) F = Η λυχνία F είναι αναμμένη.

F = $\overline{X}$



Διάγραμμα διακοπτών

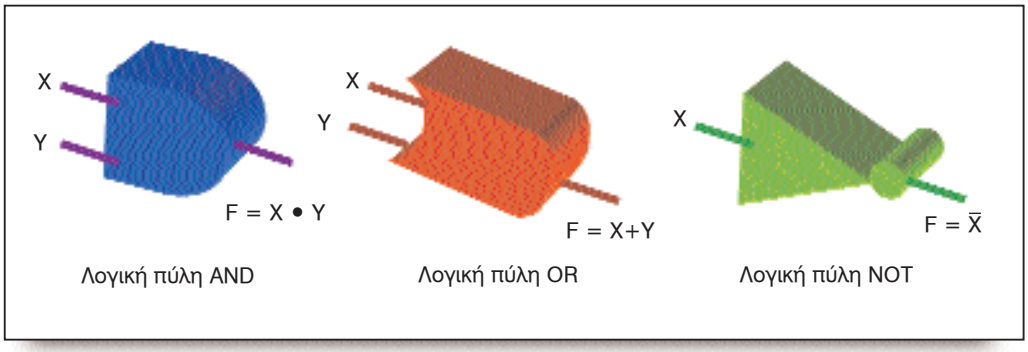
Πίνακας αλήθειας

Πρόταση X	Πρόταση F
ΟΧΙ	ΝΑΙ
ΝΑΙ	ΟΧΙ

Όλες οι λογικές πράξεις μπορούν να υλοποιηθούν με συμβατικά συστήματα (ρελέ) αλλά και με ψηφιακά κυκλώματα, που είναι γνωστά ως **λογικές πύλες,** επειδή λειτουργικά μοιάζουν σαν να ανοίγουν και κλείνουν κάποιο πέρασμα. Οι λογικές πύλες είναι ηλεκτρονικά εξαρτήματα που δίνουν έξοδο, μόνον όταν επαληθεύονται όλες οι συνθήκες των εισόδων τους που περιγράφονται στον πίνακα αλήθειας μπορούν να κατασκευαστούν με εξαρτήματα, που γνωρίσαμε στο τρίτο κεφάλαιο, δηλαδή διόδους, τρανζίστορ ή να βρεθούν συνδυασμένες σε ολοκληρωμένα κυκλώματα έχοντας δύο ή και περισσότερες εισόδους, ανάλογα με τις απαιτήσεις μας.

Στα ηλεκτρικά διαγράμματα συναντάμε τις λογικές πύλες με τα σύμβολα, που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 5.5.

Η λογική πύλη NOT λέγεται και πύλη **αναστροφής,** γιατί έχει την ιδιότητα να αντιστρέφει κάθε είσοδο που της δίνουμε. Έτσι αν της δώσουμε είσοδο 0, θα μας δώσει έξοδο 1, ενώ αντίθετα αν της δώσουμε είσοδο 1, θα μας δώσει έξοδο 0.



Σχήμα 5.5: Σύμβολα λογικών πυλών.

Στον παρακάτω πίνακα 5.1 φαίνεται μια σύγκριση των αυτοματισμών, που υλοποιούνται με συμβατικά συστήματα (ρελέ) και με λογικές πύλες, από πλευράς διάφορων χαρακτηριστικών.

5.1.4. Συνδυαστικά λογικά κυκλώματα

Οι βασικές λογικές πύλες AND, OR και NOT, που γνωρίσαμε στην προηγούμενη παράγραφο, αποτελούν τις στοιχειώδεις ψηφιακές μονάδες των λογικών κυκλωμάτων. Στις περισσότερες όμως πρακτικές εφαρμογές που συναντάμε στο αυτοκίνητο, υπάρχουν περισσότερες από δυο λογικές προτάσεις που πρέπει να συνδυαστούν, προκειμένου να πάρουμε μία ή περισσότερες αποφάσεις.

Για παράδειγμα, έστω ότι θέλουμε να σχεδιάσουμε ένα απλό σύστημα συναγερμού στο τρίθυρο αυτοκίνητό μας, που να λειτουργεί με την ακόλουθη λογική:

"Αν ανοίξει κάποια από τις τρεις πόρτες του αυτοκινήτου, χωρίς να χρησιμοποιηθεί το ειδικό μαγνητικό κλειδί (immobilizer), τότε να ενεργοποιηθεί η σειρήνα συναγερμού του αυτοκινήτου".

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Χαρακτηριστικό	Συμβατικά συστήματα (ρελέ)	Ψηφιακά συστήματα (λογικές πύλες)
Φυσικό μέγεθος	Μεγάλο	Πολύ μικρό
Ταχύτητα λειτουργίας	Μικρή	Πολύ μεγάλη
Εγκατάσταση	Χρονοβόρα	Απλή
Δυνατότητα εκτέλεσηςπολύπλοκων εργασιών	Όχι	Ναι
Επίδραση θορύβων	Καμία	Μέτρια
Επίπεδο τεχνολογίας	Χαμηλό	Υψηλό

Στην περίπτωση αυτή οι λογικές προτάσεις του σχεδιασμού είναι:

X = Το μπουτόν της πόρτας οδηγού είναι κλειστό (πόρτα ανοικτή).

Y = Το μπουτόν της πόρτας συνοδηγού είναι κλειστό (πόρτα ανοικτή).

Z = Το μπουτόν της πίσω πόρτας είναι κλειστό (πόρτα ανοικτή).

W = Ο διακόπτης του ειδικού μαγνητικού κλειδιού είναι κλειστός. (χρησιμοποιήθηκε το ειδικό μαγνητικό κλειδί).

$\overline{\mathbf{w}}$ = Ο διακόπτης του ειδικού μαγνητικού κλειδιού είναι ανοικτός. (δεν χρησιμοποιήθηκε το ειδικό μαγνητικό κλειδί αλλά αντικλείδι).

F = Ενεργοποιείται η σειρήνα συναγερμού.

Αν χρησιμοποιούσαμε συμβατική τεχνολογία για να υλοποιήσουμε το κύκλωμα αυτό, θα είχαμε το εξής διάγραμμα διακοπτών που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 5.6.

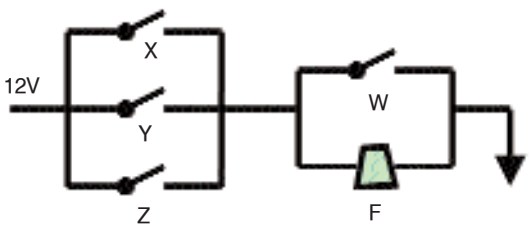
Μπορούμε όμως να υλοποιήσουμε το κύκλωμα αυτό χρησιμο-ποιώντας λογικές πύλες και συγκεκριμένα μια λογική πύλη OR με δυνατότητα επεξεργασίας τριών λογικών προτάσεων X, Y, Z και μια λογική πύλη NOT σε συνδυασμό με μια λογική πύλη AND, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 5.7.

Το λογικό αυτό κύκλωμα, που υλοποιήσαμε συνδυάζοντας τις τέσσερις λογικές προτάσεις X, Y, Z, και W, λέγεται **συνδυαστικό.**

Συνδυαστικό λέγεται το λογικό κύκλωμα, που συνδυάζει πολλές λογικές προτάσεις για να μας δώσει την επιθυμητή λογική απόφαση.

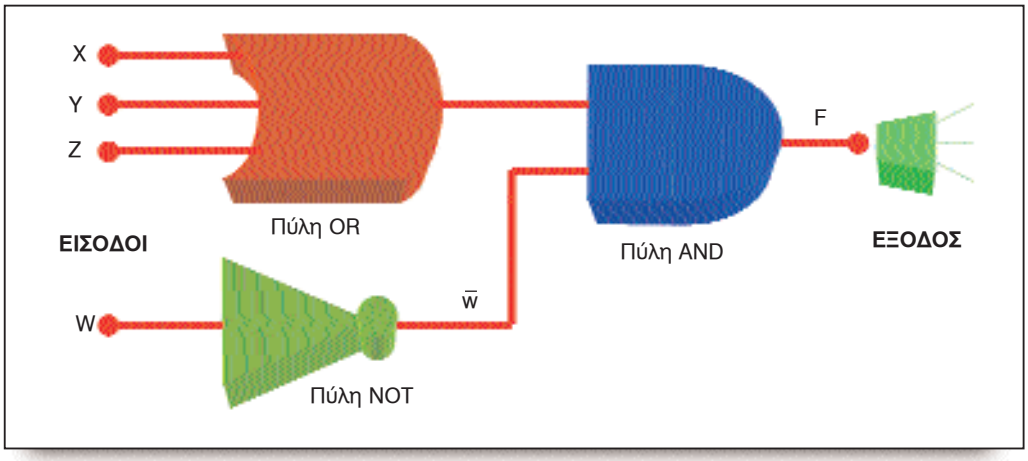
Οι μεταβλητές που παριστάνουν τις λογικές προτάσεις που συνδυάζουμε λέγονται **είσοδοι,** ενώ οι ενέργειες, που γίνονται από την υλοποίηση των αποφάσεων που παίρνουμε, λέγονται **έξοδοι.** Όταν σχεδιάζουμε πολύπλοκα συνδυαστικά κυκλώματα, σκοπός μας είναι να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα με τον ελάχιστο αριθμό πυλών.

Στο εμπόριο υπάρχουν έτοιμα ολοκληρωμένα κυκλώματα, που περιέχουν απλούς ή και πολύπλοκους συνδυασμούς από βασικές λογικές πύλες. Σπουδαιότερες συνδυαστικές πύλες είναι οι πύλες:



Η σειρήνα συναγερμού F ενεργοποιείται μόνο αν ανοίξει μια από τις τρείς πόρτες X, Y και Z, χωρίς να χρησιμοποιηθεί το ειδικό μαγνητικό κλειδί W του αυτοκινήτου.

Σχήμα 5.6: Σύνθετο διάγραμμα συναγερμού με διακόπτες.



Σχήμα 5.7: Σύνθετο διάγραμμα συναγερμού με λογικές πύλες.

NAND (συνδυασμός της πύλης NOT και της πύλης AND),

NOR (συνδυασμός της πύλης NOT και της πύλης OR) και

XOR (αποκλειστικό OR, που χρησιμοποιείται για σύγκριση δεδομένων).

5.1.5. Ακολουθιακά λογικά κυκλώματα

Η κυριότερη λειτουργία ενός λογικού κυκλώματος με συνδυαστική λογική είναι να παίρνει αποφάσεις, εξετάζοντας τις καταστάσεις των εισόδων εκείνη τη χρονική στιγμή. Ένα τέτοιο σύστημα επομένως δεν έχει μνήμη. Υπάρχουν όμως πολλές ενέργειες, που γίνονται σε ένα σύστημα και πρέπει να καταγραφούν, γιατί οι μελλοντικές αποφάσεις εξαρτώνται από τη γνώση αυτή του παρελθόντος.

Για παράδειγμα, ο υπολογιστής που ελέγχει τον κινητήρα ενός σύγχρονου αυτοκινήτου, πρέπει να θυμάται αν έχουμε ενεργοποιήσει στο παρελθόν (δευτερόλεπτα ή ακόμα και μέρες πριν) το διακόπτη του κλιματισμού A/C. Η πληροφορία αυτή είναι απαραίτητη σε μελλοντική ενέργεια επιτάχυνσης του αυτοκινήτου, επειδή το κλιματιστικό θεωρείται ένα ισχυρό φορτίο που απορροφά ενέργεια από τον κινητήρα.

Αυτή η καταγραφή και αποθήκευση πληροφοριών για ενέργειες του παρελθόντος γίνεται με κυκλώματα, που λέγονται **ακολουθιακά.**

Ακολουθιακό λέγεται το λογικό κύκλωμα, που έχει μνήμη.

Κύριο στοιχείο σε ένα ακολουθιακό κύκλωμα είναι το **φλιπ φλοπ.** Το φλιπ φλοπ είναι ένα κύκλωμα που αλλάζει **κατάσταση,** δηλαδή η έξοδός του από **1** γίνεται **0** ή αντιστρόφως, μόνον όταν δεχθεί ένα νέο παλμό τάσης. Στη συνέχεια διατηρεί την κατάσταση αυτή (δηλαδή θυμάται), μέχρι να δεχθεί τον επόμενο παλμό τάσης. Έτσι λειτουργεί σαν απλή **μονάδα μνήμης.** Θα μπορούσαμε να παρομοιάσουμε το φλιπ φλοπ με ένα μηχανικό διακόπτη που δεν αλλάζει θέ-

ση, αν δεν πάει κάποιος να "πατήσει " με το χέρι του το διακόπτη.

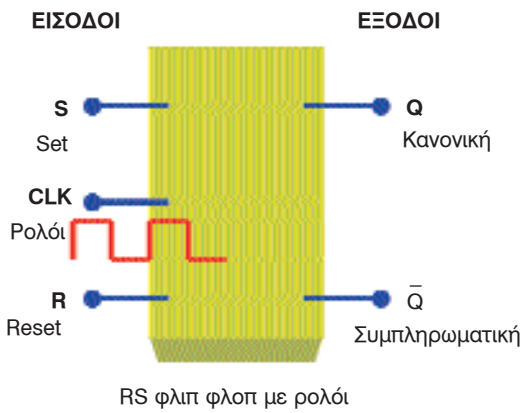
Στο παρακάτω σχήμα 5.8 φαίνεται ο πίνακας αλήθειας του απλού RS φλιπ φλοπ και το λογικό σύμβολο του RS φλιπ φλοπ με ρολόϊ.

Παρατηρούμε ότι το RS φλιπ φλοπ έχει δυο βασικές εισόδους, την είσοδο **S** (Set = τοποθετώ) και την είσοδο **R** (Reset = επαναφέρω) και δυο εξόδους, την κανονική έξοδο **Q** και τη συμπληρωματική έξοδο $\overline{\mathbf{Q}}$, που είναι πάντα αντίθετες ή συμπληρωματικές. Η κανονική έξοδος Q γίνεται 1, όταν η είσοδος S δεχθεί ένα σήμα τάσης και στη συνέχεια παραμένει στην κατάσταση αυτή, ακόμα και αν απομακρυνθεί το σήμα τάσης από την S. Αντίθετα η έξοδος Q γίνεται 0, όταν η είσοδος R δεχθεί ένα σήμα τάσης και στη συνέχεια παραμένει στην κατάσταση αυτή. Η δράση της διαδοχικής τοποθέτησης (set) και επαναφοράς (reset) της εξόδου Q μοιάζει με τη λειτουργία ενός μεταγωγικού διακόπτη και λέγεται **μεταγωγή.**

Επειδή το RS φλιπ φλοπ "κλειδώνει" ύστερα από κάθε μεταγωγή λέγεται και μανδαλωτής RS. Πρακτικά το RS φλιπ φλοπ κατασκευάζεται με δυο λογικές πύλες NAND.

Το βασικό RS φλιπ φλοπ μπορεί να διαθέτει και μια πρόσθετη είσοδο ρολογιού (clock) την CLK. Στην είσοδο αυτή εφαρμόζεται ένας τετραγωνικός παλμός, δηλαδή ομοιόμορφα εναλλασσόμενα 0 και 1. Ο παλμός αυτός λέγεται **ρολόι** και έχει σκοπό να **συγχρονίζει** τη λειτουργία του φλιπ φλοπ με τη λειτουργία άλλων λογικών κυκλωμάτων.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη φλιπ φλοπ που εκτελούν δυσκολες εργασίες αποθήκευσης, μεταφοράς και επεξεργασίας δεδομένων, όπως είναι τα φλιπ φλοπ D, JK και T. Το φλιπ φλοπ D για παράδειγμα καθυστερεί την ανάγνωση της εξόδου Q κατά ένα παλμό του ρολογιού.



Πίνακας αλήθειαςτου απλού RS φλιπ φλοπ

S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	Καμμία μεταβολή	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Απροσδιόριστη κατάσταση	

Σχήμα 5.8: Λογικό σύμβολο του RS φλιπ φλοπ με ρολόϊ και πίνακας αλήθειας του απλού RS φλιπ φλοπ χωρίς ρολόϊ.

5.2. Κεντρική μονάδα ελέγχου (μικροϋπολογιστής)

5.2.1. Η εισαγωγή μικροϋπολογιστών στα αυτοκίνητα

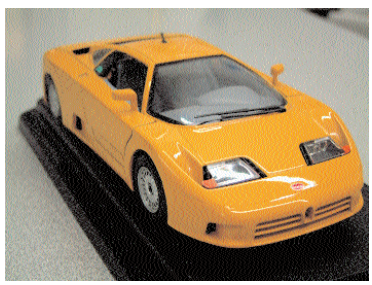
Από την εποχή της εφεύρεσης των αυτοκινήτων με μηχανές εσωτερικής καύσης, οι οδηγοί ενδιαφέρονταν κυρίως για την ισχύ και τις ανέσεις, που μπορούσε να τους προσφέρει ένα αυτοκίνητο στην οδήγηση. Έτσι τα πρώτα αυτοκίνητα που σχεδιάστηκαν, ήταν μεγάλα, βαριά, με τεράστιες μηχανές. Τα φθηνά καύσιμα και η μέτρια ρύπανση του περιβάλλοντος μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του ’70 δεν είχαν δώσει ερεθίσματα για οικονομία της κατανάλωσης καυσίμου και έλεγχο της ρύπανσης, που προκαλείται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων.

Η κρίση του πετρελαίου το 1975 αύξησε δραματικά την τιμή των καυσίμων. Παράλληλα, οι μετρήσεις στο περιβάλλον για δηλητηριώδη προϊόντα από τη σύνθεση και την κακή καύση των καυσίμων έδειξαν σοβαρή αύξηση των επιπέδων μόλυνσης, κυρίως στις πόλεις και σε άλλες περιοχές με αυξημένη κυκλοφορία αυτοκινήτων. Η πυκνή κυκλοφορία οχημάτων ανέδειξε το σοβαρό πρόβλημα της ασφάλειας στην οδήγηση.

Για να αντιμετωπίσουν αυτά τα προβλήματα οι κυβερνήσεις των βιομηχανικών χωρών υιοθέτησαν καινούργια νομοθεσία για την οικονομία στα καύσιμα, τα επίπεδα της εκπομπής καυσαερίων και την ασφάλεια της οδήγησης. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έπρεπε πλέον να σχεδιάζουν τα νέα αυτοκίνητα λαμβάνοντας υπόψη τους πέντε βασικούς παράγοντες:

- Ισχύς του κινητήρα.
- Ανέσεις και αξιοπιστία στην οδήγηση.
- Επίπεδα εκπομπής καυσαερίων.
- Οικονομία καυσίμου.
- Ασφάλεια κατά την οδήγηση.

Στην αρχή δόθηκαν μεμονωμένες λύσεις σε διάφορα προβλήματα. Το έτος 1978 τοποθετήθηκαν, για παράδειγμα, καταλύτες σε πολλά αυτοκίνητα με σκοπό να μειωθεί η εκπομπή καυσαερίων αλλά τότε έγινε φανερή η επίπτωσή τους στην ισχύ του κινητήρα. Το πρόβλημα ήταν τελικά πολύ δύσκολο να λυθεί στο σύνολό του, γιατί έπρεπε να ληφθούν ταυτόχρονα υπόψη πάρα πολλοί παράγοντες, που επιδρούσαν ο ένας πάνω στον άλλο.



Σχήμα 5.9: Αυτοκίνητα παλιάς και νέας τεχνολογίας.

Στις περιπτώσεις, που η λειτουργία ενός συστήματος απαιτεί την ταυτόχρονη παρακολούθηση περισσοτέρων από 5 μεταβλητών, ούτε ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να διατηρήσει τον έλεγχο του συστήματος. Έγινε επομένως από την αρχή αντιληπτό, ότι το πρόβλημα θα λυνόταν, μόνο αν ένας **μικροϋπολογιστής** παρακολουθούσε τη διαρκή αλλαγή των μεταβλητών του συστήματος και έπαιρνε τις καλύτερες αποφάσεις. Έτσι άρχισε η εποχή των αυτοκινήτων νέας τεχνολογίας.

5.2.2. Ο ρόλος και η δομή του μικροϋπολογιστή

Ο μικροϋπολογιστής είναι βασικά ένας μικρός υπολογιστής χωρίς περιττές λειτουργίες και δυνατότητες. Η σχεδίασή του γίνεται με κριτήριο τις συκγεκριμένες ανάγκες, που θα εξυπηρετήσει. Με τον τρόπο αυτό, η κατασκευή του είναι πολύ οικονομική ενώ ταυτόχρονα παραμένει αξιόπιστο και ευέλικτο εργαλείο.

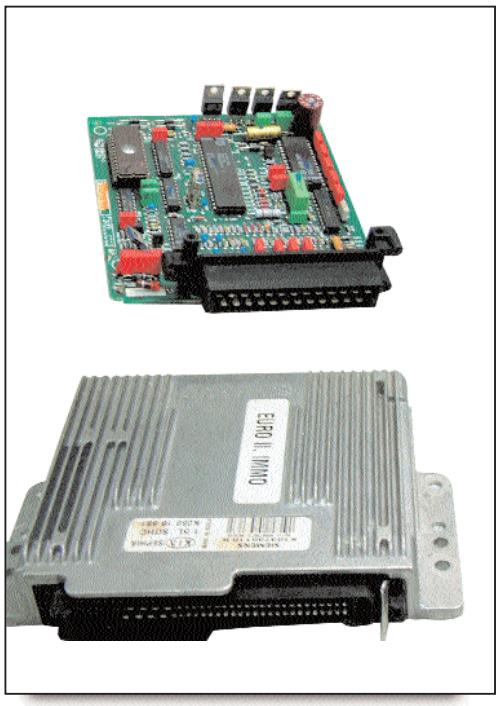
Ποια είναι όμως η δουλειά του μικροϋπολογιστή;

Ένας μικροϋπολογιστής **ελέγχει** ένα σύστημα, δηλαδή δέχεται πληροφορίες από το σύστημα, τις επεξεργάζεται, παίρνει αποφάσεις με συγκεκριμένο και λογικό τρόπο και στη συνέχεια δίνει εντολές για να γίνουν κατάλληλες ενέργειες και δράσεις.

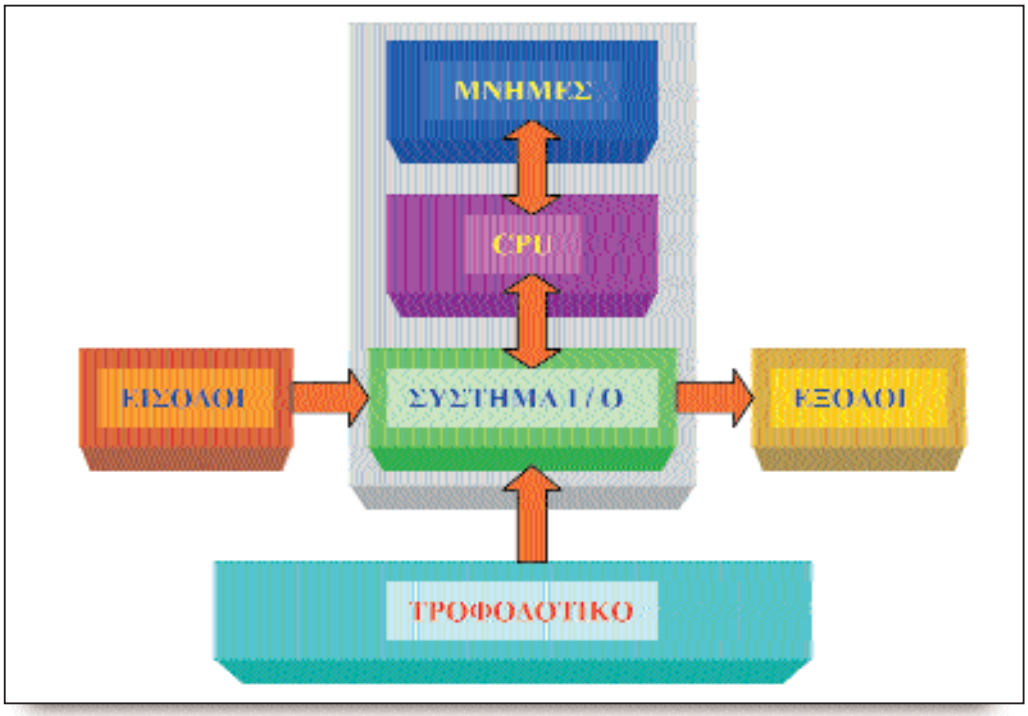
Επειδή ο μικροϋπολογιστής ελέγχει συνολικά ένα σύστημα, λέγεται και **κεντρική μονάδα ελέγχου** (ECU, Electronic Control Unit). Πολύ συχνά όμως αναφέρεται και σαν **"εγκέφαλος",** επειδή η λειτουργία του μοιάζει με τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Ένας μικροϋπολογιστής (σχήμα 5.10), αποτελείται από διάφορα τμήματα. Επειδή όμως είναι κλειστή μονάδα με δυνατότητα εξωτερικής σύνδεσης, όταν δεν λειτουργεί σωστά δεν επιδιορθώνεται αλλά συνήθως αντικαθίσταται. Τα κυριότερα μέρη ενός μικροϋπολογιστή, όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.11, είναι τα εξής:

- Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)
- Οι διάφορες μνήμες (RAM, KAM, ROM, PROM).
- Το σύστημα εισόδων / εξόδων (I / O) πληροφοριών.
- Η μονάδα τροφοδοσίας (τροφοδότικό).



Σχήμα 5.10: Εξωτερική - εσωτερική εμφάνιση κεντρικής μονάδας ελέγχου αυτοκινήτου.



Σχήμα 5.11: Διάγραμμα βασικής δομής μικροϋπολογιστή.

5.2.3. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας και μνήμες

Η **κεντρική μονάδα επεξεργασίας** (CPU, Central Processing Unit) είναι η καρδιά του μικροϋπολογιστή, γιατί ελέγχει τη ροή των πληροφοριών που διακινούνται σ' αυτόν. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποτελείται από δυο κύριες λειτουργικές μονάδες.

Αυτές είναι:

- Η **μονάδα ελέγχου** (Control Unit), που ενεργοποιεί και συντονίζει τα διάφορα τμήματα του μικροϋπολογιστή και,
- Η **αριθμητική / λογική μονάδα** (ALU, Arithmetic / Logic Unit), που επεξεργάζεται τα δεδομένα και εκτελεί όλες τις αριθμητικές και λογικές πράξεις, που απαιτούνται.

Οι δυο αυτές λειτουργικές μονάδες μπορεί να είναι ανεξάρτητες. Αν όμως είναι κατασκευασμένες μαζί στο ίδιο ολοκληρωμένο κύκλωμα, τότε η κεντρική μονάδα λέγεται **μικροεπεξεργαστής** (microprocessor). Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του μικροεπεξεργαστή εκτός από τη μικροσκοπική κατασκευή του είναι η μεγάλη **ταχύτητα** επεξεργασίας των πληροφοριών. Οι περισσότερες αποφάσεις παίρνονται από το μικροεπεξεργαστή σε χρόνο ρεκόρ, μικρότερο και από το ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου.

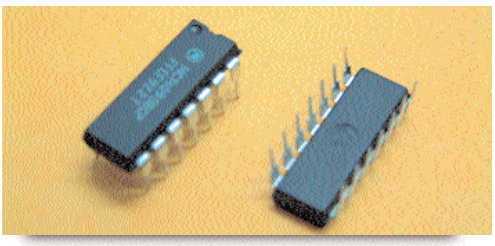
Ένας μικροεπεξεργαστής χρειάζεται πολλές πληροφορίες για να δουλέψει. Οι **πληροφορίες** αυτές αφορούν τα **δεδομένα** από τις εισόδους και εξόδους, που διαρκώς αλλάζουν, αλλά και σταθε-

ρές **οδηγίες** για το πώς πρέπει να επεξεργαστεί τα δεδομένα αυτά, δηλαδή οδηγίες που να του λένε τι να κάνει και πώς να το κάνει.

Όλες αυτές οι πληροφορίες βρίσκονται σε μονάδες αποθήκευσης, που λέγονται **μνήμες.** Οι μνήμες αποτελούνται από αλυσίδες φλιπ φλοπ και λειτουργούν με ψηφιακά σήματα. Στην πράξη έχουν τη μορφή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (chips), όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα 5.12, και διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τις ιδιότητες και τις λειτουργίες τους.

Η **μνήμη τυχαίας προσπέλασης** (RAM, Random Access Memory) μπορεί να γράφεται, να διαβάζεται και στη συνέχεια να διαγράφεται από τον μικροεπεξεργαστή. Εκεί μπορεί ο μικροεπεξεργαστής να γράψει πρόχειρα τα αποτελέσματα των ενδιάμεσων υπολογισμών του ή τα δεδομένα από τις εισόδους και αργότερα να τα διαβάσει και να τα διαγράψει, δηλαδή να τα σβήσει.

Όλα τα δεδομένα της RAM σβήνουν όταν σβήσει ο κινητήρας του αυτοκινήτου. Μια παραλλαγή της RAM είναι η **μνήμη που διατηρείται ζωντανή** (KAM, Keep-Alive Memory). Η μνήμη αυτή τροφοδοτείται απευθείας από τη μπαταρία και λειτουργεί, όταν διακοπεί η λειτουργία του κινητήρα πχ. στις περιπτώσεις των συναγερμών, του immobilizer κλπ.



Σχήμα 5.12: Chips μνήμης.

Η **μνήμη μόνο για ανάγνωση** (ROM, Read Only Memory) μπορεί να διαβαστεί μόνο από το μικροεπεξεργαστή. Εκεί μπορεί ο μικρο-επεξεργαστής να διαβάσει πολλές πληροφορίες, που "έγραψε" ο κατασκευαστής του αυτοκινήτου με μόνιμο τρόπο, χωρίς όμως να μπορεί να τις αλλάξει.

Τα δεδομένα της ROM μπορεί να είναι: βασικές πληροφορίες για τη μηχανή του αυτοκινήτου π.χ. αριθμός κυλίνδρων, διάφοροι πίνακες με δεδομένα π.χ. πίνακες ή χάρτες με τις αναλογίες αέρα / καυσίμου, που χρησιμοποιεί το σύστημα έγχυσης καυσίμου, οδηγίες λειτουργίας της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας, (CPU) π.χ. διευθύνσεις στις οποίες βρίσκονται κάποια δεδομένα, προγράμματα που ελέγχουν τον μικροεπεξεργαστή, αλγόριθμοι (μέθοδοι) εκτέλεσης υπολογισμών κλπ.

Μια παραλλαγή της ROM είναι η **προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση** (PROM, Programmable ROM). Η μνήμη αυτή έχει τη δυνατότητα αντικατάστασης και προγραμματισμού με νέα δεδομένα και είναι η πιο κατάλληλη για τις περιπτώσεις, που γίνονται βελτιώσεις στη συμπεριφορά του αυτοκινήτου από τον κατασκευαστή. Οι μνήμες PROM χρησιμοποιούνται ακόμη για να δίνουν στον μικροϋπολογιστή τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σχεδίασης και λειτουργίας για κάθε μοντέλο αυτοκινήτου, πράγμα που επιτρέπει τη χρήση της ίδιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας σε διαφορετικά μοντέλα για λόγους οικονομίας.

Στο παρακάτω σχήμα 5.13 φαίνονται τα βασικά είδη από μνήμες, που συναντάμε συνήθως σε ένα αυτοκίνητο.

5.2.4. Είσοδοι του μικροϋπολογιστή

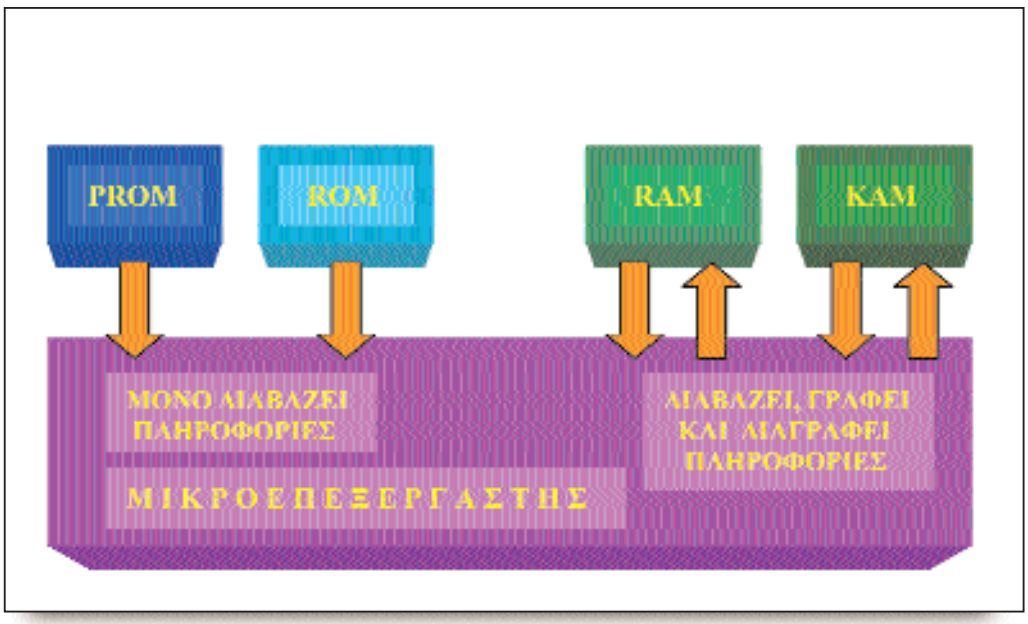
Ο ρόλος του μικροϋπολογιστή στο αυτοκίνητο είναι να ελέγχει διάφορα συστήματα με στόχο την καλύτερη λειτουργία τους. Για το σκοπό αυτό ο μικροϋπολογιστής χρειάζεται πληροφορίες για τη λειτουργία και τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται το αυτοκίνητο.

Κάθε σύστημα του αυτοκινήτου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες ή παραμέτρους. Αν αγνοεί ο μικροϋπολογιστής τις τιμές των μεταβλητών αυτών παραμέτρων και την επίδραση που έχει ο ένας παράγοντας πάνω στον άλλο, τότε είναι αδύνατο να ελέγξει το σύστημα αυτό. Όλες τις πληροφορίες για τις αλληλεπιδράσεις και τις σχέσεις που συνδέουν τις παραμέτρους κάθε συστήματος, τις βρίσκει ο μικροϋπολογιστής έτοιμες στις μνήμες μόνο για ανάγνωση (ROM, PROM).

Πώς ενημερώνεται όμως για τις τρέχουσες τιμές των παραμέτρων;

Η εισαγωγή πληροφοριών στο μικροϋπολογιστή για τις τρέχουσες τιμές των μεταβλητών παραμέτρων γίνεται από μηχανισμούς, που λέγονται **μηχανισμοί εισόδου** ή **αισθητήρες.**

Κάθε σύστημα στο αυτοκίνητο έχει τόσους αισθητήρες, όσοι είναι και οι παράγοντες που επηρεάζουν το σύστημα αυτό. Για παράδειγμα, το σύστημα ψεκασμού καυσίμου διαθέτει τουλάχιστον οκτώ αισθητήρες τους οποίους θα γνωρίσουμε με λεπτομέρεια στο επόμενο κεφάλαιο. Ο αισθητήρας θέσης της πε-



Σχήμα 5.13: Βασικές μνήμες μικροεπεξεργαστή αυτοκινήτου.

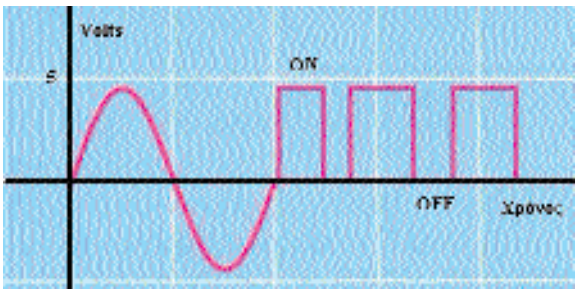
Σχήμα 5.14: Μερικοί αισθητήρες του συστήματος ψεκασμού καυσίμου.

ταλούδας γκαζιού, ο αισθητήρας οξυγόνου στα καυσαέρια και ο αισθητήρας θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού, που φαίνονται με τη σειρά στο σχήμα 5.14, είναι μόνο μερικοί από αυτούς.

Οι αισθητήρες εισόδου συνήθως μετατρέπουν μηχανικές πληροφορίες ή πληροφορίες συνθηκών του περιβάλλοντος λειτουργίας σε ηλεκτρικά σήματα τάσης. Τέτοιες πληροφορίες αφορούν στη μεταβολή της θέσης διαφόρων εξαρτημάτων, στην περιστροφική κίνηση μερικών αξόνων, στη θερμοκρασία και την πίεση υγρών και αερίων των συστημάτων, στο φορτίο και στην ταχύτητα του αυτοκινήτου, στις δονήσεις που δέχονται οι κύλινδροι από την ανάφλεξη του καυσίμου, στη σύσταση των καυσαερίων κλπ.

Υπάρχουν, βασικά, δυο είδη σημάτων, που παράγονται από τους αισθητήρες εισόδου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.15:

- **Αναλογικά σήματα,** δηλαδή συνεχώς μεταβαλλόμενα σήματα τάσης, τα οποία συνήθως έχουν ημιτονοειδή μορφή.
- **Ψηφιακά σήματα,** δηλαδή σήματα που έχουν μόνο δυο τιμές τάσης, την τάση λειτουργίας (ON) και την τάση διακοπής λειτουργίας (OFF).

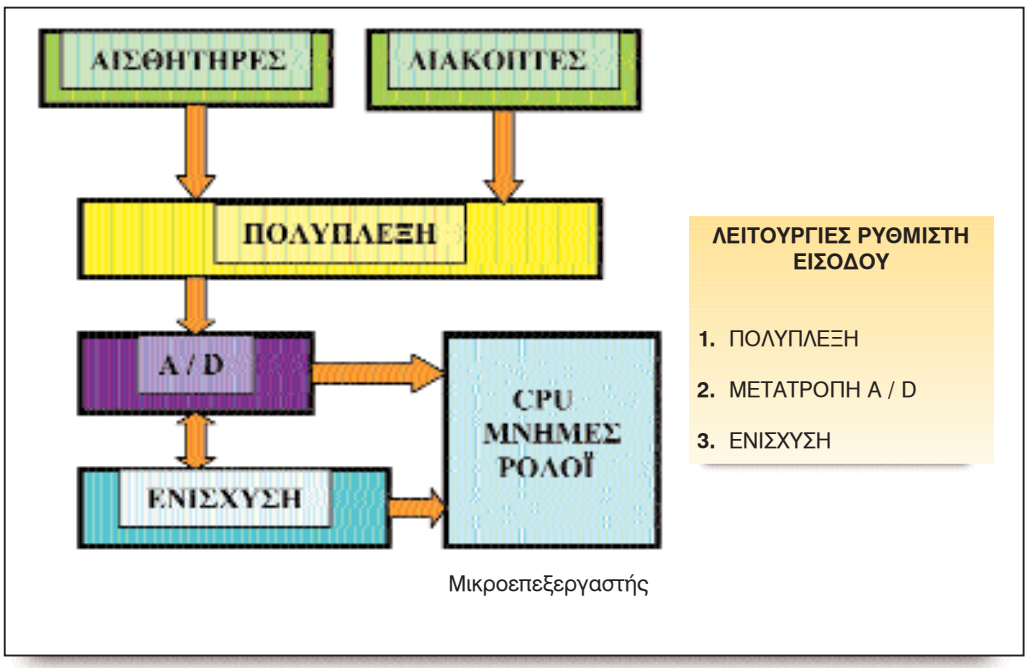


Σχήμα 5.15: Αναλογικό και ψηφιακό σήμα αισθητήρα.

Ο μικροεπεξεργαστής αναγνωρίζει όμως μόνο ψηφιακά σήματα που είναι διαμορφωμένα σε κάποιον κώδικα, που περιέχει μόνο **0** και **1.** Άρα τα σήματα εισόδου από αισθητήρες, πρέπει να τροποποιηθούν κατάλληλα πριν διαβιβαστούν στον μικροεπεξεργαστή. Αυτή τη λεπτή δουλειά την αναλαμβάνει μια ενδιάμεση βαθμίδα στην είσοδο, ο **ρυθμιστής εισόδου.**

Οι κυριότερες εργασίες του ρυθμιστή εισόδου (σχήμα 5.16) είναι:

- Να ταξινομήσει τα σήματα εισόδου, που προέρχονται από διαφορετικούς αισθητήρες και καταφθάνουν ταυτόχρονα στον μικροϋπολογιστή. Αυτό γίνεται από έναν ηλεκτρονικό διακόπτη, τον **πολυπλέκτη** (MUX, MUltipleXer), που λειτουργεί ως επιλογέας των σημάτων διαφορετικών αισθητήρων εισόδου.
- Να μετατρέψει το σήμα εισόδου από αναλογικό σε ψηφιακό. Αυτό γίνεται από ένα κύκλωμα, που λέγεται **μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό** A / D (Analog to Digital). Δυστυχώς, τα περισσότερα σήματα που παράγουν οι αισθητήρες είναι αναλογικά και έτσι πρέπει να μετατραπούν σε ψηφιακά.
- Να ενισχύσει ή να εξασθενήσει το σήμα εισόδου. Η ενίσχυση του σήματος είναι απαραίτητη στις περιπτώσεις, που οι αισθητήρες στέλνουν πολύ ασθενικά σήματα. Η εξασθένιση μερικών ισχυρών σημάτων όμως προστατεύει τον ευαίσθητο μικροεπεξεργαστή από τυχόν μεγάλες τάσεις εισόδου.



Σχήμα 5.16: Βασικές λειτουργίες ρυθμιστή εισόδου.

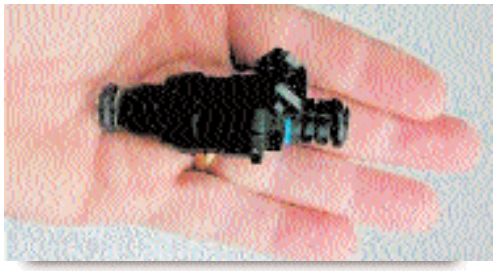
5.2.5. Έξοδοι του μικροϋπολογιστή

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων από τους αισθητήρες, ο μικροϋπολογιστής παίρνει μια απόφαση σε ελάχιστο χρόνο. Η απόφαση αυτή συνήθως αφορά στην παραγωγή κάποιου μηχανικού έργου, αλλά μπορεί να είναι και απεικόνιση ένδειξης σε κάποιο ενδεικτικό όργανο.

Ποιος θα υλοποιήσει όμως την απόφαση του μικροϋπολογιστή;

Η υλοποίηση των αποφάσεων του μικροϋπολογιστή γίνεται από μηχανισμούς, που λέγονται **μηχανισμοί εξόδου ή ενεργοποιητές.**

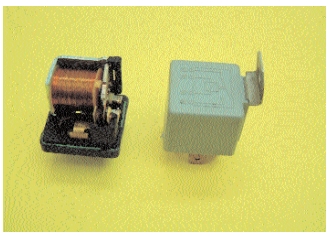
Κάθε σύστημα στο αυτοκίνητο έχει συνήθως ένα ενεργοποιητή που υλοποιεί τις αποφάσεις του μικροϋπολογιστή, ολοκληρώνοντας έτσι τον κύκλο ελέγχου στο σύστημα αυτό. Για παράδειγμα, το σύστημα ψεκασμού καυσίμου, που έχει οκτώ ή και περισσότερους αισθητήρες εισόδου των πληροφοριών, έχει ως ενεργοποιητές τις βαλβίδες ψεκασμού του καυσίμου. Μια τέτοια μικροσκοπική βαλβίδα φαίνεται στο σχήμα 5.17.

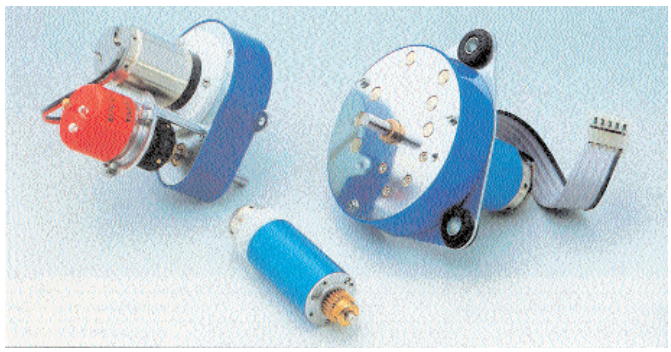


Σχήμα 5.17: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου.

Εκτός από τη βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου, που είναι ένα σωληνοειδές ή ηλεκτρομαγνήτης, υπάρχουν και άλλοι τύποι ενεργοποιητών, τους οποίους θα γνωρίσουμε με λεπτομέρεια σε επόμενο κεφάλαιο, όπως είναι τα ρελέ, διάφοροι τύποι κινητήρων κλπ. Στην κατηγορία όμως των μηχανισμών εξόδου συμπεριλαμβάνονται όλα τα ενδεικτικά όργανα και οι συσκευές ειδοποίησης (βομβητές, σειρήνες συναγερμού κλπ.).

Στο παρακάτω σχήμα 5.18 φαίνονται μερικοί τύποι ενεργοποιητών.



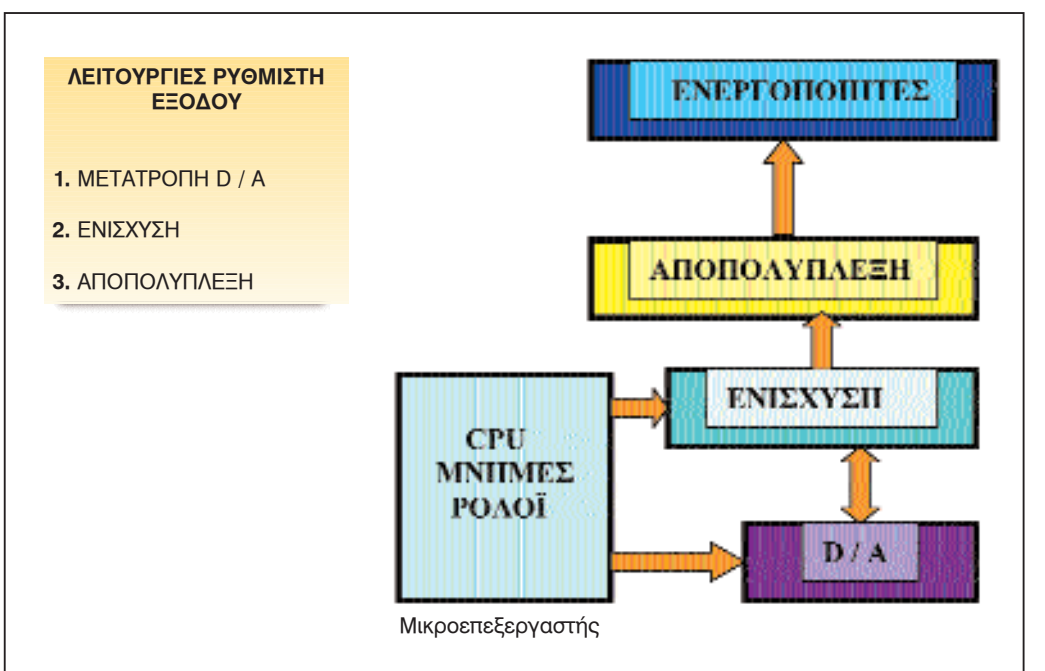


Σχήμα 5.18: Διάφοροι τύποι ενεργοποιητών στο αυτοκίνητο.

Η απόφαση του μικροεπεξεργαστή είναι διαμορφωμένη σε κάποιο κώδικα, που περιέχει μόνο **0** και **1.** Άρα τα σήματα εξόδου πρέπει να τροποποιηθούν κατάλληλα, πριν διαβιβαστούν στους ενεργοποιητές. Αυτή τη δουλειά την αναλαμβάνει μια ενδιάμεση βαθμίδα στην έξοδο, **ο ρυθμιστής εξόδου.** Εξάλλου ο μικροϋπολογιστής δεν έχει την ηλεκτρική ισχύ για να παράγει το μηχανικό έργο στους ενεργοποιητές. Αντίθετα, ο ρυθμιστής εξόδου θα ενεργοποιήσει με τις εντολές του μικροϋπολογιστή τους κατάλληλους διακόπτες, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια από τη μπαταρία του αυτοκινήτου να τροφοδοτήσει τους ενεργοποιητές.

Οι κυριότερες εργασίες του ρυθμιστή εξόδου (σχήμα 5.19) είναι:

- Να μετατρέψει το σήμα εξόδου από ψηφιακό σε αναλογικό. Αυτό γίνεται από ένα κύκλωμα, που λέγεται μετατροπέας ψηφιακού σήματος σε αναλογικό D / A (Digital to Analog). Σχεδόν όλοι οι ενεργοποιητές λειτουργούν με αναλογικά σήματα τάσης ή ρεύματος. Βασική εξαίρεση αποτελούν τα ψηφιακά ενδεικτικά όργανα.
- Να ενισχύσει τα ασθενικά σήματα εξόδου του μικροεπεξεργαστή.
- Να διαχωρίσει τα σήματα εξόδου, που προορίζονται για διαφορετικούς ενεργοποιητές. Αυτό γίνεται από έναν ηλεκτρονικό διακόπτη, που η λειτουργία του είναι αντίθετη από τη λειτουργία του πολυπλέκτη και λέγεται αποπολυπλέκτης (DEMUX, DEMUltipleXer).



Σχήμα 5.19: Βασικές λειτουργίες ρυθμιστή εξόδου.

5.2.6. Επεξεργασία στοιχείων στον μικροεπεξεργαστή

Ο μικροεπεξεργαστής, προκειμένου να παίρνει σωστές και γρήγορες αποφάσεις, δέχεται πληροφορίες από πολλούς αισθητήρες. Είναι όμως αδύνατο να επεξεργαστεί ταυτόχρονα όλες τις πληροφορίες γι' αυτό και τις αποθηκεύει προσωρινά στη μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM), ενώ ταυτόχρονα ορίζει και τη διεύθυνσή τους. Οι πληροφορίες αυτές αποθηκεύονται σε ειδικές μονάδες, που λέγονται καταχωρητές (registers).

Ένας **καταχωρητής** είναι μια ομάδα από φλιπ φλοπ και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ή τη μεταφορά ψηφιακών πληροφοριών σε ένα ψηφιακό σύστημα. Η σειρά όμως και ο τρόπος με τον οποίο ο μικροεπεξεργαστής θα χρησιμοποιήσει τις διάφορες πληροφορίες πάντα καθορίζονται από το πρόγραμμά του.

Το **πρόγραμμα** ενός μικροεπεξεργαστή είναι μια ομάδα από λεπτομερείς οδηγίες, που ακολουθεί ο μικροεπεξεργαστής, όταν ελέγχει ένα συγκεκριμένο σύστημα. Το πρόγραμμα αναλύει τις ενέργειες που θα κάνει, βήμα προς βήμα. Άρα ο ίδιος μικροεπεξεργαστής μπορεί να εκτελέσει διάφορα προγράμματα, αρκεί να ξέρει ποιό πρόγραμμα πρέπει να εκτελέσει. Τα σταθερά αυτά προγράμματα βρίσκονται αποθηκευμένα μόνιμα στις μνήμες μόνο για ανάγνωση ROM ή PROM.

Όταν ο μικροεπεξεργαστής χρειαστεί μια πληροφορία, αναφέρει τη διεύθυνση αποθήκευσης και ζητάει να διαβάσει την πληροφορία, που είναι αποθηκευμένη εκεί. Πώς γνωρίζει όμως τι απόφαση θα πάρει, όταν πρέπει να συνδυάσει δυο μεταβλητές, που αλλάζουν συνέχεια;

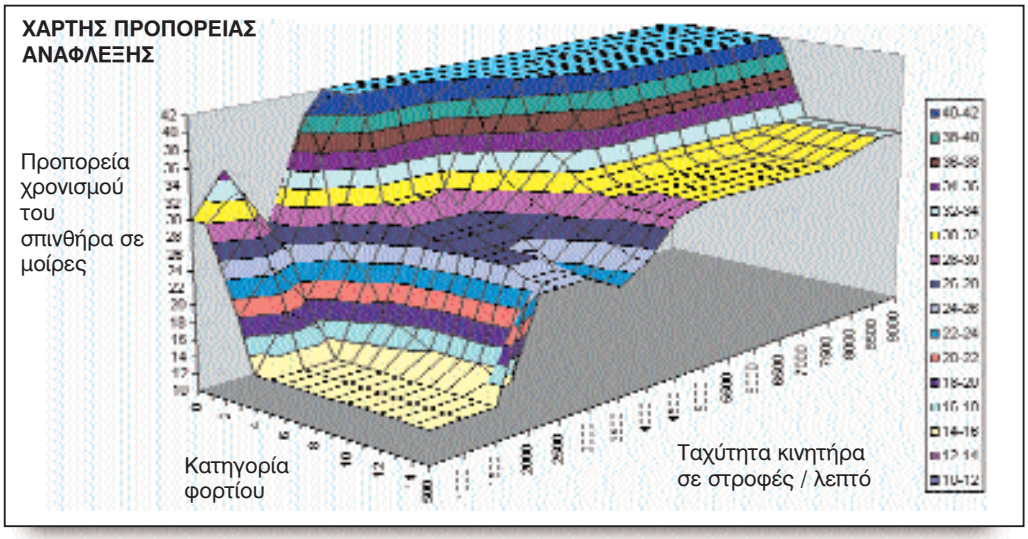
Η απόφαση του μικροϋπολογιστή στην περίπτωση που συνδυάζει δυο μεταβαλλόμενες μεταβλητές βρίσκεται έτοιμη στη μνήμη του, σε τυποποιημένους **πίνακες αναζήτησης** (lookup tables).

Οι πίνακες αναζήτησης είναι πίνακες τριών διαστάσεων, που περιέχουν έτοιμη απάντηση της τιμής μιας μεταβλητής που εξαρτάται από δύο άλλες. Οι τιμές των πινάκων αυτών είναι εμπειρικές και δίνονται από τον κάθε κατασκευαστή, ύστερα από πειραματικές έρευνες και δοκιμές. Τέτοιοι πίνακες υπάρχουν για κάθε μοντέλο αυτοκινήτου σε μορφή από μνήμες μόνο για ανάγνωση PROM.

Ας εξετάσουμε την περίπτωση του χρονισμού του σπινθήρα. Είναι γνωστό ότι ο χρονισμός του σπινθήρα ή χρονισμός προπορείας ανάφλεξης

(αβάνς), εκφράζει την ακριβή χρονική στιγμή, που πρέπει να σταλεί ο σπινθήρας στο μπουζί, σε σχέση με τη θέση του εμβόλου ως προς το άνω νεκρό σημείο του θαλάμου καύσης. Αυτό ισχύει στο χρόνο της συμπίεσης.

Ο χρονισμός του σπινθήρα μετριέται σε μοίρες περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα και είναι ο σημαντικότερος παράγοντας απόδοσης ισχύος του κινητήρα, αφού εξασφαλίζει τον απαραίτητο χρόνο για να γίνει πλήρης καύση του καυσίμου και ισχυρότερη ώθηση του εμβόλου. Στο σχήμα 5.20 φαίνεται ένας τέτοιος τρισδιάστατος εμπειρικός **χάρτης.**



Σχήμα 5.20: Τρισδιάστατος χάρτης προπορείας ανάφλεξης.

Από το χάρτη αυτό φαίνεται ότι ο χρονισμός του σπινθήρα εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα και από το φορτίο του κινητήρα. Ο μικροεπεξεργαστής γνωρίζει τις τιμές των δύο αυτών μεταβλητών κάθε χρονική στιγμή, από τις εισόδους των αντίστοιχων αισθητήρων, που χρησιμοποιεί. Στη συνέχεια ψάχνει στον **πίνακα αναζήτησης,** που είναι μια άλλη επίπεδη μορφή του ίδιου χάρτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.21.

Ο πίνακας αναζήτησης βρίσκεται καταχωρημένος σε μια μνήμη μόνο για ανάγνωση PROM. Από τον πίνακα αναζήτησης ο μικροεπεξεργαστής "διαβάζει" την απόφαση για το χρονισμό του σπινθήρα. Αν για παράδειγμα, ο στροφαλοφόρος άξονας περιστρέφεται με ταχύτητα μεταξύ 3000 και 3500 στροφών / λεπτό και το φορτίο του κινητήρα είναι στην κατηγορία μεταξύ 4 και 5, τότε ο σπινθήρας πρέπει να δοθεί 26 ως 28 μοίρες πρίν από το άνω νεκρό σημείο

Κατηγορία φορτίου	Ταχύτητα κινητήρα (στροφές / λεπτό)						
	1000 ~ 1500	1500 ~ 2000	.....	3000 ~ 3500	.....	.....	8500 ~ 9000
0 ~ 1	14 ~ 16	14 ~ 16	.....	26 ~ 28	.....	.....	40 ~ 42
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4 ~ 5	14 ~ 16	14 ~ 16	.....	26 ~ 28	.....	.....	40 ~ 42
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Σχήμα 5.21: Επίπεδος πίνακας αναζήτησης προπορείας ανάφλεξης.

της διαδρομής του εμβόλου κατά το χρόνο της συμπίεσης.

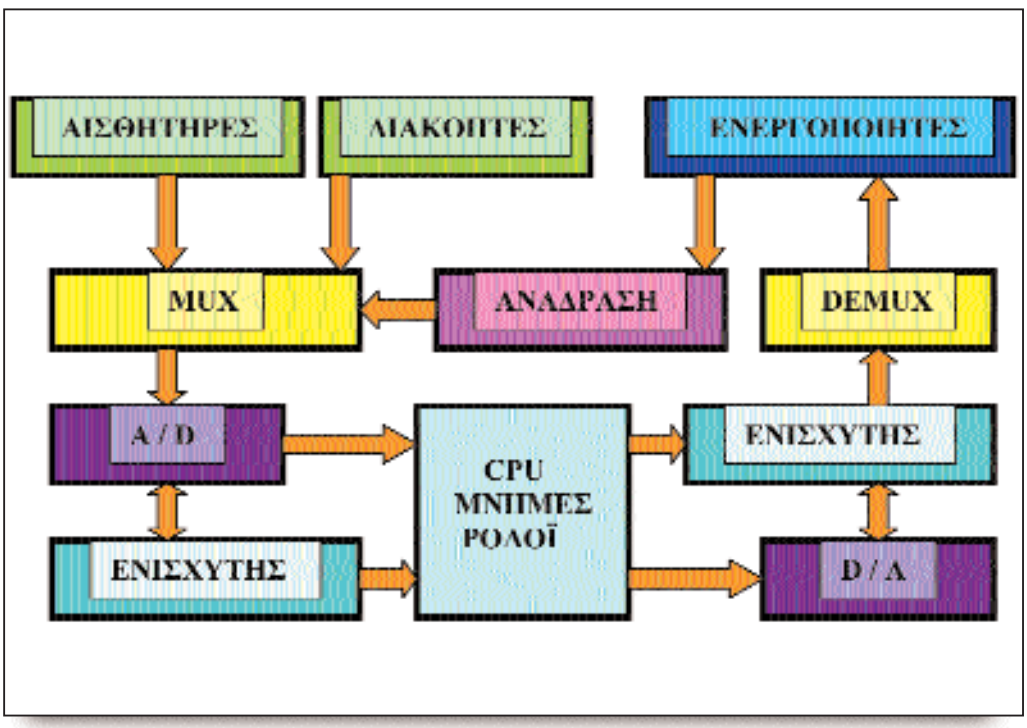
Αυτή η μέθοδος δίνει στους κατασκευαστές τη δυνατότητα να κάνουν μία **βελτίωση** στην απόδοση του κινητήρα, αλλάζοντας τη μνήμη PROM με μια άλλη πιο κατάλληλη. Πολλοί ερασιτέχνες όμως, τοποθετούν στα αυτοκίνητά τους δικές τους μνήμες PROM, που "βελτιώνουν" δήθεν τη συμπεριφορά του κινητήρα. Στην ουσία αλλάζουν τις τιμές ενός πίνακα αναζήτησης, έτσι ώστε ο μικροεπεξεργαστής διαβάζει διαφορετικές αποφάσεις πχ.για την ποσότητα έγχυσης καυσίμου. Έτσι μπορεί να φαίνεται μεν ότι βελτιώνουν τη συμπεριφορά του κινητήρα, αλλά αυτό είναι σε βάρος της συνολικής συμπεριφοράς του αυτοκινήτου.

5.2.7. Έλεγχος κινητήρα με μικροϋπολογιστή

Η δομή και ο τρόπος επεξεργασίας των διάφορων πληροφοριών από ένα μικροϋπολογιστή φαίνονται συνολικά στο σχήμα 5.22.

Πώς λειτουργεί λοιπόν ο **έλεγχος με μικροϋπολογιστή;**

- Ο μικροϋπολογιστής παίρνει πληροφορίες από ένα δίκτυο αισθητήρων και διακοπτών, που μετατρέπουν τις διάφορες καταστάσεις λειτουργίας του αυτοκινήτου σε ηλεκτρικά σήματα. Βασισμένος στις πρόσφατες αυτές πληροφορίες και σε μόνιμες οδηγίες και προγράμματα που βρίσκονται στη μνήμη του, ο μικροϋπο-



Σχήμα 5.22: Λειτουργικό διάγραμμα μικροϋπολογιστή.

λογιστής παίρνει αποφάσεις και δίνει εντολές στους ενεργοποιητές να τις εκτελέσουν. Οι αποφάσεις αυτές έχουν στόχο την καλύτερη λειτουργία του συστήματος.

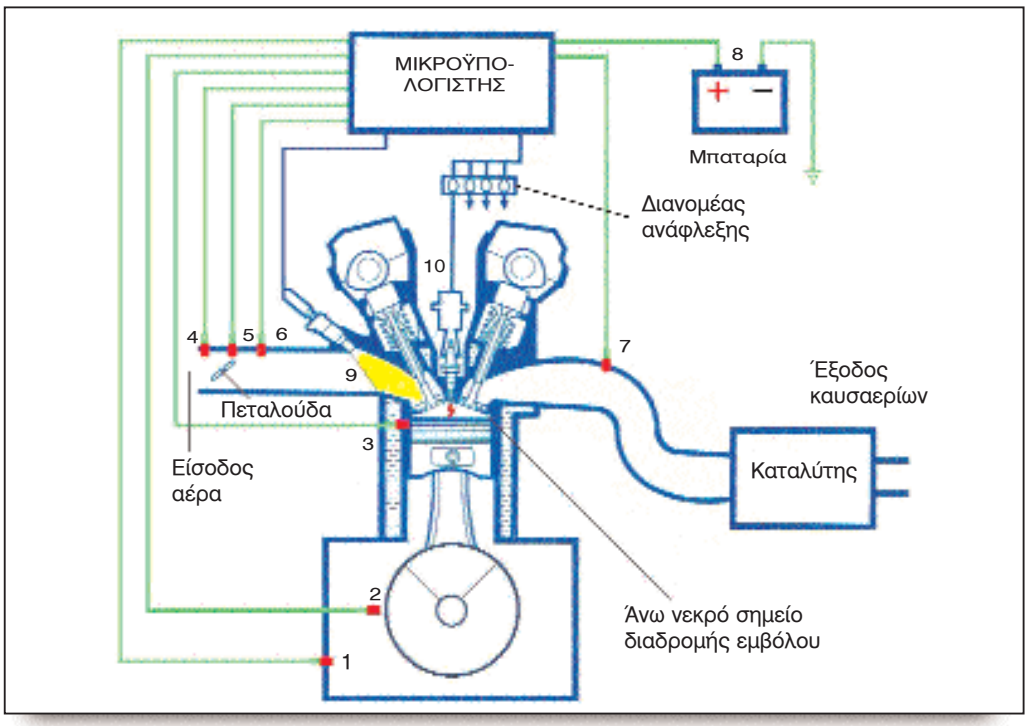
Όλοι οι κινητήρες των αυτοκινήτων ελέγχονται με τον ίδιο περίπου τρόπο. Πολλές φορές όμως ο μικροϋπολογιστής θέλει να ελέγξει αν, είχε αποτέλεσμα, η απόφαση που πήρε. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιεί μερικούς αισθητήρες στις εξόδους ενός συστήματος, για να μετρήσει το αποτέλεσμα των ενεργειών του και να το βελτιώσει. Η διαδικασία αυτή λέγεται **ανάδραση** και το σύστημα αυτό λέγεται **σύστημα αυτομάτου ελέγχου κλειστού βρόγχου,** όπως μάθαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Τα συστήματα κλειστού βρόγχου επικρατούν στα σημερινά αυτοκίνητα, γιατί έχουν καλύτερα αποτελέσματα.

Ας εξηγήσουμε τώρα το βασικό έλεγχο ενός κινητήρα αυτοκινήτου με μικροϋπολογιστή, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.23. Ο μικροϋπολογιστής πρέπει να ελέγξει δυο βασικά συστήματα δράσης και ένα βασικό σύστημα ανάδρασης.

- Το σύστημα ψεκασμού καυσίμου (σύστημα δράσης).
- Το σύστημα ανάφλεξης καυσίμου (σύστημα δράσης).
- Το σύστημα ελέγχου καυσαερίων (σύστημα ανάδρασης).

Ταυτόχρονα όμως ελέγχει και ένα πλήθος από **υποσυστήματα,** που έχουν



Σχήμα 5.23: Έλεγχος λειτουργίας κινητήρα με μικροϋπολογιστή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: ΒΑΣΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΗ (ΣΧΗΜΑ 5.23)		ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ
Α/Α	**ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΔΡΑΣΗΣ**		
1	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα		
2	Αισθητήρας ταχύτητας - γωνίας άξονα στροφάλων		
3	Αισθητήρας κτυπήματος (πειράκια) εκτόνωσης		
4	Αισθητήρας ροής - θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα		-
5	Αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού		
6	Αισθητήρας απόλυτης πίεσης πολλαπλής εισαγωγής		
	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ		
7	Αισθητήρας οξυγόνου ή λάμδα		-
	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ		
8	Αισθητήρας τάσης μπαταρίας		
	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ		
9	Βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου		-
10	Μονάδα ανάφλεξης με χρονισμό	-	

σκοπό να βοηθήσουν τη λειτουργία των κύριων συστημάτων και να διορθώσουν τα αποτελέσματά τους. Για να πετύχει το στόχο του ο μικροϋπολογιστής παίρνει ενδείξεις από τους αισθητήρες και δίνει εντολές στους ενεργοποιητές, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 5.2. Μάλιστα ανανεώνει τις πληροφορίες αυτές κάθε 100 msec για γενικές πληροφορίες (π.χ. τάση μπαταρίας) και κάθε 10 msec για πιο κρίσιμες πληροφορίες (π.χ. στροφές κινητήρα, κατάσταση καυσαερίων κλπ.).

Οι πληροφορίες που δίνουν οι αισθητήρες στο μικροϋπολογιστή δεν είναι πάντα αρκετές για να ελεγχθεί ένας κινητήρας. Υπάρχουν πολλές συνθήκες και παράγοντες, που επηρεάζουν τις ενδείξεις των αισθητήρων και συχνά τις κάνουν αναξιόπιστες. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι σημαντικός παράγοντας για την ένδειξη του αισθητήρα οξυγόνου. Ο αισθητήρας αυτός δεν λειτουργεί σωστά σε κρύο κινητήρα.

Αυτοί οι παράγοντες είναι αρκετοί και πρέπει ένας μηχανικός αυτοκινήτων να τους γνωρίζει σε βάθος, αφού στις συνθήκες αυτές οι απαιτήσεις των κινητήρων παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση από τους κανόνες.

Τέτοιοι **παράγοντες και συνθήκες λειτουργίας** είναι:

- η ιδανική (στοιχειομετρική) αναλογία αέρα / καυσίμου (14.7 : 1) και η επίδρασή της στη σύσταση των καυσαερίων.

- ο χρονισμός του σπινθήρα και οι επιδράσεις της κακής ρύθμισής του.
- ο ρόλος της πίεσης και υποπίεσης στη λειτουργία του κινητήρα.
- οι διαφορές λειτουργίας μεταξύ ζεστού και κρύου κινητήρα.
- οι διαφορές λειτουργίας του κινητήρα σε κατάσταση επιτάχυνσης, επιβράδυνσης, ρελαντί, διακοπής και βλάβης.
- οι διαφορές λειτουργίας του κινητήρα με ή χωρίς φορτίο, σε κίνηση με μικρή ή μεγάλη ταχύτητα, σε μεγάλο υψόμετρο κλπ.

Αν αναλογιστούμε όλους αυτούς τους παράγοντες που επιδρούν ταυτόχρονα στη λειτουργία ενός κινητήρα, καταλαβαίνουμε ότι μόνο ένας καλά προγραμματισμένος μικροϋπολογιστής μπορεί να κάνει με επιτυχία αυτή την πολύπλοκη δουλειά. Ακόμη συνειδητοποιούμε ότι, μόνο αν μελετήσουμε όλες τις οδηγίες του κατασκευαστή, μπορούμε να κάνουμε σωστή διάγνωση των βλαβών και να πάρουμε σωστές αποφάσεις για την επιδιόρθωσή τους.

5.2.8. Πλεονεκτήματα ελέγχου με μικροϋπολογιστή

Τα **πλεονεκτήματα** του ελέγχου ενός κινητήρα με μικροϋπολογιστή είναι πάρα πολλά, και τα πρακτικά οφέλη από ένα τέτοιο έλεγχο ίσως έχουν ξεπεράσει όλες τις προβλέψεις.

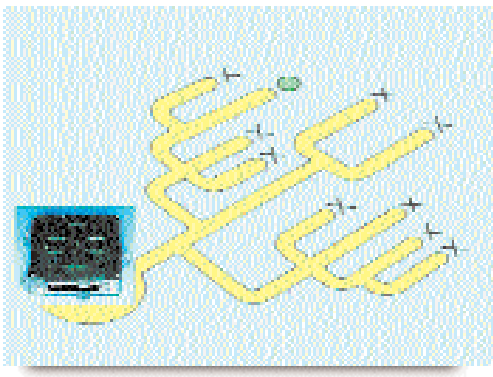
Τα σπουδαιότερα από αυτά είναι:

- Η βελτίωση της συνολικής απόδοσης της λειτουργίας των κινητήρων από πλευράς άνεσης, οικονομίας, ισχύος, ρύπανσης και ασφάλειας.
- Ο καλύτερος συγχρονισμός όλων των πολύπλοκων συστημάτων και υποσυστημάτων του αυτοκινήτου.
- Η μείωση των συστημάτων που λειτουργούσαν με μοχλούς, ελατήρια και αέρα, με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας, ακρίβειας και ευελιξίας του ελέγχου του κινητήρα.
- Η μείωση του κόστους συντήρησης των μηχανικών αυτοματισμών.
- Η δυνατότητα βελτιώσεων με απλή αλλαγή προγραμμάτων σε μνήμες.

Επιπλέον όμως η ύπαρξη ενός μικροϋπολογιστή που συγκεντρώνει και καταγράφει πληροφορίες σημαίνει ένα πολύτιμο **βοηθό** στο συνεργείο επισκευών.

Έτσι ο μικροϋπολογιστής μας βοηθάει (σχήμα 5.24):

- Στην ανάπτυξη συστημάτων **αυτοδιάγνωσης βλαβών,** τα οποία και θα γνωρίσουμε αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο.
- Στη λειτουργία βοηθητικών προγραμμάτων (SOS). Σύμφωνα με τα προγράμματα αυτά ο μικροϋπολογιστής



Σχήμα 5.24: Η βοήθεια από τον μικροϋπολογιστή στην αυτοδιάγνωση βλαβών.

μπορεί και διδάσκεται μόνος του από τις συνηθισμένες τιμές των αισθητήρων και αποθηκεύει τις τιμές αυτές σε μια μνήμη ΚΑΜ. Αν κάποιος αισθητήρας χαλάσει, τότε ο μικροϋπολογιστής χρησιμοποιεί τη δική του εμπειρική τιμή και το αυτοκίνητο δεν ακινητοποιείται, τουλάχιστον μέχρι να μεταφερθεί στο πιο κοντινό συνεργείο.

- Στη λειτουργία διάφορων προγραμμάτων προληπτικής διάγνωσης. Για παράδειγμα, με τη βοήθεια του αισθητήρα κτυπήματος (πειράκια) στο χρόνο εκτόνωσης, μπορούμε να προλάβουμε πρόωρη φθορά διάφορων μηχανικών μερών του κινητήρα.
- Στην επικοινωνία μας με εξωτερικούς σταθμούς πληροφοριών.

5.2.9. Πως χειριζόμαστε το μικροϋπολογιστή

Ένας μικροϋπολογιστής περιέχει πολλά ηλεκτρονικά εξαρτήματα και ευαίσθητα ολοκληρωμένα κυκλώματα. Συχνά όμως είναι αναγκασμένος να λειτουργεί σε περιβάλλον, όπου υπάρχουν δύσκολες ή και επικίνδυνες συνθήκες θερμοκρασίας, δονήσεων, ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, στατικού ηλεκτρισμού κλπ.Είναι λοιπόν απαραίτητο να ξέρουμε πολύ σημαντικές πληροφορίες για το χειρισμό του μικροϋπολογιστή, αφού διαφορετικά είναι δυνατό να του προκαλέσουμε ανεπανόρθωτες βλάβες.

Μερικές χρήσιμες **συμβουλές για το χειρισμό** του μικροϋπολογιστή, κυρίως πριν από κάθε τεχνική επέμβαση σ' αυτόν είναι:

- Επειδή είναι ευαίσθητος σε απότομες **αυξομειώσεις τάσης,** πρέπει να διακόπτουμε την τροφοδοσία του, πριν από κάθε τεχνική επέβμαση.
- Επειδή μπορεί να καταστραφεί από **φορτία στατικού ηλεκτρισμού,** πρέπει να κάνουμε εκφόρτιση του στατικού ηλεκτρισμού.
- Επειδή αλλάζει η συμπεριφορά των ηλεκτρονικών στοιχείων με τη **θερμοκρασία,** δεν αφήνουμε ποτέ τον μικροϋπολογιστή σε πολύ θερμό ή πολύ ψυχρό περιβάλλον.
- Επειδή περιέχει κυκλώματα με πολύ λεπτές συνδέσεις, δεν αφήνουμε το μικροϋπολογιστή σε περιβάλλον με ισχυρές **δονήσεις.**
- Επειδή το **βύσμα σύνδεσης** του μικροϋπολογιστή έχει πολλές επαφές, φροντίζουμε να τον αποσυνδέουμε πάντα κάθετα και με μεγάλη προσοχή για να μη λυγίσουν οι επαφές σύνδεσης.
- Επειδή τα ηλεκτρονικά στοιχεία επηρεάζονται σημαντικά από ξένα **ηλεκτρομαγνητικά πεδία** (μαγνήτες, ραδιοσυχνότητες, κινητά κλπ.), πρέπει να προσέχουμε τις παρεμβολές από τέτοια πεδία, γιατί μπορεί να παραπλανήσουν το μικροϋπολογιστή.

5.2.10. Εξέλιξη και μέλλον των μικροϋπολογιστών

Οι εξελίξεις στα σύγχρονα αυτοκίνητα είναι ραγδαίες με την εφαρμογή των μικροϋπολογιστών. Αν κοιτάξει κανείς σήμερα το χώρο του κινητήρα ενός τέτοιου αυτοκινήτου, θα παρατηρήσει πολλές καλωδιώσεις και ένα πλήθος από αισθητήρες και ενεργοποιητές, αφού το μεγαλύτερο μέρος των λειτουργιών του γίνεται με τη βοήθεια μικροϋπολογιστή. Μάλιστα έχει υπολογιστεί ό-

τι το κόστος των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων στο σύγχρονο αυτοκίνητο έχει ήδη ξεπεράσει το 20% της αξίας του αυτοκινήτου.

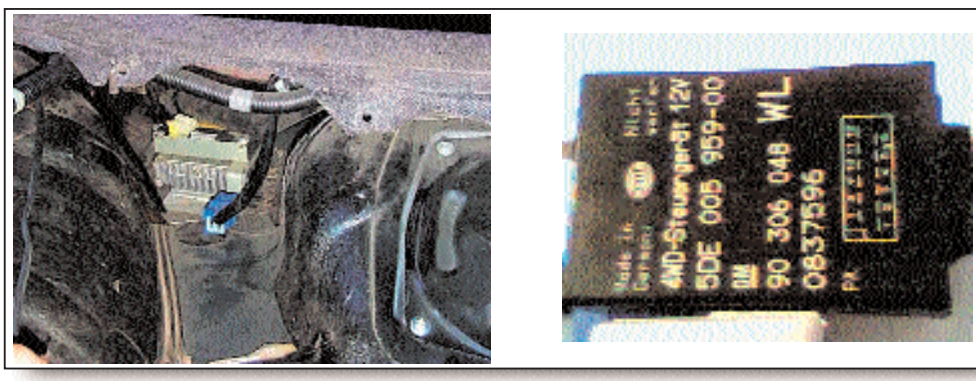
Ένα από τα πρώτα συμπτώματα της απότομης αύξησης της εφαρμογής μικροϋπολογιστών για τον έλεγχο διάφορων λειτουργιών του αυτοκινήτου, ήταν η χρήση χωριστών μονάδων ελέγχου με χωριστούς αισθητήρες για κάθε σύστημα. Στο παρακάτω σχήμα 5.25 βλέπουμε ένα μικροϋπολογιστή για τον έλεγχο της αντλίας καυσίμου, τοποθετημένο κάτω από το πίσω κάθισμα του αυτοκινήτου και ένα ανεξάρτητο μικροϋπολογιστή για τον έλεγχο της κίνησης σε τέσσερις τροχούς (4WD ή 4x4).

Επειδή η λογική αυτή δεν ήταν δυνατό να συνεχιστεί για πολύ, αφού για παράδειγμα η Volkswagen έφτασε στο σημείο να αναπτύξει μέχρι 300 συνολικά αισθητήρες για τα αυτοκίνητά της, οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσανατολίστηκαν στην ανάπτυξη ενός **ολοκληρωμένου συστήματος** με κλειστό βρόγχο για το συνολικό έλεγχο των ηλεκτρονικών λειτουργιών, σε μορφή τοπικού δικτύου και με πρόβλεψη για μελλοντικές επεκτάσεις.

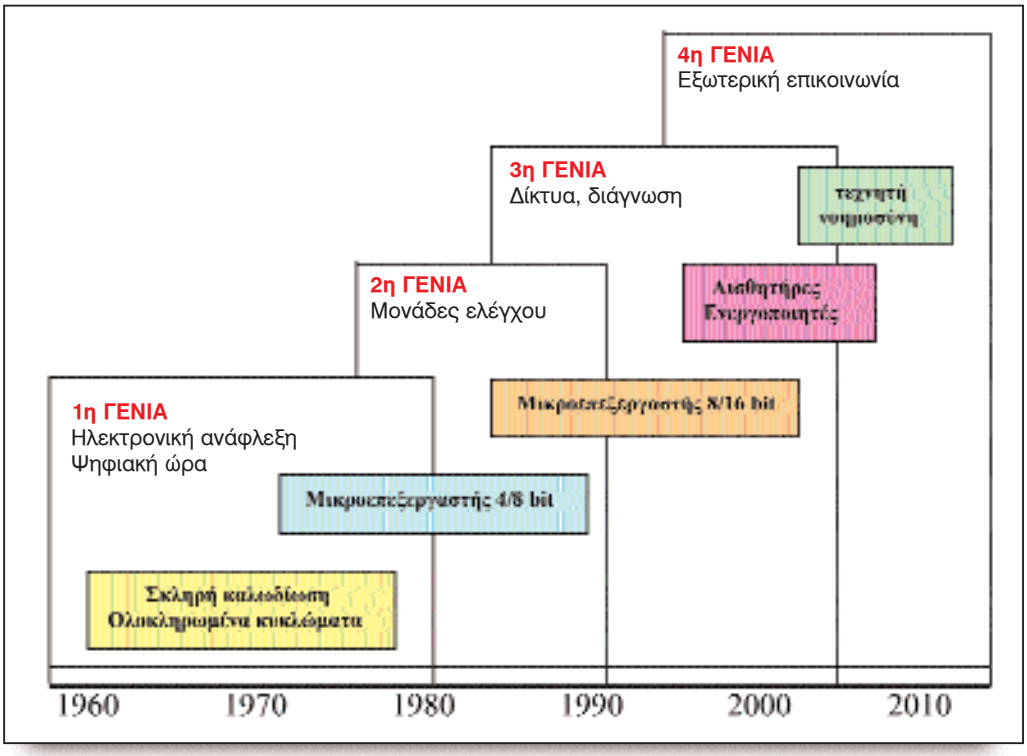
Ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα είναι το ότι πολλοί κατασκευαστές έχουν τη δική τους ηλεκτρονική τεχνολογία στα αυτοκίνητα, για να ελέγχουν οι ίδιοι τις προδιαγραφές και να εξασφαλίζουν την καλή συνεργασία μεταξύ των διαφόρων υποσυστημάτων του αυτοκινήτου. Αν και η **τυποποίηση** των παραμέτρων ενός τέτοιου πολύπλοκου προβλήματος σε παγκόσμιο επίπεδο είναι πολύ δύσκολη, οι Διεθνείς Οργανισμοί ISO και SAE ήδη ετοιμάζουν **πρότυπα** για τον τρόπο επικοινωνίας των μικροϋπολογιστών.

Στο σχήμα 5.26 φαίνονται οι τέσσερις διαδοχικές γενιές εξέλιξης των ηλεκτρονικών συστημάτων στο αυτοκίνητο και τα μελλοντικά σχέδια για τους μικροϋπολογιστές. Η πρώτη και η δεύτερη γενιά των ηλεκτρονικών συστημάτων αντικατέστησαν πολλά μηχανικά και πνευματικά (αυτά που λειτουργούν με αέρα) εξαρτήματα των αυτοκινήτων αλλά διατήρησαν την αυτονομία των συστημάτων.

Η τρίτη γενιά χαρακτηρίζεται από τη διασύνδεση των υποσυστημάτων και την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής διάγνωσης βλαβών. Η μελλοντική τέταρτη γενιά θα χαρακτηρίζεται από τη δυνατότη-



Σχήμα 5.25: Διαφορετικοί μικροϋπολογιστές για έλεγχο λειτουργιών.

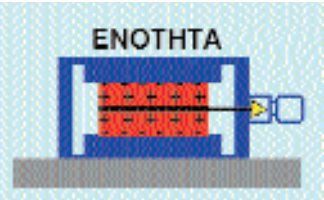


Σχήμα 5.26: Διαδοχικές γενιές ηλεκτρονικών συστημάτων αυτοκινήτου.

τα επικοινωνίας του αυτοκινήτου με ειδικούς εξωτερικούς σταθμούς διακίνησης πληροφοριών για την κυκλοφορία, τη διάγνωση και επισκευή βλαβών κλπ..

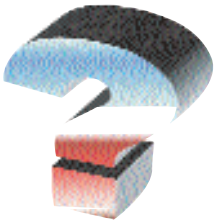
Στην τελευταία αυτή κατεύθυνση επικοινωνίας του αυτοκινήτου με εξωτερικούς σταθμούς διακίνησης πληροφοριών δραστηριοποιείται και το φιλόδοξο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα "Προμηθέας" (PROMETHEUS).

Συμπερασματικά, πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι η εφαρμογή των μικροϋπολογιστών στα αυτοκίνητα είναι πλέον ένα γεγονός. Το σύγχρονο αυτοκίνητο είναι πολύπλοκο στη λειτουργία του και η συντήρησή του απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό με ειδικές γνώσεις και κατάρτιση. Όλες αυτές οι γνώσεις δύσκολα μεταδίδονται εμπειρικά από τρίτους. Έτσι θα δημιουργηθούν νέες ειδικότητες στο χώρο της συντήρησης και επισκευής του αυτοκινήτου, αφού θα απαιτηθούν ειδικοί τεχνικοί που θα γνωρίζουν τα νέα ηλεκτρονικά συστήματα με μικροϋπολογιστές.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 5

- Μία πληροφορία μπορεί να παρασταθεί με τη βοήθεια μιας ψηφιακής μεταβλητής, που παίρνει δυό τιμές 0 και 1, σύμφωνα με κάποια συμφωνία ή κώδικα. Το σύνολο των τιμών της ψηφιακής μεταβλητής, που παριστάνει την πληροφορία, λέγεται ψηφιακό σήμα.
- Το δυαδικό αριθμητικό σύστημα είναι ένας άλλος τρόπος παράστασης αριθμών και χρησιμοποιείται στα ψηφιακά κυκλώματα.
- Μία λογική πρόταση μοιάζει με ψηφιακή μεταβλητή και μπορούμε να κάνουμε μ' αυτή λογικές πράξεις σύμφωνα με την άλγεβρα Boole. Οι λογικές πράξεις υλοποιούνται πρακτικά με ηλεκτρονικά κυκλώματα, που λέγονται λογικές πύλες.
- Συνδυαστικά λέγονται τα λογικά κυκλώματα, που συνδυάζουν πολλές λογικές προτάσεις για να μας δώσουν μια λογική απόφαση, ενώ ακολουθιακά λέγονται τα λογικά κυκλώματα, που έχουν μνήμη.
- Η ψηφιακή θεωρία με τα λογικά κυκλώματά της εφαρμόζεται στα σύγχρονα αυτοκίνητα με στόχο τη βελτίωση της λειτουργίας τους και άλλων παραμέτρων, όπως η οικονομία, η ασφάλεια και η ρύπανση.
- Ο μικροϋπολογιστής, τα κύρια μέρη του οποίου είναι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, οι μνήμες, το σύστημα εισόδων και εξόδων και το τροφοδότικό του, ελέγχει και συντονίζει όλες σχεδόν τις διαδικασίες λειτουργίας του αυτοκινήτου.
- Η εισαγωγή πληροφοριών στο μικροϋπολογιστή γίνεται από τους αισθητήρες και η υλοποίηση των αποφάσεων από τους ενεργοποιητές. Πάντοτε προηγείται η επεξεργασία των σημάτων εισόδου και εξόδου.
- Ο μικροϋπολογιστής είναι ένας πολύτιμος βοηθός στο συνεργείο, όμως χρειάζεται ειδική φροντίδα στο χειρισμό του.
- Στο μέλλον όλες οι λειτουργίες του αυτοκινήτου θα γίνονται με τη βοήθεια του μικροϋπολογιστή, που σημαίνει ότι θα χρειάζονται ειδικοί τεχνικοί, που θα γνωρίζουν σε βάθος τα συστήματα αυτά.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 5

1. Πώς διακρίνουμε ένα ψηφιακό από ένα αναλογικό σήμα;
2. Γιατί στο δυαδικό σύστημα χρειάζονται πάρα πολλοί χαρακτήρες για να παρασταθεί ένας αριθμός, ενώ στο δεκαδικό σύστημα παριστάνεται ο ίδιος αριθμός με λιγότερους χαρακτήρες;
3. Ποιες είναι οι τρεις θεμελιώδεις λογικές πράξεις, που μπορούμε να κάνουμε με τις λογικές προτάσεις στην Άλγεβρα Boole;
4. Γιατί έχει καθιερωθεί να χρησιμοποιείται ο πίνακας αλήθειας για να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα των λογικών πράξεων;
5. Να αναφέρετε τρία πλεονεκτήματα των ψηφιακών κυκλωμάτων, αφού τα συγκρίνετε με τα αντίστοιχα συμβατικά κυκλώματα με ρελέ.
6. Ποια είναι η σημαντικότερη διαφορά ανάμεσα σε ένα συνδυαστικό και ένα ακολουθιακό λογικό κύκλωμα;
7. Ποιοι είναι οι πέντε βασικοί άξονες, που λαμβάνουν υπόψη τους οι σημερινοί κατασκευαστές κατά τη σχεδίαση ενός αυτοκινήτου;
8. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη ενός μικροϋπολογιστή και ποίος είναι ο ρόλος του στη λειτουργία του σύγχρονου αυτοκινήτου;
9. Ποια είδη μνημών συναντάμε συνήθως σε ένα μικροϋπολογιστή και ποιος είναι ο ρόλος της κάθε μνήμης;
10. Είναι δυνατόν να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο, αν του αφαιρέσουμε τη μνήμη, που διατηρείται ζωντανή (ΚΑΜ);
11. Ποιοι μηχανισμοί ενημερώνουν το μικροϋπολογιστή για τις τρέχουσες αλλαγές στα διάφορα συστήματα και υποσυστήματα του αυτοκινήτου και ποιοι μηχανισμοί εκτελούν τις αποφάσεις του;
12. Ποιος είναι ο ρόλος του μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό;
13. Τι βρίσκει αποθηκευμένο στους πίνακες αναζήτησης και πώς αξιοποιεί τις πληροφορίες αυτές ο μικροϋπολογιστής;
14. Πώς γίνεται ο έλεγχος ενός κινητήρα αυτοκινήτου με μικροϋπολογιστή και ποια είναι τα πλεονεκτήματα του ελέγχου αυτού;
15. Ποιοι πρέπει να είναι οι στόχοι των μελλοντικών τεχνικών συνεργείων αυτοκινήτων και πώς είναι δυνατόν να τους επιτύχουν;

6

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

6.1. Αισθητήρες και αυτοκίνητο
6.2. Αισθητήρες ταχύτητας, θέσης ή μετατόπισης
6.3. Αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης
6.4. Διάφοροι άλλοι τύποι αισθητήρων

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναφέρετε τα βασικά είδη και το ρόλο των κυριότερων αισθητήρων, που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο.**
- **Αναφέρετε την αρχή λειτουργίας, τα χαρακτηριστικά, τον τρόπο και το είδος ένδειξης - εντολής, που δίνουν στην έξοδό τους και τις συνθήκες λειτουργίας των διάφορων τύπων αισθητήρων.**
- **Εξηγείτε τη λειτουργία και να αναφέρετε τις βασικές εφαρμογές των αισθητήρων στο αυτοκίνητο για τα μεγέθη: ταχύτητας, αλλαγής θέσης ή μετατόπισης εξαρτημάτων, θερμοκρασίας ή πίεσης υγρών ή αερίων.**
- **Εξηγείτε τη λειτουργία και να αναφέρετε τη βασική εφαρμογή των ειδικών αισθητήρων του αυτοκινήτου, όπως: του αισθητήρα οξυγόνου, ροής μάζας αέρα, κτυπήματος, επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης κλπ.**

ΓΕΝΙΚΑ

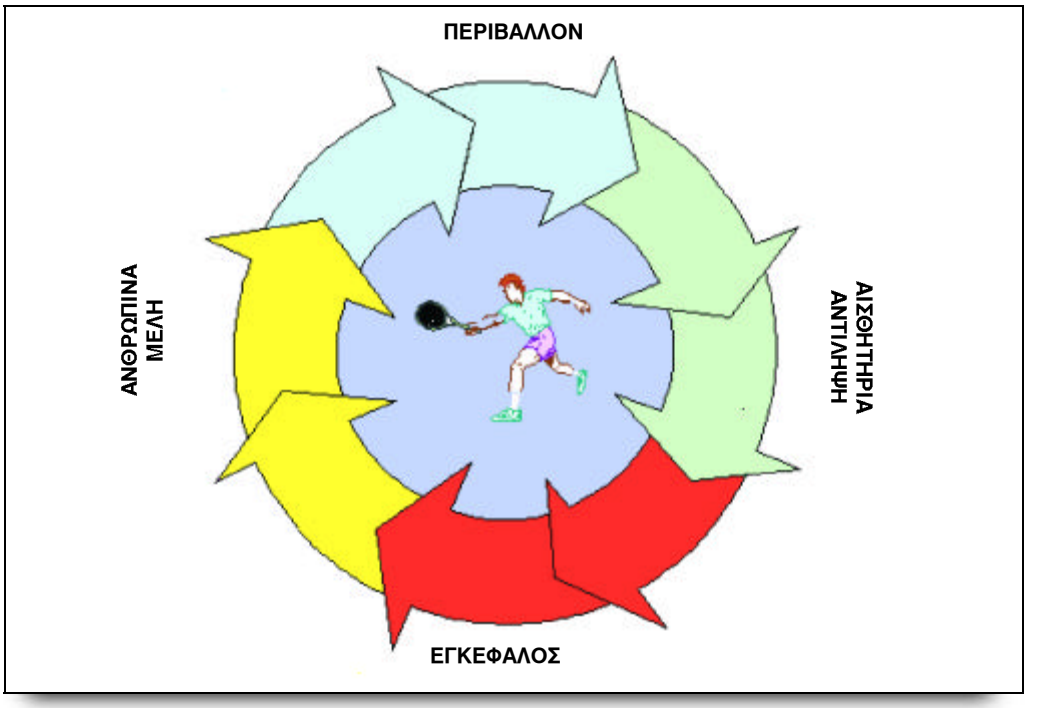
Για να ανταποκριθούμε επιτυχώς στον απρόβλεπτο κόσμο μας, είναι απαραίτητη η απόκτηση σωστών πληροφοριών. Αυτή η λεπτή εργασία γίνεται σε κάθε σύγχρονο αυτοκίνητο από πολύ ειδικούς και ευαίσθητους μηχανισμούς, τους αισθητήρες. Οι αισθητήρες μετατρέπουν συνήθως τις πληροφορίες σε ηλεκτρικά σήματα τάσης. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να αφορούν στη μεταβολή της θέσης διάφορων εξαρτημάτων, στην κίνηση αξόνων, στην πίεση και στη θερμοκρασία υγρών και αερίων σε συστήματα του αυτοκινήτου, στην ταχύτητα κίνησης, στη σύσταση των καυσαερίων κλπ.

Η τεχνολογία στην κατασκευή αισθητήρων εξελίσσεται ραγδαία. Στο εμπόριο υπάρχουν πολλοί διαφορετικού τύπου αισθητήρες, που μπορεί να δώσουν πληροφορίες για το ίδιο μέγεθος. Πάντοτε όμως επικρατούν οι αισθητήρες, που έχουν τα καλύτερα τεχνικά χαρακτηριστικά, μεγάλη αντοχή και βέβαια την πιο προσιτή τιμή.

6.1. Αισθητήρες και αυτοκίνητο

6.1.1. Ο ρόλος των αισθητήρων στο αυτοκίνητο

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος παίρνει πληροφορίες από το περιβάλλον του χρησιμοποιώντας τις πέντε αισθήσεις. Στη συνέχεια, επεξεργάζεται και συνδυάζει τις πληροφορίες αυτές, παίρνει αποφάσεις και τις εκτελεί με τα μέλη του ανθρώπινου σώματος, όπως παρατηρούμε στο σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.1: Ανθρώπινος εγκέφαλος και αισθητήρια αντίληψη.

Με το ίδιο ακριβώς τρόπο λειτουργεί και ο γνωστός "εγκέφαλος" του αυτοκινήτου, ο μικροϋπολογιστής. Η ομοιότητα φαίνεται, αν προσέξουμε τις παρακάτω αντιστοιχίες μεταξύ ανθρώπου και αυτοκινήτου:

Ποιος είναι λοιπόν ο **ρόλος των αισθητήρων** στο αυτοκίνητο;

Ο ρόλος των διάφορων αισθητήρων στο αυτοκίνητο είναι η απόκτηση πληροφοριών για τα συστήματά του και το εξωτερικό περιβάλλον, με σκοπό την αντιμετώπιση μεταβολών και απρόβλεπτων καταστάσεων (δράση) και την επαλήθευση της ποιότητας στα αποτελέσματα πολλών ενεργειών (ανάδραση).

ΑΝΘΡΩΠΟΣ				ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ
	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	⇨	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	
	ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ	⇨	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	
	ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ	⇨	ΜΙΚΡΟΫ́ΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	
	ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΜΕΛΗ	⇨	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ	

Αν σκεφτούμε ότι το ανθρώπινο χέρι διαθέτει περισσότερα από 2000 νεύρα για να αισθανθεί ένα μεγάλο αριθμό φυσικών μεγεθών, όπως είναι η θερμοκρασία, η πίεση, η κατεύθυνση μιας κίνησης, οι δονήσεις κλπ., καταλαβαίνουμε πόσο δύσκολη και πολύπλοκη είναι η απόκτηση σωστών πληροφοριών από ένα σύστημα. Οι αισθητήρες εκτελούν ένα δύσκολο έργο και πρέπει με κάθε τρόπο να μη μας παραπλανήσουν.

6.1.2. Πως λειτουργούν οι αισθητήρες

Ανάμεσα στους αισθητήρες ενός αυτοκινήτου και στην αισθητήρια αντίληψη του ανθρώπου υπάρχουν πολλές ομοιότητες λειτουργίας, αλλά υπάρχουν και δυο σημαντικές διαφορές:

- Πολλά φυσικά μεγέθη, όπως για παράδειγμα ένα μαγνητικό πεδίο, δεν είναι απευθείας αντιληπτά από τις πέντε αισθήσεις. Έτσι ο άνθρωπος δεν μπορεί να αντιληφθεί άμεσα ένα τέτοιο φυσικό μέγεθος αλλά αντιλαμβάνεται έμμεσα και μόνο με τη βοήθεια ενός **μετατροπέα** τα μηχανικά, θερμικά, μαγνητικά, χημικά, οπτικά ή άλλα αποτελέσματα, που προκαλεί το φυσικό αυτό μέγεθος.
- Επιπλέον, ο άνθρωπος μπορεί και ανιχνεύει την ύπαρξη ενός φυσικού μεγέθους αλλά δεν έχει την ικανότητα **να μετρήσει** το μέγεθος αυτό.

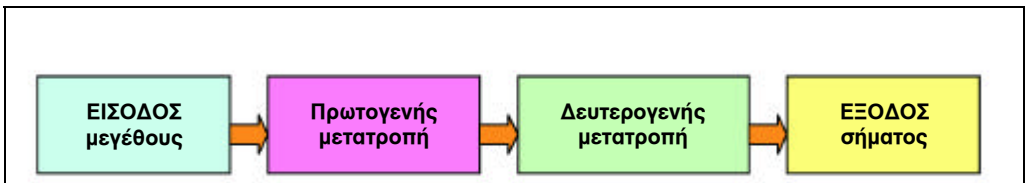
Αντίθετα οι αισθητήρες μετατρέπουν ένα φυσικό μέγεθος, που λέγεται **είσοδος** σε μια μετρήσιμη ποσότητα, που λέγεται **έξοδος.** Γι' αυτό χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα της δράσης του φυσικού μεγέθους, δηλαδή χρησιμοποιούν μετατροπείς, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2.

Η μετατροπή του αρχικού φυσικού μεγέθους μπορεί να είναι πρωτογενής ή και δευτερογενής. **Πρωτογενής** είναι η πρώτη μετατροπή του φυσικού μεγέθους σε κάποιο άλλο μέγεθος, που μπορεί να μετρηθεί με πιο εύκολο τρόπο. Αν αυτό δεν είναι αρκετό, τότε γίνεται στη συνέχεια και περαιτέρω μετατροπή που λέγεται **δευτερογενής.**

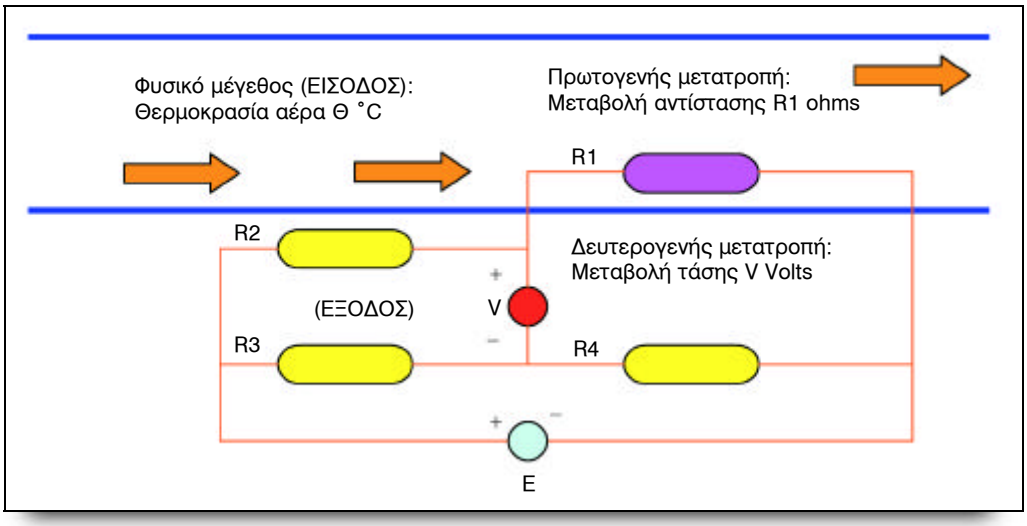
Αν θέλουμε, για παράδειγμα, να μετρήσουμε το φυσικό μέγεθος της θερμοκρασίας (Θ) του αέρα που ρέει μέσα στο σωλήνα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3, θα χρησιμοποιήσουμε ως **πρωτογενή** μετατροπέα μια ειδική αντίσταση R1. Η τιμή της αντίστασης αυτής αλλάζει ανάλογα με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα για μικρές αλλαγές θερμοκρασίας.

Έτσι ισχύει:

$R1 = κ \bullet Θ$, (κ σταθερά αναλογίας)



Σχήμα 6.2: Λειτουργία αισθητήρων με τη βοήθεια μετατροπέων.



Σχήμα 6.3: Αισθητήρας με πρωτογενή και δευτερογενή μετατροπή.

Αν η μεταβολή της τιμής της αντίστασης δεν μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή ή δεν ταιριάζει στις τεχνικές απαιτήσεις μας, τότε με τη βοήθεια ενός **δευτερογενή** μετατροπέα, τη μετατρέπουμε σε μεταβολή τάσης. Ένας τέτοιος δευτερογενής μετατροπέας είναι η γέφυρα Wheatstone, που αποτελείται από τέσσερις αντιστάσεις R1, R2, R3 και R4. Στη γέφυρα αυτή, η τιμή της τάσης V εξαρτάται από την ισορροπία της γέφυρας και είναι ανάλογη της R1 για μικρές μεταβολές της.

Έτσι ισχύει:

V = 0, αν R1 R3 = R2 R4 και

V = λ • R1, αν R1 • R3 ≠ R2 • R4, (λ σταθερά αναλογίας)

Άρα:

V = λ • R1 = λ • κ • Θ = μ • Θ,

(μ= λ • κ σταθερά αναλογίας).

δηλαδή η τάση V είναι τελικά ανάλογη της μεταβολής θερμοκρασίας Θ.

6.1.3. Ταξινόμηση των αισθητήρων

Οι αισθητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με κάποιο **κριτήριο,** που θα επιλεγεί. Η ταξινόμηση αυτή είναι απαραίτητη για τους τεχνικούς, που ασχολούνται με τη διάγνωση βλαβών στο αυτοκίνητο, γιατί βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας και συνδεσμολογίας των μηχανισμών αυτών.

Μερικές κατηγορίες αισθητήρων κατά κριτήριο είναι οι εξής:

Πρώτο κριτήριο: μεταβολή της ένδειξης του αισθητήρα.

Ως προς τον τρόπο ένδειξης, οι αισθητήρες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τους αναλογικούς και τους ψηφιακούς.

- **Αναλογικοί** είναι οι αισθητήρες που παράγουν αναλογικά σήματα, δηλαδή συνεχώς μεταβαλλόμενα σήματα τάσης με ποικιλία τιμών.

- Ψηφιακοί είναι οι αισθητήρες που παράγουν ψηφιακά σήματα, δηλαδή σήματα, που έχουν μόνο δυο τιμές τάσης π.χ. 0 / 5 Volts.

Δεύτερο κριτήριο: επαφή του αισθητήρα με το μετρούμενο μέγεθος.

Ως προς το αν υπάρχει επαφή του αισθητήρα με το μετρούμενο φυσικό μέγεθος, οι αισθητήρες διακρίνονται σε επαφής και μη επαφής.

- Αισθητήρες **επαφής** είναι οι αισθητήρες, που πρέπει να έχουν πραγματική επαφή με το μετρούμενο μέγεθος.

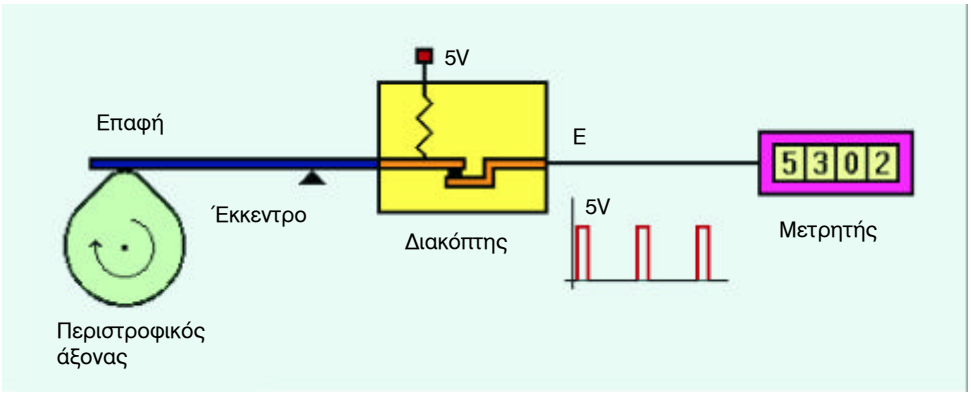
Στο σχήμα 6.4 φαίνεται ένας ψηφιακός αισθητήρας επαφής για τη μέτρηση στροφών άξονα. Το έκκεντρο, που είναι προσαρμοσμένο στον άξονα, ανοιγοκλείνει σε κάθε περιστροφή ένα διακόπτη παράγοντας έτσι ένα ψηφιακό σήμα στην έξοδο Ε. Με το σήμα αυτό ενεργοποιείται ο ηλεκτρονικός μετρητής, που καταγράφει τις πλήρεις στροφές του άξονα. Βέβαια το σύστημα αυτό δεν μπορεί να μετρήσει μια ενδιάμεση θέση του άξονα, κάτι που γίνεται εύκολα με έναν αναλογικό μετρητή στροφών.

- Αισθητήρες **μη επαφής** είναι οι αισθητήρες, που δεν έχουν πραγματική επαφή με το μετρούμενο μέγεθος. Τέτοιοι αισθητήρες είναι οι οπτικοί, οι μαγνητικοί και οι ηλεκτρομαγνητικοί. Το κυριότερο πλεονέκτημά τους είναι ότι δεν έχουν τριβές με το μετρούμενο φυσικό μέγεθος.

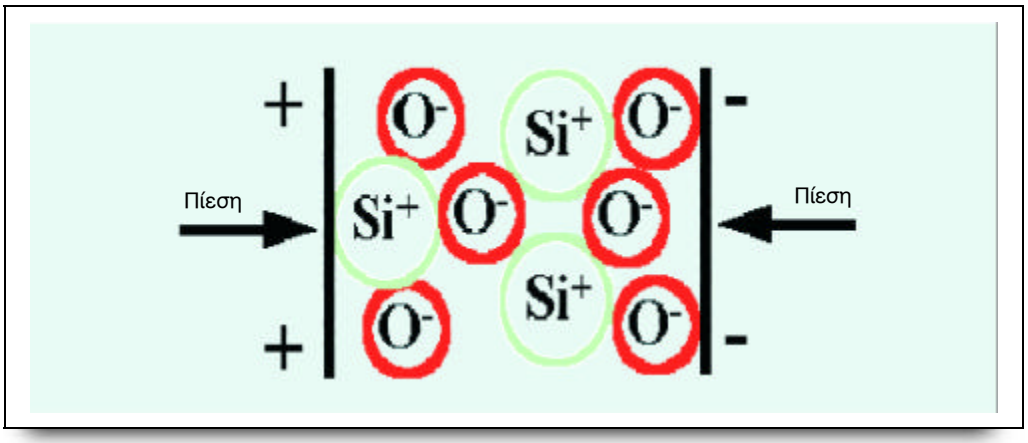
Τρίτο κριτήριο: χρήση εξωτερικής πηγής ενέργειας από τον αισθητήρα.

Ως προς την απαιτούμενη ή όχι χρήση εξωτερικής πηγής ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία τους, οι αισθητήρες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, τους παθητικούς και τους ενεργούς.

- **Παθητικοί** είναι οι αισθητήρες, που δεν απαιτούν εξωτερική ενέργεια από ηλεκτρική πηγή αλλά παράγουν το σήμα εξόδου με απευθείας μετατροπή μηχανικής, θερμικής ή φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική.



Σχήμα 6.4: Ψηφιακός αισθητήρας επαφής για μέτρηση στροφών άξονα.



Σχήμα 6.5: Παθητικός πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας χαλαζία (quartz).

Ένας πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας από φυσικό κρύσταλλο χαλαζία (διοξείδιο του πυριτίου SiO2) φαίνεται στο σχήμα 6.5. Με την εφαρμογή πίεσης στον κρύσταλλο αναπτύσσεται τάση ανάλογη της πίεσης, εξαιτίας της παραμόρφωσης του πλέγματος του φυσικού κρυστάλλου χαλαζία.

- **Ενεργοί** είναι οι αισθητήρες, που απαιτούν εξωτερική ενέργεια από ηλεκτρική πηγή για να λειτουργήσουν. Για παράδειγμα, ο αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα με γέφυρα Wheatstone που γνωρίσαμε στην προηγούμενη ενότητα (σχήμα 6.3), είναι ένας ενεργός αισθητήρας, γιατί χρησιμοποιεί εξωτερική ηλεκτρική πηγή Ε για τη λειτουργία του.

Τέταρτο κριτήριο: αρχή λειτουργίας του αισθητήρα.

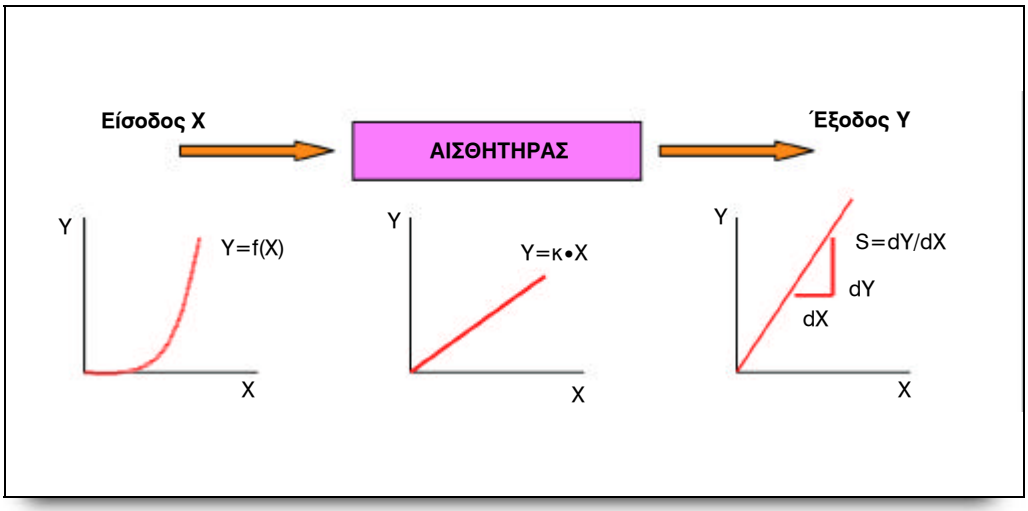
Ως προς την αρχή λειτουργίας τους, οι αισθητήρες διακρίνονται σε ηλεκτρομαγνητικούς, ηλεκτρομηχανικούς, θερμικούς, πιεζοηλεκτρικούς, μαγνητικούς, επαγωγικούς, χωρητικούς, οπτικούς, χημικούς, κλπ.

Ο διαχωρισμός αυτός σχετίζεται με τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος και τη δυνατότητά τους να λειτουργήσουν και αντίστροφα. Στις επόμενες ενότητες θα γίνει αναλυτική παρουσίαση των αισθητήρων με επίκεντρο την αρχή λειτουργίας τους.

6.1.4. Χαρακτηριστικά και περιβάλλον των αισθητήρων

Η λειτουργία των αισθητήρων χαρακτηρίζεται από διάφορες ιδιότητες. Τα περισσότερα **χαρακτηριστικά** των αισθητήρων αφορούν μία ιδιότητα της εξόδου σε συνδυασμό με την είσοδό του. Τα κυριότερα από τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων του αυτοκινήτου μερικά από τα οποία φαίνονται στο σχήμα 6.6 είναι:

- Η **καμπύλη ρύθμισης,** δηλαδή η γραφική παράσταση **Y=f(X).**
- Η **γραμμικότητα,** δηλαδή η αναλογία εξόδου - εισόδου: **Y=κ • X.**
- Η **ευαισθησία,** δηλαδή ο λόγος μεταβολών εξόδου - εισόδου $S=\frac{dY}{dX}$



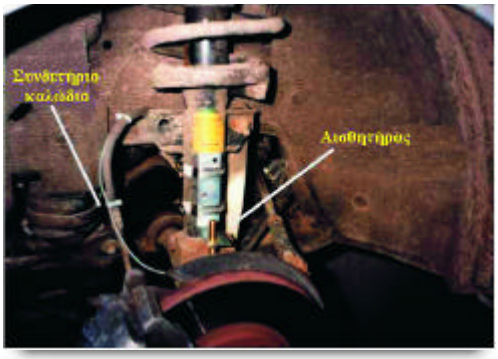
Σχήμα 6.6: Καμπύλη ρύθμισης - γραμμικότητα - ευαισθησία αισθητήρα.

- Το **κέρδος,** δηλαδή η ευαισθησία σε διάφορες συχνότητες λειτουργίας.
- Η **διαφορά φάσης,** δηλαδή η χρονική καθυστέρηση εξόδου - εισόδου.

Τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων μοιάζουν με τις ιδιότητες των οργάνων και συσκευών μέτρησης, που γνωρίσαμε σε προηγούμενη ενότητα, και διακρίνονται σε **στατικά,** δηλαδή χαρακτηριστικά στην περίπτωση που η είσοδος δεν μεταβάλλεται με το χρόνο και **δυναμικά,** δηλαδή χαρακτηριστικά στην περίπτωση που η είσοδος αλλάζει με το χρόνο. Από τα χαρακτηριστικά που αναφέραμε, η καμπύλη ρύθμισης, η γραμμικότητα και η ευαισθησία είναι στατικά χαρακτηριστικά, ενώ το κέρδος και η διαφορά φάσης είναι δυναμικά χαρακτηριστικά.

Οι αισθητήρες ενός αυτοκινήτου είναι αναγκασμένοι να λειτουργούν στο εξωτερικό περιβάλλον και να δέχονται τις επιδράσεις από διάφορους παράγοντες. Αν οι εξωτερικοί αυτοί παράγοντες άλλαζαν τις ιδιότητες των αισθητήρων, τότε οι πληροφορίες του μικροϋπολογιστή θα ήταν λανθασμένες και οι αποφάσεις του δεν θα είχαν σωστά αποτελέσματα.

Έτσι οι κατασκευαστές αισθητήρων λαμβάνουν πάντοτε υπόψη τους τις επιδράσεις του περιβάλλοντος πάνω στη λειτουργία και την απόδοση ενός αισθητήρα. Τέτοιοι παράγοντες επίδρασης του περιβάλλοντος είναι:



Σχήμα 6.7: Αισθητήρας συστήματος ανάρτησης και σύνδεσή του σε περιβάλλον: δονήσεων, σκόνης, υγρασίας και νερού.

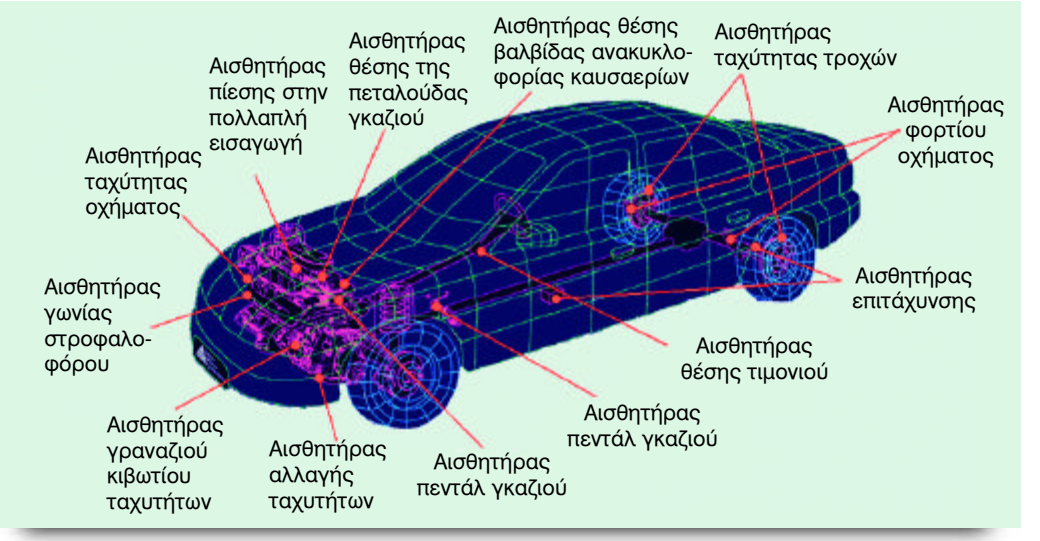
- η **θερμοκρασία** του μέσου που περιβάλλει τον αισθητήρα.
- οι **δονήσεις** και τα **κτυπήματα** στην περιοχή στήριξης του αισθητήρα.
- **σκόνη** και **ξένα σώματα** πάνω στις αισθητήριες επιφάνειες.
- **υγρασία** και **νερό** στο σώμα και τις συνδέσεις του αισθητήρα.
- επίδραση **χημικών ουσιών** (πχ. αντιπηκτικό υγρό) στον αισθητήρα.
- **παρεμβολές** στο σήμα εξόδου από γειτονικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

6.1.5. Τα είδη των αισθητήρων του αυτοκινήτου

Τα σημερινά προηγμένα συστήματα ελέγχου των αυτοκινήτων έχουν απαίτηση ενός μεγάλου αριθμού σημάτων εισόδου "έξυπνων" αισθητήρων, για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις συμπεριφοράς και αξιοπιστίας των αυτοκινήτων. Αυτοί οι αισθητήρες πρέπει να έχουν υψηλές προδιαγραφές, συστήματα προστασίας και αυτοδιάγνωσης, σε συνδυασμό με πάρα πολύ χαμηλό κόστος κατασκευής.

Παρατηρώντας το σχήμα 6.8 βλέπουμε την ποικιλία των αισθητήρων, που υπάρχουν στο σύγχρονο αυτοκίνητο. Ο αριθμός τους ξεπερνά τους 25. Για να μελετήσουμε καλύτερα τους κύριους αισθητήρες του αυτοκινήτου, θα τους χωρίσουμε στις επόμενες ενότητες σε διάφορα είδη, ανάλογα με τη **χρήση** τους.

- Αισθητήρες **ταχύτητας** στροφών και **γωνίας** περιστροφικής κίνησης.
- Αισθητήρες **μετατόπισης** ή μεταβολής **θέσης** εξαρτημάτων.
- Αισθητήρες **θερμοκρασίας** υγρών ή αερίων σε συστήματα οχήματος.
- Αισθητήρες **πίεσης** υγρών ή αερίων σε συστήματα οχήματος.
- Αισθητήρες **ροής - μάζας** υγρών ή αερίων σε συστήματα οχήματος.
- Αισθητήρες **κινητικής κατάστασης** οχήματος (επιτάχυνση κλπ.)



Σχήμα 6.8: Διάφορα είδη αισθητήρων στο σύγχρονο αυτοκίνητο.

- Αισθητήρες **οξυγόνου** και σύστασης καυσαερίων.
- Αισθητήρες **κτυπήματος** εκτόνωσης (πειράκια).
- Αισθητήρες για μετρητές **ενδεικτικών οργάνων.**

6.2. Αισθητήρες ταχύτητας, θέσης ή μετατόπισης

6.2.1. Αισθητήρες ταχύτητας στροφών

Ο **ρόλος** των αισθητήρων ταχύτητας στροφών είναι να μετρούν την ταχύτητα των στροφών ενός περιστρεφόμενου άξονα ανά λεπτό (rpm). Αυτό είναι ένα από τα θεμελιώδη μεγέθη που πρέπει να μετρηθούν σε ένα αυτοκίνητο, αφού αποτελεί τη βάση αναφοράς για τη λειτουργία και ρύθμιση άλλων συστημάτων και υποσυστημάτων.

Οι βασικές εφαρμογές των αισθητήρων αυτών στο αυτοκίνητο είναι:

- η μέτρηση της ταχύτητας των στροφών του στροφαλοφόρου άξονα, με σκοπό τη ρύθμιση του χρονισμού της ανάφλεξης και της διάρκειας του ψεκασμού του καυσίμου. Λέγεται και μέτρηση ταχύτητας κινητήρα.
- η μέτρηση της ταχύτητας των στροφών των τροχών, με σκοπό τη λειτουργία του αντιολισθητικού συστήματος φρένων (ABS).
- η μέτρηση της ταχύτητας των στροφών των γραναζιών ταχυτήτων, με σκοπό την αλλαγή τους στο ηλεκτρονικό κιβώτιο ταχυτήτων.

Η τεχνολογία έχει να παρουσιάσει πολλά είδη αισθητήρων ταχύτητας στροφών, όπως οι αισθητήρες φαινομένου Hall, οι φωτοηλεκτρικοί (οπτικού τύπου), οι αισθητήρες μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης και οι μαγνητικοί. Η τάση της τεχνολογίας είναι να αντικαθιστά τους παλαιού τύπου αισθητήρες επαφής με μη επαφής, γιατί δεν έχουν τριβές και τους ενεργούς αισθητήρες με παθητικούς, γιατί θέλουν ελάχιστη συντήρηση.

6.2.1.1. Αισθητήρας ταχύτητας στροφών φαινομένου Hall (Χολ)

Τι είναι το φαινόμενο Hall: Όταν ένα στοιχείο ημιαγωγού ή στοιχείο Hall τροφοδοτείται από σταθερό ρεύμα έντασης I και βρίσκεται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο B, παράγει τάση V που εξαρτάται από τη θέση του ημιαγωγού στοιχείου μέσα στο πεδίο (σχήμα 6.9).

Αν το B είναι κάθετο στο I, τότε:

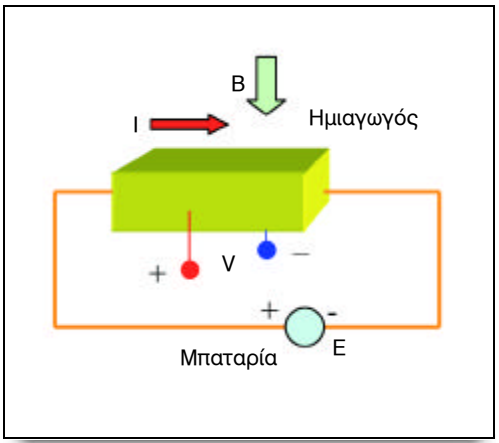
V=Vμέγιστο.

Αν το B είναι παράλληλο στο I, τότε:

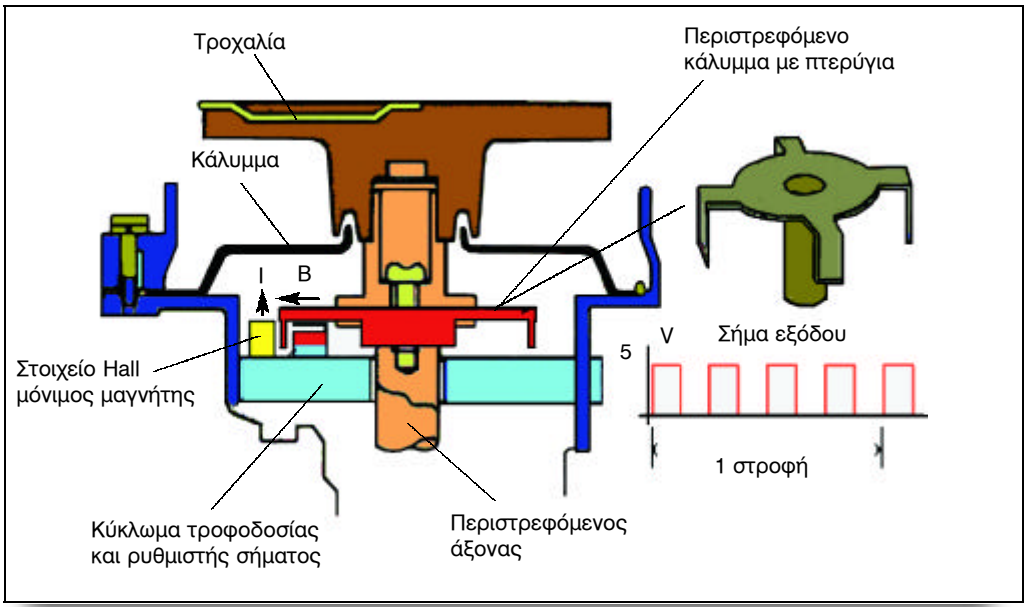
V=0.

Για κάθε άλλη θέση των B και I:

V μέγιστο > V > 0.



Σχήμα 6.9: Φαινόμενο Hall.



Σχήμα 6.10: Αισθητήρας ταχύτητας στροφών φαινομένου Hall.

Το φαινόμενο αυτό αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** του αισθητήρα ταχύτητας στροφών Hall, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.10. Ο αισθητήρας είναι ενεργός, μη επαφής και έχει ψηφιακή έξοδο τάσης.

Αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη και ένα στοιχείο Hall, που είναι τοποθετημένα σε σταθερή θέση. Το στοιχείο Hall τροφοδοτείται από την μπαταρία του αυτοκινήτου με τάση 12 Volts και έτσι διαρρέεται από σταθερό ρεύμα I. Το μαγνητικό πεδίο του μαγνήτη κατευθύνεται αρχικά προς τα πάνω και είναι παράλληλο με το ρεύμα I, έτσι ώστε V=0.

Στον περιστρεφόμενο άξονα στερεώνεται ένα κάλυμμα με 4 πτερύγια από κατάλληλο υλικό. Κάθε φορά, που περνάει ένα πτερύγιο ανάμεσα από το μόνιμο μαγνήτη και το στοιχείο Hall, το μαγνητικό πεδίο B εκτρέπεται και γίνεται κάθετο στο σταθερό ρεύμα I, έτσι ώστε V=Vμέγιστο=5Volts, ενώ όταν δεν υπάρχει πτερύγιο, το V=0. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα ψηφιακό σήμα εξόδου, που είναι ανάλογο προς τον αριθμό των στροφών του άξονα ανά λεπτό (rpm).

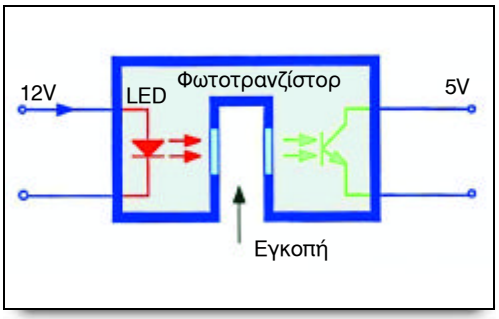
Σχήμα 6.11: Αισθητήρας Hall ταχύτητας στροφών άξονα. Διαθέτει τρεις ακροδέκτες. Οι δυο χρησιμοποιούνται για τροφοδοσία και ο τρίτος για τη μετάδοση του σήματος στο μικροϋπολογιστή μέσω του βύσματος. Έχει αξιόπιστη λειτουργία σε θερμοκρασίες από - 40 μέχρι + 150 °C.

6.2.1.2. Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας ταχύτητας στροφών

Ο αισθητήρας αυτού του τύπου χρησιμοποιεί μια ακτίνα από υπέρυθρο φως για να ανιχνεύσει την ταχύτητα των στροφών του άξονα. Η **αρχή λειτουργίας** του στηρίζεται στον έλεγχο της υπέρυθρης αυτής ακτίνας, δηλαδή στο πόσες φορές διακόπηκε και αποκαταστάθηκε η ακτίνα από κάποιο κινούμενο αντικείμενο. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη βοήθεια μιας ηλεκτρονικής διάταξης, που λέγεται **οπτικός ζεύκτης** με εγκοπή.

Τι είναι ο **οπτικός ζεύκτης** με εγκοπή; Ο οπτικός ζεύκτης είναι μια απλή διάταξη δύο στοιχείων ημιαγωγών: μιας διόδου με φωτοεκπομπή υπέρυθρου φωτός (LED) μη ορατού για τον άνθρωπο, και ενός απλού φωτοτρανζίστορ με δυο ακροδέκτες (σχήμα 6.12).

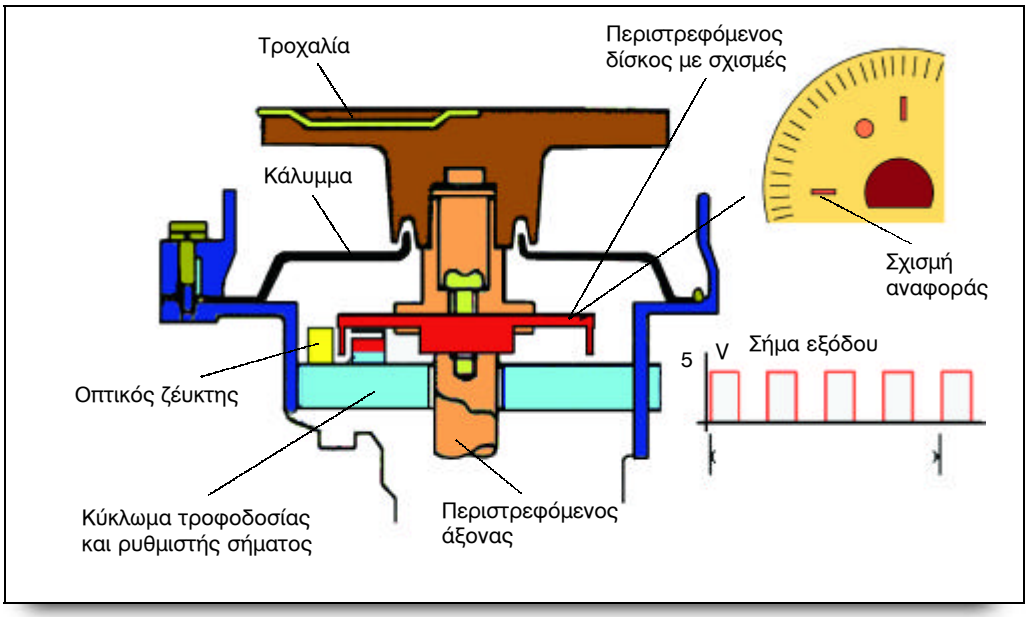
Το φωτοτρανζίστορ μοιάζει με ηλεκτρονικό διακόπτη.



Σχήμα 6.12: Οπτικός ζεύκτης που κλείνει όταν φωτίζεται, ή ανοίγει αν δε φωτίζεται.

Ο οπτικός ζεύκτης είναι η καρδιά του φωτοηλεκτρικού αισθητήρα ταχύτητας στροφών, που φαίνεται στο σχήμα 6.13 και είναι ένας ενεργός αισθητήρας μη επαφής με ψηφιακή έξοδο τάσης.

Αποτελείται από έναν οπτικό ζεύκτη με εγκοπή, μέσα στην οποία περιστρέφεται ένας δίσκος με σχισμές, που είναι στερεωμένος στον άξονα την ταχύτητα στροφών του οποίου θέλουμε να μετρή-



Σχήμα 6.13: Φωτοπλεκτρικός αισθητήρας ταχύτητας στροφών.

σουμε. Η δίοδος LED φωτοεκπομπής τροφοδοτείται συνεχώς με τάση 12 Volts και έτσι εκπέμπει σταθερά υπέρυθρο φως, που κατευθύνεται στο φωτοτρανζίστορ. Καθώς περιστρέφεται ο δίσκος με τις σχισμές, η φωτεινή ακτίνα διακόπτεται διαδοχικά ανοιγοκλείνοντας έτσι τον "διακόπτη" του φωτοτρανζίστορ. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα ψηφιακό σήμα εξόδου, που είναι ανάλογο προς τον αριθμό των στροφών του άξονα ανά λεπτό (rpm).

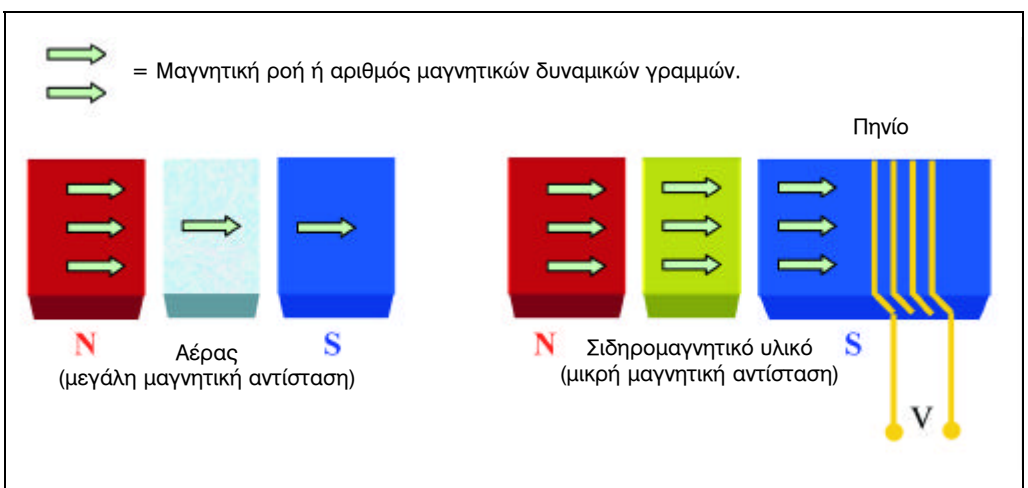
Σχήμα 6.14: Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας ταχύτητας στροφών άξονα. Το πιο δύσκολο τεχνικό πρόβλημα είναι η ευθυγράμμιση των στοιχείων του για την οπτική ζεύξη. Η λύση είναι η χρησιμοποίηση συμπαγούς μονάδας οπτικού ζεύκτη, που είναι σωστά ευθυγραμμισμένη από τον κατασκευαστή.

6.2.1.3. Αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητικής αντίστασης

Τι είναι η **μαγνητική αντίσταση** και τι προκαλεί η μεταβολή της;

Το μαγνητικό πεδίο ενός μαγνήτη αποτελείται από πολλές μαγνητικές δυναμικές γραμμές, που ξεκινούν από το βόρειο πόλο (N) του μαγνήτη και καταλήγουν στο νότιο πόλο (S), ακολουθώντας ένα μαγνητικό δρόμο. Η δυσκολία, που βρίσκουν οι δυναμικές γραμμές στη διαδρομή αυτή, λέγεται **μαγνητική αντίσταση** και μοιάζει ως έννοια με την ηλεκτρική αντίσταση.

Ο αέρας έχει μεγάλη μαγνητική αντίσταση και δεν επιτρέπει την διέλευση πολλών μαγνητικών δυναμικών γραμμών, ενώ αντίθετα ένα άλλο σιδηρομαγνητικό υλικό (π.χ. το ατσάλι), όχι μόνο αφήνει τις μαγνητικές γραμμές να περάσουν εύκολα, αλλά τις συγκεντρώνει.



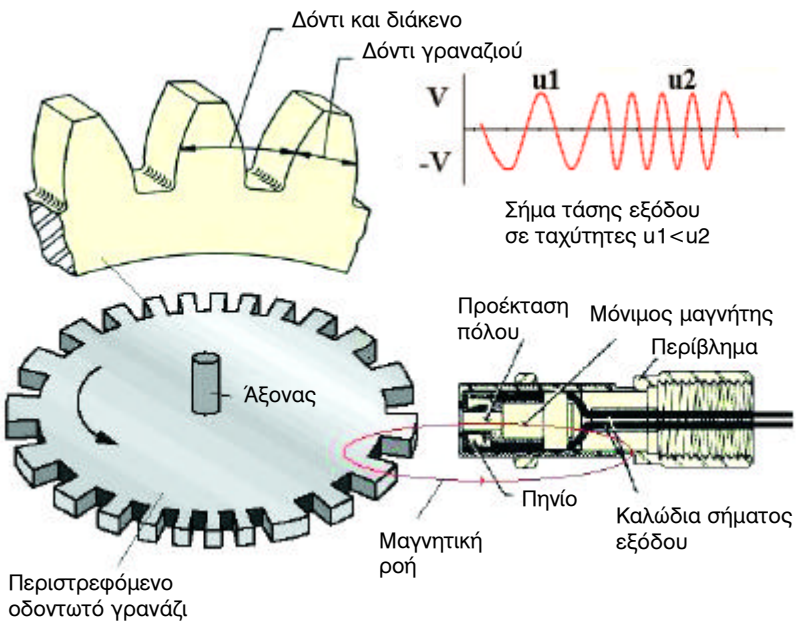
Σχήμα 6.15: Ανάπτυξη τάσης εξ επαγωγής με μεταβολή μαγνητικής ροής.

Αν τυλίξουμε ένα πηνίο στο μαγνήτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.15, τότε ο αριθμός των μαγνητικών δυναμικών γραμμών, δηλαδή η **μαγνητική ροή,** μεταβάλλεται κάθε φορά που το σιδηρομαγνητικό υλικό παρεμβάλλεται στο μαγνητικό δρόμο. Το αποτέλεσμα της αλλαγής της μαγνητικής ροής είναι η ανάπτυξη εναλλασσόμενης τάσης εξ **επαγωγής** στα άκρα του πηνίου.

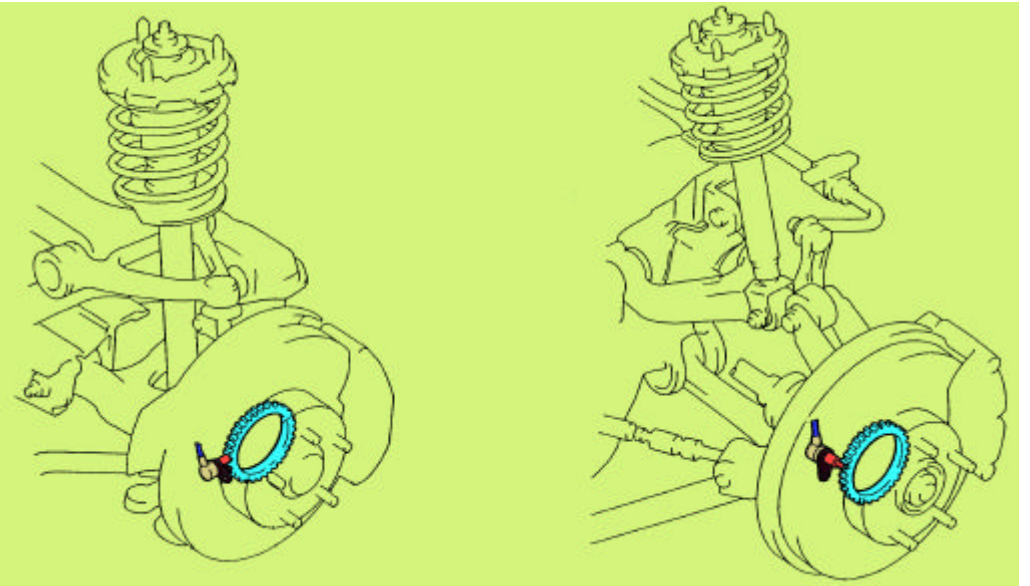
Οι ιδιότητες της μεταβαλλόμενης μαγνητικής αντίστασης αποτελούν την **αρχή λειτουργίας** του αισθητήρα ταχύτητας στροφών με μεταβλητή μαγνητική αντίσταση, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.16, που είναι ένας παθητικός αισθητήρας μη επαφής με αναλογική έξοδο τάσης.

Αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη με τμήμα προέκτασης του πόλου, γύρω από τον οποίο είναι τυλιγμένο ένα πηνίο. Αυτή η διάταξη είναι γνωστή και ως **μαγνητική κεφαλή** ή γεννήτρια μαγνητικών παλμών. Ένα οδοντωτό γρανάζι από σιδηρομαγνητικό υλικό είναι στερεωμένο πάνω στον άξονα ή τον τροχό, την ταχύτητα των στροφών του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε. Καθώς περιστρέφεται ο άξονας τα δόντια και τα μεταξύ τους διάκενα αέρα περνούν διαδοχικά μπροστά από τη μαγνητική κεφαλή.

Η μαγνητική ροή που περνάει και μέσα από το πηνίο μεταβάλλεται συνέχεια, και έτσι παράγεται ένα αναλογικό εναλλασσόμενο σήμα τάσης. Ο μικροϋπολο-



Σχήμα 6.16: Αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητικής αντίστασης.



Σχήμα 6.17: Μαγνητικός αισθητήρας στροφών τροχού σε σύστημα ABS.

γιστής γνωρίζοντας τον αριθμό των δοντιών του γραναζιού, υπολογίζει την ταχύτητα των στροφών του άξονα από τη συχνότητα και το πλάτος του παραγόμενου αναλογικού σήματος, αφού προηγουμένως το μετατρέψει σε ψηφιακό σήμα με ένα A/D μετατροπέα.

Στην πράξη συναντάμε πολλές μορφές μαγνητικών κεφαλών.

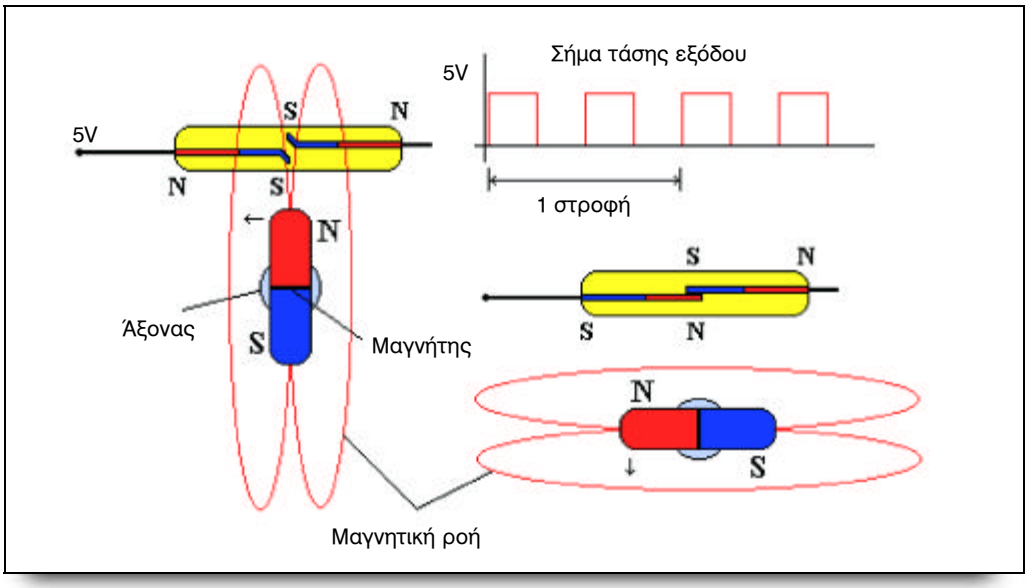
Στο σχήμα 6.17 φαίνεται μια παραλλαγή ενός αισθητήρα ταχύτητας στροφών μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης, όπου αντί για το οδοντωτό γρανάζι υπάρχει ένας δακτύλιος με μαγνητικούς πόλους, που προεξέχουν.

Ένα τέτοιο μαγνητικό δακτύλιο με τον αισθητήρα του βλέπουμε και στο σχήμα 6.18. Η σχεδίαση αυτή χρησιμοποιείται συχνά στο ABS, το αντιολοσθητικό σύστημα των φρένων. Οι αισθητήρες αυτοί είναι αξιόπιστοι, χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση και λειτουργούν με διάκενα αέρα 0.25 μέχρι 3 mm σε θερμοκρασίες -40 ως και 165 ºC.

6.2.1.4 Αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητιζόμενων επαφών

Το γνωστό φαινόμενο της μαγνήτισης μερικών υλικών από άλλους μόνιμους μαγνήτες αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** του αισθητήρα ταχύτητας στροφών με μαγνητιζόμενες επαφές (reed relay).

Σχήμα 6.18: Μαγνητικός δακτύλιος ABS.



Σχήμα 6.19: Αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητιζόμενων επαφών.

Ο αισθητήρας αυτός είναι ενεργός, μη επαφής και έχει ψηφιακή έξοδο τάσης. Λόγω του χαμηλού κόστους κατασκευής και του απλού τρόπου λειτουργίας του έχει επικρατήσει στις σύγχρονες εφαρμογές του αυτοκινήτου.

Αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη, που είναι στερεωμένος πάνω στον άξονα, την ταχύτητα των στροφών του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε. Καθώς περιστρέφεται ο μαγνήτης, συνεχώς μαγνητίζει και απομαγνητίζει δυο μαγνητικές επαφές, που είναι κατασκευασμένες από κατάλληλο υλικό, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.19.

Ανάλογα με το είδος της μαγνήτισης (βόρειος ή νότιος πόλος) οι δυο επαφές έλκονται ή απωθούνται μεταξύ τους. Η μια επαφή τροφοδοτείται διαρκώς με τάση 5 V. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα ψηφιακό σήμα, που είναι ανάλογο προς τον αριθμό των στροφών του άξονα ανά λεπτό.

Ο αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητιζόμενων επαφών μπορεί να αντέξει σε σκληρές συνθήκες περιβάλλοντος, στο οποίο δεν υπάρχει καλή καθαριότητα. Δεν μπορεί όμως να λειτουργήσει με αξιοπιστία σε πολύ υψηλές στροφές του κινητήρα, γιατί οι επαφές του δεν προλαβαίνουν να αλλάξουν μαγνητισμό. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην καθυστέρηση αλλαγής είδους μαγνήτισης, που είναι γνωστή ως **μαγνητική υστέρηση.**

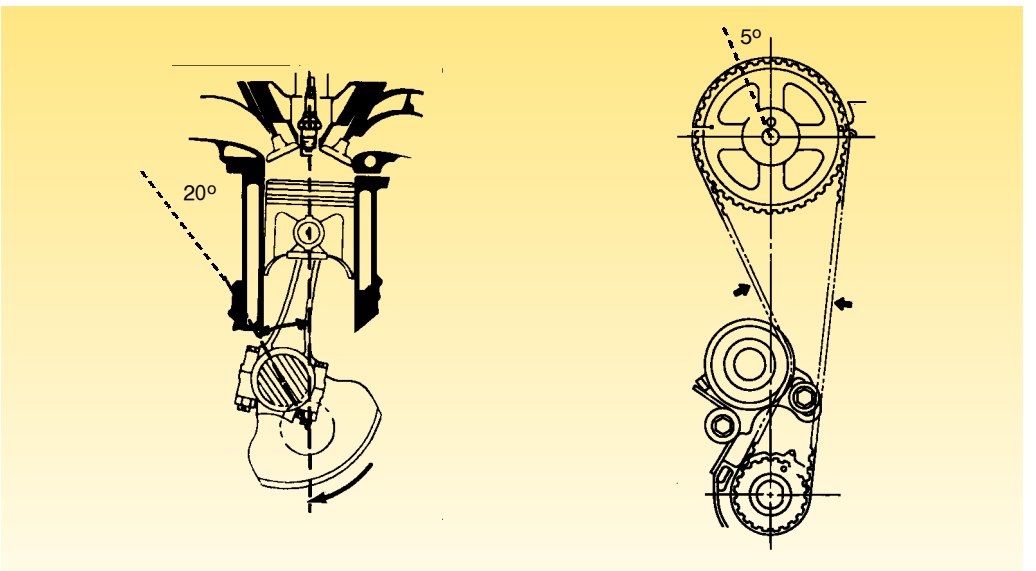
6.2.2. Αισθητήρες θέσης ή μετατόπισης εξαρτημάτων

Ο **ρόλος** των αισθητήρων θέσης εξαρτημάτων είναι να υπολογίζουν με ακρίβεια τη θέση ενός άξονα ή ενός εξαρτήματος και να δίνουν την πληροφορία αυτή στο μικροϋπολογιστή. Τα περισσότερα εξαρτήματα στο αυτοκίνητο κινούνται με περιστροφική ή ευθύγραμμη κί-

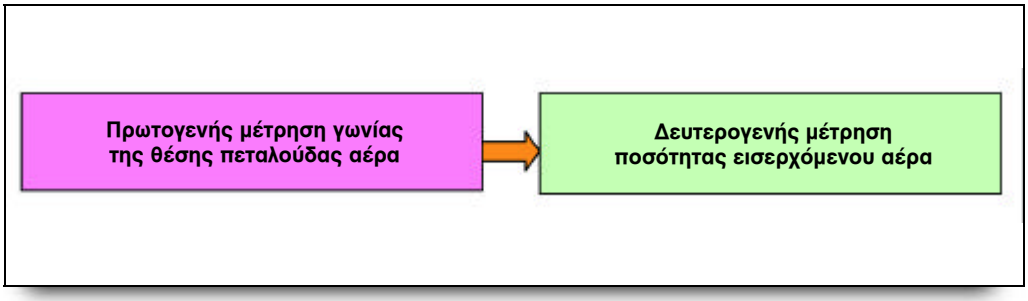
νηση. Έτσι υπάρχουν αισθητήρες, που υπολογίζουν τη **γωνία περιστροφής** ενός άξονα, τη **θέση** ή τη **γραμμική μετατόπιση** ενός εξαρτήματος.

Οι βασικές εφαρμογές των αισθητήρων γωνίας περιστροφής είναι:

- Η μέτρηση της γωνίας του εκκεντροφόρου άξονα ως προς το άνω νεκρό σημείο της διαδρομής του εμβόλου, με σκοπό το **δευτερογενή υπολογισμό της ιδανικής θέσης του εμβόλου** για την εντολή ενεργοποίησης του σπινθήρα στα μπουζί ανάφλεξης και των βαλβίδων ψεκασμού , όπως φαίνεται στο σχήμα 6.20. Πολλά συστήματα έχουν δυο αισθητήρες μέτρησης της γωνίας αυτής για επαλήθευση.
- Η μέτρηση της γωνίας του άξονα τιμονιού ως προς τη θέση του για ευθεία πορεία, με σκοπό το δευτερογενή υπολογισμό του φορτίου στον κινητήρα, από τη λειτουργία του υδραυλικού τιμονιού.
- Η αναφορά της θέσης (ON-OFF) περιστροφικών διακοπτών, όπως π.χ. ο διακόπτης εκκίνησης στο τιμόνι, με σκοπό την πληροφόρηση του μικροϋπολογιστή για την εκκίνηση του αυτοκινήτου.
- Η μέτρηση της γωνίας της πεταλούδας γκαζιού, με σκοπό τη ρύθμιση της ιδανικής αναλογίας αέρα - καυσίμου.
- Η μέτρηση της γωνίας της πεταλούδας του αέρα ως προς μια θέση αναφοράς (π.χ. κλειστή), με σκοπό το δευτερογενή υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας αέρα, όπως δείχνει το σχήμα 6.21. Η μέτρηση αυτή είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση της ιδανικής αναλογίας αέρα - καυσίμου (14.7:1), τη ρύθμιση στρο-



Σχήμα 6.20: Μέτρηση γωνίας (x) της θέσης του εκκεντροφόρου άξονα.



Σχήμα 6.21: Πρωτογενής και δευτερογενής μέτρηση αισθητήρα αέρα.

φών στο ρελαντί και την προσαρμογή του χρονισμού της ανάφλεξης στο φορτίο του κινητήρα.

Εκτός των εφαρμογών των αισθητήρων γωνίας περιστροφής, μερικές εφαρμογές των αισθητήρων θέσης ή γραμμικής μετατόπισης είναι:

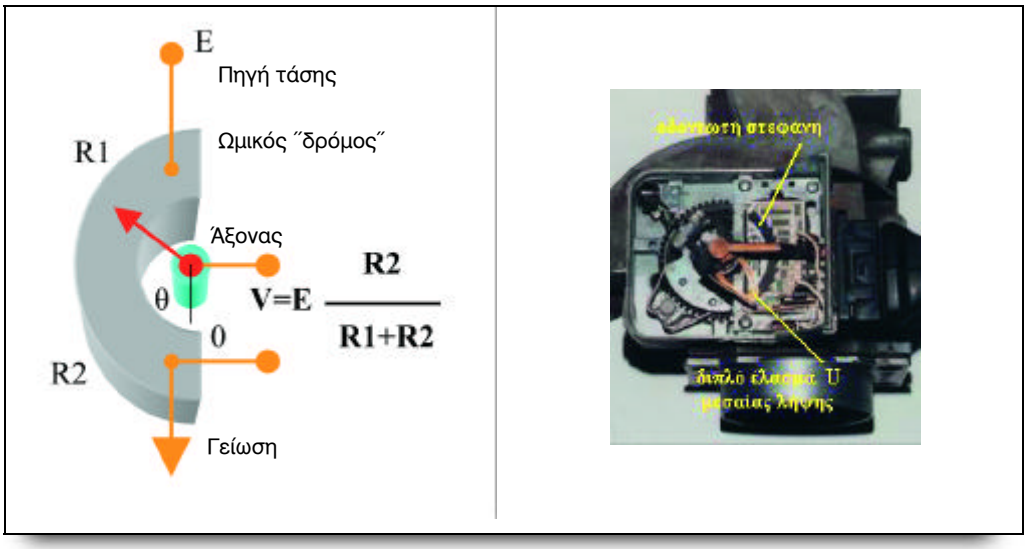
- Η αναφορά της θέσης (ON-OFF) διακοπτών φορτίων, όπως π.χ. είναι ο διακόπτης ενεργοποίησης του A/C, με σκοπό την πληροφόρηση του μικροϋπολογιστή για την ενεργοποίηση φορτίων (A/C, φώτα κλπ.).
- Η αναφορά της κίνησης μπουτόν θέσης ή διακοπτών πεντάλ, όπως π.χ. το μπουτόν εμπλοκής ή όχι των γραναζιών μετάδοσης της κίνησης, ο διακόπτης του πεντάλ του γκαζιού, με σκοπό την πληροφόρηση του μικροϋπολογιστή για την κίνηση και τη νέα θέση των εξαρτημάτων.
- Η επιβεβαίωση της λειτουργίας των ενεργοποιητών (ανάδραση), με σκοπό τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της λειτουργίας των βαλβίδων, των βηματικών κινητήρων και άλλων ενεργοποιητών.
- Η μέτρηση του ύψους συμπίεσης των αμορτισέρ, με σκοπό τη ρύθμισή τους από το σύστημα ενεργής ανάρτησης.

Στις πρακτικές εφαρμογές υπάρχουν πολλά **είδη** αισθητήρων γωνίας περιστροφής, όπως οι αισθητήρες **ποτενσιομέτρου με ωμική αντίσταση** και **ποτενσιομέτρου φαινομένου Hall,** οι **φωτοηλεκτρικοί** αισθητήρες και οι **περιστροφικοί διακόπτες.** Στην κατηγορία αυτή δεν υπάρχουν μαγνητικοί αισθητήρες, γιατί το φαινόμενο της μαγνητικής υστέρησης δεν βοηθάει στη μέτρηση πολύ μικρών γωνιών περιστροφής.

Όσον αφορά τους αισθητήρες θέσης ή γραμμικής μετατόπισης, εκτός από τους **διακόπτες** και τα **μπουτόν,** που μπορεί να είναι μηχανικά ή και μαγνητικά, υπάρχουν **επαγωγικοί, χωρητικοί** και **ηλεκτρομηχανικοί** αισθητήρες σε πολύ μεγάλη ποικιλία.

6.2.2.1. Αισθητήρας γωνίας περιστροφής ποτενσιομέτρου αντίστασης

Το ποτενσιόμετρο είναι μια μεταβλητή ωμική αντίσταση. Η μεσαία λήψη του μπορεί να κινηθεί από την πηγή συνεχούς τάσης, όπου V=E, μέχρι τη γείωση, όπου V=0, πάνω σε ένα ειδικό ωμικό "δρόμο", που έχει συνολική ωμική αντίσταση Rολ= R1 + R2, όπως δείχνει το σχήμα 6.22.



Σχήμα 6.22: Αισθητήρας γωνίας περιστροφής ποτενσιομέτρου αντίστασης.

Η διάταξη αυτή, που διαιρεί (μοιράζει) το δυναμικό Ε της πηγής τάσης πάνω στις δυο ωμικές αντιστάσεις R1 και R2, είναι γνωστή με το όνομα **διαιρέτης τάσης.** Η τάση τροφοδοσίας π.χ. Ε=12 V παραμένει σταθερή, η R2 μεταβάλλεται ανάλογα με τη γωνία θ°, ενώ η τάση V στα άκρα της R2 υπολογίζεται εύκολα και είναι ανάλογη της τιμής της R2.

Η ιδιότητα αυτή του διαιρέτη τάσης αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** του αισθητήρα γωνίας περιστροφής με ποτενσιόμετρο ωμικής αντίστασης. Ο αισθητήρας αυτός είναι ενεργός αισθητήρας επαφής και έχει αναλογική έξοδο τάσης, δηλαδή τάση V ανάλογη της γωνίας περιστροφής θ°.

Αποτελείται από ένα ποτενσιόμετρο, η μεσαία λήψη του οποίου είναι στερεωμένη πάνω στον άξονα τη γωνία στροφής του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε. Όταν περιστραφεί ο άξονας κατά μια γωνία θ°, μετακινεί ταυτόχρονα και τη μεσαία λήψη. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα αναλογικό σήμα τάσης εξόδου V = κ • θ.

Το αδύνατο σημείο του αισθητήρα είναι η σταθερότητα της μεσαίας λήψης στις ταλαντώσεις και αντιμετωπίζεται με διπλό έλασμα μεσαίας λήψης τύπου U και οδοντωτή στεφάνη συγκράτησης του ελάσματος.

6.2.2.2. Αισθητήρας γωνίας ποτενσιομέτρου φαινομένου Hall (Χολ)

Οι αισθητήρες γωνίας με ποτενσιόμετρα ωμικής αντίστασης έχουν πολλά λειτουργικά προβλήματα, που οφείλονται όχι μόνο στις δονήσεις αλλά κυρίως στην υγρασία και θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την κακή αγωγιμότητα επαφής της μεσαίας λήψης. Τα προβλήματα αυτά δεν υπάρχουν στον αισθητήρα γωνίας περιστροφής ποτενσιομέτρου, που έχει ως **αρχή λειτουργίας** το φαινόμενο Hall. Ο αισθητήρας αυτός είναι ενεργός, μη επαφής, με ανα-

λογική έξοδο τάσης και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Ο παρόμοιος αισθητήρας ταχύτητας στροφών φαινομένου Hall, που γνωρίσαμε σε προηγούμενη ενότητα, δεν μπορεί να μετρήσει μικρές γωνίες περιστροφής, αφού δίνει ένα παλμό κάθε 90ο περιστροφής του άξονα. Την αδυναμία αυτή λύνει η ιδέα των ποτενσιομέτρων Hall, στα οποία το στοιχείο Hall, που έχει τη μορφή ολοκληρωμένου κυκλώματος, είναι σταθερά στερεωμένο στο κέντρο ενός περιβλήματος τύπου ωμικού ποτενσιομέτρου. Ο άξονας του ποτενσιομέτρου, που είναι και άξονας τη γωνία περιστροφής του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε, περιστρέφει ένα μόνιμο μαγνήτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.23.

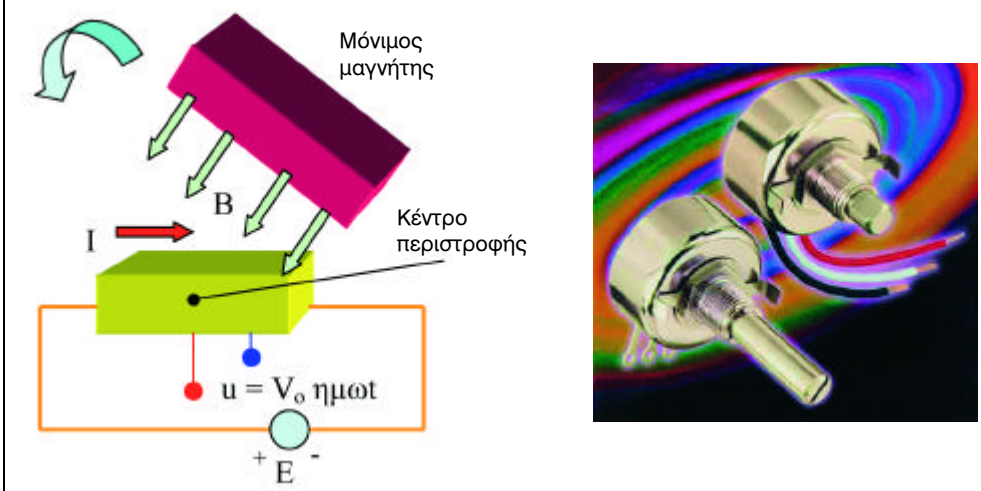
Καθώς αλλάζει θέση ο μαγνήτης, το μαγνητικό πεδίο B περιστρέφεται γύρω από τον αισθητήρα Hall και η γωνία μεταξύ μαγνητικού πεδίου και σταθερού ρεύματος I μεταβάλλεται. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα αναλογικό ημιτονοειδές σήμα τάσης, που σημαίνει ότι η τιμή της τάσης του σήματος εξόδου είναι ανάλογη προς τη γωνία περιστροφής του άξονα.

Η απόδοση του αισθητήρα αυτού είναι ικανοποιητική σε περιπτώσεις, όπου η γωνία περιστροφής είναι μικρότερη από 180°.

6.2.2.3. Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας γωνίας περιστροφής

Ο φωτοηλεκτρικός αισθητήρας γωνίας περιστροφής έχει την ίδια **αρχή λειτουργίας** με το φωτοηλεκτρικό αισθητήρα ταχύτητας στροφών, που γνωρίσαμε σε προηγούμενη ενότητα. Είναι ένας ενεργός αισθητήρας μη επαφής, έχει όμως ψηφιακή έξοδο τάσης.

Η βασική διαφορά του βρίσκεται στην πολύ μεγάλη ανάλυση των σχισμών του δίσκου, που περιστρέφεται μαζί με τον άξονα, τη γωνία στροφής του οποίου



Σχήμα 6.23: Αισθητήρας γωνίας ποτενσιομέτρου φαινομένου Hall.

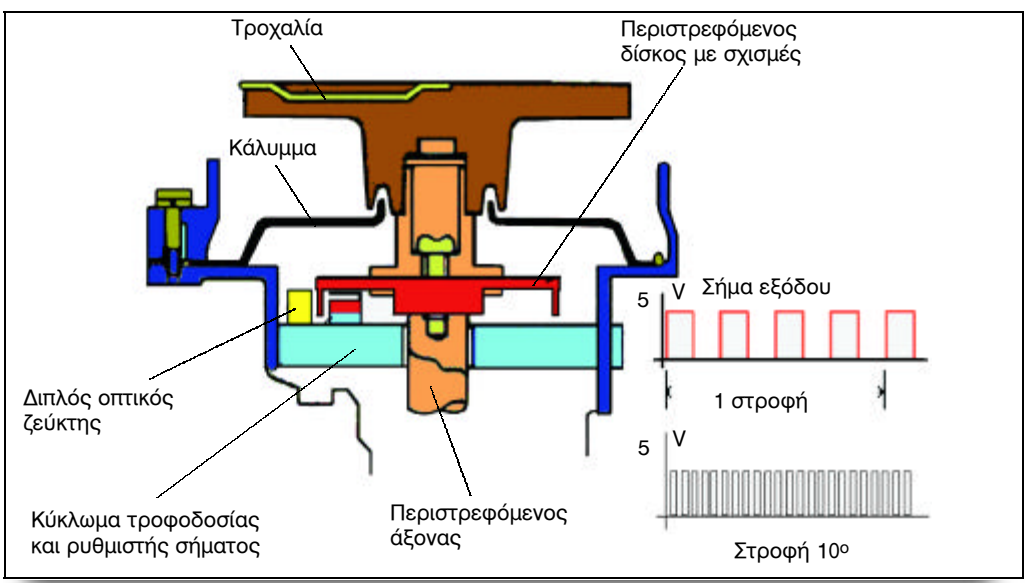
Σχήμα 6.24: Δίσκος με σχισμές 90º και 1º.

θέλουμε να μετρήσουμε. Η ανάλυση αυτή καθορίζει και τη συχνότητα διακοπής της υπέρυθρης ακτίνας του οπτικού ζεύκτη. Συνήθως μπορεί να κατασκευαστεί δίσκος με σχισμές ανά 1º, όπως δείχνει το σχήμα 6.24. Έτσι η ακρίβεια του αισθητήρα είναι μεγάλη, επειδή η υπέρυθρη ακτίνα φωτός ανιχνεύει όλες τις μικρής χρονικής διάρκειας διακοπές. Στις περισσότερες όμως πρακτικές εφαρμογές, συνδυάζονται και οι δυο φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες ταχύτητας στροφών και γωνίας περιστροφής σε ένα αισθητήρα,χρησιμοποιώντας ένα διπλό οπτικό ζεύκτη (σχήμα 6.25).

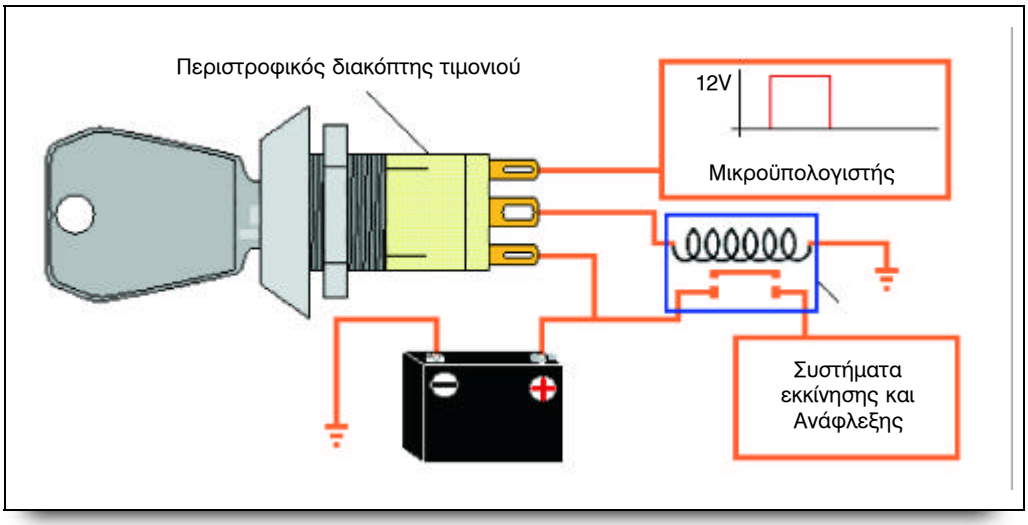
Η μία ακτίνα ανιχνεύει την ταχύτητα στροφών και δίνει ένα παλμό για κάθε περιστροφή κατά 90º, ενώ η άλλη ακτίνα ανιχνεύει τη γωνία της περιστροφής και δίνει ένα παλμό για κάθε περιστροφή κατά 1º.

6.2.2.4. Διακόπτες και μπουτόν θέσης εξαρτημάτων

Η κατάσταση, στην οποία βρίσκεται κάποιο εξάρτημα ή σύστημα του αυτοκινήτου από άποψη θέσης ή λειτουργίας, μπορεί εύκολα να ανιχνευτεί με τη βοήθεια διακοπτών και μπουτόν. Έτσι οι διακόπτες και τα μπουτόν θεωρούνται ως ενεργοί αισθητήρες επαφής, που μετατρέπουν πάντα τη μηχανική κίνηση



Σχήμα 6.25: Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας ταχύτητας και γωνίας στροφής.

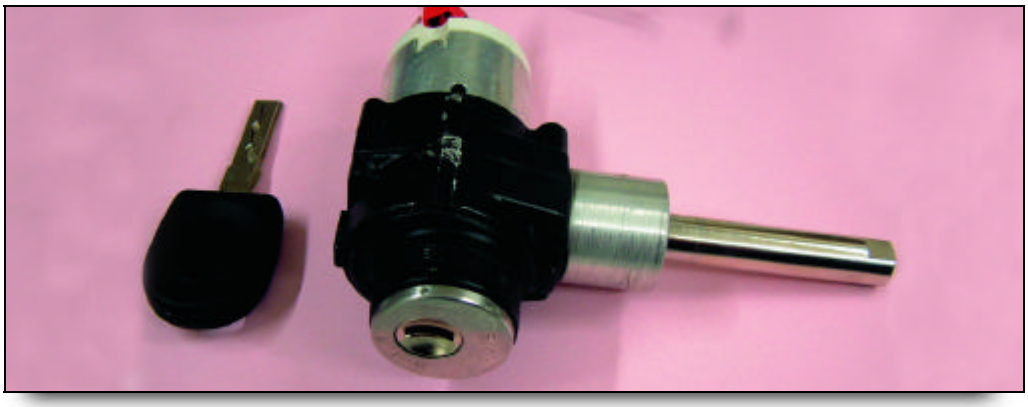


Σχήμα 6.26: Σήμα εκκίνησης από περιστροφικό διακόπτη τιμονιού.

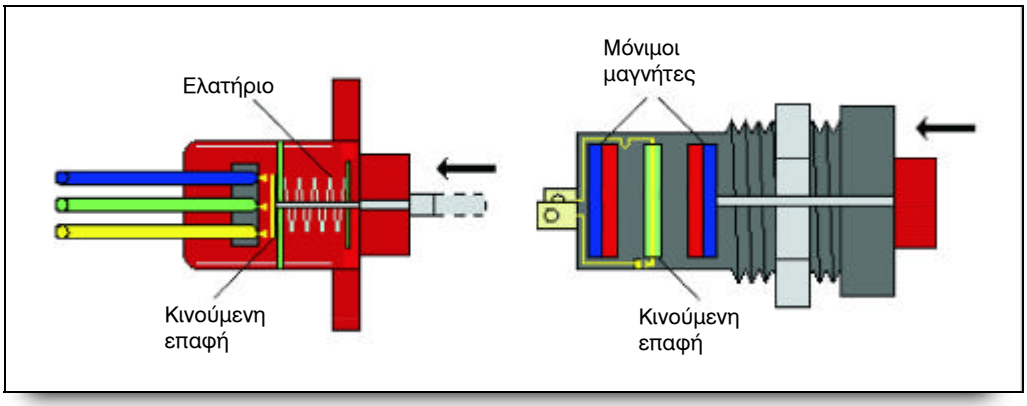
σε σήμα τάσης. Οι περισσότεροι διακόπτες και μπουτόν έχουν συνήθως δυο καταστάσεις λειτουργίας (ON και OFF). Έτσι τα σήματα που παράγουν είναι ψηφιακά, δηλαδή είναι κατάλληλα να ενημερώσουν απευθείας το μικροϋπολογιστή, όπως δείχνει το σχήμα 6.26 για την περίπτωση του περιστροφικού διακόπτη εκκίνησης του τιμονιού.

Στο παρακάτω σχήμα 6.27 φαίνεται ένας διακόπτης τιμονιού περιστροφικού τύπου και ένας ηλεκτρονικός διακόπτης πεντάλ γκαζιού, που ενημερώνει το μικροϋπολογιστή για την κίνηση του πεντάλ γκαζιού.

Η **αρχή λειτουργίας** των διακοπτών και μπουτόν ποικίλλει ανάλογα με τον κατασκευαστή. Υπάρχουν μηχανικοί, μαγνητικοί και ηλεκτρονικοί διακόπτες και μπουτόν, ενώ ανάλογα με το είδος της κίνησής τους οι διακόπτες διακρίνονται σε περιστροφικούς και γραμμικής μετα-



Σχήμα 6.27: Διακόπτης τιμονιού και ηλεκτρονικός διακόπτης πεντάλ.



Σχήμα 6.28: Μπουτόν με μηχανική και μαγνητική επαναφορα.

τόπισης. Τα μπουτόν διαφέρουν λειτουργικά από τους διακόπτες επειδή έχουν αυτόματο σύστημα επαναφοράς στην αρχική τους θέση, είτε με κάποιο μηχανικό τρόπο (π.χ. ελατήριο επαναφοράς) είτε με μαγνητικό τρόπο, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.28.

Στο μαγνητικό σύστημα επαναφοράς των μπουτόν, η κινούμενη επαφή κατα-

Σχήμα 6.29: Μπουτόν με μαγνητική επαναφορά για τον έλεγχο θέσης των γραναζιών και τον προσδιορισμό του νεκρού σημείου κιβωτίου ταχυτήτων. Το μπουτόν αυτό είναι ανθεκτικό σε σκληρές συνθήκες περιβάλλοντος θερμοκρασίας, δονήσεων, υγρασίας και καθαριότητας. Λόγω της μορφής της κατασκευής του δεν απαιτεί καμμιά μορφή συντήρησης.

λαμβάνει πάντοτε το μέσο της απόστασης μεταξύ των δυο μόνιμων μαγνητών, ενώ ο ένας μαγνήτης είναι συνδεδεμένος με το εξάρτημα την κίνηση του οποίου θέλουμε να γνωρίζουμε. Τα μπουτόν χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο θέσης εξαρτημάτων, όπως είναι το μπουτόν ανίχνευσης της θέσης των γραναζιών στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης, το μπουτόν για τον έλεγχο της θέσης του χειρόφρενου κλπ.

6.2.2.5. Επαγωγικός και χωρητικός αισθητήρας θέσης εξαρτημάτων

Σε πολλές εφαρμογές είναι απαραίτητη η επιβεβαίωση της δράσης των ενεργοποιητών από το μικροϋπολογιστή, πριν δοθεί η εντολή εκτέλεσης της επόμενης απόφασής του. Έτσι για παράδειγμα, πριν δοθεί η εντολή για το κλείσιμο μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, πρέπει να γνωρίζει ο μικροϋπολογιστής ότι αυτή είναι ανοικτή, από προηγούμενη εντολή του. Τα κινητά μέρη των ενεργοποιητών, όπως είναι τα έμβολα, οι βραχίονες, οι τροχαλίες και τα γρανάζια αξόνων, τα διαφράγματα αεραγωγών κλπ., μπορεί να είναι κατασκευασμένα

Σχήμα 6.30: Επαγωγικοί και χωρητικοί αισθητήρες.

από μέταλλο ή άλλο υλικό και έτσι η ανίχνευση της θέσης τους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

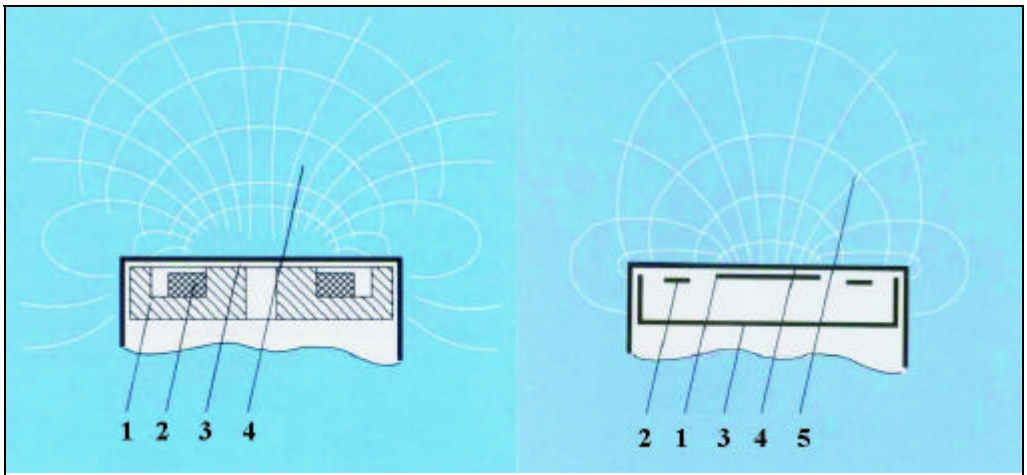
Στην περίπτωση αυτή δε μας ενδιαφέρει γενικά η ακριβής θέση αλλά η ύπαρξη του εξαρτήματος, δηλαδή δεν γίνεται μέτρηση αλλά **ανίχνευση.** Ένας τρόπος ανίχνευσης της θέσης ενός εξαρτήματος είναι ο επαγωγικός ή ο χωρητικός αισθητήρας, που είναι ενεργοί αισθητήρες μη επαφής και παράγουν αναλογικά σήματα τάσης. Τα σήματα αυτά μετατρέπονται πολύ εύκολα σε ψηφιακά με τη βοήθεια κυκλωμάτων ηλεκτρικών γεφυρών.

Στο παραπάνω σχήμα 6.30 φαίνεται μια πολύ μεγάλη ποικιλία από επαγωγικούς και χωρητικούς αισθητήρες παρουσίας εξαρτημάτων, το σχήμα και η μορφή των οποίων εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις παραμένει η ίδια **αρχή λειτουργίας,** που είναι η αλλοίωση, που προκαλούν τα εξαρτήματα στα πεδία των αισθητήρων όταν με την κίνησή τους βρεθούν αναγκαστικά μέσα σ' αυτά.

Στο παρακάτω σχήμα 6.31 φαίνεται το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ενός επαγωγικού και το ηλεκτροστατικό πεδίο ενός χωρητικού αισθητήρα.

Οι **επαγωγικοί** αισθητήρες παράγουν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, ενώ ο αισθητήρας βρίσκεται σε συντονισμό. Όταν το εξάρτημα βρεθεί μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, απορροφά ενέργεια από το πεδίο και αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά του συντονισμού του αισθητήρα. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα ημιτονοειδές σήμα υψηλής συχνότητας. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας επιτρέπει στον αισθητήρα να ανιχνεύει μόνο πλατιά μεταλλικά εξαρτήματα π.χ. διαφράγματα αεραγωγών, όταν είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, ανεξάρτητα από το αν κινούνται ή όχι.

Οι **χωρητικοί** αισθητήρες παράγουν ένα ηλεκτροστατικό πεδίο, όπως συμβαίνει στην περίπτωση ενός πυκνωτή. Όταν το



ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ
1. Σιδηρομαγνητικός πυρήνας
2. Πηνίο
3. Θήκη αισθητήρα
4. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο

ΧΩΡΗΤΙΚΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ
1. Ενεργό ηλεκτρόδιο
2. Ηλεκτρόδιο αντιστάθμισης
3. Ηλεκτρόδιο γείωσης
4. Θήκη αισθητήρα
5. Ηλεκτροστατικό πεδίο

Σχήμα 6.31: Πεδία επαγωγικού και χωρητικού αισθητήρα.

εξάρτημα βρεθεί μέσα στο ηλεκτροστατικό πεδίο, αλλοιώνει τη χωρητικότητα του αισθητήρα και παράγεται ένα ημιτονοειδές σήμα υψηλής συχνότητας. Η αρχή αυτή της λειτουργίας επιτρέπει στον αισθητήρα την ανίχνευση μεταλλικών αλλά και πλαστικών ή άλλων εξαρτημάτων ή την ανίχνευση ροής σε σωλήνες.

Και στις δυο περιπτώσεις βασικό ρόλο παίζει το μέγεθος και το σχήμα του εξαρτήματος καθώς και η απόστασή του από τον αισθητήρα.

6.2.2.6. Ηλεκτρομηχανικός αισθητήρας γραμμικής μετατόπισης

Οι επαγωγικοί και χωρητικοί αισθητήρες λειτουργούν ικανοποιητικά, όταν η απόσταση μεταξύ αισθητήρα και εξαρτήματος είναι μικρότερη από δυο ως τρία εκατοστά. Το κυριότερο όμως μειονέκτημά τους είναι ότι δεν μπορούν να μετρήσουν το μέγεθος της γραμμικής μετατόπισης αλλά απλώς να το ανιχνεύσουν. Υπάρχουν βέβαια πολλές εφαρμογές στις οποίες είναι απαραίτητη και η μέτρηση της γραμμικής μετατόπισης ενός εξαρτήματος, όπως είναι για παράδειγμα η συμπίεση των αμορτισέρ στο σύστημα της ενεργής ανάρτησης με μικροϋπολογιστή.

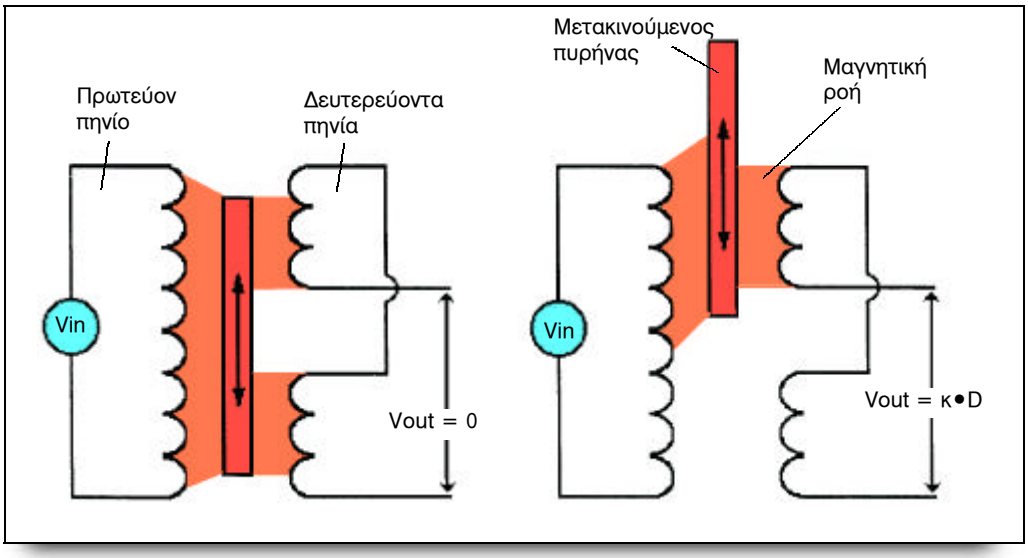
Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται ειδικοί ηλεκτρομηχανικοί αισθητήρες γραμμικής μετατόπισης, που φαίνονται στο σχήμα 6.32.

Η **αρχή λειτουργίας** των αισθητήρων αυτών είναι ίδια με την αρχή λειτουργίας των μετασχηματιστών, δηλαδή είναι το γνωστό φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Επειδή μάλιστα πρόκειται για μεταβλητό μετασχηματι-

Σχήμα 6.32: Ηλεκτρομηχανικοί αισθητήρες γραμμικής μετατόπισης.

στή, που μετράει τη διαφορά της επαγόμενης τάσης σε δυο όμοια δευτερεύοντα κυκλώματα, ο αισθητήρας αυτός είναι γνωστός με την ονομασία **γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής.**

Στην ουσία πρόκειται για δυο όμοιους μετασχηματιστές που έχουν κοινό πρωτεύον κύκλωμα και όμοια δευτερεύοντα αλλά με αντίστροφη περιέλιξη. Ο πυρήνας των μετασχηματιστών έχει δυνατότητα γραμμικής κίνησης και είναι συνδε-



Σχήμα 6.33: Γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής.

δεμένος με το εξάρτημα, τη γραμμική μετατόπιση του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε, όπως δείχνει το σχήμα 6.33.

Όταν ο αισθητήρας ηρεμεί, οι επαγόμενες τάσεις στα δευτερεύοντα πηνία είναι ίσες και αντίθετες, που σημαίνει ότι η έξοδος τάσης Vout = 0. Όταν το εξάρτημα μετατοπίζεται, μετακινεί και τον κινητό πυρήνα του μετασχηματιστή, με αποτέλεσμα να επάγονται στα δευτερεύοντα πηνία ανόμοιες τάσεις, λόγω ανόμοιας μαγνητικής ροής σ' αυτά. Στην περίπτωση αυτή η τάση εξόδου είναι ανάλογη προς τη μετατόπιση D: Vout = κ • D.

Ο γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής είναι ενεργός αισθητήρας μη επαφής, με αναλογική έξοδο τάσης και είναι ιδιαίτερα ανθεκτικός σε περιβάλλον με δονήσεις, υψηλές θερμοκρασίες και λιγοστή καθαριότητα. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημά του είναι ότι μπορεί να μετρήσει όχι μόνο το μέγεθος, αλλά και την **κατεύθυνση** της μετατόπισης με κριτήριο τη θετική ή αρνητική διαφορά φάσης μεταξύ των δυο τάσεων των σημάτων εισόδου Vin και εξόδου Vout.

6.3. Αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης

6.3.1. Αισθητήρες θερμοκρασίας

Ο **ρόλος** των αισθητήρων θερμοκρασίας είναι να μετρούν με ακρίβεια τη θερμοκρασία υγρών ή αερίων σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου και να αναφέρουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο μικροϋπολογιστή, για να κάνει τις κατάλληλες ρυθμίσεις. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στα διάφορα συστήματα γίνεται διαρκώς και επιβάλλεται, επειδή ένας κρύος κινητήρας απαιτεί ειδικές ρυθμίσεις για την εκκίνηση και λειτουργία του.

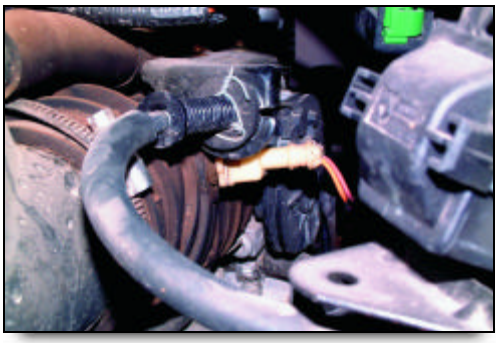
Επιπλέον, η υψηλή θερμοκρασία μεταβάλλει την πυκνότητα υγρών και αερίων αλλάζοντας κυρίως τη σύσταση και πίεση του μείγματος καυσίμου - αέρα, ενώ παράλληλα αποτελεί κριτήριο της ομαλής λειτουργίας ενός κινητήρα και ένδειξη του φορτίου του (μεταφερόμενο βάρος, ανήφορος). Τέλος η υψηλή θερμοκρασία αποτελεί το σήμα κινδύνου για επερχόμενες βλάβες από διαστολές εξαρτημάτων λόγω υπερθέρμανσης και για την ύπαρξη συνθηκών παραγωγής βλαβερών καυσαερίων (θερμοκρασία καύσης πολύ μεγαλύτερη από 1300ºC). Ταυτόχρονα, είναι το σήμα ενεργοποίησης των συστημάτων ψύξης του κινητήρα και του συστήματος συναγερμού για τον οδηγό του οχήματος, που πρέπει να κάνει αμέσως κάποιες ενέργειες.

Οι βασικές εφαρμογές των αισθητήρων θερμοκρασίας σε υγρά είναι:

- Η μέτρηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού του κινητήρα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.34, με σκοπό τον εμπλουτισμό του μείγματος καυσίμου - αέρα στον κρύο κινητήρα και την ενεργοποίηση του συστήματος ανακυκλοφορίας καυσαερίων στον υπέρθερμο κινητήρα, προκειμένου να γίνει μείωση των ρύπων οξειδίων του αζώτου NOx.

  Ακόμη η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού είναι κριτήριο ρύθμισης του χρονισμού, αφού απαιτείται προπορεία ανάφλεξης (θετικό αβάνς) στον

Σχήμα 6.34: Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα. Η θέση του ποικίλλει ανάλογα με τη σχεδίαση, που κάνει ο κάθε κατασκευαστής.



Σχήμα 6.35: Αιθητήρας θερμοκρασίας εισερχομένου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγή. Συνήθως βρίσκεται αμέσως μετά από το φίλτρο αέρα στον αεραγωγό, που οδηγεί από το φίλτρο αέρα στην πολλαπλή εισαγωγή.

κρύο κινητήρα και σταδιακή μείωσή του καθώς ο κινητήρας πλησιάζει την κανονική θερμοκρασία, ενώ παράλληλα είναι κριτήριο και για την ενεργοποίηση των ανεμιστήρων ψύξης.

- Η μέτρηση της θερμοκρασίας καυσίμου, με σκοπό τη ρύθμιση πολλών παραμέτρων, που αφορούν στη σύσταση και στη διάρκεια ψεκασμού του καυσίμου μείγματος.
- Η μέτρηση της θερμοκρασίας της βαλβολίνης σε ηλεκτρονικά κιβώτια ταχυτήτων, με σκοπό την αποδοτικότερη λειτουργία και την πρόληψη φθορών από υπερφόρτιση του συστήματος μετάδοσης κίνησης.

Οι βασικές εφαρμογές των αισθητήρων θερμοκρασίας σε αέρια είναι:

- η μέτρηση της θερμοκρασίας του εισερχόμενου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγή, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.35, με σκοπό τη ρύθμιση της ποσότητας του απαιτούμενου αέρα για τη διατήρηση των στροφών του κρύου κινητήρα στο ρελαντί, τη θέρμανση του εισερχόμενου αέρα και γενικά τη βελτίωση της συμπεριφοράς του κρύου κινητήρα.
- η μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων, με σκοπό τη ρύθμιση παραμέτρων, που αφορούν στη σύσταση και στη διάρκεια ψεκασμού του καυσίμου μείγματος. Στην περίπτωση ύπαρξης συστήματος ενίσχυσης της ισχύος του κινητήρα (turbo), η θερμοκρασία των καυσαερίων παίζει ιδιαίτερο ρόλο, αφού τα καυσαέρια είναι η κινητήρια δύναμη της συμπίεσης του αέρα και η σταθερή θερμοκρασία τους είναι κριτήριο της ομαλής λειτουργίας αυτού του συστήματος.
- Η μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και του αέρα στο χώρο των επιβατών, με σκοπό τη ρύθμιση του συστήματος κλιματισμού.

Η ιδέα μέτρησης της θερμοκρασίας στις περισσότερες περιπτώσεις, στηρίζεται στη μεταβολή της τιμής μιας αντίστασης με την αλλαγή της θερμοκρασίας. Έτσι, από τα διάφορα είδη αισθητή-

ρων θερμοκρασίας, το επικρατέστερο είναι το γνωστό **θερμίστορ.** Ένα άλλο είδος αισθητήρα θερμοκρασίας είναι ο **διμεταλλικός διακόπτης.**

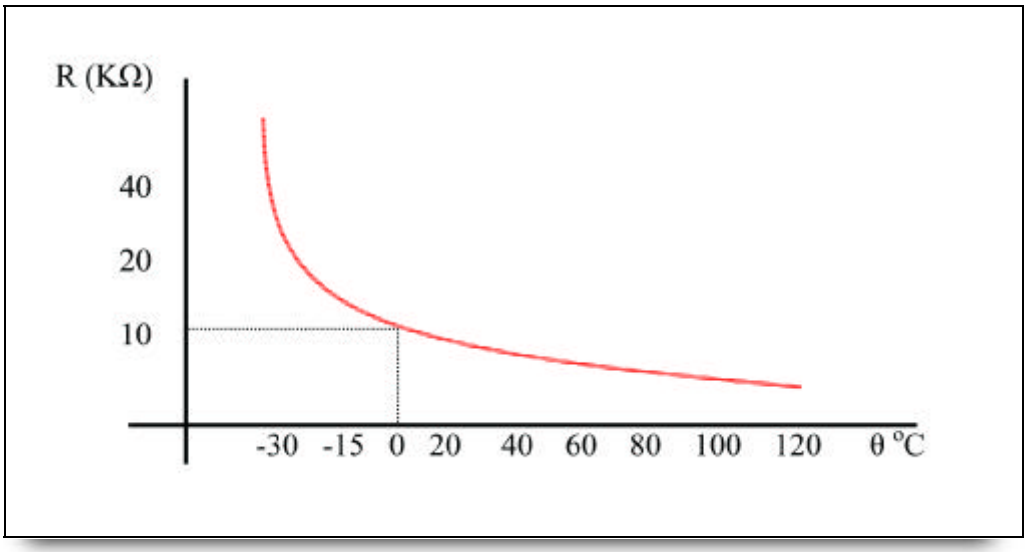
6.3.1.1. Το θερμίστορ

Το θερμίστορ είναι μια θερμική αντίσταση, που αλλάζει τιμή ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η ιδιότητά του αυτή αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** των αισθητήρων θερμοκρασίας για υγρά και για αέρια. Σε αντίθεση με τις μεταλλικές αντιστάσεις, η τιμή των οποίων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, η αντίσταση ενός θερμίστορ μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, όπως δείχνει το σχήμα 6.36.

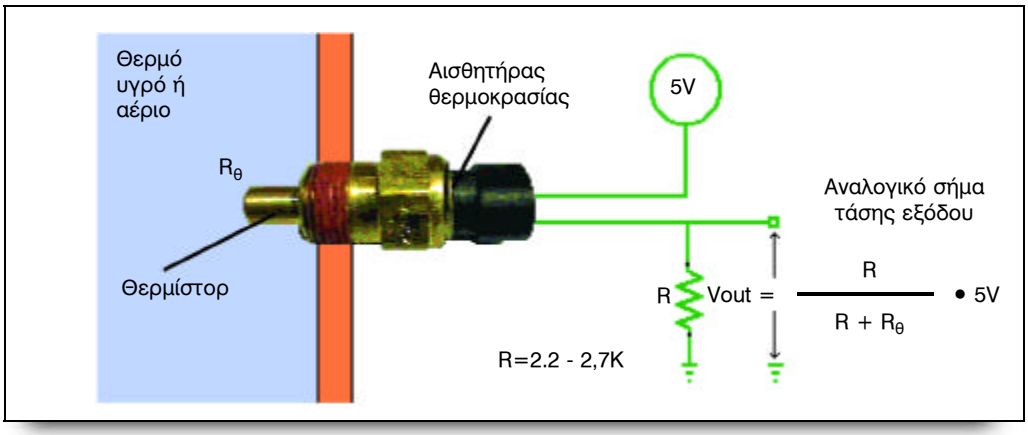
Έτσι λέμε ότι το θερμίστορ έχει **αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας** (NTC, Negative Temperature Coefficient), που οφείλεται στα κεραμικά ημιαγωγά υλικά, από τα οποία είναι κατασκευασμένο. Το θερμίστορ έχει επικρατήσει στις εφαρμογές αισθητήρων θερμοκρασίας, γιατί είναι πιο φθηνό από τις μεταλλικές αντιστάσεις, έχει δεκαπλάσια ευαισθησία και ικανοποιητικό χρόνο αντίδρασης στις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Η πρωτογενής μεταβολή της αντίστασης του θερμίστορ με την αλλαγή της θερμοκρασίας ανιχνεύεται με τη βοήθεια ενός διαιρέτη τάσης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 6.37. Είναι όμως δυνατό να χρησιμοποιηθεί και κύκλωμα γέφυρας Wheatstone. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα δευτερογενές σήμα τάσης, που είναι ανάλογο προς τη θερμοκρασία.

Ο αισθητήρας θερμίστορ εισάγεται συνήθως μέσα στο υγρό ή το αέριο τη θερμοκρασία του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε. Το μεταλλικό του περίβλημα τον προστατεύει από διάφορες ανεπιθύμητες επιδράσεις του περιβάλλοντος (κτυπήματα, χημική επίδραση κ.λπ.). Ο διαιρέτης τάσης τροφοδοτεί-



Σχήμα 6.36: Χαρακτηριστική καμπύλη αντίστασης θερμίστορ.



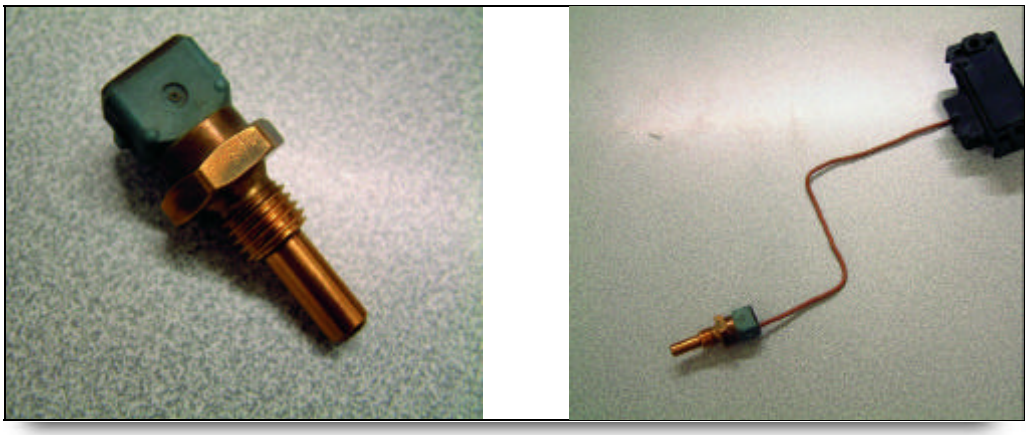
Σχήμα 6.37: Αισθητήρας θερμίστορ σε συνδυασμό με διαιρέτη τάσης.

ται με σταθερό δυναμικό και με τη μεταβολή της θερμοκρασίας ο ενεργός αυτός αισθητήρας επαφής παράγει ένα αναλογικό σήμα τάσης.

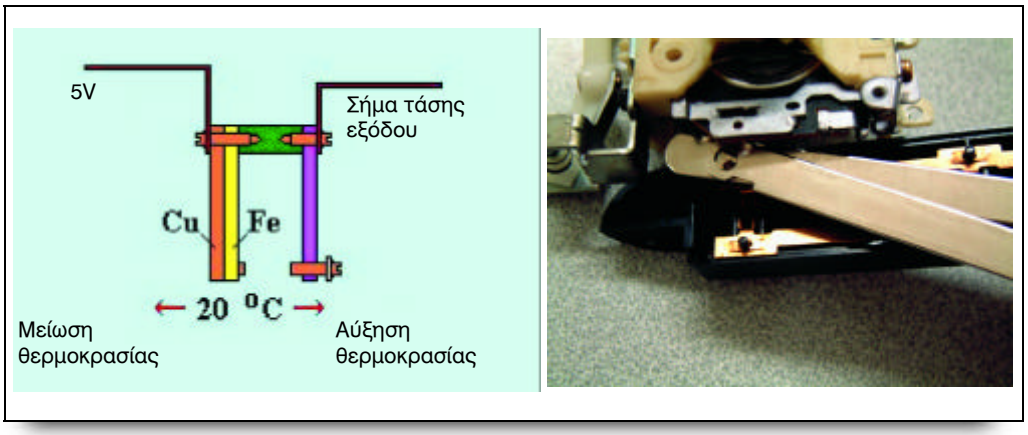
Το σχήμα και το μέγεθος των αισθητήρων θερμοκρασίας με θερμίστορ εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής, όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.38. Οι αισθητήρες αυτοί έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής και λειτουργούν σε τυπικές τιμές θερμοκρασίας από - 40 μέχρι +150 ºC.

6.3.1.2. Ο διμεταλλικός διακόπτης (θερμοστάτης)

Όλα τα μέταλλα όταν θερμανθούν, διαστέλλονται και επιμηκύνονται με διαφορετικό όμως τρόπο το καθένα. Για παράδειγμα, ο χαλκός (Cu) και ο ψευδάργυρος (Zn) όταν θερμανθούν, διαστέλλονται πολύ περισσότερο από το σίδηρο (Fe). Η διαφορετική αυτή διαστολή των μετάλλων αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** του διμεταλλικού διακόπτη, που είναι γνωστός και ως **θερμοστάτης.**



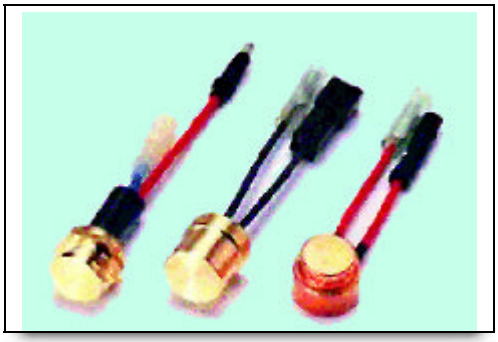
Σχήμα 6.38: Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού κινητήρα και αισθητήρας θερμοκρασίας καυσαερίων.



Σχήμα 6.39: Ρυθμιζόμενος διμεταλλικός διακόπτης σιδήρου - χαλκού.

Ένας τέτοιος διακόπτης αποτελείται από δυο ελάσματα διαφορετικών μετάλλων που είναι ενωμένα, όπως δείχνει το σχήμα 6.39.

Όταν θερμανθούν τα ελάσματα, το σύστημα κάμπτεται προς το μέρος του ελάσματος που έχει τη μικρότερη διαστολή, ενώ συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο, όταν ψύξουμε τα δυο ελάσματα. Έτσι δημιουργείται μια επαφή που ανοιγοκλείνει αυτόματα, ανάλογα με την θερμοκρασία. Ο διμεταλλικός διακόπτης ή θερμοστάτης είναι ένας ενεργός αισθητήρας επαφής για τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Τροφοδοτείται από μία σταθερή πηγή τάσης και δίνει ένα ψηφιακό σήμα τάσης εξόδου, που εξαρτάται από τη θερμοκρασία των δυο ελασμάτων.



Σχήμα 6.40: Θερμοστάτες από ψυγείο αυτοκινήτου. Η διμεταλλική επαφή στο εσωτερικό του περιβλήματος χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του κυκλώματος των ανεμιστήρων ψύξης.

6.3.2. Αισθητήρες πίεσης

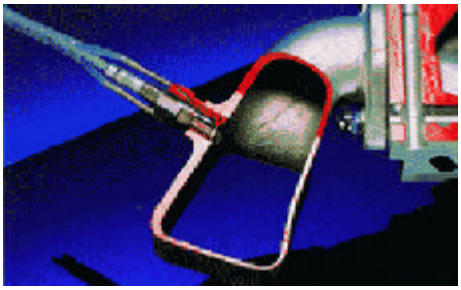
Πίεση είναι η δύναμη που ασκείται στη μονάδα κάθε επιφάνειας. Στην περίπτωση της ατμόσφαιρας, η πίεση που ασκείται στις επιφάνειες όλων των σωμάτων λέγεται **ατμοσφαιρική πίεση** και οφείλεται στο βάρος του αέρα της ατμόσφαιρας. Η πίεση είναι μια κινητήρια δύναμη και λειτουργεί, όπως ακριβώς λειτουργεί η τάση σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Ο **ρόλος** των αισθητήρων πίεσης είναι να μετρούν με ακρίβεια την πίεση αερίων και υγρών σε διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου, γιατί χωρίς πίεση η κίνηση των αερίων και των υγρών στα συστήματα αυτά θα ήταν αδύνατη.

Στην ατμόσφαιρα, κάθε στήλη ενός τετραγωνικού εκατοστού αέρα στην επι-

φάνεια της θάλασσας και σε κανονικές καιρικές συνθήκες ασκεί πίεση μιας ατμόσφαιρας (1 Atm = 1,033 Kg/cm^2 = 14,7 psi). Η πίεση όμως αυτή ελαττώνεται με την αύξηση του ύψους. Έτσι σε υψόμετρο 2000 m η πίεση είναι μόλις το 0,8 της κανονικής ατμοσφαιρικής πίεσης. Κάθε πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική ονομάζεται **υποπίεση.**

Οι κυριότερες εφαρμογές των αισθητήρων πίεσης σε αέρια είναι:

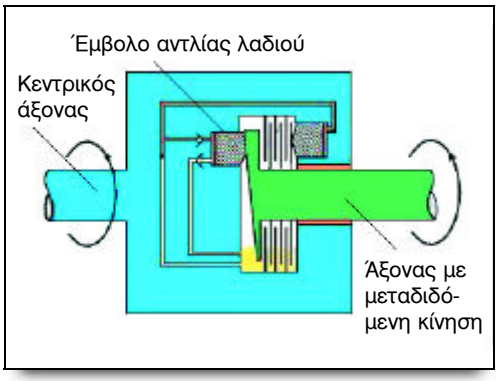
- η μέτρηση της υποπίεσης (ή της απόλυτης πίεσης) του εισερχόμενου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγή, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.41. Οι πιο πολλοί κινητήρες λειτουργούν με φυσική εισαγωγή αέρα, δηλαδή οι κύλινδροι γεμίζουν με αέρα με τη βοήθεια της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η υποπίεση είναι ένδειξη για το φορτίο και την ισχύ του κινητήρα, αφού μικρή υποπίεση σημαίνει ότι υπάρχει αρκετός αέρας και έτσι είναι δυνατό να καταναλωθεί πιο πολύ καύσιμο για παραγωγή ισχύος. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται για να ρυθμιστεί η πίεση στο σύστημα διανομής καυσίμου και ο χρονισμός της ανάφλεξης.
- η μέτρηση της βαρομετρικής πίεσης της ατμόσφαιρας, με σκοπό τον υπολογισμό του υψομέτρου κίνησης και τη συμπλήρωση της απώλειας ισχύος από τη μειωμένη εισαγωγή αέρα λόγω της υποπίεσης.
- η ανίχνευση των κτυπημάτων από κακή ανάφλεξη (προανάφλεξη ή αυτανάφλεξη), με σκοπό τη ρύθμιση του χρονισμού της ανάφλεξης.
- η μέτρηση της πίεσης των καυσαερίων, με σκοπό τη ρύθμιση του συστήματος ανακυκλοφορίας καυσαερίων.
- η μέτρηση της υπερσυμπίεσης στην πολλαπλή εισαγωγή και της πίεσης των καυσαερίων, με σκοπό τη ρύθμιση του συστήματος turbo , δηλαδή του συστήματος ενίσχυσης της ισχύος του κινητήρα.
- η μέτρηση της πίεσης των ατμών στη δεξαμενή καυσίμου, με σκοπό τη εκτόνωση της πίεσης των αναθυμιάσεων του καυσίμου.
- η μέτρηση της πίεσης των ελαστικών, για την ασφάλεια της οδήγησης.



Σχήμα 6.41: Μέτρηση απόλυτης πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγή αέρα.

Οι κυριότερες εφαρμογές των αισθητήρων πίεσης σε υγρά είναι:

- η μέτρηση της πίεσης του καυσίμου, με σκοπό τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας καυσίμου στο σύστημα έγχυσης καυσίμου (injection), και τη διατήρηση της σταθερής πίεσης του συστήματος με την ενεργοποίηση της αντλίας καυσίμου.
- η μέτρηση της πίεσης λαδιού σε διάφορα υδραυλικά συστήματα, όπως το σύστημα του υδραυλικού τιμονιού, του ηλεκτρονικού κιβωτίου των ταχυτήτων, της κίνησης σε τέσσερις τρο-



Σχήμα 6.42: Η πίεση είναι απαραίτητη για την υδραυλική ζεύξη αξόνων.

χούς (4WD) κλπ., με σκοπό τον έλεγχο της υδραυλικής ζεύξης για τη μετάδοση της κίνησης σε άξονες, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 6.42.

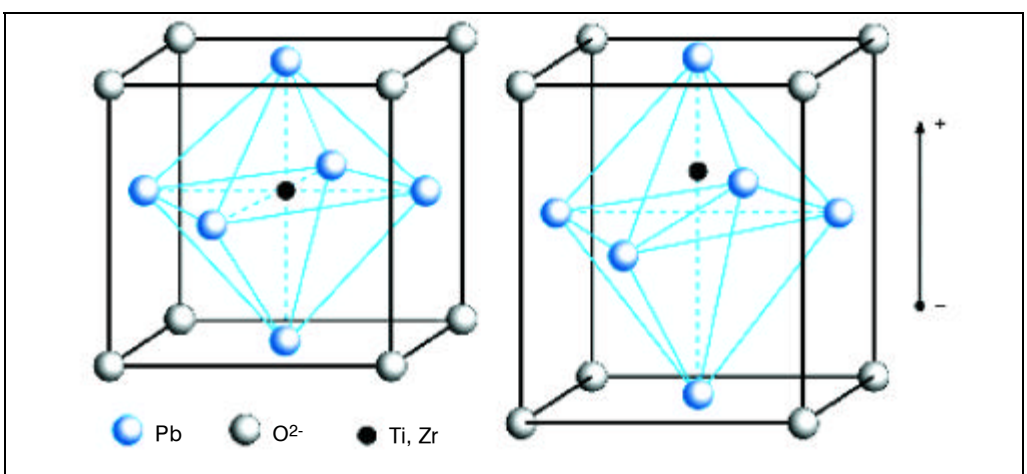
- η μέτρηση της πίεσης των υγρών στα φρένα, με σκοπό τον έλεγχο και τη ρύθμιση της πέδησης στο φρενάρισμα με αντιολίσθηση (ABS).
- η μέτρηση της πίεσης των υγρών στο σύστημα ανάρτησης, με σκοπό τον έλεγχο και τη ρύθμιση του συστήματος ενεργής ανάρτησης.

Σε πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αισθητήρων πίεσης. Από αυτούς επικρατέστεροι είναι οι **πιεζοηλεκτρικοί** αισθητήρες, ενώ πολλές φορές χρησιμοποιούνται και αισθητήρες **πιεζοαντίστασης,** που λέγονται και επιμηκυνσιόμετρα ή ακόμη και **χωρητικοί** αισθητήρες. Εκτός από τους αισθητήρες πίεσης υπάρχουν και **διακόπτες** πίεσης, που ανοιγοκλείνουν με επαφή ανάλογα με την ασκούμενη σ' αυτούς πίεση.

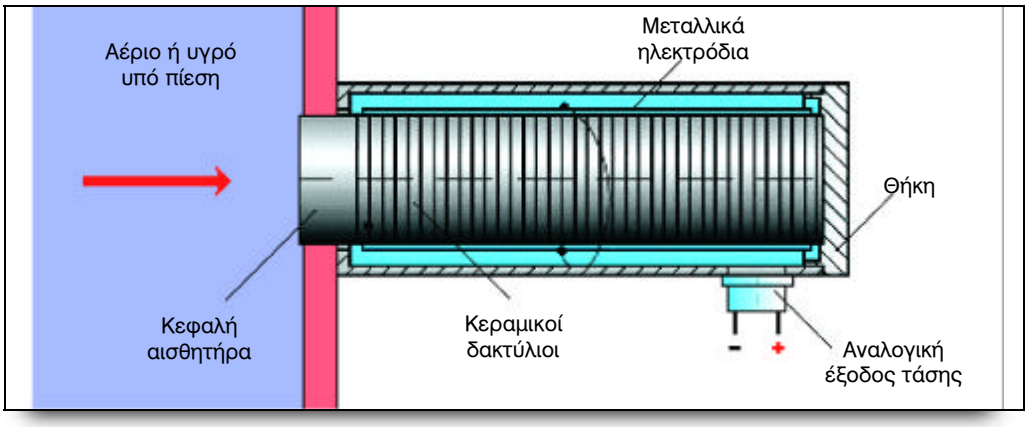
6.3.2.1. Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης

Τί είναι το **πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο:**

Ορισμένοι φυσικοί αλλά και πολλοί τεχνητοί κεραμικοί κρύσταλλοι όταν πιεστούν, έχουν την ικανότητα να αναπτύσσουν τάση στα άκρα τους. Η τάση αυτή οφείλεται στη συγκέντρωση φορτίων,που δημιουργείται από την παραμόρφωση του κρυσταλλικού τους πλέγ-



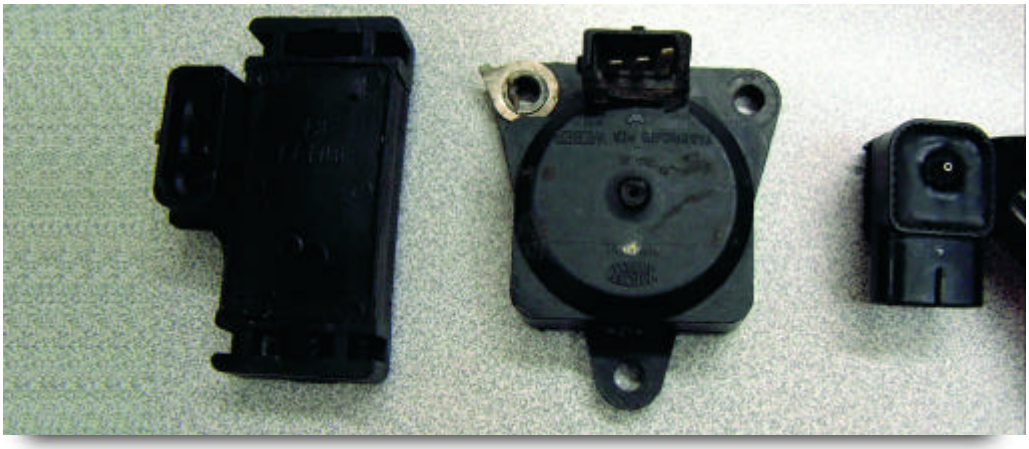
Σχήμα 6.43: Όταν παραμορφωθεί το πλέγμα μερικών τεχνητών κτυστάλλων, αναπτύσσεται πιεζοηλεκτρική τάση.



Σχήμα 6.44: Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης κεραμικών δακτυλίων.

ματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.43. Η παραμόρφωση αυτή συμβαίνει με την εφαρμογή πίεσης πάνω στα υλικά, ενώ το φαινόμενο λέγεται πιεζοηλεκτρικό και αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** του πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα πίεσης.

Ένας πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης από τεχνητούς κεραμικούς κρυστάλλους φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 6.44. Είναι ένας παθητικός αισθητήρας επαφής με αναλογική έξοδο τάσης. Αποτελείται από κεραμικούς δακτυλίους και μεταλλικά ηλεκτρόδια κατάλληλα συνδεδεμένα. Η κεφαλή του αισθητήρα πιέζεται απευθείας από το υγρό ή το αέριο, την πίεση του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε και μεταδίδει την πίεση αυτή στους δακτυλίους. Με τον τρόπο αυτό παράγεται ένα σήμα τάσης εξόδου, που είναι ανάλογο προς την πίεση που ασκείται πάνω στην κεφαλή του αισθητήρα. Οι κατασκευαστές έχουν σήμερα να παρουσιάσουν μια μεγάλη ποικιλία από πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες πίεσης. Μερικοί από αυτούς φαίνονται στο σχήμα 6.45.



Σχήμα 6.45: Διάφορα είδη πιεζοηλεκτρικών αισθητήρων πίεσης.

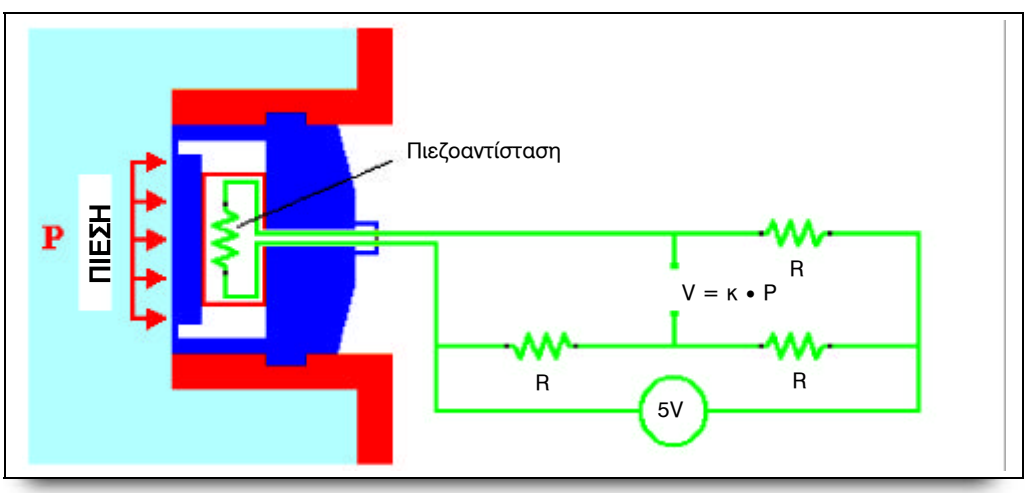
Οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες πίεσης παρουσιάζουν δυο σημαντικά μειονεκτήματα. Η θερμοκρασία λειτουργίας τους δεν ξεπερνά τους 540 oC. Έτσι σε εφαρμογές, που απαιτούν υψηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας, όπως για παράδειγμα η μέτρηση πίεσης στα καυσαέρια, χρειάζονται και κατάλληλη ψύξη. Ακόμη, λόγω της κατασκευής τους δεν μπορούν να μετρήσουν στατικές πιέσεις, όπως για παράδειγμα τη μόνιμη βαρομετρική πίεση αλλά μετρούν μόνο διαρκώς εναλλασσόμενες δυναμικές πιέσεις.

6.3.2.2. Αισθητήρας πίεσης με πιεζοαντίσταση (επιμηκυνσιόμετρο)

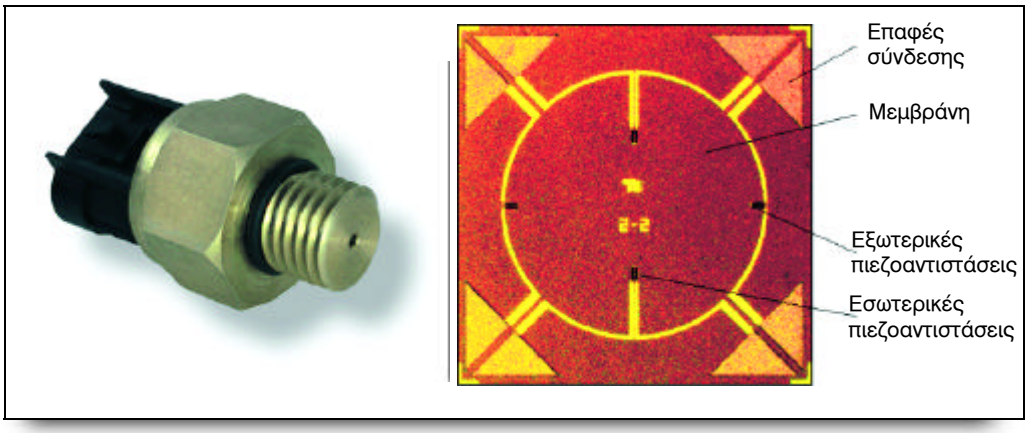
Μερικά είδη πιεζοκρυστάλλων χρησιμοποιούνται για την κατασκευή **πιεζοαντιστάσεων,** δηλαδή αντιστάσεων των οποίων η τιμή μεταβάλλεται με την πίεση και την παραμόρφωσή τους. Η πιεζοαντίσταση στερεώνεται πάνω σε μια μεμβράνη, που είναι συνήθως κατασκευασμένη από λεπτό φύλλο ανοξείδωτου χάλυβα. Η μεμβράνη αυτή πιέζεται απευθείας από το υγρό ή το αέριο, την πίεση του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε. Με τον τρόπο αυτό η πιεζοαντίσταση επιμηκύνεται, γι' αυτό και πολλές φορές ο αισθητήρας αυτός λέγεται και **επιμηκυνσιόμετρο.**

Επειδή η μεταβολή στην τιμή μιας τέτοιας αντίστασης είναι πάρα πολύ μικρή, χρησιμοποιείται στη συνέχεια ένα κύκλωμα γέφυρας Wheatstone για την παραγωγή ενός δευτερογενούς σήματος τάσης, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.46. Δημιουργείται έτσι ένας ενεργός αισθητήρας επαφής, με έξοδο τάσης ανάλογη προς την ασκούμενη πίεση στον αισθητήρα. Η τάση αυτή αφού ενισχυθεί, ενημερώνει το μικροϋπολογιστή για την πίεση που ασκεί το υγρό ή το αέριο πάνω στη μεμβράνη του αισθητήρα.

Στο σχήμα 6.47 φαίνεται ένας αισθητήρας πίεσης με πιεζοαντίσταση και η μεμβράνη από ανοξείδωτο χάλυβα, πάνω στην οποία στερεώνονται οι μικροσκοπικές πιεζοαντιστάσεις. Ένας τέτοιος αισθητήρας μπορεί να μετρήσει και στατικές πιέσεις, όπως είναι η βαρο-



Σχήμα 6.46: Αισθητήρας πιεζοαντίστασης σε συνδυασμό με γέφυρα.

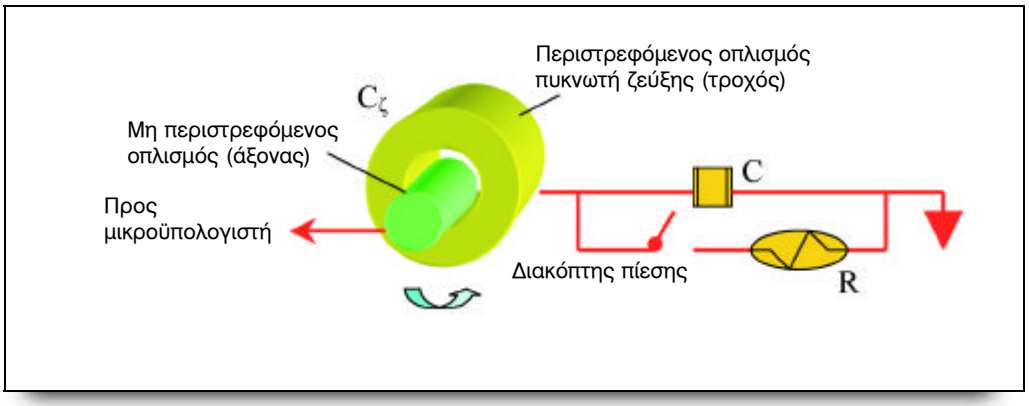


Σχήμα 6.47: Αισθητήρας πίεσης με πιεζοαντίσταση (επιμηκυνσιόμετρο).

μετρική, λειτουργεί όμως με αξιοπιστία σε θερμοκρασίες από - 40 μέχρι +125ºC.

6.3.2.3. Χωρητικός αισθητήρας πίεσης

Πολλές φορές απαιτείται η μέτρηση πίεσης πάνω σε περιστρεφόμενα εξαρτήματα αξόνων, όπως είναι για παράδειγμα η πίεση των ελαστικών ενός αυτοκινήτου, αλλά είναι δύσκολο να μεταδοθεί το σήμα λόγω της περιστροφής. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ένας απλός χωρητικός περιστρεφόμενος αισθητήρας, όπως δείχνει το σχήμα 6.48. Δυο μεταλλικά δακτυλίδια, που περιστρέφονται το ένα μέσα στο άλλο, αποτελούν τους οπλισμούς ενός πυκνωτή ζεύξης. Ένας μικροδιακόπτης πίεσης, που ενεργοποιείται από την πίεση του ελαστικού, μετατρέπει το χωρητικό φορτίο (με κανονική πίεση) σε ωμικό - χωρητικό φορτίο (όταν η πίεση είναι κάτω από την επιτρεπόμενη). Η ζεύξη γίνεται χωρητικά, χωρίς τριβές και καλώδια και το είδος του συνολικού φορτίου είναι το κριτήριο για την πίεση του ελαστικού και την ασφαλή οδήγηση του οχήματος.



Σχήμα 6.48: Αισθητήρας πίεσης ελαστικών αυτοκινήτου.

6.4. Διάφοροι άλλοι τύποι αισθητήρων

Οι κατασκευαστές των σύγχρονων αυτοκινήτων έχουν προχωρήσει στον έλεγχο σχεδόν όλων των λειτουργιών του αυτοκινήτου από τους μικροϋπολογιστές, για να πετύχουν οικονομία καυσίμου με παράλληλη διατήρηση της ισχύος κίνησης, την ασφάλεια, τις ανέσεις και την αξιοπιστία στην οδήγηση, χωρίς να ξεχνούν βέβαια και την προστασία του περιβάλλοντος από τα επικίνδυνα καυσαέρια. Για το σκοπό αυτό έχουν κατασκευάσει ειδικούς τύπους αισθητήρων, που είναι απαραίτητοι για την αποκλειστική λειτουργία των συστημάτων αυτών.

Τέτοιοι τύποι αισθητήρων είναι:

- ο αισθητήρας οξυγόνου στα καυσαέρια ή αισθητήρας λάμδα (λ).
- ο αισθητήρας ροής μάζας του εισερχόμενου αέρα.
- ο αισθητήρας κτυπήματος από εκτόνωση ή προανάφλεξη.
- ο αισθητήρας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης του οχήματος.
- οι αισθητήρες των συστημάτων αναγνώρισης και συναγερμού.
- ο αισθητήρας τάσης της μπαταρίας του οχήματος.

6.4.1. Αισθητήρας οξυγόνου ή αισθητήρας λάμδα (λ)

Όπως κάθε χημική αντίδραση, έτσι και η τέλεια καύση του μείγματος καυσίμου - αέρα απαιτεί απόλυτα σταθερές αναλογίες καυσίμου και αέρα. Η κατά βάρος αναλογία του μείγματος καύσης ως προς την ιδανική ή όπως λέγεται στοιχειομετρική αναλογία, καθορίζεται από το λόγο λάμδα (λ).

Η ανίχνευση οξυγόνου στα καυσαέρια αποτελεί κριτήριο για τη σύσταση του μείγματος και τη σωστή καύση του στους κυλίνδρους, αφού **ύπαρξη οξυ-**

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ Ή ΙΔΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΟΓΙΑ :
1Kg καυσίμου απαιτεί 14,7 Kg αέρα

$$\lambda = \frac{\text{Προσδιδόμενος αέρας}}{\text{Θεωρητικά απαιτούμενος}} = 1$$

Παραδείγματα μειγμάτων :

$$\lambda = \frac{16,3}{14,7} = 1,1 > 1 \quad \text{ΦΤΩΧΟ ΜΙΓΜΑ}$$

$$\lambda = \frac{14,7}{14,7} = 1 \quad \text{ΙΔΑΝΙΚΟ ΜΙΓΜΑ}$$

$$\lambda = \frac{13,2}{14,7} = 0,9 < 1 \quad \text{ΠΛΟΥΣΙΟ ΜΙΓΜΑ}$$

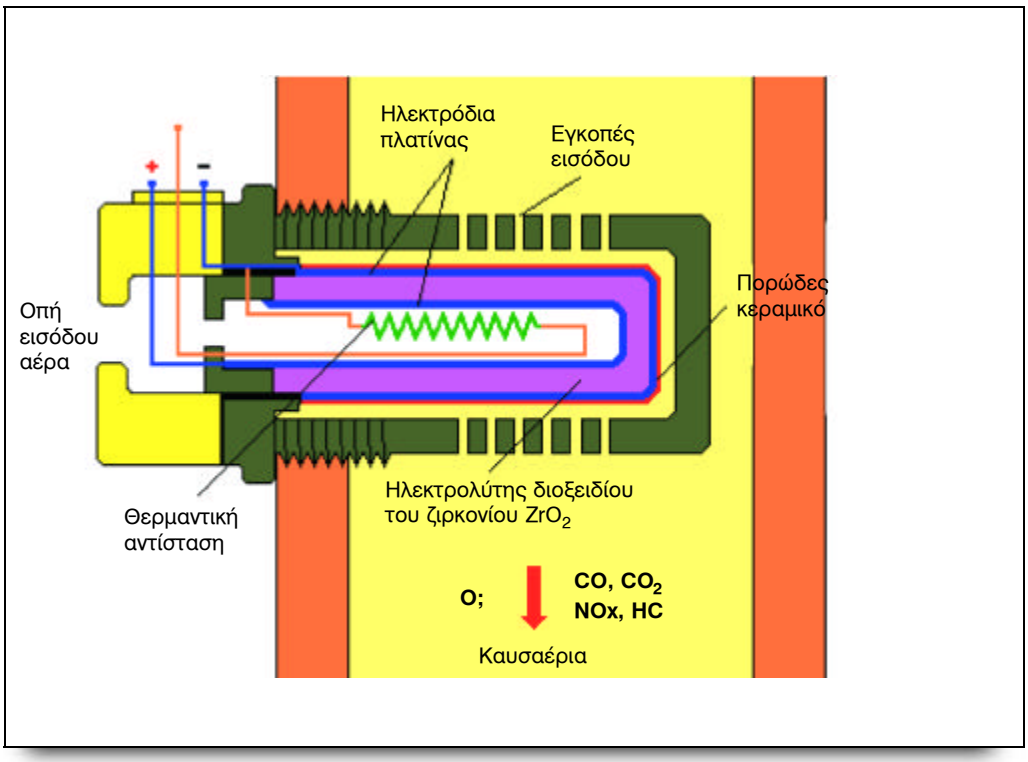
γόνου στα καυσαέρια σημαίνει **φτωχό μείγμα** (περισσότερος αέρας και οξυγόνο και λιγότερο καύσιμο), ενώ πλήρης **απουσία οξυγόνου** σημαίνει **πλούσιο μείγμα** (περισσότερο καύσιμο και λιγότερος αέρας).

Γίνεται λοιπόν ένας διαρκής αγώνας για τη διατήρηση της ιδανικής αναλογίας του καυσίμου μείγματος. Ο **ρόλος** του αισθητήρα οξυγόνου στον αγώνα αυτό είναι να μετρά συνεχώς την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο, με σκοπό να διορθώνεται από το μικροϋπολογιστή κάθε φορά η αναλογία του μείγματος, στοχεύοντας τη στοιχειομετρική αναλογία.

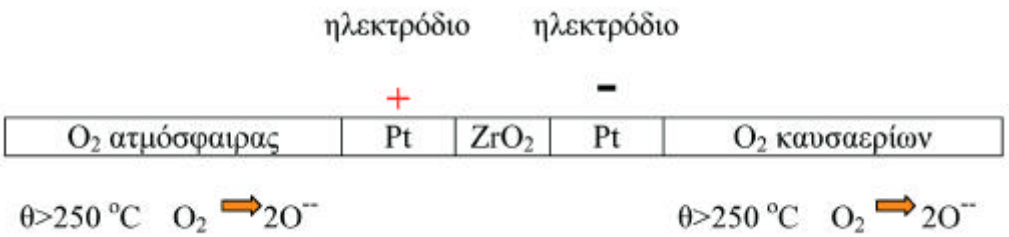
Η **αρχή λειτουργίας** του αισθητήρα οξυγόνου είναι ίδια με την αρχή λειτουργίας των συσσωρευτών, δηλαδή οφείλεται στην **πόλωση** κάποιων ηλεκτροδίων. Έτσι ο αισθητήρας λάμδα που φαίνεται στο σχήμα 6.49, λειτουργεί, όπως μια μικρή ιδιόμορφη μπαταρία.

Αποτελείται από δυο ηλεκτρόδια σπογγώδους πλατίνας (Pt) και έχει σα στερεό (ξηρό) ηλεκτρολύτη ένα στρώμα διοξειδίου του ζιρκονίου (ZrO_2). Το εξωτερικό ηλεκτρόδιο, που έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια διαμέσου εγκοπών του καλύμματος, προστατεύεται μηχανικά και με ένα στρώμα πορώδους κεραμικού. Το εσωτερικό ηλεκτρόδιο έρχεται πάντα σε επαφή με τον καθαρό ατμοσφαιρικό αέρα.

Έτσι δημιουργείται η εξής σειρά από αγωγούς :



Σχήμα 6.49: Αισθητήρας οξυγόνου ή αισθητήρας λάμδα (λ).

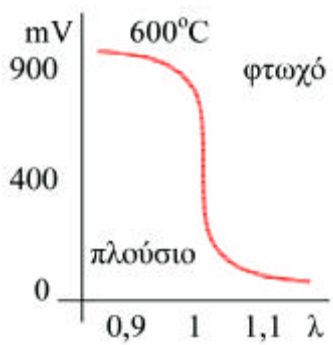


Όταν η πλατίνα θερμανθεί σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 250 °C, δρά σαν καταλύτης και μετατρέπει το οξυγόνο O_2 σε ιόντα οξυγόνου 2O--. Αν το μείγμα είναι φτωχό, τότε υπάρχει οξυγόνο στα καυσαέρια και η σειρά αγωγών είναι συμμετρική, οπότε δεν υπάρχει πόλωση των ηλεκτροδίων και η τάση μεταξύ των ηλεκτροδίων είναι **μικρή,** της τάξης των 50 mV. Όταν όμως το μείγμα είναι πλούσιο, δεν υπάρχει οξυγόνο στα καυσαέρια και η σειρά αγωγών γίνεται ασύμμετρη, οπότε υπάρχει πόλωση των ηλεκτροδίων και η τάση μεταξύ τους είναι **μεγάλη,** της τάξης των 900 mV.

Επομένως ο αισθητήρας οξυγόνου είναι ένας ηλεκτροχημικός αλλά μη ενεργός αισθητήρας επαφής με ψηφιακή έξοδο τάσης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 6.50.

Για τη λειτουργία του αισθητήρα λάμδα πρέπει να γνωρίζουμε τα εξής:

- ο αισθητήρας τοποθετείται συνήθως στην πολλαπλή εξαγωγή πριν από τον καταλύτη του συστήματος εξόδου των καυσαερίων.
- ο χρόνος φόρτισης και εκφόρτισής του είναι της τάξης των 30 ms, έτσι ο αισθητήρας αυτός είναι κατάλληλος για ανάδραση σε ένα σύστημα **κλειστού βρόγχου,** προκειμένου να γίνουν άμεσα όλες οι διορθωτικές ενέργειες, που απαιτούνται.
- Μέχρι τη θερμοκρασία των 250 °C, η πλατίνα δεν έχει καταλυτική δράση.



Σχήμα 6.50: Αισθητήρας λάμδα (λ) και καμπύλη τάσης εξόδου του.

Έτσι ο αισθητήρας δεν λειτουργεί στον **κρύο** κινητήρα. Το πρόβλημα αυτό βελτιώνεται με την προσωρινή χρήση μιας θερμαντικής αντίστασης (σχήμα 6.49), που μειώνει το χρόνο ενεργοποίησης του αισθητήρα στα 20 sec περίπου. Αν το αυτοκίνητο διαθέτει και σύστημα ενίσχυσης της ισχύος (turbo), ο αισθητήρας (λ) θερμαίνεται συνέχεια.

- Ο μικροϋπολογιστής συγκρίνει την έξοδο τάσης του αισθητήρα με μια μέση τάση αναφοράς 400 mV και αποφασίζει αν το μείγμα είναι φτωχό ή πλούσιο, ως εξής: (πλούσιο) Vπ > 400 mV > Vφ (φτωχό).
- Ο αισθητήρας μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά για περισσότερα από 100000 Km, αν δεν υπερθερμαίνεται πάνω από 850 ^{o}C και εφόσον καταναλώνουμε μόνο αμόλυβδη βενζίνη. Η πλατίνα, όπως ακριβώς και ο καταλύτης, καταστρέφεται από το μόλυβδο. Ακόμη ο αισθητήρας δεν λειτουργεί, αν η είσοδος του αέρα βουλώσει από λάσπη κλπ.

6.4.2. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα

Για να παρασκευαστεί το ιδανικό καύσιμο μείγμα στα αυτοκίνητα που λειτουργούν με έγχυση καυσίμου, πρέπει πρώτα να υπολογιστεί η μάζα του αέρα και στη συνέχεια η ιδανική ποσότητα καυσίμου, που πρόκειται να εγχυθεί για να δημιουργηθεί το καύσιμο μείγμα. Ο **ρόλος** του αισθητήρα ροής μάζας αέρα είναι να υπολογίζει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια τη διαθέσιμη μάζα αέρα για την παρασκευή του ιδανικού καυσίμου μείγματος.

Οι αισθητήρες ροής αέρα μπορεί να μετρούν όγκο, μάζα ή πίεση του αέρα, σε κάθε περίπτωση όμως ο τελικός υπολογισμός αφορά στη μάζα του αέρα, αφού η ιδανική αναλογία (14,7 : 1) αφορά στις μάζες αέρα - καυσίμου.

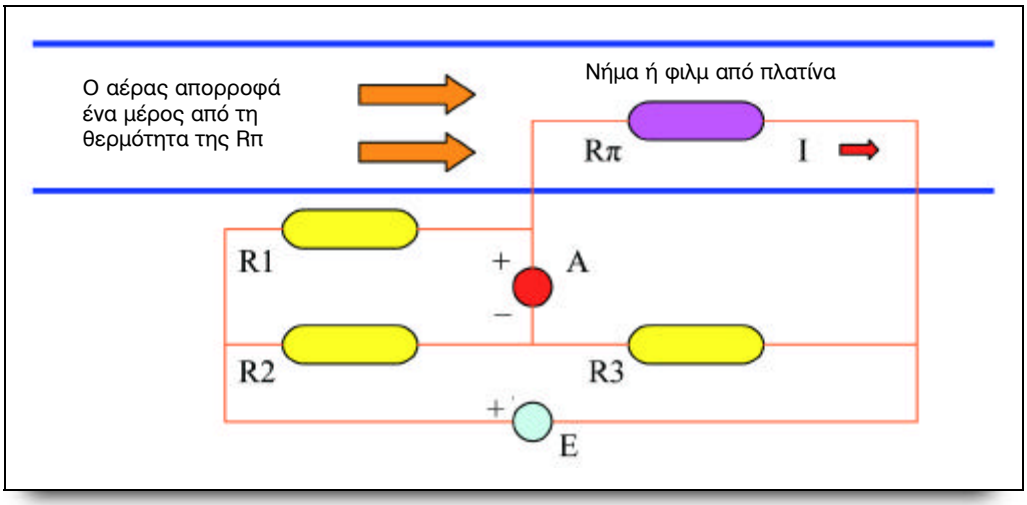
Η μάζα εξαρτάται βέβαια από τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα, που επηρεάζουν την πυκνότητά του. Για την αντιμετώπιση αυτού του πολύπλοκου θέματος έχουν αναπτυχθεί πολλοί τύποι αισθητήρων, οι πιο συνηθέστεροι των οποίων είναι ο αισθητήρας ροής μάζας αέρα με **θερμό νήμα ή φίλμ,** με **πτερύγιο** και με **πιεζοαντίσταση.**

6.4.2.1. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με θερμό νήμα ή φίλμ

Ο αισθητήρας αυτού του τύπου έχει ως **αρχή λειτουργίας** την απώλεια θερμότητας ενός θερμαινόμενου νήματος ή φίλμ, που οφείλεται στη μεταφορά θερμότητας προς τον αέρα που ρέει γύρω του. Ο εισερχόμενος αέρας προκαλεί ψύξη και μείωση της αντίστασης Rπ σε ένα θερμαινόμενο νήμα ή φίλμ από πλατίνα πολύ μικρών διαστάσεων.

Το νήμα ή το φίλμ αποτελεί τμήμα μιας γέφυρας Wheatstone, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.51, όπου οι άλλες αντιστάσεις R1, R2 και R3 είναι ανεξάρτητες από την επίδραση της θερμοκρασίας.

Για να διατηρηθεί η ισορροπία της γέφυρας μετά την ψύξη, αυξάνεται το ρεύμα I στο νήμα ή το φίλμ, μέχρι να αντισταθμιστεί η απώλεια της θερμότητας. Από την απαιτούμενη αύξηση του ρεύματος υπολογίζεται με εμπειρικούς τύπους απευθείας η **μάζα** του αέρα. Στη συνέχεια, η αύξηση του ρεύματος μετατρέπεται εύκολα σε αύξηση τάσης.



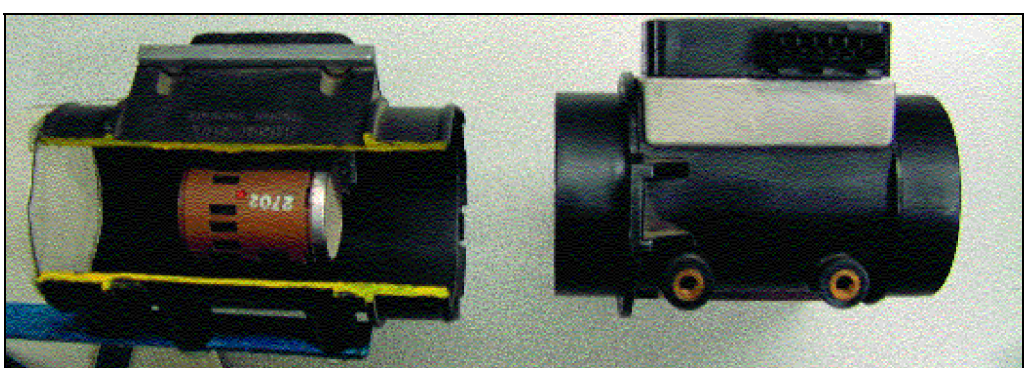
Σχήμα 6.51: Αισθητήρας ροής μάζας αέρα σε συνδυασμό με γέφυρα.

Έτσι ο αισθητήρας αυτός είναι ένας ενεργός αισθητήρας επαφής με αναλογική έξοδο τάσης.

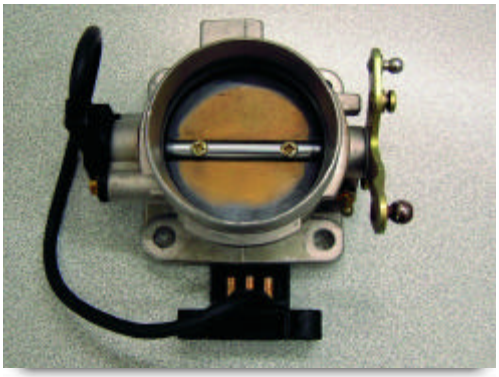
Στο παρακάτω σχήμα 6.52 φαίνονται δυο αισθητήρες ροής μάζας αέρα με θερμό νήμα (αριστερά) και φίλμ (δεξιά). Οι αισθητήρες αυτοί έχουν επικρατήσει, γιατί δεν έχουν κινητά μέρη και είναι ανεξάρτητοι από την πίεση και την πυκνότητα του αέρα. Έχουν όμως απαραίτητα και σύστημα αυτοκαθαρισμού από ρύπους, που λειτουργεί με στιγμιαία υπερθέρμανσή τους σε 1050 oC μετά το τέλος της λειτουργίας του κινητήρα.

6.4.2.2. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με πτερύγιο (κλαπέτο)

Ο αισθητήρας αυτός, που φαίνεται στο σχήμα 6.53, τοποθετείται μετά το φίλτρο αέρα και έχει ένα πτερύγιο (κλαπέτο) μέτρησης του αέρα με ελατήριο επαναφοράς. Η μετακίνηση του πτερυγίου λόγω της αντίστασης του αέρα αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** του αισθητήρα.



Σχήμα 6.52: Αισθητήρες ροής μάζας αέρα με θερμό νήμα και φίλμ.



Σχήμα 6.53: Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με πτερύγιο (κλαπέτο).

Όταν αρχίσει να λειτουργεί ο κινητήρας, το πτερύγιο ανοίγει πιεζόμενο από τη ροή του εισερχόμενου αέρα και ισορροπεί με τη βοήθεια ενός πτερυγίου απόσβεσης και του ελατηρίου. Η γωνία του πτερυγίου μετριέται με ένα αισθητήρα γωνίας περιστροφής, συνήθως τύπου ποτενσιομέτρου, που γνωρίσαμε στην παραγραφο 6.2.2.1. Από τη θέση του πτερυγίου είναι δυνατόν να υπολογιστεί κατ΄ αρχάς ο **όγκος** του εισερχομένου αέρα και να μετατραπεί σε μάζα συνδυάζοντας την υγρασία και τη θερμοκρασία του.

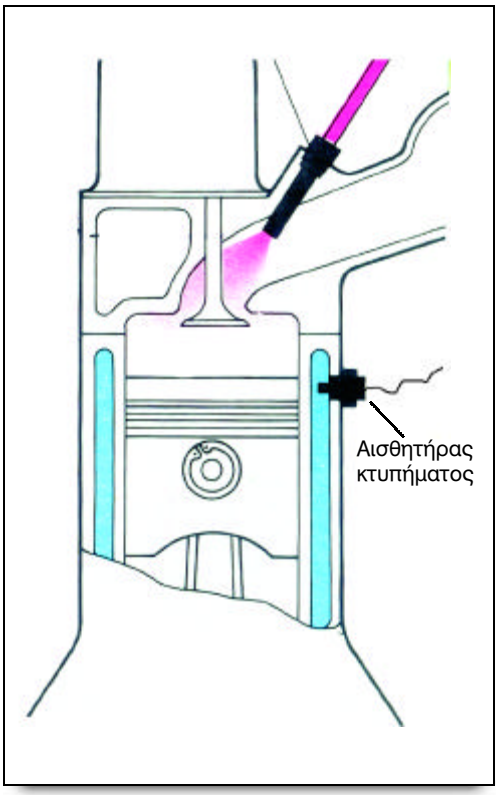
6.4.2.3. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με πιεζοαντίσταση

Ο αισθητήρας πίεσης με πιεζοαντίσταση, τη λειτουργία του οποίου γνωρίσαμε στην παράγραφο 6.3.2.2, έχει σχεδόν αντικαταστήσει τους δυο προηγούμενους τύπους αισθητήρων. Αυτό οφείλεται στη δυνατότητα υπολογισμού της μάζας του αέρα από την **υποπίεση** στην πολλαπλή εισαγωγή. Βέβαια, ο αισθητήρας αυτός συνδυάζει χαμηλή τιμή και πολύ μικρό χρόνο αντίδρασης, που συνήθως δεν ξεπερνά τα δυο χιλιοστά του δευτερολέπτου.

6.4.3. Αισθητήρας κτυπήματος

Το καύσιμο μείγμα συμπιέζεται στο θάλαμο καύσης με πίεση 8 - 15 Atm και θερμοκρασία 400 - 600 ^{o}C. Με τη δημιουργία του σπινθήρα αρχίζει η καύση του μείγματος και το μέτωπο της φλόγας αναπτύσσει τοπικά πίεση μέχρι και 40 Atm και θερμοκρασία καύσης μέχρι και 2000 ^{o}C. Με την κατανάλωση όμως του αέρα και την έλλειψη οξυγόνου, η φλόγα εξασθενεί ομαλά. Αυτή η κανονική καύση, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.54, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως:

- η ποιότητα του καυσίμου.
- οι συνθήκες λειτουργίας (φορτίο, θερμοκρασία κινητήρα κλπ).
- ο σχεδιασμός του θαλάμου.



Σχήμα 6.54: Αισθητήρας κτυπήματος.

Υπάρχουν όμως πολλές περιπτώσεις ακανόνιστης καύσης, όπως:

- η κρουστική καύση ή **αυτανάφλεξη** (πειράκια), που οφείλεται κύρια στο ακατάλληλο καύσιμο, το οποίο δεν αντέχει σε υψηλή συμπίεση και καίγεται απότομα προκαλώντας μικρές εκρήξεις.
- η **προανάφλεξη,** που οφείλεται στην πρόωρη ανάφλεξη από την υπερθέρμανση των κυλίνδρων ή τον κακό χρονισμό της ανάφλεξης.

Ο **ρόλος** του αισθητήρα κτυπήματος, που φαίνεται και στο σχήμα 6.55, είναι να εντοπίζει την ύπαρξη φαινομένων κακής ή ακανόνιστης καύσης, όπως αυτανάφλεξη ή προανάφλεξη που δημιουργούν έντονη υπερθέρμανση του κινητήρα, αλλά ακόμα και καταστροφή (τρύπημα) των εμβόλων.

Ο αισθητήρας κτυπήματος είναι συνήθως ένα μικρό πιεζοηλεκτρικό "μικρόφωνο", συντονισμένο γύρω στα 5 KHz, που λειτουργεί όπως και ο πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης, τη λειτουργία του οποίου γνωρίσαμε στην παράγραφο 6.3.2.1. Είναι φθηνός αλλά ιδανικός για την εφαρμογή αυτή, αφού το φαινόμενο του κτυπήματος είναι δυναμικό. Το σήμα τάσης εξόδου του είναι αναλογικό και χρησιμοποιείται από το μικροϋπολογιστή για τη ρύθμιση του χρονισμού της ανάφλεξης. Ο έλεγχος της λειτουργίας του γίνεται εύκολα, κτυπώντας με μια ματσόλα γύρω από την περιοχή όπου είναι συναρμολογημένος.

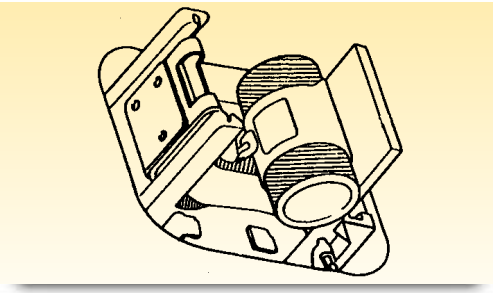
Σχήμα 6.55: Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας κτυπήματος.

6.4.4. Αισθητήρας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης

Τα τελευταία χρόνια τα συστήματα ασφαλείας και άνεσης κατά την οδήγηση κυριαρχούν στις προτιμήσεις πολλών αγοραστών αυτοκινήτων. Τέτοια δημοφιλή ηλεκτρονικά συστήματα είναι οι αερόσακοι, που έχουν σώσει χιλιάδες ζωές από τη δεκαετία του ’80 και το σύστημα ελέγχου της σταθερής ταχύτητας του οχήματος, που επιτρέπει στον οδηγό να ελέγχει με άνεση το όχημα, που κινείται με μια επιλεγμένη ταχύτητα, χωρίς να είναι απαραίτητο "να πατά συνέχεια το γκάζι".

Ο ρόλος ενός αισθητήρα επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης είναι να μετρά τις μεταβολές της κινητικής κατάστασης (ηρεμία ή κίνηση) ενός οχήματος, και να ενημερώνει τα διάφορα συστήματα ασφάλειας και άνεσης στην οδήγηση. Κατά τη σύγκρουση ενός αυτοκινήτου υπάρχει μία απότομη επιβράδυνση, ενώ σε ένα σύστημα ελέγχου σταθερής ταχύτητας μας ενδιαφέρουν οι μέγιστες αποκλίσεις της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης από την περιοχή της προεπιλεγμένης τιμής της ταχύτητας (π.χ. 110 Km/h).

Η **αρχή λειτουργίας** ενός αισθητήρα επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης στηρίζεται στην **αδράνεια** των σωμάτων, δηλαδή στην ιδιότητά τους να προσπαθούν να διατηρήσουν την κινητική κατάσταση που έχουν. Οι πρώτοι αισθητήρες επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης ήταν μηχανικοί



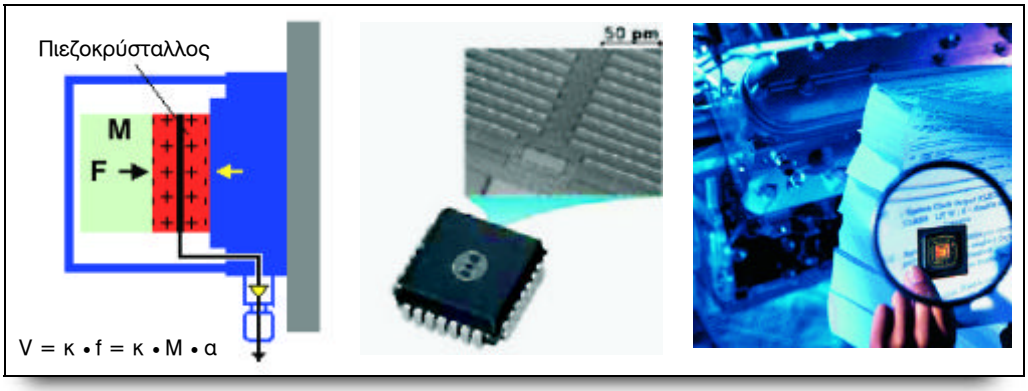
Σχήμα 6.56: Μηχανικός αισθητήρας μεταβολής της κινητικής κατάστασης σώματος (επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης).

και λειτουργούσαν, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.56, με την ενεργοποίηση μιας ηλεκτρικής επαφής από μια μάζα που άλλαζε θέση λόγω μετακίνησής της από την αδράνεια.

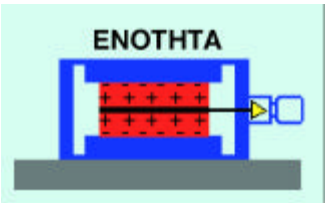
Οι σύγχρονοι όμως αισθητήρες λειτουργούν, όπως λειτουργεί και ο πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας, που γνωρίσαμε στην παράγραφο 6.3.2.1. Το σχήμα 6.57 δείχνει την **αρχή λειτουργίας** του πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης, τη φυσική του μορφή σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και τον τελικό αισθητήρα με τη θήκη και το βύσμα σύνδεσης.

Η μάζα M, που βρίσκεται στερεωμένη πάνω στον πιεζοκρύσταλλο, όταν κινηθεί λόγω αδράνειας, πιέζει τον κρύσταλλο και προκαλεί την εμφάνιση μιας τάσης στην έξοδό του, που είναι ανάλογη της επιτάχυνσης ή της επιβράδυνσης. Αν τοποθετηθούν κατάλληλα δυο ή τρεις τέτοιοι αισθητήρες, είναι δυνατόν να ανιχνευτούν επιταχύνσεις ή επιβραδύνσεις προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου. Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατόν να ενεργοποιούνται, για παράδειγμα, μόνον οι πλευρικοί αερόσακοι σε μια πλευρική σύγκρουση του οχήματος. Πολύ σημαντικός είναι όμως ο τρόπος της στερέωσης του αισθητήρα πάνω στο όχημα, έτσι ώστε μια ελαστική στερέωση να μην απορροφά μέρος της μετακίνησης από την αδράνεια.

Εξετάζοντας με προσοχή τα είδη των αισθητήρων του αυτοκινήτου, ο σύγχρονος τεχνικός αντιλαμβάνεται, ότι όχι μόνον υπάρχει μια τεράστια ποικιλία αισθητήρων, αλλά και σημαντική διαφοροποίηση ως προς την αρχή λειτουργίας μέτρησης του ίδιου μεγέθους. Στα σύγχρονα αυτοκίνητα υπάρχουν αλλά και θα εμφανιστούν στο μέλλον νέοι τύποι αισθητήρων, που θα ξεπεράσουν ακόμη και την πιο τολμηρή φαντασία. Ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης αυτής της δυναμικής εξέλιξης είναι η διαρκής ενημέρωση των τεχνικών για τα νέα επιτεύγματα της τεχνολογίας.



Σχήμα 6.57: Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 6

- Η εισαγωγή πληροφοριών στο μικροϋπολογιστή για την κατάσταση των συστημάτων του αυτοκινήτου γίνεται από τους αισθητήρες, με σκοπό την αντιμετώπιση των νέων εξελίξεων (δράση) αλλά και την επιβεβαίωση αποτελεσμάτων προηγούμενων δράσεων (ανάδραση).
- Τα περισσότερα φυσικά μεγέθη μετατρέπονται σε σήματα τάσης, που είναι κατάλληλα για το μικροϋπολογιστή, με τη βοήθεια ενός ή και περισσότερων μετατροπέων.
- Οι αισθητήρες ταξινομούνται με διάφορα κριτήρια σε κατηγορίες, όπως: αναλογικοί, ψηφιακοί, επαφής, μη επαφής, ενεργοί ή παθητικοί και εξετάζονται, κυρίως ως προς την αρχή λειτουργίας, τα διάφορα χαρακτηριστικά αλλά και το περιβάλλον λειτουργίας τους.
- Υπάρχουν αισθητήρες ταχύτητας στροφών φαινομένου Hall αλλά και φωτοηλεκτρικοί, μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης ή μαγνητικοί, που βρίσκουν εφαρμογές στη μέτρηση στροφών αξόνων, τροχών και γραναζιών σε εξαρτήματα του αυτοκινήτου.
- Υπάρχουν αισθητήρες και διακόπτες θέσης ή μετατόπισης διαφόρων εξαρτημάτων του αυτοκινήτου για περιστροφική και γραμμική κίνηση, που λειτουργούν με ποτενσιόμετρο ωμικής αντίστασης ή φαινομένου Hall, αλλά μπορεί ακόμη να είναι φωτοηλεκτρικοί, ηλεκτρομηχανικοί, επαγωγικοί ή χωρητικοί.
- Υπάρχουν αισθητήρες θερμοκρασίας για υγρά και αέρια συστήματα του αυτοκινήτου, που λειτουργούν κυρίως με ημιαγωγούς (θερμίστορ), αλλά και με διμεταλλικούς διακόπτες.
- Υπάρχουν αισθητήρες πίεσης για υγρά αλλά και αέρια συστήματα του αυτοκινήτου, που λειτουργούν κυρίως με το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο ή με πιεζοαντιστάσεις, συνδυαζόμενες και με χωρητικούς αισθητήρες.
- Υπάρχουν ειδικοί τύποι αισθητήρων για το αυτοκίνητο, όπως είναι ο αισθητήρας οξυγόνου για τον έλεγχο των καυσαερίων, ο αισθητήρας ροής μάζας αέρα, ο αισθητήρας κτυπήματος από κακή ανάφλεξη του καυσίμου, ο αισθητήρας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης του οχήματος για τους αερόσακους και διάφοροι άλλοι ειδικού τύπου αισθητήρες.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 6

1. Ποιος είναι ο ρόλος των αισθητήρων στο αυτοκίνητο;

2. Να περιγράψετε ένα δικό σας παράδειγμα αισθητήρα, που απαιτεί δευτερογενή μετατροπή για να μετατρέψει ένα φυσικό μέγεθος, που επιδρά σε ένα σύστημα του αυτοκινήτου, σε σήμα τάσης.

3. Γιατί υπάρχει η τάση να αντικαθίστανται στις περισσότερες εφαρμογές του αυτοκινήτου οι ενεργοί αισθητήρες επαφής με τους αντίστοιχους παθητικούς αισθητήρες μη επαφής;

4. Ποιοι παράγοντες του περιβάλλοντος επιδρούν και επηρεάζουν τη λειτουργία των αισθητήρων;

5. Από τους κυριότερους αισθητήρες ταχύτητας στροφών, ποιοι έχουν ψηφιακή και ποιοι έχουν αναλογική έξοδο τάσης;

6. Να προτείνετε έναν αισθητήρα ταχύτητας στροφών, που δεν απαιτεί εξωτερική πηγή ενέργειας για τη λειτουργία του.

7. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ δυο αισθητήρων: γωνίας περιστροφής ποτενσιόμετρου αντίστασης και ποτενσιόμετρου φαινομένου Hall;

8. Με ποιόν τύπο αισθητήρα θέσης είναι δυνατή και πώς λειτουργεί η ανίχνευση της θέσης μεταλλικών και πλαστικών εξαρτημάτων;

9. Με ποιόν τύπο αισθητήρα είναι δυνατή η ανίχνευση της γραμμικής μετατόπισης, αλλά και η κατεύθυνση της κίνησης ενός εξαρτήματος;

10. Γιατί συνήθως χρησιμοποιείται το θερμίστορ σε εφαρμογές μέτρησης της θερμοκρασίας στο αυτοκίνητο αντί των μεταλλικών αντιστάσεων;

11. Πώς λειτουργεί ένας πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης και γιατί είναι ακατάλληλος για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης;

12. Τι είναι η πιεζοαντίσταση και γιατί δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της πίεσης των ελαστικών ενός αυτοκινήτου;

13. Τι σημαίνει η ανίχνευση οξυγόνου στα καυσαέρια του αυτοκινήτου και ποια είναι η αρχή λειτουργίας και η βασική προϋπόθεση θερμοκρασίας για την ανίχνευση αυτή;

14. Γιατί ο αισθητήρας ροής μάζας αέρα με πιεζοαντίσταση έχει σχεδόν αντικαταστήσει τους άλλους τύπους αισθητήρων ροής μάζας αέρα;

15. Ποιος τύπος αισθητήρα χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση των αερόσακων και πώς γίνεται να ενεργοποιούνται μόνον οι πλευρικοί αερόσακοι σε μια πλευρική σύγκρουση του οχήματος;

7

ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

7.1. Είδη και χαρακτηριστικά των ενεργοποιητών
7.2. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες (σωληνοειδή)
7.3. Ηλεκτρονόμοι (ρελέ)
7.4. Κινητήρες και βηματικοί κινητήρες
7.5. Ενεργοποιητές ειδοποίησης και απεικόνισης
7.6. Ειδικοί τύποι ενεργοποιητών

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναφέρετε τα κυριότερα είδη και το ρόλο των ενεργοποιητών, που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο.**
- **Αναφέρετε την αρχή λειτουργίας, τα χαρακτηριστικά, τον τρόπο και το είδος ένδειξης - εντολής, που παίρνουν στην είσοδό τους, τη δράση και τις συνθήκες λειτουργίας των διαφόρων τύπων ενεργοποιητών.**
- **Εξηγείτε τη λειτουργία και να αναφέρετε τις βασικές εφαρμογές των μηχανικών - ηλεκτρομαγνητικών ενεργοποιητών καθώς και των ενεργοποιητών ειδοποίησης και απεικόνισης στο αυτοκίνητο.**
- **Εξηγείτε τη λειτουργία και να αναφέρετε τη βασική εφαρμογή των ειδικού τύπου θερμικών, φωτεινών, ηλεκτρικών ή χημικού τύπου ενεργοποιητών στο αυτοκίνητο.**

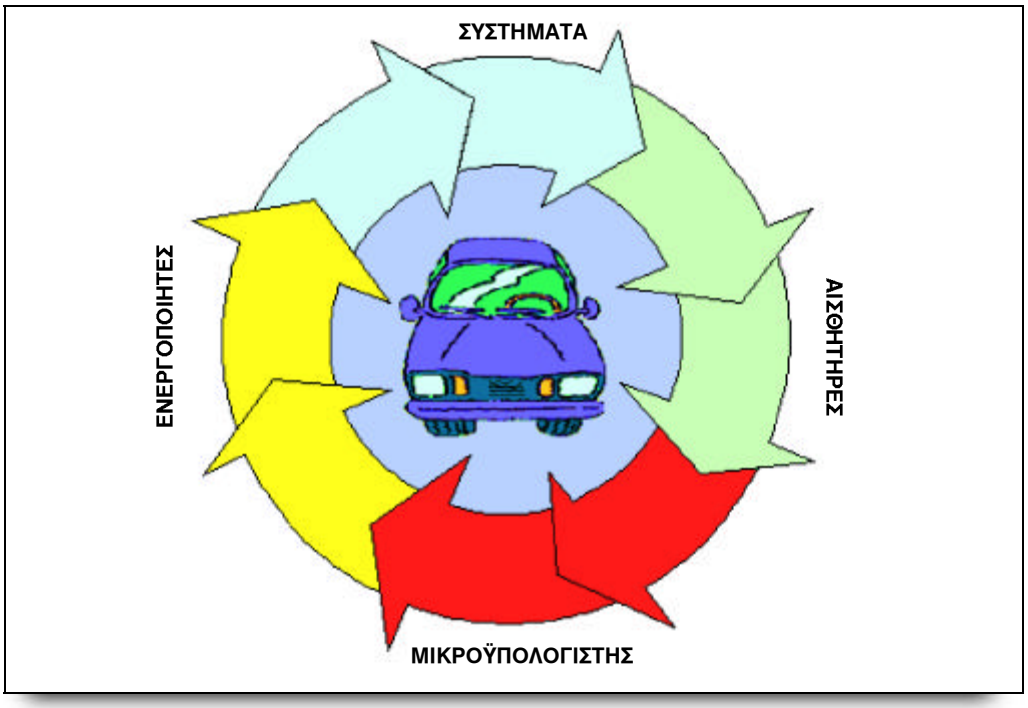
ΓΕΝΙΚΑ

Η συλλογή πληροφοριών από τις αισθήσεις μας και η σχεδίαση των ενεργειών για την αντιμετώπιση των εξελίξεων που συμβαίνουν γύρω μας δεν θα είχαν καμμιά αξία, αν δεν μπορούσαμε να υλοποιήσουμε τις αποφάσεις μας. Έτσι και ο μικροϋπολογιστής ενός αυτοκινήτου έχει ανάγκη από πιστούς μηχανισμούς, που θα υλοποιούν τις αποφάσεις του με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Το σημαντικό αυτό ρόλο παίζουν οι ενεργοποιητές, δηλαδή κάνουν τα σχέδια πράξεις.

Πολλές από τις αποφάσεις του μικροϋπολογιστή υλοποιούνται από τις εγκατεστημένες συσκευές στο αυτοκίνητο. Αυτές είναι οι κύριες συσκευές ενεργοποίησης, που μετατρέπουν τα ασθενικά ηλεκτρικά σήματα του μικροϋπολογιστή σε μηχανική κίνηση ή ενέργεια κάποιας άλλης μορφής. Όταν όμως η επίλυση προβλημάτων ξεφεύγει από τις δυνατότητες των ενεργοποιητών, ο μικροϋπολογιστής αρκείται στην ενημέρωση του οδηγού ενεργοποιώντας τις συσκευές ειδοποίησης και απεικόνισης.

7.1. Είδη και χαρακτηριστικά των ενεργοποιητών

Για να γίνουν πράξεις τα σχέδια του μικροϋπολογιστή συνήθως χρησιμοποιούνται κατάλληλα σχεδιασμένοι ενεργοποιητές. Σε κάθε όμως περίπτωση λαμβάνονται υπόψη και οι πληροφορίες των αισθητήρων. Τα αποτελέσματα της δράσης των ενεργοποιητών αποτελούν τις πρόσφατες πληροφορίες για τους αισθητήρες σε ένα κύκλωμα κλειστού βρόγχου για τον έλεγχο ενός συστήματος, όπως δείχνει και το σχήμα 7.1.



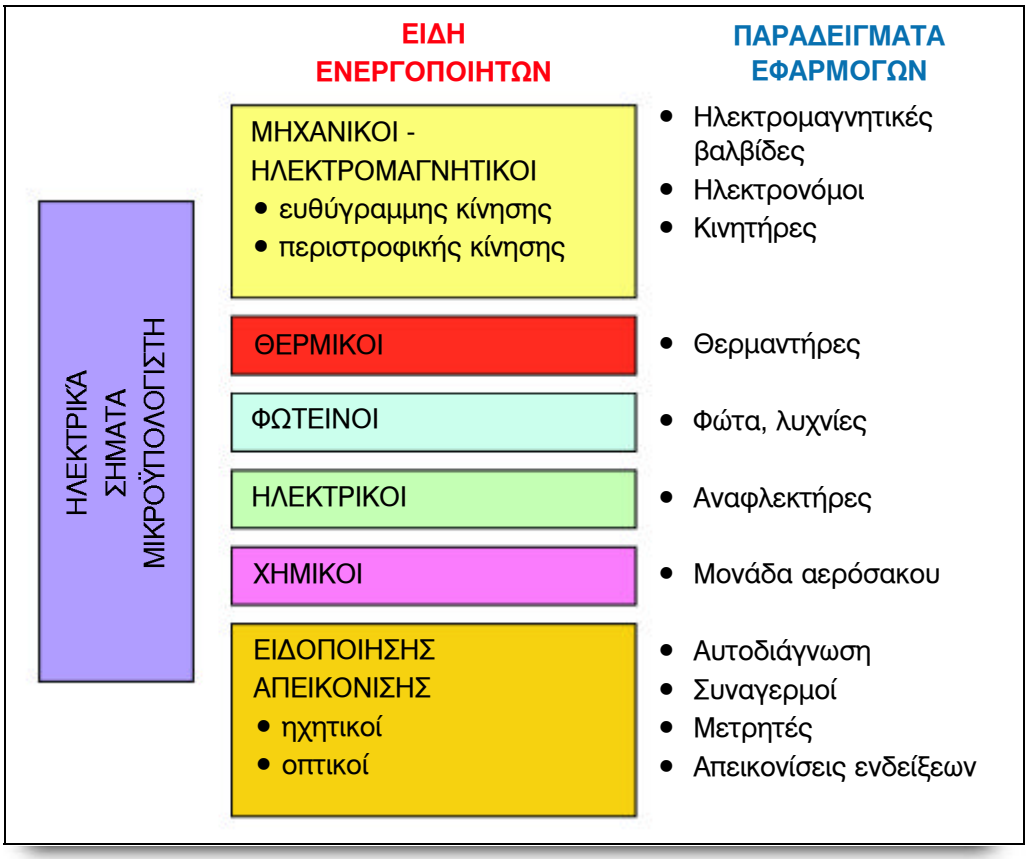
Σχήμα 7.1: Μικροϋπολογιστής και ενεργοποιητές σε κύκλωμα βρόγχου.

Η έννοια της ενεργοποίησης είναι συνδεδεμένη με τη μηχανική κίνηση ως δευτερογενές αποτέλεσμα μαγνητικής επίδρασης.Υπάρχουν πολλά είδη ενεργοποιητών, που μετατρέπουν τα σήματα του μικροϋπολογιστή σε **ευθύγραμμη μηχανική κίνηση.** Τέτοιοι **ηλεκτρομαγνητικοί - μηχανικοί** ενεργοποιητές είναι οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και οι ηλεκτρονόμοι. Η κίνηση αυτών των ενεργοποιητών είναι μικρής γενικά έκτασης και χρησιμοποιείται για τη μετατόπιση μοχλών, διαφραγμάτων ή ηλεκτρικών επαφών διακοπτών.

Ένα άλλο είδος παρόμοιων ενεργοποιητών μετατρέπει τα ηλεκτρικά σήματα από το μικροϋπολογιστή σε **περιστροφική μηχανική κίνηση.** Ενεργοποιητές αυτού του είδους είναι όλοι οι απλοί κλασικοί κινητήρες συνεχούς ρεύματος, αλλά και οι βηματικοί κινητήρες που μπορούν να περιστραφούν ακόμη και για συγκεκριμένη γωνία περιστροφής.

Μια τρίτη ομάδα ενεργοποιητών ειδικών τύπων μετατρέπει τις εντολές του μικροϋπολογιστή σε διάφορες δράσεις, που χρησιμοποιούν **θερμική, φωτεινή, ηλεκτρική** ή ακόμα και **χημική ενέργεια.**

Τέλος, όταν υπάρχει αδυναμία αντιμετώπισης ενός προβλήματος από τους εγκατεστημένους ενεργοποιητές, ο μικροϋπολογιστής ενημερώνει τον οδηγό με **ηχητικά** και **οπτικά** σήματα **ειδοποίησης** και **απεικόνισης** του προβλήματος. Βέβαια, η απεικόνιση κάποιων στοι-



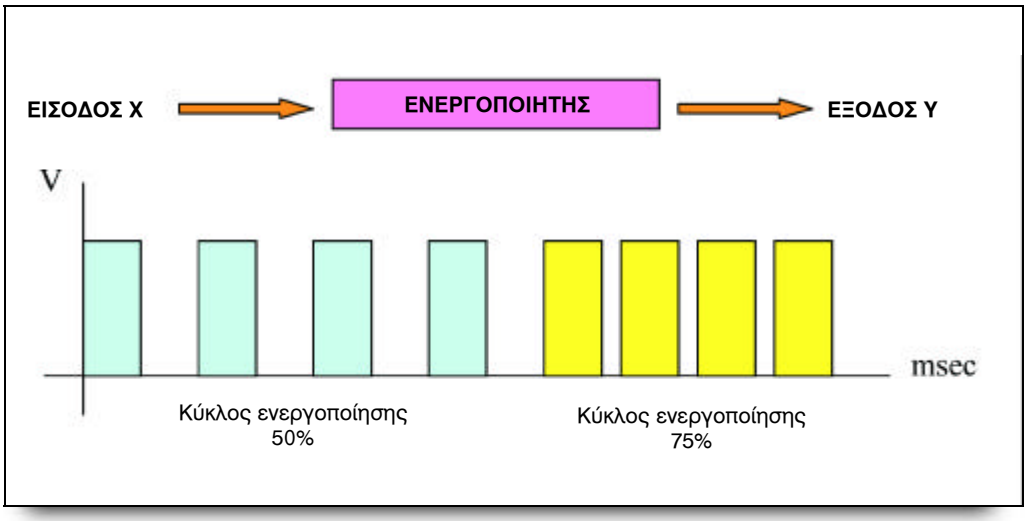
Σχήμα 7.2: Βασικά είδη ενεργοποιητών του αυτοκινήτου.

χείων μπορεί να γίνεται και στα πλαίσια μιας απλής ενημέρωσης του οδηγού για τον έλεγχο της κατάστασης του οχήματος. Στο σχήμα 7.2 φαίνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας των βασικών ειδών των ενεργοποιητών του αυτοκινήτου.

Η λειτουργία όλων των ενεργοποιητών χαρακτηρίζεται από διάφορες ιδιότητες, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τους αισθητήρες. Οι ιδιότητες αυτές ή τα χαρακτηριστικά των ενεργοποιητών αφορούν συνήθως μια σχέση της εξόδου του ενεργοποιητή, σε συνδυασμό με την είσοδό του.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των ενεργοποιητών είναι:

- η **καμπύλη ρύθμισης,** δηλαδή η γραφική παράσταση
  Y=f(X).
- η **ευαισθησία,** δηλαδή ο λόγος μεταβολών εξόδου - εισόδου
  $$S=\frac{dY}{dX}$$
- η **διαφορά φάσης,** δηλαδή η χρονική καθυστέρηση εξόδου - εισόδου.
- η **ακρίβεια,** δηλαδή το μικρότερο κατά το δυνατόν σχετικό σφάλμα.



Σχήμα 7.3: Κύκλος ενεργοποίησης ενός ενεργοποιητή.

- η **επαναληψιμότητα,** δηλαδή η ικανότητα του ενεργοποιητή διαρκώς να επαναλαμβάνει την ίδια ενέργεια, χωρίς αποκλίσεις.
- ο **κύκλος ενεργοποίησης,** δηλαδή ο συνολικός χρόνος ενεργοποίησης ή απασχόλησης του ενεργοποιητή στη μονάδα του χρόνου.

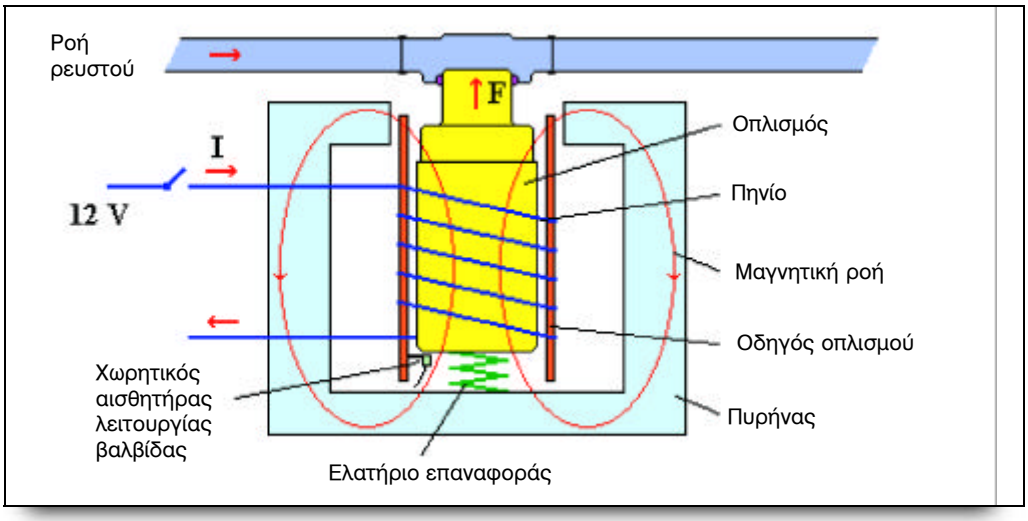
Ο κύκλος ενεργοποίησης έχει μεγάλη σημασία για τους μηχανικούς - ηλεκτρομαγνητικούς ενεργοποιητές, όπως είναι οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και οι ηλεκτρονόμοι. Με τον κύκλο ενεργοποίησης υπολογίζεται και ρυθμίζεται ο συνολικός χρόνος, για τον οποίο μένει ανοικτή ή κλειστή μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ή ένας διακόπτης ανά λεπτό. Τελικά, αυτός ο χρόνος συνολικής λειτουργίας υπολογίζεται ως ποσοστό του συνολικού χρόνου π.χ. 75 %, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.3.

7.2. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες (σωληνοειδή)

7.2.1. Η λειτουργία της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας

Όλοι μας γνωρίζουμε τους φυσικούς μαγνήτες και τη δράση που προκαλούν στο χώρο που τους περιβάλλει, δηλαδή το μαγνητικό τους πεδίο. Ένα μαγνητικό πεδίο δημιουργείται όμως και από ένα κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο, όπως είναι για παράδειγμα το ηλεκτρικό ρεύμα. Το φαινόμενο αυτό, που λέγεται ηλεκτρομαγνητισμός, διαρκεί παροδικά μόνον όσο χρόνο διαρκεί η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ένα μαγνητικό πεδίο αποτελείται από δυναμικές γραμμές ή γραμμές μαγνητικής ροής. Δίνοντας σε έναν αγωγό που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα κατάλληλο κυκλικό σχήμα, δημιουργούμε ένα πηνίο ή όπως λέγεται **σωληνοειδές,**



Σχήμα 7.4: Αρχή λειτουργίας της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.

που έχει μαγνητικό πεδίο παρόμοιο με αυτό του φυσικού μαγνήτη. Το σωληνοειδές είναι ένας **ηλεκτρομαγνήτης,** γιατί λειτουργεί ως ευθύγραμμος φυσικός μαγνήτης μόνον όσο χρονικό διάστημα το πηνίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, που φαίνεται με τα παρελκόμενά της στο σχήμα 7.4.

Για να ελέγξουμε τη ροή ενός ρευστού σε σωλήνα με τη βοήθεια μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, πρέπει να μπορούμε να κινούμε ελεγχόμενα ένα μηχανισμό, που να φράζει ή να απελευθερώνει τη δίοδο διέλευσης του ρευστού στο σωλήνα.

Αυτό γίνεται, αν τοποθετήσουμε στο εσωτερικό του σωληνοειδούς ένα κύλινδρο από σιδηρομαγνητικό υλικό, που λέγεται **οπλισμός.** Ο οπλισμός που έχει δυνατότητα κίνησης και εύκολης μαγνήτισης, όταν μαγνητιστεί κατάλληλα, έλκεται ή απωθείται ισχυρά από το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς δημιουργώντας **κίνηση** κατάλληλης φοράς. Η φορά της κίνησης ελέγχεται από τη φορά ροής του ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν όμως σταματήσει η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, απαιτείται ένα ελατήριο επαναφοράς για να φέρει τον κινούμενο οπλισμό στην αρχική του θέση.

Για να αναπτυχθεί η απαραίτητη δύναμη συγκράτησης F του οπλισμού κατά τη λειτουργία της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας και να αποφύγουμε την υπερθέρμανσή της από την εφαρμογή υπερβολικά μεγάλου ρεύματος, πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

- Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σπειρών του πηνίου, τόσο πιο μεγάλη δύναμη κινεί τον οπλισμό, γιατί το συνολικό μαγνητικό πεδίο του ηλεκτρομαγνήτη είναι το άθροισμα των επί μέρους μαγνητικών πεδίων όλων των σπειρών του.

- Για να ενισχύσουμε το μαγνητικό πεδίο του ηλεκτρομαγνήτη, πρέπει να μειώσουμε τη μαγνητική αντίσταση του αέρα βοηθώντας όλες τις δυναμικές γραμμές να περνούν μέσα από σιδηρομαγνητικό πυρήνα.
- Η λειτουργία της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας γίνεται με συνεχές ρεύμα για να έχουμε σταθερή φορά κίνησης του οπλισμού.

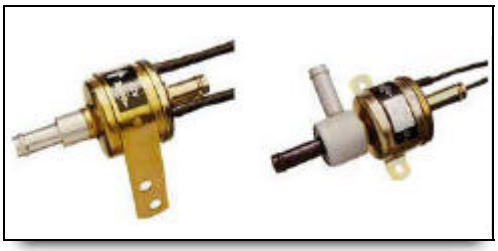
7.2.2. Χαρακτηριστικά και είδη βαλβίδων

Για τη λειτουργία των σύγχρονων συστημάτων ενός αυτοκινήτου είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση πολλών διαφορετικών ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων. Οι βαλβίδες παρεμβάλλονται στους σωλήνες των συστημάτων και ελέγχουν τη ροή του καυσίμου, του αέρα, των υγρών φρένων και άλλων ρευστών. Ένα ρευστό ρέει πάντα από την πλευρά της υψηλής πίεσης προς την πλευρά της χαμηλής πίεσης. Έτσι μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι δυνατόν να ελέγξει ένα σύστημα στο οποίο υπάρχει κενό, δηλαδή υποπίεση ή ακόμα και ένα σύστημα με υπερπίεση.

Το υλικό κατασκευής μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, όχι μόνο στην αντοχή αλλά και στη διάρκεια ζωής της. Αν σκεφτούμε ότι ο οπλισμός της βαλβίδας και ο οδηγός του έρχονται σε άμεση επαφή με το ρευστό, που μπορεί να είναι διαβρωτικό, όπως για παράδειγμα είναι τα υγρά φρένων, καταλαβαίνουμε τη σημασία επιλογής των κατάλληλων υλικών στην κατασκευή ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων.

Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες διακρίνονται στην αγορά από διάφορα λειτουργικά χαρακτηριστικά, σπουδαιότερα από τα οποία είναι:

- η τάση και το ρεύμα λειτουργίας της βαλβίδας: π.χ. 12 V, 2 A
- η ωμική αντίσταση του πηνίου: π.χ. 20 Ω, 66 Ω
- η δυνατότητα μέγιστης παροχής της βαλβίδας: π.χ. 2 lit / λεπτό
- ο αριθμός των σωλήνων εισόδου - εξόδου της βαλβίδας: π.χ. 2 ή 3



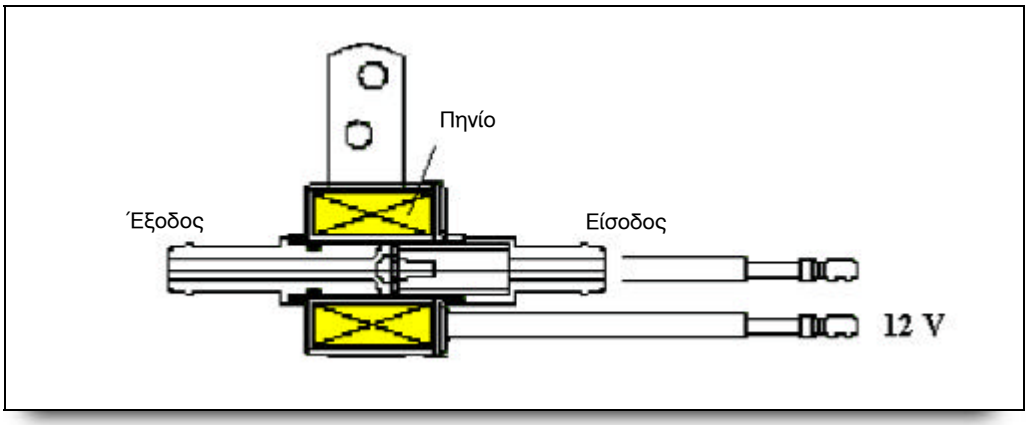
Σχήμα 7.5: Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες με 2 και 3 σωλήνες λειτουργίας.

Στο σχήμα 7.5 φαίνονται δυο ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες με τάση λειτουργίας 12 V και ωμική αντίσταση 18 Ω, που έχουν 2 και 3 σωλήνες εισόδου - εξόδου αντίστοιχα. Ο αριθμός των σωλήνων εισόδου - εξόδου και ο τρόπος ανοίγματος και κλεισίματος της βαλβίδας καθορίζουν τη λειτουργία και τη χρήση της σε μια εφαρμογή.

Παραθέτουμε μερικά βασικά είδη βαλβίδων γενικής χρήσης.

1. Βαλβίδα, που κλείνει με εφαρμογή τάσης

Η βαλβίδα που φαίνεται στο σχήμα 7.6, έχει μόνο δυο σωλήνες εισόδου - εξόδου και είναι ανοικτή, όταν δεν εφαρμόζεται τάση στο πηνίο. Η βαλβίδα κλείνει,



Σχήμα 7.6: Βαλβίδα, που κλείνει με εφαρμογή τάσης.

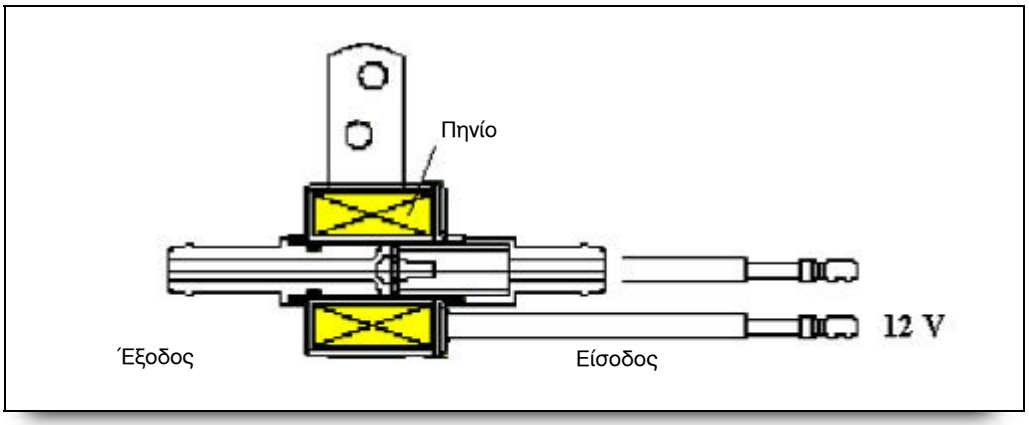
μόνο όταν υπάρχει τάση στα άκρα του πηνίου, δηλαδή:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΠΟΥ ΚΛΕΙΝΕΙ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΑΣΗΣ	
Χωρίς εφαρμογή τάσης	ΑΝΟΙΚΤΗ
Με εφαρμογή τάσης	ΚΛΕΙΣΤΗ

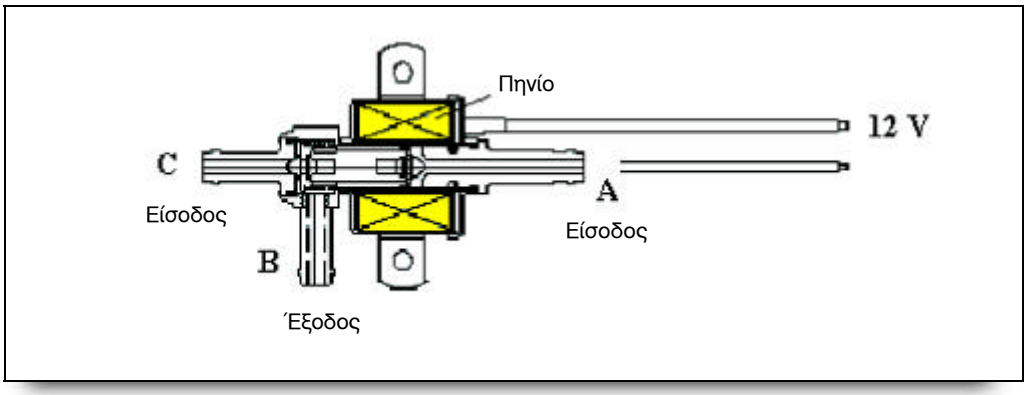
2. Βαλβίδα, που ανοίγει με εφαρμογή τάσης

Η βαλβίδα, που φαίνεται στο σχήμα 7.7 έχει επίσης δυο σωλήνες εισόδου - εξόδου και λειτουργεί αντίθετα από τη βαλβίδα που κλείνει με εφαρμογή τάσης, δηλαδή:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΠΟΥ ΑΝΟΙΓΕΙ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΑΣΗΣ	
Χωρίς εφαρμογή τάσης	ΚΛΕΙΣΤΗ
Με εφαρμογή τάσης	ΑΝΟΙΚΤΗ



Σχήμα 7.7: Βαλβίδα, που ανοίγει με εφαρμογή τάσης.



Σχήμα 7.8: Βαλβίδα απλής μεταγωγής για επιλογή εισόδου.

3. Βαλβίδα απλής μεταγωγής

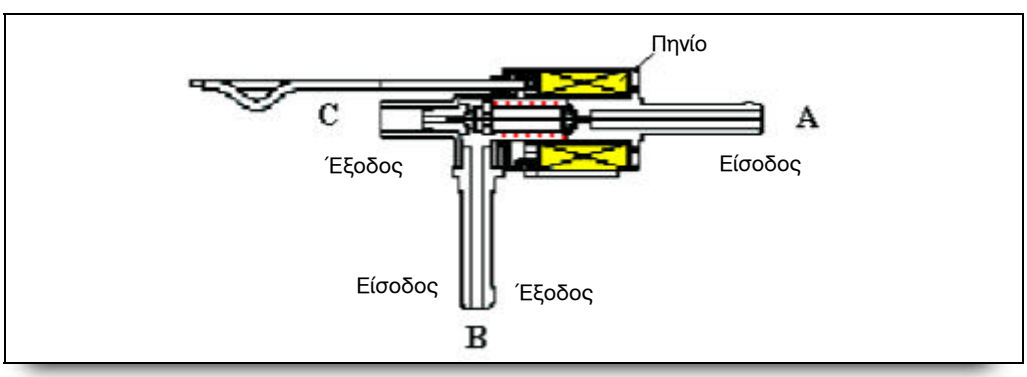
Η βαλβίδα που φαίνεται στο σχήμα 7.8 κάνει απλή μεταγωγή για επιλογή της επιθυμητής εισόδου και λειτουργεί ως εξής:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΑΠΛΗΣ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ	
Χωρίς εφαρμογή τάσης	A → B
Με εφαρμογή τάσης	C → B

4. Βαλβίδα μεταγωγής με διακοπή και αντιστροφή της ροής

Η βαλβίδα που φαίνεται στο σχήμα 7.9 κάνει μεταγωγή με ταυτόχρονη αντιστροφή της ροής, ενώ έχει και ενδιάμεσο στάδιο πλήρους διακοπής της ροής, ελεγχόμενο από την τάση. Για το σκοπό αυτό διαθέτει δυο ελατήρια και λειτουργεί ως εξής:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΡΟΗΣ	
Χωρίς εφαρμογή τάσης	A → B
Με εφαρμογή ορισμένης τάσης	Διακοπή ροής
Με εφαρμογή πλήρους τάσης	B → C



Σχήμα 7.9: Βαλβίδα μεταγωγής με διακοπή και αντιστροφής της ροής.

7.2.3. Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων

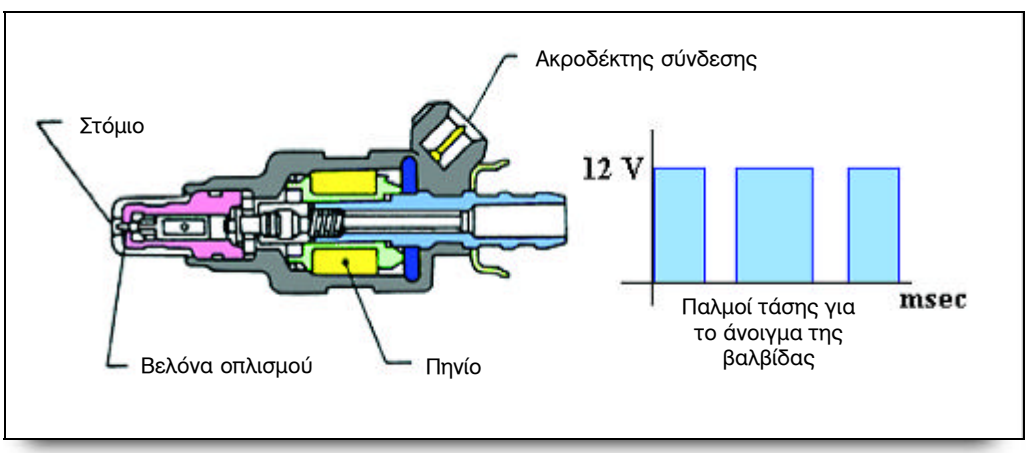
Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες βρίσκουν απεριόριστες εφαρμογές σε όλα τα σύγχρονα συστήματα του αυτοκινήτου. Οι κατασκευαστές αφού σχεδιάσουν το δικό τους σύστημα λειτουργίας και ελέγχου της εφαρμογής, επιλέγουν από το εμπόριο ή πολλές φορές κατασκευάζουν τις δικές τους ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες. Η επιλογή γίνεται με κριτήριο τα ποιοτικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά και φυσικά το κόστος αγοράς. Παρακάτω, αναφέρονται μερικές βασικές εφαρμογές ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων.

7.2.3.1. Βαλβίδες που ανοίγουν ή κλείνουν με εφαρμογή τάσης

- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (μπεκ) ψεκασμού καυσίμου

Η χαρακτηριστικότερη εφαρμογή ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας αυτής της κατηγορίας είναι η βαλβίδα ψεκασμού του καυσίμου, που φαίνεται στο σχήμα 7.10. Η βαλβίδα είναι κλειστή και συγκρατεί το καύσιμο, που έχει πίεση 3 - 4 Atm και βρίσκεται μέσα στο σωλήνα. Όταν δεχθεί ένα παλμό τάσης από το μικροϋπολογιστή, τότε ανοίγει για λίγο ε-

Σχήμα 7.11: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου (μπεκ). Η διαμόρφωση του καυσίμου σε μορφή ατμοποιημένου νέφους εξαρτάται όχι μόνο από τη μορφή και το σχήμα του στομίου της βαλβίδας αλλά και από τη συχνότητα ανοιγοκλεισίματος της βαλβίδας, δηλαδή από τη συχνότητα και τη διάρκεια των παλμών τάσης για το άνοιγμα της βαλβίδας.



Σχήμα 7.10: Βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου και παλμοί τάσης ανοίγματος.

πιτρέποντας την έξοδο συγκεκριμένης ποσότητας καυσίμου.

- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής τροφοδοσίας καυσίμου

Η βαλβίδα αυτή παρεμβάλλεται στο σωλήνα τροφοδοσίας καυσίμου και είναι κλειστή, χωρίς εφαρμογή τάσης. Όταν λειτουργεί ο κινητήρας, η βαλβίδα τροφοδοτείται με τάση και μένει διαρκώς ανοικτή. Αν σταματήσει όμως ο κινητήρας, κυρίως μετά από ατύχημα, διακόπτεται η τροφοδοσία του καυσίμου για λόγους ασφαλείας. Σε πολλά αυτοκίνητα η τροφοδοσία καυσίμου διακόπτεται, και όταν η ταχύτητα του οχήματος υπερβεί το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο π.χ. 120 Km / h.

- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου της αναλογίας καυσίμου μείγματος

Είναι μια πολυσύνθετη βαλβίδα, που βρίσκεται στο ηλεκτρονικά ελεγχόμενο καρμπυρατέρ. Αποτελείται από μικρότερες βαλβίδες, που ελέγχουν την παροχή αέρα και καυσίμου αντλώντας πληροφορίες από τον αισθητήρα οξυγόνου. Στόχος της βαλβίδας αυτής είναι η μαζική παραγωγή του ιδανικού, στοιχειομετρικού καυσίμου μείγματος.

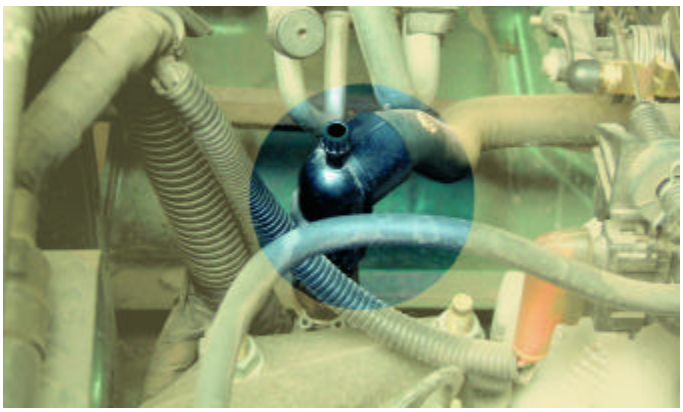
- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου της ανακυκλοφορίας καυσαερίων

Είναι μια απλή ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ή ρυθμιστής υποπίεσης, όπως λέγεται συνήθως, που ελέγχει την εφαρμοζόμενη υποπίεση στο διάφραγμα της κύριας βαλβίδας ανακυκλοφορίας καυσαερίων, την οποία βλέπουμε στο σχήμα 7.12. Η ανακυκλοφορία των καυσαερίων, δηλαδή η επιστροφή μέρους των καυσαερίων στην πολλαπλή εισαγωγή, γίνεται μόνο κατά την ομαλή λειτουργία του κινητήρα, με στόχο τη μείωση της θερμότητας καύσης και των ρύπων των οξειδίων του αζώτου NOx.

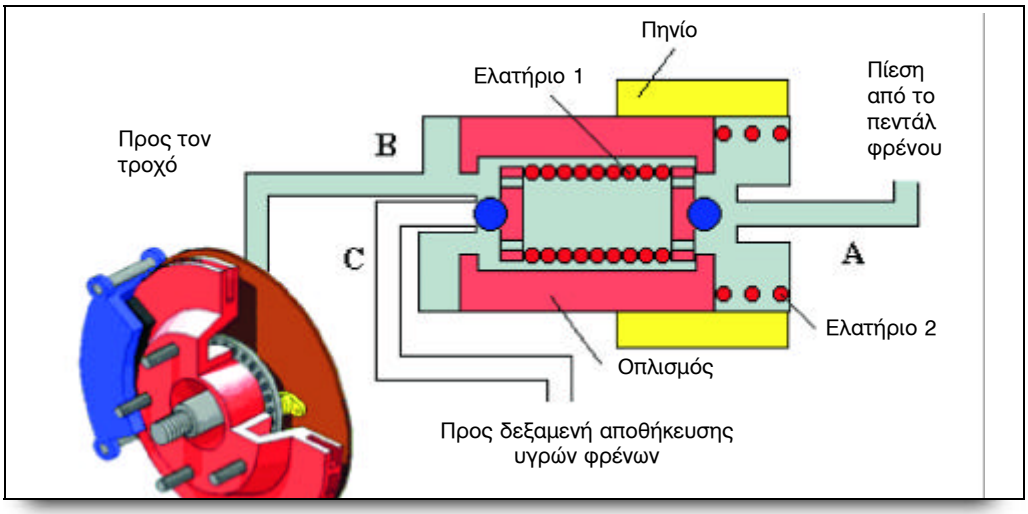
7.2.3.2. Βαλβίδες μεταγωγής

- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αντιολισθητικού συστήματος φρένων

Ο στόχος του αντιολισθητικού συστήματος των φρένων (ABS) είναι η κατά το δυνατόν, ομοιόμορφη ακινητοποίηση ό-



Σχήμα 7.12: Κύρια βαλβίδα ανακυκλοφορίας καυσαερίων.



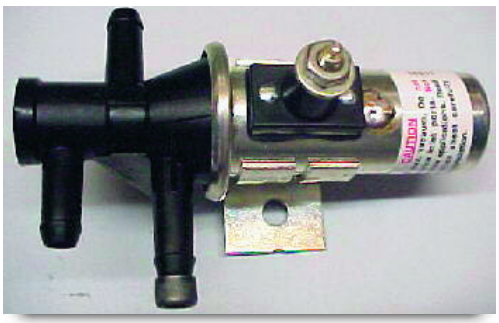
Σχήμα 7.13: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ABS.

λων των τροχών ενός οχήματος στο φρενάρισμα. Όταν ένας τροχός τείνει να ακινητοποιηθεί απότομα, τότε προκαλεί ολίσθηση (γλύστριμα) και αστάθεια οδήγησης. Αυτό το σοβαρό πρόβλημα ασφαλείας κατά το φρενάρισμα, μπορεί να αντιμετωπιστεί σε ένα αντιολισθητικό σύστημα φρένων με μια ειδική ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα μεταγωγής με διακοπή και αντιστροφή ροής, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.13.

Η βαλβίδα αυτή λειτουργεί ως εξής: όταν το πηνίο δεν διαρρέεται από ρεύμα, η πίεση από το πεντάλ φρένου μεταδίδεται στον τροχό, δηλαδή το υγρό φρένων περνά από την είσοδο A στην έξοδο B. Όταν ο τροχός επιβραδύνεται απότομα, ο μικροϋπολογιστής, που ενημερώνεται από τον αισθητήρα περιστροφής του τροχού, δίνει εντολή να σταλεί κατ' αρχάς ένα ρεύμα περίπου 2 Amp στο πηνίο, που μετακινεί έτσι λίγο τον οπλισμό και κλείνει την είσοδο A, χωρίς όμως να ανοίξει την έξοδο C προκαλώντας διακοπή της ροής των υγρών φρένων και σταθεροποίηση της πίεσης. Αν χρειαστεί περαιτέρω μείωση της πίεσης στον τροχό, τότε με ένα ρεύμα σχεδόν 5 Amp ο οπλισμός μετατοπίζεται περισσότερο΄ το υγρό φρένων ρέει τώρα από την είσοδο B στην έξοδο C μεταφερόμενο προσωρινά στη δεξαμενή αποθήκευσης, απελευθερώνοντας έτσι τον τροχό.

- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου στροφών στο ρελαντί

Το σύστημα ελέγχου στροφών στο ρελαντί έχει ως στόχο να ρυθμίζει τις στροφές του κινητήρα, όταν δεν πιέζεται το πεντάλ γκαζιού, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στο σταμάτημα στους σηματοδότες. Σε μια τέτοια κατάσταση ο κινητήρας επιβαρύνεται πολλές φορές από φορτία, όπως είναι τα φώτα, ο ανεμιστήρας του ψυγείου, το κλιματιστικό ή ακόμα και το υδραυλικό τιμόνι με αποτέλεσμα τη μείωση των στροφών αλλά και την παραγωγή περισσοτέρων καυσαερίων. Το πρόβλημα αυτό βελτιώνεται με την αυξομείωση μιας ποσότη-



Σχήμα 7.14: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου στροφών στο ρελαντί.

τας πρόσθετου αέρα από παράκαμψη (by-pass) της πεταλούδας γκαζιού. Μία από τις πολλές λύσεις που εφαρμόζονται, είναι και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα μεταγωγής για τον έλεγχο των στροφών στο ρελαντί, όπως αυτή που φαίνεται στο σχήμα 7.14.

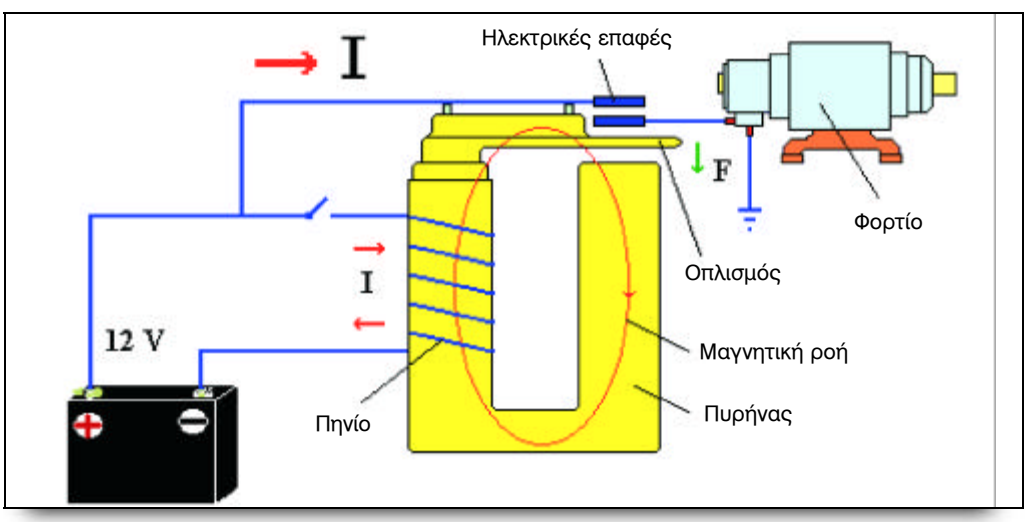
- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου ενίσχυσης της ισχύος (turbo)

Το σύστημα αυτό έχει ως σκοπό να τροφοδοτεί τους κυλίνδρους με συμπιεσμένο αέρα, αφού η εισαγωγή μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου επιπλέον για την παραγωγή ισχύος απαιτεί και περισσότερο αέρα, που δεν είναι δυνατόν να εισαχθεί στους κυλίνδρους με την ατμοσφαιρική πίεση. Εδώ χρησιμοποιείται μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα μεταγωγής κενού (υποπίεσης), που ανοίγει και κλείνει σύμφωνα με την κατάσταση του κινητήρα μεταβάλλοντας την υπερσυμπίεση του καθαρού αέρα, ο οποίος στη συνέχεια τροφοδοτεί τους κυλίνδρους.

7.3. Ηλεκτρονόμοι (ρελέ)

7.3.1. Λειτουργία και χαρακτηριστικά ηλεκτρονόμων

Η ιδιότητα ενός ηλεκτρομαγνήτη να λειτουργεί ως φυσικός μαγνήτης μόνο για το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, σε συνδυασμό με την ικανότητά του να παράγει κίνηση με τις ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις που αναπτύσσει, αποτελεί



Σχήμα 7.15: Αρχή λειτουργίας του ηλεκτρονόμου.

τη βασική **αρχή λειτουργίας** του ηλεκτρονόμου (ρελέ ή ρωστήρα).

Ένας ηλεκτρονόμος, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.15, αποτελείται από ένα πηνίο και τον πυρήνα, που βοηθάει στη συγκέντρωση της ροής των μαγνητικών δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου. Ο οπλισμός, που έχει δυνατότητα κίνησης, είναι ελατηριωτός, δηλαδή μπορεί και επανέρχεται στην αρχική του θέση, ύστερα από μια μικρή παραμόρφωση.

Πάνω στον οπλισμό βρίσκεται στερεωμένη σε μονωτικά στηρίγματα η μια από τις ισχυρές ηλεκτρικές επαφές του διακόπτη ενός κυκλώματος, τη λειτουργία του οποίου θέλουμε να ελέγξουμε. Έτσι ο ηλεκτρονόμος είναι ένας **ηλεκτρικά ελεγχόμενος διακόπτης.** Το ηλεκτρικό κύκλωμα του ηλεκτρονόμου ή **δευτερεύον κύκλωμα ελέγχου** λειτουργεί με χαμηλή τάση και μικρό ρεύμα. Το ηλεκτρικό όμως κύκλωμα του φορτίου ή όπως λέγεται **πρωτεύον κύκλωμα ισχύος** έχει συνήθως ρεύμα που μπορεί να είναι εκατοντάδες φορές μεγαλύτερο από το ρεύμα ελέγχου.

Οι ηλεκτρονόμοι, που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, διακρίνονται από διάφορα χαρακτηριστικά, σπουδαιότερα από τα οποία είναι:

- Η τάση λειτουργίας του ηλεκτρονόμου: π.χ. 12 V, 24 V
- Το ρεύμα ισχύος του ηλεκτρονόμου: π.χ. 5 A, 100 A
- Η ωμική αντίσταση του πηνίου: π.χ. 20 Ω, 50 Ω
- Η δύναμη έλξης του οπλισμού (σε αντίστοιχη τάση): π.χ. 15 V
- Η δύναμη συγκράτησης του οπλισμού (σε αντίστοιχη τάση): π.χ. 12 V
- Ο αριθμός επαφών που κλείνουν, ανοίγουν ή μετάγονται : π.χ. 1,2 ή 3

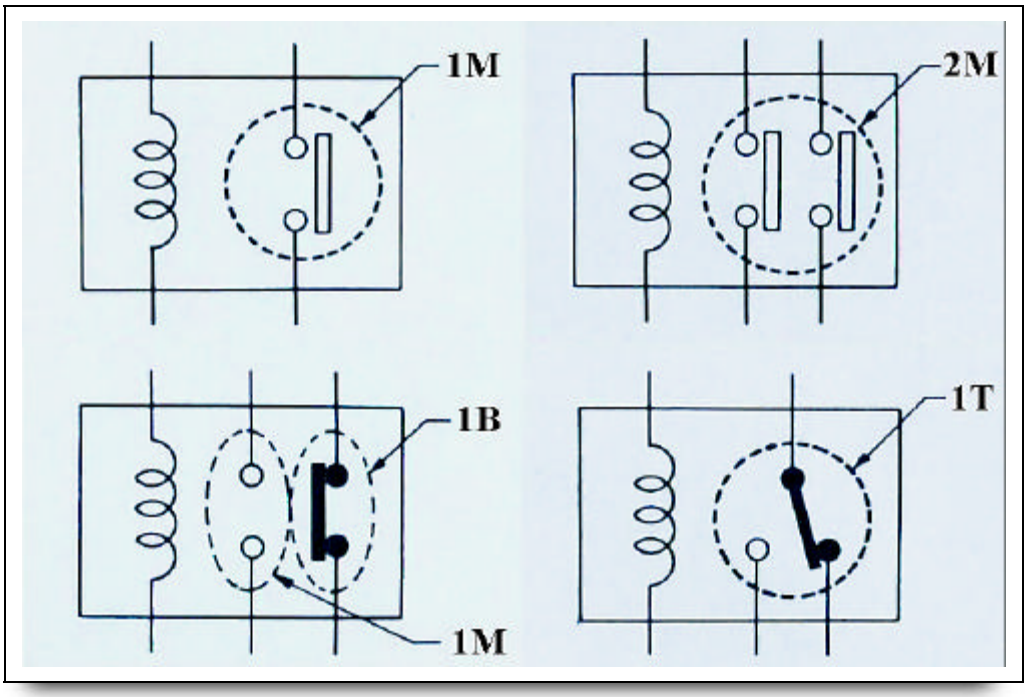
7.3.2. Είδη και εφαρμογές ηλεκτρονόμων

Στο σχήμα 7.16 φαίνονται τέσσερα βασικά **είδη** ηλεκτρονόμων, που διακρίνονται ως προς τον αριθμό και τη λειτουργία των επαφών τους.

Ο αριθμός των επαφών του ηλεκτρονόμου που ανοίγουν, κλείνουν, μετάγονται (αλλάζουν θέση) ή μανδαλώνουν (κλειδώνουν) είναι πολύ σημαντικός, γιατί καθορίζει τη λειτουργία και χρήση του ηλεκτρονόμου σε μία εφαρμογή. Όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα ισχύος ενός αυτοκινήτου λειτουργούν ελεγχόμενα από ηλεκτρονόμους. Με τον τρόπο αυτό, ο κάθε κατασκευαστής σχεδιάζει και υλοποιεί τα κυκλώματά του με κριτήριο την οικονομία επαφών, την ύπαρξη διπλών εφεδρικών κυκλωμάτων ασφαλείας και την προστασία των κυκλωμάτων από βραχυκύκλωμα.

Για τους ηλεκτρονόμους πρέπει να έχουμε υπόψη μας και τα εξής:

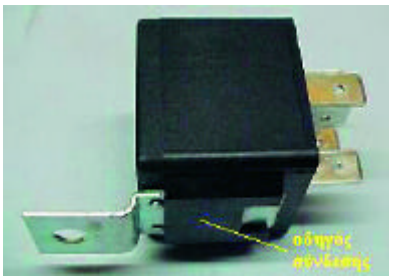
- το κλείσιμο φθαρμένων επαφών ισχύος δημιουργεί σπινθήρες με πολύ μεγάλο κίνδυνο πυρκαϊάς.
- επειδή η αρχική δύναμη έλξης του οπλισμού είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη συγκράτησης, υπάρχουν ηλεκτρονόμοι με δυο πηνία, από τα οποία το ένα χρησιμοποιείται μόνο για αρχική έλξη του οπλισμού και μετά αποσυνδέεται, ενώ το άλλο χρησιμοποιείται για τη συγκράτηση.
- για να διασφαλιστεί η σωστή σύνδεση των ηλεκτρονόμων, υπάρχουν πάντα οδηγοί συνδεσης στη θήκη του ηλεκτρονόμου.



Σχήμα 7.16: Είδη ηλεκτρονόμων ως προς τη λειτουργία των επαφών τους.

ΕΙΔΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΕΠΑΦΕΣ		ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΗΝΙΟΥ:
M = Make = κλείνω B = Brake = ανοίγω T = Transfer = μετάγω	1M	Κλείνει μια επαφή
	2M	Κλείνουν δύο επαφές
	1M - 1B	Κλείνει μια επαφή και ανοίγει μια άλλη
	1T	Γίνεται μεταγωγή μιας επαφής

Επειδή όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα του αυτοκινήτου ελέγχονται από ηλεκτρονόμους, οι εφαρμογές τους είναι απεριόριστες. Οι σημαντικότεροι όμως ηλεκτρονόμοι είναι: ο ηλεκτρονόμος του συστήματος εκκίνησης για τον έλεγχο της μίζας, ο ηλεκτρονόμος της ηλεκτρικής αντλίας βενζίνης, που φαίνεται στο σχήμα 7.17, και πολλοί άλλοι ηλεκτρονόμοι κινητήρων, συσκευών θέρμανσης ή ειδοποίησης και αξεσουάρ του αυτοκινήτου.



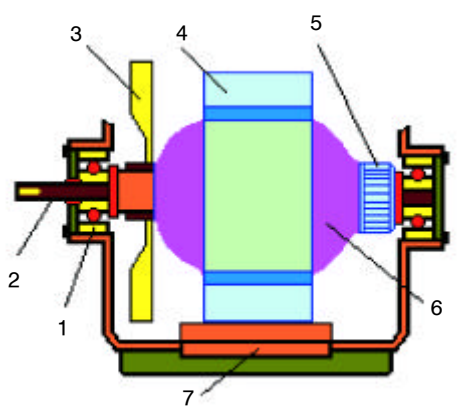
Σχήμα 7.17: Ηλεκτρονόμος ηλεκτρικής αντλίας βενζίνης.

7.4. Κινητήρες και βηματικοί κινητήρες

Για τη λειτουργία πολλών συστημάτων του αυτοκινήτου απαιτείται μηχανική περιστροφική κίνηση. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως κινητήρες συνεχούς ρεύματος (D.C.), ενώ σε άλλες περιπτώσεις, που είναι απαραίτητος ο έλεγχος του αριθμού των στροφών του κινητήρα, χρησιμοποιούνται ειδικοί βηματικοί κινητήρες.

7.4.1. Κινητήρας συνεχούς ρεύματος

Ο ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος, όπως φαίνεται σε τομή στο σχήμα 7.18, είναι μια σύνθετη μηχανή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια της μπαταρίας του αυτοκινήτου σε μηχανική περιστροφική κίνηση.



1. Ρουλεμάν
2. Άξονας
3. Φτερωτή ψύξης
4. Στάτης
5. Συλλέκτης
6. Τύλιγμα
7. Βάση κινητήρα

Σχήμα 7.18: Τομή ηλεκτρικού κινητήρα συνεχούς ρεύματος.

Η **αρχή λειτουργίας** του είναι οι ελκτικές ή οι απωστικές δυνάμεις, που αναπτύσσονται ανάμεσα στα δυο μαγνητικά πεδία του **στάτη** και του τυλίγματος ή **ρότορα.** Ο **συλλέκτης** είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της ίδιας φοράς περιστροφής του άξονα, ενώ η φτερωτή ψύξης, που συχνά τοποθετείται σε μεγαλύτερους κινητήρες, συμβάλλει στην απομάκρυνση της αναπτυσσόμενης θερμότητας.

Ως προς το μαγνητικό πεδίο του στάτη, αυτό συνήθως προέρχεται από ένα μόνιμο μαγνήτη αλλά συχνά δημιουργείται και από ηλεκτρομαγνήτη, που λέγεται και **τύλιγμα διέγερσης** των μαγνητικών πόλων του στάτη. Οι σύγχρονοι κινητήρες συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούν ρότορες χωρίς σίδηρο για να ελαττώσουν τις απώλειες από δινορεύματα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος είναι:

- η τάση λειτουργίας του κινητήρα: π.χ. 12 V
- η ωμική αντίσταση του τυλίγματος: π.χ. 45 Ω
- οι στροφές του άξονα ανά λεπτό: π.χ. 8200 στροφές / λεπτό
- η ροπή διατήρησης της περιστροφής του άξονα: π.χ. 3 mNm
- η ισχύς του κινητήρα: π.χ. 0.3 Watts
- η φορά περιστροφής του άξονα: π.χ δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη

Οι **εφαρμογές** των κινητήρων συνεχούς ρεύματος είναι πάρα πολλές, αν σκεφτεί κανείς ότι ένα σύγχρονο αυτοκίνητο έχει ίσως περισσότερους από 30 κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Οι συνη-

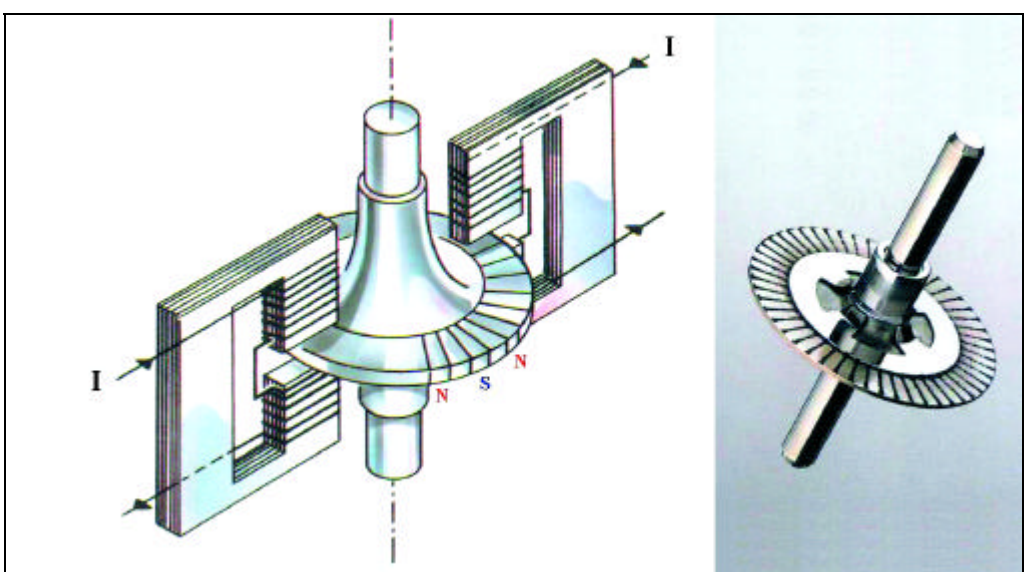
Σχήμα 7.19: Αντλία καυσίμου με μετρητή στάθμης καυσίμου.

θέστερες χρήσεις τους είναι σε ανεμιστήρες, αντλίες, συμπιεστές, μηχανισμούς μετακίνησης αλλά και καθαρισμού τζαμιών και διάφορες άλλες εφαρμογές.

Στο σχήμα 7.19 φαίνεται ένας κινητήρας αντλίας βενζίνης, που έχει ενσωματωμένο ένα αισθητήρα στάθμης καυσίμου τύπου πλωτήρα. Αυτός ο αισθητήρας κάνει μέτρηση της ποσότητας του καυσίμου μετρώντας τη γωνία περιστροφής ενός ποτενσιομέτρου αντίστασης, που γνωρίσαμε στην παράγραφο 6.2.2.1. Ο κινητήρας της αντλίας αυτής είναι στεγανός, ειδικού αντιεκρηκτικού τύπου, αφού είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί βυθισμένος μέσα στο εύφλεκτο καύσιμο.

7.4.2. Βηματικός κινητήρας

Ο απλός κινητήρας συνεχούς ρεύματος δεν έχει καμία δυνατότητα ελέγχου, εκτός από την εκκίνηση, το σταμάτημα και την αλλαγή της φοράς της περιστροφής του. Επειδή πολλές εφαρμογές του αυτοκινήτου απαιτούν τον απόλυτο έλεγχο θέσης αλλά και ταχύτητας, ώθησαν την ανάπτυξη του βηματικού κινητήρα που ήταν βέβαια γνωστός από το 1920. Ο βηματικός κινητήρας περιστρέφεται κατά συγκεκριμένα βήματα γωνίας και η θέση του άξονά του μπορεί να ελεγχθεί με τη μορφή ψηφιακών παλμών.



Σχήμα 7.20: Βηματικός κινητήρας δυο φάσεων και μαγνητικός ρότορας.

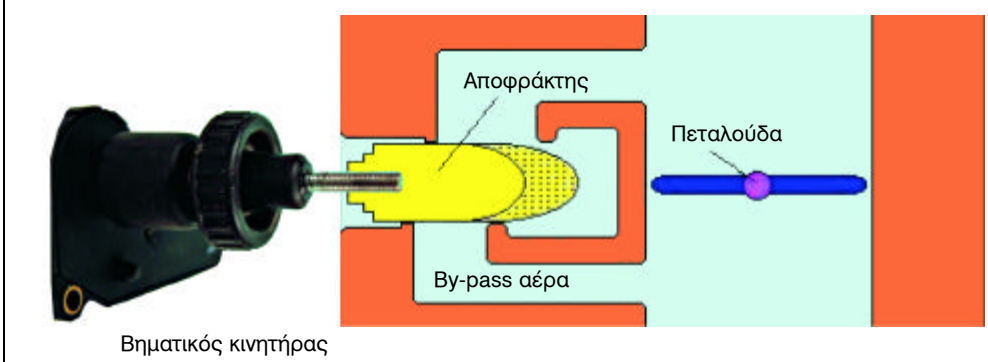
Ένας βηματικός κινητήρας αποτελείται από ένα λεπτό δίσκο με μεταβλητή μαγνητική αντίσταση, που μπορεί να μαγνητιστεί αξονικά. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να έχει όχι μόνο δυο αλλά και περισσότερους μαγνητικούς πόλους. Γύρω από το δίσκο αυτό βρίσκονται σε κατάλληλες θέσεις τα τυλίγματα ή φάσεις, που μπορεί να είναι και περισσότερα από ένα, δημιουργώντας έτσι τα ζεύγη των πόλων του στάτη.

Η τροφοδοσία των τυλιγμάτων γίνεται με παλμούς τάσης, οι οποίοι μαγνητίζουν διαδοχικά τους πόλους του στάτη, προκαλώντας εξαιτίας της μαγνητικής έλξης και άπωσης περιστροφή του άξονα ανάλογη με τους παλμούς. Αυτή είναι και η **αρχή λειτουργίας** του βηματικού κινητήρα με τροφοδοσία παλμών τάσης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.20.

Ένας βηματικός κινητήρας έχει πολλά **πλεονεκτήματα.**

- Έχει δυνατότητα ελέγχου της ταχύτητας, της ροπής, της φοράς της περιστροφής και θέσης του άξονα, της επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, που μπορεί να γίνει απλά μέσω των παλμών τάσης της τροφοδοσίας των φάσεων.
- Ελέγχεται εύκολα με τον μικροϋπολογιστή.
- Περιστρέφεται κατά βήματα γωνίας, που ρυθμίζονται από τον αριθμό των πόλων του μαγνητικού ρότορα και πρακτικά μπορεί να φθάσουν από τις 180° μέχρι και τις 1,8°.
- Δε χρειάζεται φρένο για την ακινητοποίηση και σταθεροποίησή του.
- Το σφάλμα του είναι αμελητέο και ποτέ δεν είναι αθροιστικό.

Οι βηματικοί κινητήρες έχουν ολοένα και αυξανόμενες εφαρμογές στα σύγχρονα αυτοκίνητα. Μία από τις πλέον διαδεδομένες εφαρμογές είναι η βαλβίδα πρόσθετου αέρα για τη λειτουργία και προθέρμανση του κρύου κινητήρα, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.21.

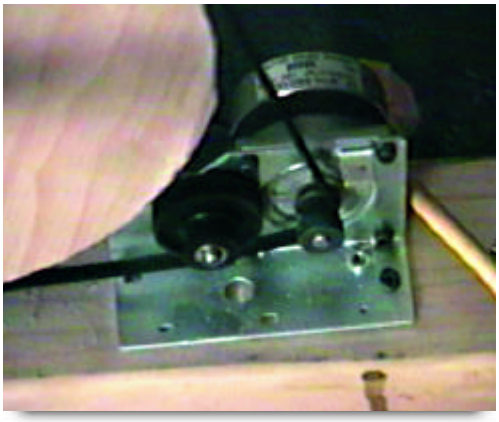


Σχήμα 7.21: Βαλβίδα πρόσθετου αέρα για προθέρμανση του κινητήρα.

Ένας βηματικός κινητήρας μετατρέπει την ελεγχόμενη περιστροφική κίνηση σε ευθύγραμμη κίνηση με τη βοήθεια ενός ατέρμονα κοχλία. Με την κίνηση αυτή μετατοπίζεται εμπρός ή πίσω ο αποφράκτης του by - pass περάσματος του πρόσθετου αέρα, ενώ το πέρασμα φράσσει τελείως μόλις ο κινητήρας αποκτήσει την κανονική θερμοκρασία του.

Με βηματικούς κινητήρες γίνεται συνήθως και η λειτουργία των εξής εφαρμογών, ανάλογα βέβαια με τη σχεδίαση του κάθε κατασκευαστή.

- Διόρθωση της θέσης της πεταλούδας γκαζιού για τον έλεγχο των στροφών του κινητήρα στο ρελαντί και τον έλεγχο της επιβράδυνσης επαναφοράς ή φρένο πεταλούδας, όταν αφήνουμε το πεντάλ γκαζιού.
- Άνοιγμα και κλείσιμο της ηλεκτρικής ηλιοροφής με μετάδοση της κίνησης με ιμάντες, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.22
- Διόρθωση της θέσης του διαφράγματος στο σύστημα εισαγωγής και διανομής ψυχρού ή θερμού αέρα στην καμπίνα των επιβατών.
- Αλλαγή της ένδειξης των χιλιομετρητών.
- Λειτουργία του υδραυλικού τιμονιού με μεταβλητή υποβοήθηση.
- Ρύθμιση της ποσότητας καυσαερίων στο σύστημα ανακυκλοφορίας των καυσαερίων, με βηματικό κινητήρα περιστροφικού τύπου, όπως δείχνει το σχήμα 7.23.



Σχήμα 7.22: Λειτουργία της ηλιοροφής με βηματικό κινητήρα ακριβείας.

Σχήμα 7.23: Περιστροφικός βηματικός κινητήρας για τον έλεγχο του διαφράγματος στο σύστημα ανακυκλοφορίας των καυσαερίων.

7.5. Ενεργοποιητές ειδοποίησης και απεικόνισης

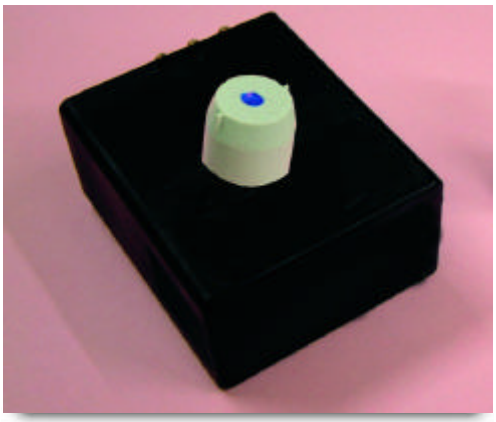
Ο μικροϋπολογιστής έχει συγκεντρωμένο στη μνήμη του ένα τεράστιο αριθμό δεδομένων και πληροφοριών, τις οποίες ανανεώνει διαρκώς με τη βοήθεια των αισθητήρων. Θα ήταν επομένως σοβαρή παράλειψη των κατασκευαστών αυτοκινήτων να μην αξιοποιήσουν τις πληροφορίες αυτές για να ειδοποιούν τον οδηγό ότι έχει συμβεί κάποια βλάβη ή απλώς να τον ενημερώνουν για τον έλεγχο της κατάστασης των διαφόρων συστημάτων του οχήματος. Επιπλέον, είναι πολύ εύκολο για τη σύγχρονη τε-

χνολογία να υλοποιεί ηλεκτρονικά συστήματα ενεργοποιητών ειδοποίησης του οδηγού ή απεικόνισης των παραμέτρων των συστημάτων του αυτοκινήτου.

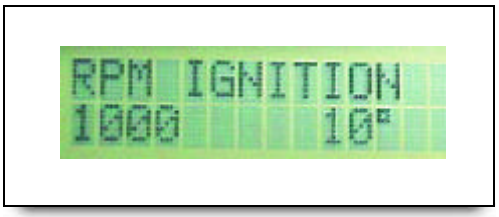
Ως προς τις ανθρώπινες αισθήσεις, στις οποίες κυρίως απευθύνονται οι ενεργοποιητές διακρίνονται σε **ηχητικούς** και **οπτικούς.** Οι ηχητικοί ενεργοποιητές περιλαμβάνουν τους κλασικούς βομβητές, τις σειρήνες των συστημάτων συναγερμού αλλά και τις πλέον σύγχρονες μονάδες, που ειδοποιούν με παραγωγή φωνής. Ένας ηλεκτρονικός βομβητής, που έχει δυνατότητα ρύθμισης της συχνότητας του ήχου, φαίνεται στο σχήμα 7.24.

Χρησιμοποιείται ως ενεργοποιητής ειδοποίησης για τη χρήση των ζωνών ασφαλείας, τη θέση του κλειδιού και την κατάσταση των φώτων πορείας, για τον οδηγό που απομακρύνεται βιαστικά από το όχημα, χωρίς να κάνει έλεγχο.

Ανάλογα με τον τρόπο ένδειξης των οπτικών ενεργοποιητών, αυτοί ταξινομούνται σε **αναλογικούς, ψηφιακούς** και **φωτεινούς** (ενδεικτικές λυχνίες). Ένας ψηφιακός ενεργοποιητής απεικόνισης του συστήματος ανάφλεξης φαίνεται στο σχήμα 7.25.



Σχήμα 7.24: Ηλεκτρονικός βομβητής με ρυθμιζόμενη συχνότητα του ήχου.



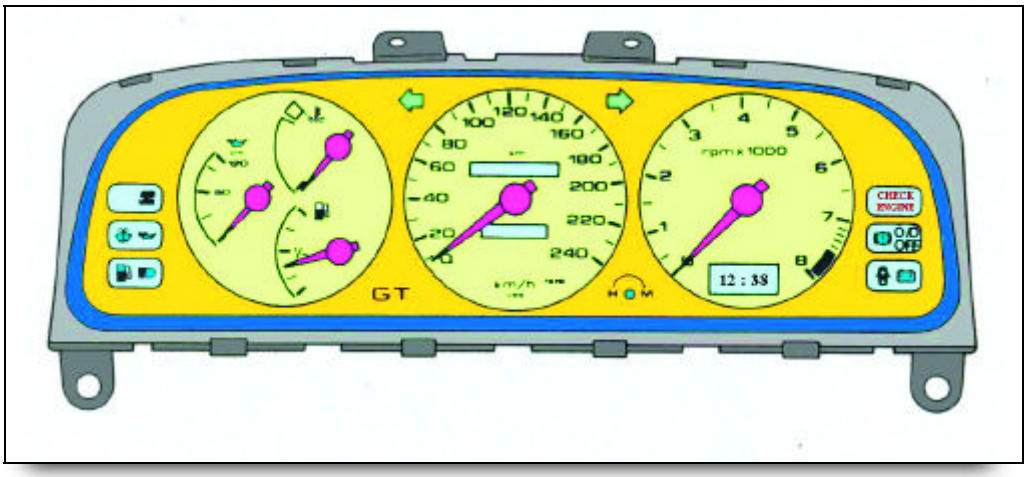
Σχήμα 7.25: Ψηφιακός ενεργοποιητής του συστήματος ανάφλεξης. Απεικονίζει αριθμό στροφών και προπορεία ανάφλεξης σε μοίρες.

Υπάρχουν πάρα πολλά είδη ψηφιακών ενεργοποιητών απεικόνισης, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

- οι φωτοδίοδοι (LEDs).
- οι οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD).
- οι οθόνες ένδειξης με φθορισμό εν κενώ.

Το ταμπλό οργάνων, το σύστημα πληροφόρησης του ταξιδιού αλλά και το σύστημα αυτοδιάγνωσης, δίνουν στο οδηγό πάρα πολλές πληροφορίες για το καύσιμο και τη διαχείρισή του, την κατάσταση και το χειρισμό του κινητήρα, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και του ταξιδιού από πλευράς άνεσης, πληροφόρησης και ασφάλειας κατά την οδήγηση.

Το ταμπλό οργάνων, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.26, συγκεντρώνει όλα σχεδόν τα ενδεικτικά όργανα του αυτοκινήτου και πρέπει να είναι σχεδιασμένο με αισθητική εμφάνιση, ενώ η διάταξη των οργάνων πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του οδηγού με την ανάγνωση των ενδείξεων. Για το



Σχήμα 7.26: Ταμπλό οργάνων αυτοκινήτου.

λόγο αυτό διατηρείται η αναλογική μορφή των βασικών οργάνων ένδειξης παρά την ακριβότερη τιμή τους, συγκριτικά με τα ψηφιακά όργανα. Στην επιτυχία του στόχου αυτού όμως συμβάλλει σημαντικά και ο κατάλληλος χρωματισμός των κλιμάκων και των δεικτών, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

Οι κυριότεροι από τους ενεργοποιητές απεικόνισης ενδείξεων του ταμπλό οργάνων είναι: το ηλεκτρονικό ταχύμετρο με χιλιομετρητή, το ηλεκτρονικό στροφόμετρο, πλήθος φωτεινών ενδεικτικών λυχνιών για το καύσιμο, τη θερμοκρασία του κινητήρα, τις βλάβες της αυτοδιάγνωσης, η ώρα και πολλές άλλες βοηθητικές και ενημερωτικές πληροφορίες.

Σε αρκετά αυτοκίνητα γίνονται ερασιτεχνικές καλαίσθητες επεμβάσεις με προσθήκες ενεργοποιητών απεικόνισης για διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου. Μια τέτοια επέμβαση για την ένδειξη της πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγή ενός συστήματος ενίσχυσης της ισχύος του κινητήρα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 7.27.

Σχήμα 7.27: Ενεργοποιητής απεικόνισης της πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγή ενός συστήματος ενίσχυσης της ισχύος του κινητήρα (turbo). Η ερασιτεχνική αυτή εγκατάσταση και ρύθμιση του ενεργοποιητή απεικόνισης διαρκεί περίπου 5 ώρες και απαιτείται η πιστή τήρηση των οδηγιών του κατασκευαστή του για την τελική του ρύθμιση.

Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται βαθιά γνώση και μελέτη όλων των αντίστοιχων σχεδίων των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του εργοστασιακού κατασκευαστή, αφού πιθανά λάθη στις συνδεσμολογίες, μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές και ανεπανόρ-

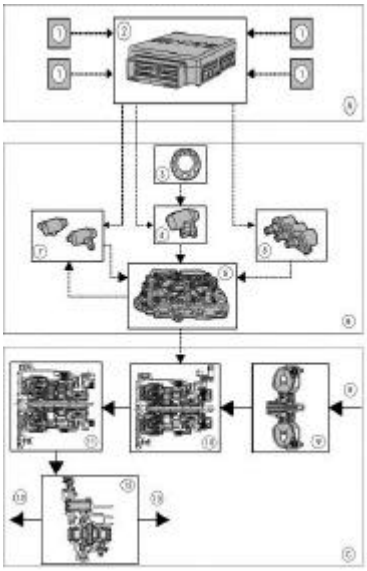
θωτες αλλοιώσεις αλλά και βλάβες στη λειτουργία του μικροϋπολογιστή.

7.6. Ειδικοί τύποι ενεργοποιητών

Εκτός από τους βασικούς τύπους μηχανικών - ηλεκτρομαγνητικών ενεργοποιητών (ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, ηλεκτρονόμοι, κινητήρες), υπάρχουν και άλλοι ειδικοί τύποι ενεργοποιητών, που χρησιμοποιούν την ελκτική ή απωστική δύναμη των ηλεκτρομαγνητών για να μετατοπίσουν διάφορα εξαρτήματα του αυτοκινήτου. Αυτά τα συστήματα έχουν την ίδια **αρχή λειτουργίας** με τους ηλεκτρονόμους, με τη διαφορά ότι η ισχύς τους είναι πολύ μεγαλύτερη για να αναπτύσσουν μεγάλες δυνάμεις πίεσης.

Ένα παράδειγμα τέτοιου ενεργοποιητή είναι ο **ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης με μετατροπέα ροπής** του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, που φαίνεται στο σχήμα 7.28. Το σύγχρονο αυτό κιβώτιο ταχυτήτων έχει τη δυνατότητα ηλεκτρονικού ελέγχου. Είναι γνωστό ότι ο συμπλέκτης απομονώνει το κιβώτιο ταχυτήτων από τον κινητήρα, κάθε φορά που γίνεται αλλαγή στην κινητική κατάσταση του αυτοκινήτου, ώστε η αλλαγή της ταχύτητας και η σύμπλεξη του κινητήρα να γίνει χωρίς τραντάγματα.

Όταν το όχημα αναπτύξει προοδευτικά μια ταχύτητα, ενεργοποιείται αυτόματα και ομαλά ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης και με την πίεση που ασκεί, διασφαλίζει ότι η σύνδεση του μετατροπέα της ροπής μεταξύ του κινητήρα και του κιβωτίου ταχυτήτων θα είναι ομαλή και σταθερή. Σε άλλες παραλλαγές ενός μη πλήρως αυτοματοποιημένου συστήματος του κιβωτίου ταχυτήτων, η αλλαγή ταχυτήτων γίνεται με διακόπτες που βρίσκονται πάνω στο τιμόνι, όπως



1. Σήματα αισθητήρων
2. Μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου
3. Αντλία παροχής λαδιού
4. Κύρια βαλβίδα ρύθμισης
5. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ρύθμισης εύρους παλμών
6. Θήκη βαλβίδων (βαλβιδοφόρος)
7. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες μεταγωγής
8. Άξονας από στροφαλοφόρο
9. Μετατροπέας ροπής
10. Συμπλέκτες και φρένα
11. Πλανητικά συστήματα
12. Μειωτήρας στροφών εξόδου κιβωτίου
13. Έξοδος προς τους τροχούς

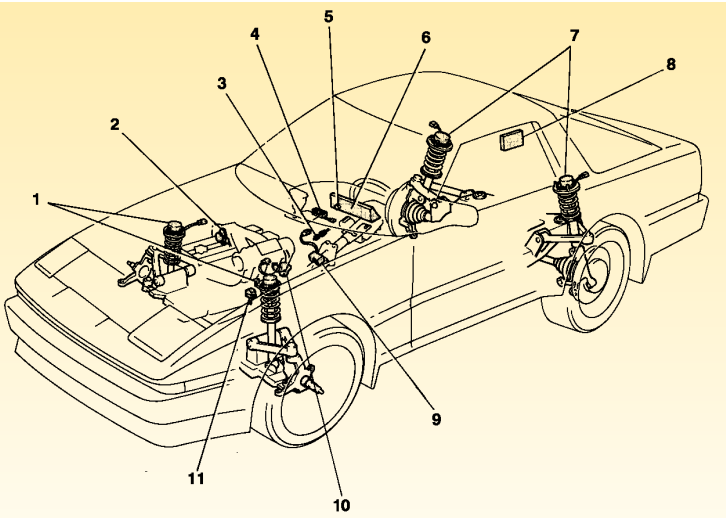
Σχήμα 7.28: Ηλεκτρονικό κιβώτιο ταχυτήτων.

Σχήμα 7.29: Αλλαγή ταχυτήτων με διακόπτες τιμονιού σε αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.

φαίνεται στο σχήμα 7.29, για να μην αποσπάται η προσοχή του οδηγού, όταν αλλάζει ταχύτητα.

Οι μηχανικοί - ηλεκτρομαγνητικοί ενεργοποιητές και οι ενεργοποιητές ειδοποίησης και απεικόνισης επικρατούν στις εφαρμογές των σύγχρονων αυτοκινήτων. Πολλοί μάλιστα ηλεκτρομαγνητικοί ενεργοποιητές συνήθως συνδυάζονται και με **υδραυλικά συστήματα,** όπως στην περίπτωση της ενεργής ανάρτησης, της μετάδοσης κίνησης σε συστήματα κίνησης στους τέσσερις τροχούς 4x4, στο υδραυλικό σύστημα τιμονιού με μεταβλητή υποβοήθηση, στο αντιολισθητικό σύστημα φρένων κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές οι κατασκευαστές προσφέρουν **πλήρη συστήματα ενεργοποιητών** και όχι μεμονωμένα εξαρτήματα, όπως δείχνει και το σχήμα 7.30.

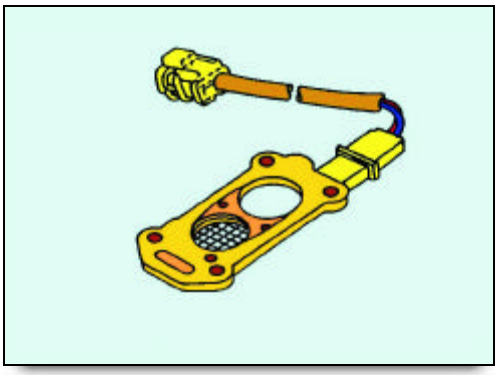
Τέλος υπάρχουν και περιορισμένες εφαρμογές θερμικών, φωτεινών, ηλεκτρικών και χημικών ενεργοποιητών, όπως φαίνεται από τα παρακάτω παραδείγματα. Οι ενεργοποιητές αυτοί ελέγχονται απευθείας με εντολές του μικροϋπολογιστή μέσω καταλλήλων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων ισχύος, σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας και προστασίας από τυχόν περίπτωση βραχυκυκλώματος.



1. Ενεργοποιητές
2. Αισθητήρας θέσης πεταλούδας
3. Διακόπτης φώτων στοπ
4. Διακόπτης επιλογής
5. Αισθητήρας ταχύτητας
6. Οθόνη ενδείξεων
7. Ενεργοποιητές
8. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου
9. Αισθητήρας θέσης τιμονιού
10. Διακόπτης εκκίνησης από νεκρά
11. Διαγνωστική φίσα ελέγχου του συστήματος

Σχήμα 7.30: Πλήρη συστήματα ενεργοποιητών ενεργής ανάρτησης και ενεργού διαφορικού μετάδοσης κίνησης στους τέσσερις τροχούς.

- Θερμικός ενεργοποιητής θέρμανσης αέρα εισαγωγής (σχήμα 7.31)



Σχήμα 7.31: Θερμικός ενεργοποιητής για τη θέρμανση του αέρα εισαγωγής.

Τοποθετείται στην είσοδο εισαγωγής του αέρα για την παρασκευή καυσίμου μείγματος. Θερμαίνει τον αέρα με τη βοήθεια ηλεκτρικής αντίστασης και χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση προβλημάτων του κρύου κινητήρα.

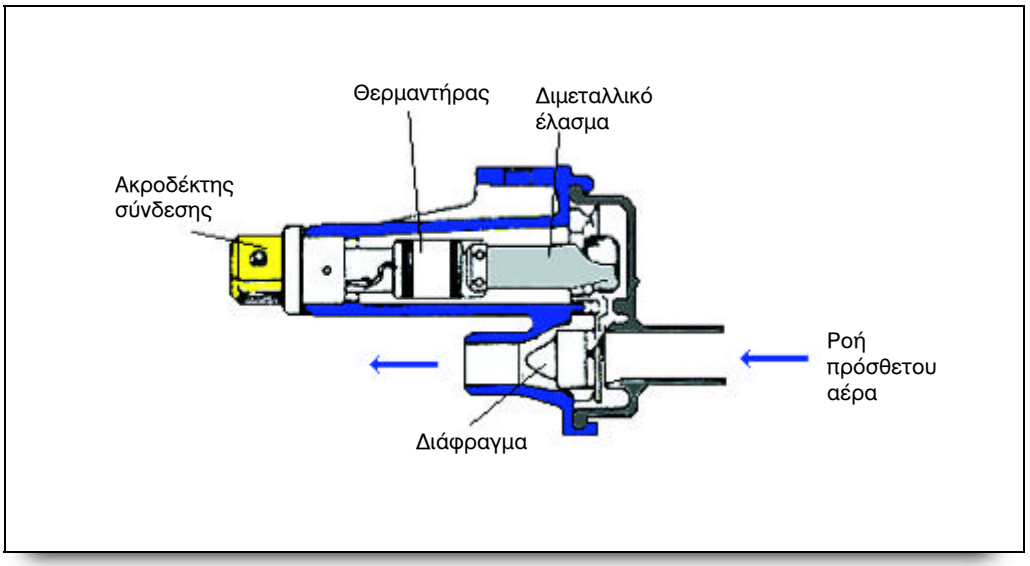
- Θερμικός ενεργοποιητής ρύθμισης στροφών ρελαντί (σχήμα 7.32)

Στον ενεργοποιητή αυτό, η ροή πρόσθετου αέρα για τη διατήρηση των στροφών στο ρελαντί επιτρέπεται μέχρι να ολοκληρωθεί η θέρμανση για την εκκίνηση ενός κρύου κινητήρα. Ο έλεγχος της ροής του αέρα γίνεται μέσω του θερμαντήρα, ο οποίος με τη θερμότητα που παράγει σε κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, παραμορφώνει το διμεταλλικό έλασμα, το οποίο παρασύρει ένα διάφραγμα κλείνοντας έτσι το πέρασμα του αέρα.

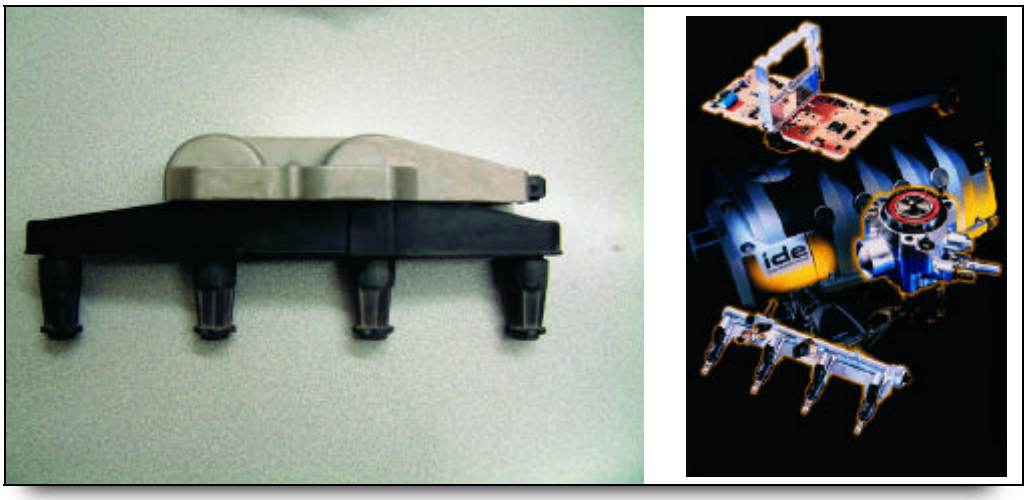
- Ηλεκτρικοί ενεργοποιητές ανάφλεξης καυσίμου (σχήμα 7.33)

Αριστερά: Πλήρες ολοκληρωμένο σύστημα για την ανάφλεξη καυσίμου με διανομέα, πηνίο ανάφλεξης, καλωδίωση και αναφλεκτήρες (μπουζί).

Δεξιά: Σύστημα ανάφλεξης χωρίς διανομέα. Διαθέτει ξεχωριστό πηνίο ανά-



Σχήμα 7.32: Θερμικός ενεργοποιητής ρύθμισης στροφών στο ρελαντί.



Σχήμα 7.33: Διάφοροι τύποι ενεργοποιητών ανάφλεξης καυσίμου.

φλεξης για κάθε κύλινδρο καταργώντας έτσι και την καλωδίωση.

- Φωτεινοί ενεργοποιητές εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού

Περιλαμβάνουν όλα τα φωτιστικά σημεία, που ενεργοποιούνται αυτόματα ή με τη βοήθεια διακοπτών στα συστήματα εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού του αυτοκινήτου και εκτελούν προγραμματισμένες ενέργειες, που ελέγχονται από το μικροϋπολογιστή. Οι ενέργειες αυτές περιλαμβάνουν: σταθερό φωτισμό χώρων του αυτοκινήτου ή φωτισμό με ρυθμιζόμενη ένταση, κατεύθυνση ή διάρκεια.

Παραδείγματα τέτοιων ενεργοποιητών φωτισμού είναι:

1. Ο φωτισμός της καμπίνας των επιβατών, που ανάβει όταν ανοίγουν οι πόρτες και χαμηλώνει σε ένταση φωτισμού με το κλείσιμό τους.
2. Η αυτόματη ρύθμιση της έντασης φωτισμού του ταμπλό οργάνων.
3. Η κατευθυνόμενη δέσμη φωτός των προβολέων, που είναι ανάλογη προς το φορτίο (βάρος) του οχήματος, για την αποφυγή θάμβωσης.
4. Η παράταση του ανάμματος των προβολέων τη νύκτα μετά το σβήσιμο του κινητήρα, μέχρι να απομακρυνθεί ο οδηγός από το όχημα.
5. Οι καλυμμένοι προβολείς στο καπώ, που ενεργοποιούνται μόνο για μερικά δευτερόλεπτα από τον οδηγό και χρησιμοποιούνται ως σήμα προειδοποίησης για το προσπέρασμα κάποιου οχήματος.

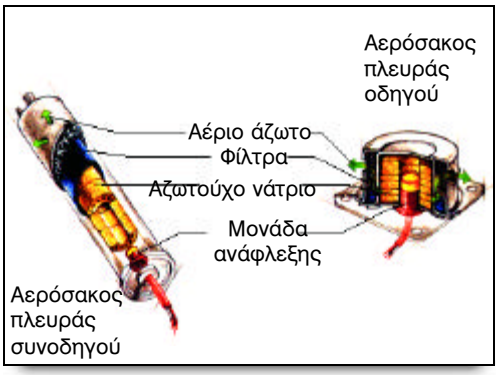
- Χημικός ενεργοποιητής μονάδας αερόσακου

Η μονάδα αερόσακου, που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα από τις αρχές της δεκαετίας του ’80, είναι ο μοναδικός χημικός ενεργοποιητής του αυτοκινήτου. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε μόνο για την προστασία του οδηγού και αργότερα προστέθηκαν οι αερόσακοι για την προστασία του συνοδηγού και την προ-

Σχήμα 7.34: Ενεργοποιημένοι αερόσακοι σύγχρονων αυτοκινήτων.

στασία από πλευρικές συγκρούσεις, όπως δείχνουν οι ενεργοποιημένοι αερόσακοι του σχήματος 7.34.

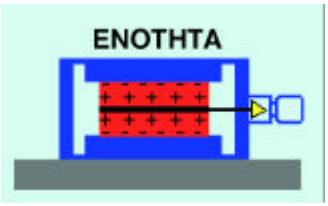
Ο χημικός αυτός ενεργοποιητής, που ολοκληρώνει τη λειτουργία του σε χρόνο μικρότερο από το ένα δέκατο του δευτερολέπτου, ισοδυναμεί με ένα μικρό εκτοξευτήρα πυραύλου που καίει στερεά καύσιμα. Αποτελείται από ένα σάκο νάυλον υφάσματος, που έχει τρύπες εκτόνωσης. Ο σάκος αυτός ή αερόσακος θα γεμίσει με ακίνδυνο αέριο άζωτο, που θα παράγει και θα ψύξει ακαριαία ο ενεργοποιητής. Ακόμη υπάρχει ένα σύστημα **ανάφλεξης** και ένα σύστημα **φουσκώματος** με φίλτρο, που είναι σχεδόν παρόμοιο σε όλους τους αερόσακους, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.35. Το αέριο άζωτο παράγεται συνήθως από τη χημική αντίδραση στερεού αζωτούχου νατρίου (NaN_3) και νιτρικού καλίου (KNO_3), μέσα σε ένα θάλαμο και διαφεύγει από ένα σύστημα αγωγών, ενώ τα στερεά προϊόντα της αντίδρασης παγιδεύονται στο φίλτρο. Για να αρχίσει



Σχήμα 7.35: Συστήματα ανάφλεξης και φουσκώματος αερόσακου.

αυτή η χημική αντίδραση πρέπει να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα από τη μονάδα ανάφλεξης, που προέρχεται από το μικροϋπολογιστή. Η εντολή αυτή θα δοθεί ύστερα από διασταύρωση της πληροφορίας για τη σύγκρουση από ένα συνδυασμό αισθητήρων επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης (αισθητήρες πρόσκρουσης), που γνωρίσαμε στην παράγραφο 6.4.4. Αυτό γίνεται για να αποφύγουμε ανεπιθύμητο φούσκωμα των αερόσακων σε μικροσυγκρούσεις.

Τα συστήματα φουσκώματος των αερόσακων είναι κυλινδρικά για τη πλευρά του συνοδηγού και έχουν κατάλληλο σχήμα για την πλευρά του οδηγού, προκειμένου να χωρούν μέσα στο τιμόνι. Οι προσπάθειες των κατασκευαστών για τους μελλοντικούς αερόσακους προσανατολίζονται σε εναλλακτικές πηγές αερίων φουσκώματος αλλά και στη δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης μερών των μονάδων αερόσακων.

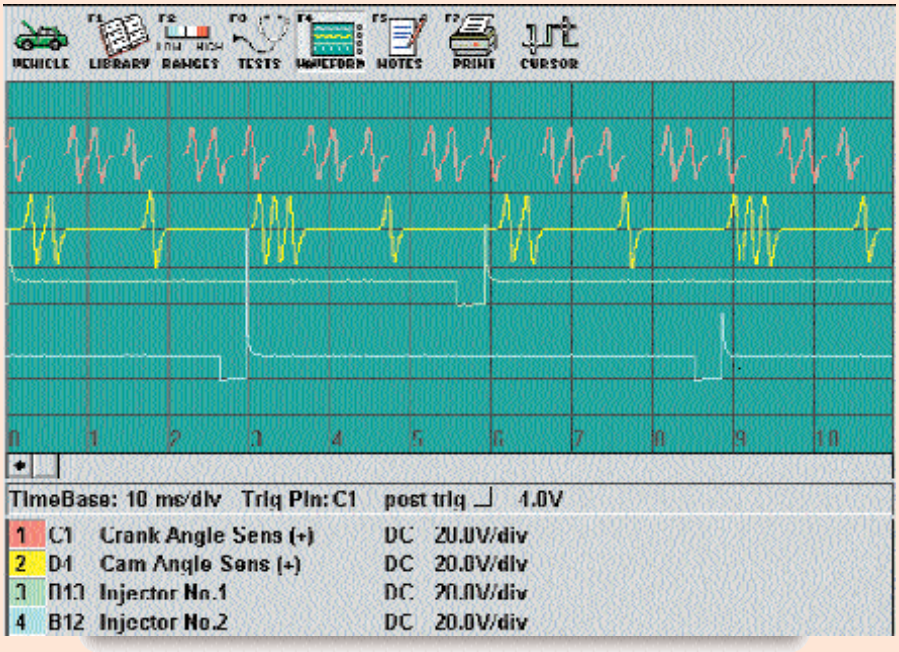


ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 7

- Η υλοποίηση των αποφάσεων του μικροϋπολογιστή γίνεται από τους ενεργοποιητές, που αναλαμβάνουν δράση όπου είναι δυνατόν και αρκούνται στην ενημέρωση του οδηγού, όταν η ικανοποίηση των απαιτήσεων ενός προβλήματος ξεπερνά τις δυνατότητές του.
- Οι ενεργοποιητές ταξινομούνται σε διάφορα είδη ανάλογα με τη δράση τους, όπως: μηχανικοί - ηλεκτρομαγνητικοί, θερμικοί, φωτεινοί, ηλεκτρικοί, χημικοί και ενεργοποιητές ειδοποίησης ή απεικόνισης, ενώ εξετάζονται ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά αλλά και την αρχή λειτουργίας τους.
- Οι μηχανικοί - ηλεκτρομαγνητικοί ενεργοποιητές αποτελούν την πλειοψηφία των ενεργοποιητών και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, τους ηλεκτρονόμους και τους κινητήρες, ενώ υπάρχουν και μερικοί μηχανικοί - ηλεκτρομαγνητικοί ενεργοποιητές, που λειτουργούν με ισχυρούς ηλεκτρομαγνήτες.
- Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, που χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, χρησιμοποιούνται κυρίως στον έλεγχο της ροής υγρών και αερίων συστημάτων.
- Οι ηλεκτρονόμοι, που ταξινομούνται επίσης σε διάφορα είδη ανάλογα με τη λειτουργία τους, χρησιμοποιούνται στον έλεγχο ηλεκτρικών κυκλωμάτων ισχύος και τη λειτουργία αυτοματισμών.
- Οι βηματικοί κινητήρες και οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος βρίσκουν πολλές εφαρμογές, όπου απαιτείται δημιουργία ελεγχόμενης ή μη μηχανικής περιστροφικής κίνησης. Η περιστροφική αυτή κινηση είναι δυνατόν να μετατραπεί και σε ευθύγραμμη κίνηση με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων με ατέρμονες κοχλίες.
- Οι ενεργοποιητές ειδοποίησης και απεικόνισης, που διακρίνονται σε ηχητικούς και οπτικούς, δίνουν στον οδηγό ενημερωτικές πληροφορίες και τον προειδοποιούν, όταν κάτι ασυνήθιστο συμβεί στο αυτοκίνητο.
- Υπάρχουν ειδικοί τύποι ενεργοποιητών, που σχεδιάζονται για να εκτελούν συγκεκριμένες ειδικές εργασίες με θερμικά, φωτεινά, ηλεκτρικά και χημικά αποτελέσματα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 7

1. Ποιος είναι ο ρόλος των ενεργοποιητών στο αυτοκίνητο;
2. Γιατί οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες λειτουργούν συνήθως με συνεχές ρεύμα και τι καθορίζει τη δύναμη, που κινεί τον οπλισμό τους;
3. Πώς ρυθμίζεται η αύξηση ή η μείωση της συνολικής ποσότητας του καυσίμου μείγματος, που ψεκάζουν οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, με τη βοήθεια του κύκλου ενεργοποίησης;
4. Ποιος τύπος ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας χρησιμοποιείται για τη διακοπή της τροφοδοσίας του καυσίμου σε περίπτωση ατυχήματος;
5. Ποιος τύπος ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του αντιολισθητικού συστήματος φρένων (ABS) και με ποιόν τρόπο λειτουργεί η βαλβίδα αυτή;
6. Μερικοί ηλεκτρονόμοι έχουν δυο πηνία για τη λειτουργία τους. Ποιος είναι ο ρόλος του κάθε πηνίου;
7. Πώς είναι δυνατόν ένας μικρός σε ισχύ ηλεκτρονόμος να ελέγχει τη λειτουργία ενός κυκλώματος μεγάλης ισχύος;
8. Σε ποιες περιπτώσεις εφαρμογών χρησιμοποιείται ο απλός κινητήρας συνεχούς ρεύματος και σε ποιες περιπτώσεις ο βηματικός κινητήρας;
9. Πώς είναι δυνατή η περιστροφή ενός βηματικού κινητήρα κατά συγκεκριμένα βήματα γωνίας και ποια είναι τα πλεονεκτήματα του κινητήρα αυτού στις εφαρμογές ενός αυτοκινήτου;
10. Πώς λειτουργεί η βαλβίδα πρόσθετου αέρα για την προθέρμανση του κρύου κινητήρα στις εξής περιπτώσεις: με χρήση βηματικού κινητήρα και με χρήση θερμαντήρα με διμεταλλικό έλασμα;
11. Γιατί το ταχύμετρο και το στροφόμετρο διατηρούν την αναλογική μορφή τους στο ταμπλό οργάνων στη σύγχρονη ψηφιακή εποχή μας;
12. Να αναφέρετε μερικές εφαρμογές ηχητικών ενεργοποιητών για την ειδοποίηση του οδηγού, που συναντάμε στα σημερινά αυτοκίνητα.
13. Ποια είδη ψηφιακών ενεργοποιητών απεικόνισης γνωρίζετε;
14. Πώς λειτουργεί ο ηλεκτρικός ενεργοποιητής σε ένα σύστημα άμεσης ανάφλεξης χωρίς τη χρήση διανομέα;
15. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας του αερόσακου και ποια η βασική διαφορά στη σχεδίαση μεταξύ των αερόσακων οδηγού και συνοδηγού σε ένα αυτοκίνητο;



8

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΗΣ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

8.1. Είδη συστημάτων αυτοδιάγνωσης

8.2. Λειτουργία των συστημάτων αυτοδιάγνωσης

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναφέρετε τα κυριότερα είδη των συστημάτων αυτοδιάγνωσης και τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής των συστημάτων αυτών στην πρόληψη και διάγνωση βλαβών στο σύγχρονο αυτοκίνητο.**
- **Εξηγείτε τον τρόπο λειτουργίας ενός συστήματος αυτοδιάγνωσης.**
- **Αναγνωρίζετε και να αξιολογείτε μια αποκωδικοποιημένη βλάβη ενός συστήματος αυτοδιάγνωσης από το διαγνωστικό πίνακα βλαβών.**
- **Μηδενίζετε μια βλάβη ενός συστήματος αυτοδιάγνωσης μετά την αποκατάστασή της.**

ΓΕΝΙΚΑ

Οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις για τον έλεγχο των συστημάτων ενός αυτοκινήτου από το μικροϋπολογιστή τείνουν να μετατρέψουν τα σύγχρονα αυτοκίνητα σε κινούμενους υπολογιστές. Αυτή η αξιοποίηση των πληροφοριών και των δυνατοτήτων του μικροϋπολογιστή είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη συστημάτων αυτοδιάγνωσης. Η σπουδαιότητα της αυτοδιάγνωσης, δηλαδή της διάγνωσης βλαβών κατά την οδήγηση από τον ίδιο το μικροϋπολογιστή, γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Ταυτόχρονα όμως αυξάνεται και η πολυπλοκότητα των συστημάτων αυτών.

Μέχρι σήμερα η αυτοδιάγνωση ήταν αποτέλεσμα αξιοποίησης των πληροφοριών, που διακινούσε ένας μικροϋπολογιστής. Γνωρίζοντας τις συνηθισμένες τιμές των σημάτων ενός αισθητήρα, ήταν πολύ εύκολο να ενημερώνει τον οδηγό ότι ο αισθητήρας αυτός δίνει τώρα ασυνήθιστες τιμές σημάτων, γεγονός, που σημαίνει ύπαρξη βλάβης. Η νέα τάση, που επικρατεί σήμερα μεταξύ των κατασκευαστών αυτοκινήτων, είναι να γίνει η αυτοδιάγνωση μέρος και στόχος της αρχικής σχεδίασης του αυτοκινήτου και να μη μείνει απλή αξιοποίηση των πληροφοριών, που συλλέγονται για λειτουργικούς σκοπούς των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου.

8.1. Είδη συστημάτων αυτοδιάγνωσης

8.1.1. Μέθοδοι αυτοδιάγνωσης

Από τα πρώτα στάδια κατασκευής των αυτοκινήτων αναπτύχθηκαν μέθοδοι διάγνωσης βλαβών, δηλαδή τρόποι που αποκαλύπτουν τις αληθινές αιτίες και τις πηγές των βλαβών. Οι μέθοδοι απλής διάγνωσης χρησιμοποιούν τις οδηγίες διάγνωσης του κατασκευαστή, δηλαδή μια συγκεκριμένη σειρά οδη-

γιών ελέγχου. Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται συνήθως από τη στιγμή, που εμφανίζεται κάποιο σύμπτωμα βλάβης (π.χ. θόρυβος, διαρροή, υπερθέρμανση). Έτσι έχουν κυρίως θεραπευτικό χαρακτήρα, αν και πολλές φορές γίνονται και προληπτικά, ανάλογα με την εμπειρία του οδηγού και του τεχνικού ενός συνεργείου αυτοκινήτων.

Ο παραδοσιακός αυτός τρόπος διάγνωσης βλαβών χρησιμοποιεί ως εργαλεία ελέγχου το πολύμετρο, τον παλμογράφο, τον αναλυτή για τα καυσαέρια, θερμόμετρα και πιεσόμετρα διαφόρων τύπων αλλά και ένα πλήθος οργάνων και συσκευών μετρήσεων και ελέγχου, που γνωρίσαμε αναλυτικά σε προηγούμενη ενότητα. Νεότεροι βελτιωμένοι τρόποι απλής διάγνωσης χρησιμοποιούν ειδικές συσκευές εξόδου σημάτων για τις συνδέσεις των οργάνων μέτρησης και κατάλληλες βιβλιοθήκες με πολλά παραδείγματα σημάτων και κυματομορφών εξόδου για τη σύγκριση των τιμών των μετρούμενων μεγεθών.

Η εφαρμογή των μικροϋπολογιστών στον έλεγχο των συστημάτων του αυτοκινήτου έδωσε νέα διάσταση στις μεθόδους διάγνωσης βλαβών. Στο μικροϋπολογιστή συγκεντρώνονται και διακινούνται όλες οι λειτουργικές πληροφορίες από τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές. Η αξιοποίηση των πληροφοριών αυτών σε συνδυασμό με τις δυνατότητες του μικροϋπολογιστή είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη των **συστημάτων αυτοδιάγνωσης,** δηλαδή συστημάτων που αποκαλύπτουν αυτόματα τις αιτίες και πηγές των βλαβών, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.1, χωρίς να προηγηθεί διαγνωστικός έλεγχος από κάποιον τεχνικό.

Σχήμα 8.1: Η αποκάλυψη των βλαβών του αυτοκινήτου από το σύστημα αυτοδιάγνωσης.

Υπάρχουν τρία βασικά είδη συστημάτων αυτοδιάγνωσης, τα οποία αναφέρονται παρακάτω, σύμφωνα με τη χρονολογική σειρά ανάπτυξης και εφαρμογής τους. Σε κάθε όμως περίπτωση η σωστή χρήση οποιουδήποτε συστήματος προϋποθέτει τη μελέτη των οδηγιών του κατασκευαστή του.

- Συστήματα αυτοδιάγνωσης των κατασκευαστών αυτοκινήτων

Τα πιο πολλά αυτοκίνητα είναι εφοδιασμένα με εσωτερικά συστήματα αυτοδιάγνωσης των κατασκευαστών τους. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων συνεργάζονται με μεγάλες Εταιρείες κατασκευής ηλεκτρονικού υλικού και λογισμικού και κατασκευάζουν αποκλειστικά συστήματα αυτοδιάγνωσης για διάφορες ομάδες μοντέλων αυτοκινήτων. Αυτό προφανώς γίνεται για να διατηρούν τον έλεγχο της επισκευής βλαβών των αυτοκινήτων τους.

Ένα τέτοιο σύστημα αυτοδιάγνωσης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 8.2, συνοδεύεται πάντα από ειδική κονσόλα ελέγ-

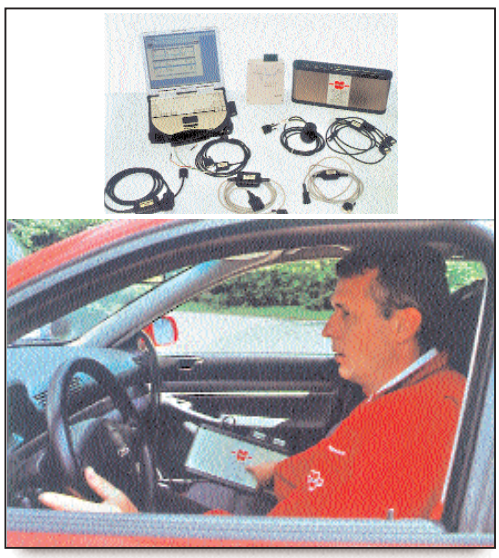
Σχήμα 8.2: Ειδική κονσόλα ελέγχου σε σύστημα αυτοδιάγνωσης κατασκευαστή αυτοκινήτων. Με τη βοήθεια αυτού του σαρωτή είναι δυνατή η επικοινωνία με το μικροϋπολογιστή του αυτοκινήτου.

χου, που συνδέεται στη φίσα αυτοδιάγνωσης με κατάλληλη καλωδίωση. Με τη βοήθεια του λογισμικού, που έχει δημιουργηθεί για τη συγκεκριμένη ομάδα μοντέλων αυτοκινήτων, μπορεί ο τεχνικός να λειτουργήσει το σύστημα αυτοδιάγνωσης και να αποκαλύψει τις πληροφορίες βλαβών, που βρίσκονται αποθηκευμένες στη μνήμη του μικροϋπολογιστή. Τα συστήματα αυτά είναι κατάλληλα μόνο για εξουσιοδοτημένα συνεργεία, που ασχολούνται με διαγνώσεις βλαβών συγκεκριμένων μοντέλων και έχουν τους μυστικούς κωδικούς πρόσβασης για το λογισμικό αυτών των συστημάτων αυτοδιάγνωσης.

- Συστήματα αυτοδιάγνωσης γενικής χρήσης (universal)

Τα συστήματα αυτά αναπτύχθηκαν από την ανάγκη εξυπηρέτησης πελατών με διαφορετικά μοντέλα αυτοκινήτων από το ίδιο συνεργείο σε μικρές πόλεις ή απόμακρες περιοχές. Πολλές ιδιωτικές Εταιρείες έχουν αναπτύξει συστήματα αυτοδιάγνωσης γενικής χρήσης (universal) με τη συνεργασία των κατασκευαστών αυτοκινήτων. Τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν ταυτόχρονα πολλά διαφορετικά συστήματα αυτοδιάγνωσης κατασκευαστών αυτοκινήτων, τουλάχιστον όσον αφορά στις βασικές γενικές βλάβες των σύγχρονων αυτοκινήτων.

Ένα τέτοιο σύστημα, όπως αυτό που φαίνεται στο σχήμα 8.3, μπορεί να λειτουργήσει είτε αυτόνομα, εφόσον συνδεθεί στη φίσα αυτοδιάγνωσης του αυτοκινήτου με την κατάλληλη για το μοντέλο καλωδίωση, είτε διαμέσου δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τα δεδομένα των συστημάτων αυτών ανανε-



Σχήμα 8.3: Σύστημα αυτοδιάγνωσης γενικής χρήσης (universal). Σε ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να βρεί κανείς διάφορα είδη σχεδίων του αυτοκινήτου (ηλεκτρικά, ηλεκτρονικά), γνωστά υπάρχοντα προβλήματα και άλλες χρήσιμες πληροφορίες, τις οποίες μάλιστα μπορεί και να εκτυπώσει.

ώνονται με την ευθύνη των κατασκευαστών τους, ενώ προστίθενται διαρκώς και πληροφορίες για νεότερα μοντέλα αυτοκινήτων.

- Συστήματα αυτοδιάγνωσης για τους ρύπους (τύπου OBD)

Η εναρμόνιση των κατασκευαστών αυτοκινήτων με τις Αμερικανικές και Ευρωπαϊκές πρότυπες οδηγίες **OBD II** και **EOBD** αντίστοιχα, που αφορούν στην παρακολούθηση των ρύπων που εκπέμπουν τα αυτοκίνητα, έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη των συστημάτων αυτοδιάγνωσης για τους ρύπους τύπου OBD (On Board Diagnosis).

Ένα τέτοιο σύστημα αυτοδιάγνωσης για το Ευρωπαϊκό πρότυπο EOBD φαίνεται στο σχήμα 8.4. Το σύστημα αυτό καλύπτει πάνω από 15 κατασκευαστές Ευρωπαϊκών μοντέλων.

Σχήμα 8.4: Κονσόλα αυτοδιάγνωσης για τους ρύπους του Ευρωπαϊκού προτύπου EOBD.

Τα συστήματα αυτοδιάγνωσης για τους ρύπους δεν υστερούν πολύ από τα γενικά συστήματα αυτοδιάγνωσης, αφού παρά την εξειδίκευσή τους στον έλεγχο των ρύπων έχουν διευρύνει το πεδίο των ελέγχων τους και καλύπτουν σήμερα το μεγαλύτερο μέρος των λειτουργικών συστημάτων του σύγχρονου αυτοκινήτου, όπως: τα συστήματα έγχυσης και ανάφλεξης του καυσίμου μείγματος, το σύστημα ελέγχου των καυσαερίων, το σύστημα ABS, τους αερόσακους, ενώ εκτελούν ελέγχους στο μικροϋπολογιστή, τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές.

8.1.2. Πλεονεκτήματα και μέλλον της αυτοδιάγνωσης

Η αυξανόμενη χρήση των συστημάτων αυτοδιάγνωσης οφείλεται στα τεράστια πλεονεκτήματα, που δίνουν τα συστήματα αυτά στους τεχνικούς των συνεργείων αυτοκινήτων.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτά είναι:

- Άμεση και ακριβής διάγνωση απλών, αλλά και σοβαρών βλαβών.
- Διεξαγωγή προληπτικών ελέγχων σε συστήματα του αυτοκινήτου.
- Παροχή πληροφοριών διαμέσου ερωτήσεων με μενού διαλόγων για σχέδια και οδηγίες, που σχετίζονται με την αποκατάσταση μιας βλάβης.
- Δυνατότητα επικοινωνίας με μεγάλα δίκτυα πληροφοριών και βάσεις δεδομένων για βλάβες, που έχουν διαρκή ενημέρωση.
- Δυνατότητα προσωρινής αποκατάστασης βλάβης μέχρι το συνεργείο.
- Δυνατότητα ρυθμίσεων σε πολλά συστήματα του αυτοκινήτου.

- Εκτύπωση μιας αναφοράς ελέγχου του αυτοκινήτου.

Η αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων της αυτοδιάγνωσης στο σύγχρονο αυτοκίνητο έχει οδηγήσει τους κατασκευαστές αυτοκινήτων στη σκέψη να ενσωματώσουν τα συστήματα αυτοδιάγνωσης στα αρχικά στάδια της σχεδίασης ενός αυτοκινήτου. Αυτό σημαίνει ότι στο άμεσο μέλλον όλα τα συστήματα αυτοδιάγνωσης θα γίνουν πιο πολύπλοκα, αφού θα προστεθούν νέοι αισθητήρες και ενεργοποιητές, αποκλειστικά για τη λειτουργία της αυτοδιάγνωσης.

Τα πλεονεκτήματα της νέας γενιάς συστημάτων για την αυτοδιάγνωση βλαβών που θα προκύψει, είναι:

- Εγγύηση της ασφάλειας του οδηγού και των επιβατών.
- Αποφυγή καταστροφών σε συστήματα του αυτοκινήτου εξαιτίας βλαβών.
- Εγγύηση της λειτουργίας του αυτοκινήτου μέχρι το κοντινό συνεργείο επισκευών και αποφυγή της πλήρους ακινητοποίησής του στο δρόμο.

8.2. Λειτουργία των συστημάτων αυτοδιάγνωσης

8.2.1. Αποκωδικοποίηση βλαβών αυτοδιάγνωσης

Ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης με μικροϋπολογιστή είναι σχεδιασμένο να εποπτεύει τα σήματα εισόδου και εξόδου από και προς τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές και να αποθηκεύει στη μνήμη κάθε δυσλειτουργία που εντοπίζεται, με τη μορφή **κώδικα βλάβης.** Το πλήθος και η σημασία των κωδίκων βλάβης διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και περιγράφονται σε ειδικούς διαγνωστικούς πίνακες κωδίκων βλαβών, όπως φαίνεται στο παράδειγμα του πίνακα 8.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1 : ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΩΔΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

ΚΩΔΙΚΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟ ΕΞΑΡΤΗΜΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΤΩΜΑ ΒΛΑΒΗΣ
13	Ανοικτό κύκλωμα αισθητήρα οξυγόνου
14	Χαμηλή τάση αισθητήρα θερμοκρασίας
18	Αστοχία συστήματος αισθητήρα κτυπήματος
19	Λανθασμένο σήμα αισθητήρα ταχύτητας στροφών
25	Χαμηλή τάση στις βαλβίδες ψεκασμού καυσίμου
34	Χαμηλή τάση αισθητήρα απόλυτης πίεσης
44	Ανίχνευση πολύ φτωχού μείγματος
49	Μεγάλη υπέρταση στη μπαταρία
51	Αστοχία εγγραφής βλάβης στη μνήμη ΚΑΜ
75	Χαμηλή τάση στον έλεγχο ροπής του κινητήρα

Ο κώδικας μιας βλάβης είναι συνήθως ένας μονοψήφιος ή διψήφιος αριθμός. Με τη αύξηση του αριθμού βλαβών, που συμπεριλαμβάνονται σε ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης, οι αριθμοί κωδίκων βλαβών μπορεί να είναι και τετραψήφιοι. Ένας κώδικας αποτελεί μια συμφωνία παράστασης μιας μεταβλητής. Για την αναγνώριση και ερμηνεία του κώδικα μιας βλάβης κάθε κατασκευαστής χρησιμοποιεί μια ιδιαίτερη διαδικασία, που λέγεται **αποκωδικοποίηση βλάβης** του συστήματος αυτοδιάγνωσης και γίνεται με τα εξής βήματα:

Βήμα 1ο: Ενημέρωση του οδηγού για την καταγραφή βλάβης.

Μόλις γίνει ανίχνευση κάποιας δυσλειτουργίας, ο μικροϋπολογιστής θα καταγράψει στη μνήμη ΚΑΜ έναν αριθμό βλάβης, σύμφωνα πάντα με το διαγνωστικό πίνακα κωδίκων βλαβών.

Ταυτόχρονα θα ανάψει στο ταμπλό των οργάνων μια προειδοποιητική λυχνία με την ένδειξη **CHECK ENGINE,** δηλαδή: να ελέγξεις τον κινητήρα, όπως φαίνεται και στο σχήμα 8.5. Η λυχνία αυτή ανάβει βέβαια σε κάθε εκκίνηση για να ξέρουμε ότι δεν έχει καεί και αμέσως μετά σβήνει. Παράλληλα, ο μικροϋπολογιστής θα χρησιμοποιεί κάποιες τιμές σημάτων από μια προγραμματισμένη μνήμη για να μην ακινητοποιηθεί το αυτοκίνητο.

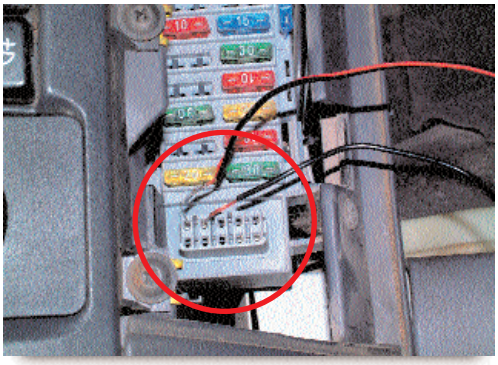
Βήμα 2ο: Ενεργοποίηση του συστήματος αυτοδιάγνωσης.

Όταν θα ανάψει η προειδοποιητική λυχνία CHECK ENGINE, ο οδηγός πρέπει να κατευθυνθεί στο πλησιέστερο συνεργείο. Εκεί ο τεχνικός θα ενεργοποιήσει το σύστημα αυτοδιάγνωσης, προκειμένου να αποκαλύψει τον κώδικα της βλάβης που έχει καταγραφεί.

Σχήμα 8.5: Προειδοποιητική λυχνία για καταγραφή βλάβης (CHECK ENGINE).

Η ενεργοποίηση του συστήματος αυτοδιάγνωσης γίνεται συνήθως με έναν από τους παρακάτω τρόπους, ανάλογα με τον κατασκευαστή.

- Με απλή βραχυκύκλωση κάποιων επαφών της φίσας αυτοδιάγνωσης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 8.6.
- Με γείωση κάποιας επαφής της φίσας αυτοδιάγνωσης.
- Με απλή βραχυκύκλωση κάποιων επαφών του ρελέ εκκίνησης.
- Με σύνδεση του ειδικού αναγνώστη κωδίκων (code reader) απευθείας στη φίσα αυτοδιάγνωσης.



Σχήμα 8.6: Ενεργοποίηση του συστήματος αυτοδιάγνωσης με βραχυκύκλωση επαφών της φίσας αυτοδιάγνωσης. Η λειτουργία της εμφάνισης των κωδίκων για ανάγνωση θα αρχίσει μετά από 1 - 2 λεπτά.

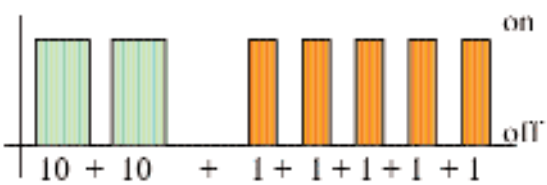
Βήμα 3ο: Ανάγνωση του κώδικα βλάβης.

Μόλις ενεργοποιηθεί το σύστημα της αυτοδιάγνωσης εμφανίζονται οι κώδικες βλάβης, που έχουν αποθηκευτεί στη μνήμη KAM. Υπάρχουν δύο τεχνικές για την ανάγνωση των κωδικών βλαβών. Αυτές είναι:

- η μέθοδος των αναλαμπών, που είναι και η παλαιότερη, σχηματίζει τα ψηφία του κώδικα βλάβης με φωτεινές αναλαμπές (αναβοσβησίματα), που έχουν κατάλληλη διάρκεια, όπως δείχνει το σχήμα 8.7. Συνήθως αναβοσβήνει η προειδοποιητική λυχνία CHECK ENGINE μαζί με μια εξωτερική φωτοεκπέμπουσα δίοδο (LED) του μικροϋπολογιστή.
- η μέθοδος της απευθείας ανάγνωσης, που είναι νεότερη, σχηματίζει τον κώδικα της βλάβης απευθείας πάνω σε μια οθόνη (display) ενός αναγνώστη κωδίκων, όπως αυτός που φαίνεται στο σχήμα 8.7.

Βήμα 4ο: Ερμηνεία του κώδικα βλάβης

Μετά την ανάγνωση του κώδικα βλάβης γίνεται η ερμηνεία του με τη βοήθεια του διαγνωστικού πίνακα κωδίκων βλαβών του κατασκευαστή. Αν αναγνωστεί για παράδειγμα ο κώδικας βλάβης 14, αυτό σημαίνει ότι ο αισθητήρας θερμοκρασίας δίνει σήμα χαμηλής τάσης (π.χ. 0.2 V), πάντοτε σύμφωνα με τον πίνακα 8.1. Το μη κανονικό αυτό σήμα οφείλεται πιθανόν σε διακοπή ή βραχυκύκλωση του κυκλώματος του αισθητήρα.



Παράσταση του κώδικα βλάβης: 25

Αναγνώστης κωδίκων

Σχήμα 8.7: Ανάγνωση του κώδικα βλάβης με τις μεθόδους των φωτεινών αναλαμπών και της απευθείας ανάγνωσης σε οθόνη. Στην πρώτη μέθοδο το μεγαλύτερο χρονικά άναμμα της λυχνίας (π.χ.0.6 sec) συμβολίζει τις δεκάδες, ενώ οι μονάδες συμβολίζονται με το μικρότερο χρονικά άναμμα της λυχνίας (π.χ.0.3 sec). Μεταξύ δυο αναμμάτων υπάρχουν διαστήματα αναμονής (π.χ.0.9 sec), όπου η λυχνία παραμένει σβηστή.

8.2.2. Αποκατάσταση και μηδενισμός βλαβών

Η ερμηνεία ενός κώδικα βλάβης αποτελεί την αρχή της δράσης ενός τεχνικού, ο οποίος πρέπει τώρα να εντοπίσει και να αποκαταστήσει τη συγκεκριμένη βλάβη. Στη λεπτή αυτή εργασία μπορεί να χρησιμοποιήσει ως πολύτιμο βοηθό του και την κονσόλα ελέγχου ή συσκευή σάρωσης. Η συσκευή αυτή επιτρέπει στον τεχνικό να έρθει σε επικοινωνία με τη μνήμη του μικροϋπολογιστή και να διαβάσει αποθηκευμένες πληροφορίες με σειριακά δεδομένα, δηλαδή διάφορες τιμές που θα εμφανιστούν στη σειρά η μία μετά την άλλη. Οι σαρωτές συνδέονται με το μικροϋπολογιστή μέσω ειδικών καλωδιώσεων, όπως δείχνει το σχήμα 8.8.

Μετά την αποκατάσταση της βλάβης ακολουθεί ο μηδενισμός της για να διασφαλιστεί ότι ο κώδικας βλάβης δεν θα παραμείνει αποθηκευμένος στη μνήμη, μετά τις επιδιορθώσεις που έγιναν. Στην περίπτωση αυτή το είδος της μνήμης (ΚΑΜ) προφανώς επιδέχεται μηδενισμό.

Η διαδικασία του μηδενισμού βλάβης μπορεί να γίνει με έναν από τους εξής τρόπους:

- απομάκρυνση της τηκόμενης ασφάλειας του μικροϋπολογιστή για χρόνο τουλάχιστον 10 sec,
- διαδοχικό ανοιγοκλείσιμο του διακόπτη ανάφλεξης για 20 -25 φορές,
- διακοπή της τροφοδοσίας (αποσύνδεση πόλου μπαταρίας) για 10 sec,
- άλλος τρόπος, που προτείνεται από τον κατασκευαστή.

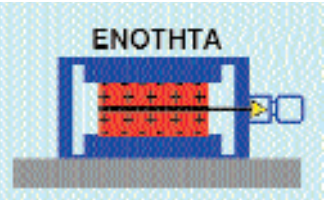
Ο μηδενισμός βλαβών με αποσύνδεση του πόλου της μπαταρίας καλό είναι να αποφεύγεται, γιατί προκαλεί αποσυντονισμό πολλών συσκευών, όπως το ψηφιακό ρολόϊ, το ραδιόφωνο, τα συστήματα συναγερμών κλπ.

Σχήμα 8.8: Καλωδιώσεις σύνδεσης σαρωτών με το μικροϋπολογιστή.

8.2.3. Οδηγίες χρήσης για το σύστημα αυτοδιάγνωσης

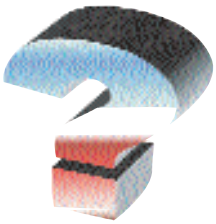
Για τη χρήση ενός συστήματος αυτοδιάγνωσης καλό είναι να έχουμε υπόψη μας τις παρακάτω οδηγίες:

- Ποτέ δεν επιχειρούμε τη διεξαγωγή διαγνωστικής λειτουργίας για μια βλάβη που έχει καταγραφεί, αν δεν συμβουλευτούμε τις διαδικασίες ή τα βήματα λειτουργίας για το συγκεκριμένο σύστημα αυτοδιάγνωσης.
- Η ανάγνωση των κωδίκων βλάβης πρέπει να προηγείται από κάθε άλλη επέμβαση και κυρίως από την αποσύνδεση του πόλου της μπαταρίας. Η ανάγνωση των κωδίκων γίνεται με τον κινητήρα σβηστό.
- Για να γίνει η καταγραφή ενός σφάλματος από το μικροϋπολογιστή θα πρέπει το σφάλμα αυτό να εμφανιστεί πολλές φορές σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Αυτό αποκλείει την καταγραφή τυχαίων σφαλμάτων.
- Αν ένα πρόβλημα εμφανίζεται κατά διαστήματα και η προειδοποιητική λυχνία αναβοσβήνει, ο κώδικας βλάβης θα παραμείνει αποθηκευμένος.
- Στην περίπτωση πολλαπλών βλαβών, καταγράφονται περισσότεροι του ενός κώδικες. Κατά το βήμα της ανάγνωσης των κωδίκων βλάβης, οι κώδικες αυτοί εμφανίζονται στην έξοδο σειριακά (με διαδοχική σειρά).
- Αν μια βλάβη δεν δημιουργεί άμεσο ή σοβαρό πρόβλημα λειτουργίας, συνήθως καταγράφεται χωρίς να ανάψει η προειδοποιητική λυχνία.
- Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της πρώτης ανάγνωσης των κωδίκων που έχουν καταγραφεί, η εμφάνιση των ίδιων κωδίκων είναι πιθανόν να επαναλαμβάνεται αρκετές φορές για επιβεβαίωση.
- Η εμφάνιση ενός κώδικα βλάβης, που δεν αναφέρεται στους πίνακες των κωδίκων βλαβών του συστήματος αυτοδιάγνωσης σημαίνει πιθανή βλάβη του ίδιου του μικροϋπολογιστή.
- Μετά την αποκατάσταση και το μηδενισμό μιας βλάβης είναι δυνατό να γίνει έλεγχος της επισκευής της βλάβης. Η δοκιμή αυτή γίνεται με τις ίδιες συνθήκες, που εμφανίστηκε η βλάβη και λεγεται εξομοίωση βλάβης. Στην περίπτωση αυτή ο κινητήρας είναι σε λειτουργία, εφόσον αυτό είναι απαραίτητο. Η επιτυχία της επισκευής κρίνεται από την επανεμφάνιση ή όχι του ίδιου κώδικα βλάβης, που είχε εμφανιστεί στο σύστημα αυτοδιάγνωσης.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 8

- Η ανάπτυξη των σύγχρονων συστημάτων αυτοδιάγνωσης στα οχήματα οφείλεται στην εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του μικροϋπολογιστή. Τα συστήματα αυτά απαιτούν βέβαια κάποιους σύνθετους χειρισμούς για να ολοκληρώσουν τη λειτουργία τους.
- Σήμερα διακρίνονται τρεις κατηγορίες συστημάτων αυτοδιάγνωσης: τα αποκλειστικά συστήματα αυτοδιάγνωσης των κατασκευαστών, που αφορούν σε ορισμένες ομάδες μοντέλων, τα συστήματα αυτοδιάγνωσης γενικής χρήσης, που αφορούν σε ομάδες κατασκευαστών και τέλος τα συστήματα αυτοδιάγνωσης για ρύπους τύπου OBD, που τείνουν να γενικευτούν, γιατί έχουν πολλά κοινά σημεία αναφοράς, εξαιτίας της εναρμόνισής τους με διεθνείς πρότυπες οδηγίες.
- Τα συστήματα αυτοδιάγνωσης προσφέρουν τεράστιες δυνατότητες στον τομέα της διάγνωσης βλαβών και χάρη στα πλεονεκτήματά τους ενσωματώνονται όλο και σε μεγαλύτερα ποσοστά στη διαδικασία της αρχικής σχεδίασης ενός αυτοκινήτου.
- Η διαδικασία για την αποκωδικοποίηση μιας βλάβης σε ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης γίνεται συνήθως σε τέσσερα βήματα: ενημέρωση του οδηγού για την καταγραφή της βλάβης, ενεργοποίηση του συστήματος αυτοδιάγνωσης, ανάγνωση του κώδικα βλάβης και ερμηνεία του με τη βοήθεια διαγνωστικών πινάκων κωδίκων βλαβών.
- Μετά τον εντοπισμό της βλάβης γίνεται η αποκατάστασή της και ο μηδενισμός της βλάβης από τη μνήμη του μικροϋπολογιστή.
- Ο σύγχρονος τεχνικός πρέπει να είναι βαθύς γνώστης του συστήματος αυτοδιάγνωσης και των οδηγιών χρήσης του, πριν επιχειρήσει να κάνει ένα διαγνωστικό έλεγχο με το σύστημα αυτοδιάγνωσης. Ο μοναδικός τρόπος αντιμετώπισης αυτής της τεχνολογικής πρόκλησης είναι η σωστή εκπαίδευση των τεχνικών σε θέματα αυτοδιάγνωσης βλαβών.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 8

1. Ποια είναι η βασική διαφορά ενός συστήματος αυτοδιάγνωσης, αν το συγκρίνουμε με το παραδοσιακό σύστημα διάγνωσης βλαβών;
2. Γιατί ο μικροϋπολογιστής του αυτοκινήτου είναι η βάση για την ανάπτυξη των σύγχρονων συστημάτων αυτοδιάγνωσης;
3. Γιατί οι κατασκευαστές αυτοκινήτων κατασκευάζουν αποκλειστικά δικά τους συστήματα αυτοδιάγνωσης και δεν προτιμούν την ανάπτυξη ενός κοινού διεθνούς πλαισίου συστήματος αυτοδιάγνωσης;
4. Ποιο σκοπό εξυπηρετεί η ανάπτυξη γενικών συσκευών αυτοδιάγνωσης για βλάβες σε ομάδες διαφορετικών μοντέλων αυτοκινήτων;
5. Ποιος είναι ο κορμός ενός συστήματος αυτοδιάγνωσης για ρύπους τύπου OBD και πόσα τέτοια συστήματα αναπτύσσονται σήμερα;
6. Να αναφέρετε τρία πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτοδιάγνωσης, που δεν υπήρχαν στα συμβατικά συστήματα διάγνωσης βλαβών.
7. Ποια είναι η μελλοντική τάση για τα συστήματα αυτοδιάγνωσης;
8. Τι είναι ο διαγνωστικός πίνακας κωδίκων βλαβών και γιατί διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή αυτοκινήτων;
9. Με ποιόν τρόπο ενημερώνεται ο οδηγός του οχήματος για το γεγονός της καταγραφής μιας βλάβης από το σύστημα αυτοδιάγνωσης;
10. Με ποιους τρόπους ενεργοποιείται ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης;
11. Ποια μέθοδος ανάγνωσης του κώδικα βλάβης χρησιμοποιήθηκε κυρίως κατά την περασμένη πενταετία;
12. Είναι δυνατόν να καταγραφεί μία βλάβη στο σύστημα αυτοδιάγνωσης χωρίς να ενημερωθεί ο οδηγός του οχήματος από την προειδοποιητική λυχνία, που ενεργοποιείται στην περίπτωση αυτή;
13. Πώς είναι δυνατόν να μηδενιστεί ένας κώδικας βλάβης από τη μνήμη του μικροϋπολογιστή μετά την αποκατάστασή της;
14. Γιατί πρέπει να αποφεύγουμε τη μέθοδο της αποσύνδεσης του πόλου της μπαταρίας για το μηδενισμό του κώδικα μιας βλάβης;
15. Πώς γίνεται η ανάγνωση δύο ή και περισσοτέρων κωδίκων βλάβης, που έχουν καταγραφεί από το ίδιο σύστημα αυτοδιάγνωσης;

9

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

9.1. Συστήματα ανάφλεξης
9.2. Συστήματα τροφοδοσίας
9.3. Ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης
9.4. Μεθοδολογία ελέγχου διάγνωσης - εντοπισμός βλαβών

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναφέρετε και να περιγράφετε τα σύγχρονα συστήματα ανάφλεξης, τροφοδοσίας και ψεκασμού.**
- **Περιγράφετε τον τρόπο λειτουργίας τους, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις χρήσεις τους.**
- **Περιγράφετε τη δομή και τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων.**
- **Ερμηνεύετε και να αξιολογείτε τις σχετικές ενδείξεις.**
- **Αναφέρετε την μεθοδολογία διάγνωσης και τις βλάβες των συστημάτων.**

Γενικά

Τα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης - σύμφωνα με την εξέλιξη τους και την εφαρμογή τους στα αυτοκίνητα - μπορούν να καταταχθούν στις παρακάτω κατηγορίες (τύπους).

- Ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες και τρανζίστορ.
- Ηλεκτρονική ανάφλεξη με γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου
- Ηλεκτρονική ανάφλεξη με γεννήτρια Hall
- Ηλεκτρονική χωρητική ανάφλεξη
- Ηλεκτρονική ανάφλεξη ελεγχόμενη από ηλεκτρονική μονάδα
- Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα (D.I.S)
- Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης

Το σύστημα ανάφλεξης σκοπό έχει να παράγει και να διανέμει σε κάθε κύλινδρο την κατάλληλη χρονική στιγμή ένα σπινθήρα, ο οποίος θα προκαλέσει την ανάφλεξη του μείγματος.

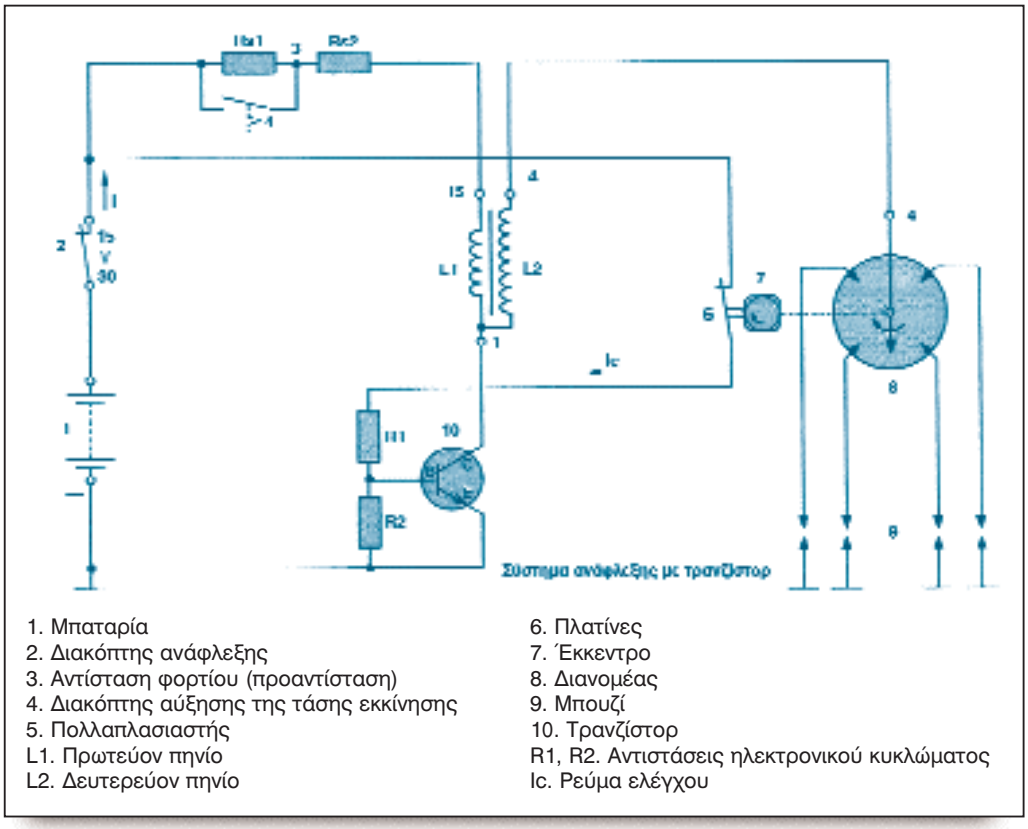
9.1. Συστήματα ανάφλεξης

9.1.1. Ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες και τρανζίστορ

Η ηλεκτρονική ανάφλεξη ήταν από τα πρώτα ηλεκτρομηχανικά συστήματα του αυτοκινήτου που χρησιμοποίησε ηλεκτρονικά εξαρτήματα όπως τα τρανζίστορ, θυρίστορ κ.α.

Έτσι η ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες στην ουσία είναι το συμβατικό σύστημα ανάφλεξης, με τη διαφορά ότι ο έλεγχος του πρωτεύοντος πηνίου του πολλαπλασιαστή γίνεται από ένα τρανζίστορ, του οποίου η Βάση (Β) όμως ελέγχεται από τις πλατίνες **(σχήμα 9.1).**

Με τη βοήθεια του παραπάνω σχήματος εξηγείται πώς παράγεται ο σπινθήρας σε αυτό το σύστημα. Όταν κλείσουν οι πλατίνες, ενεργοποιείται η Βάση (Β) του τρανζίστορ και τότε επιτρέπει το τρανζίστορ να περάσει το αντίστοιχο ρεύμα από το πρωτεύον του πολλαπλασιαστή μέσω του Πομπού (Ε) - Συλλέκτη (C). Έ-



1. Μπαταρία
2. Διακόπτης ανάφλεξης
3. Αντίσταση φορτίου (προαντίσταση)
4. Διακόπτης αύξησης της τάσης εκκίνησης
5. Πολλαπλασιαστής
L1. Πρωτεύον πηνίο
L2. Δευτερεύον πηνίο
6. Πλατίνες
7. Έκκεντρο
8. Διανομέας
9. Μπουζί
10. Τρανζίστορ
R1, R2. Αντιστάσεις ηλεκτρονικού κυκλώματος
Ic. Ρεύμα ελέγχου

Σχήμα 9.1: Ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες και τρανζίστορ.

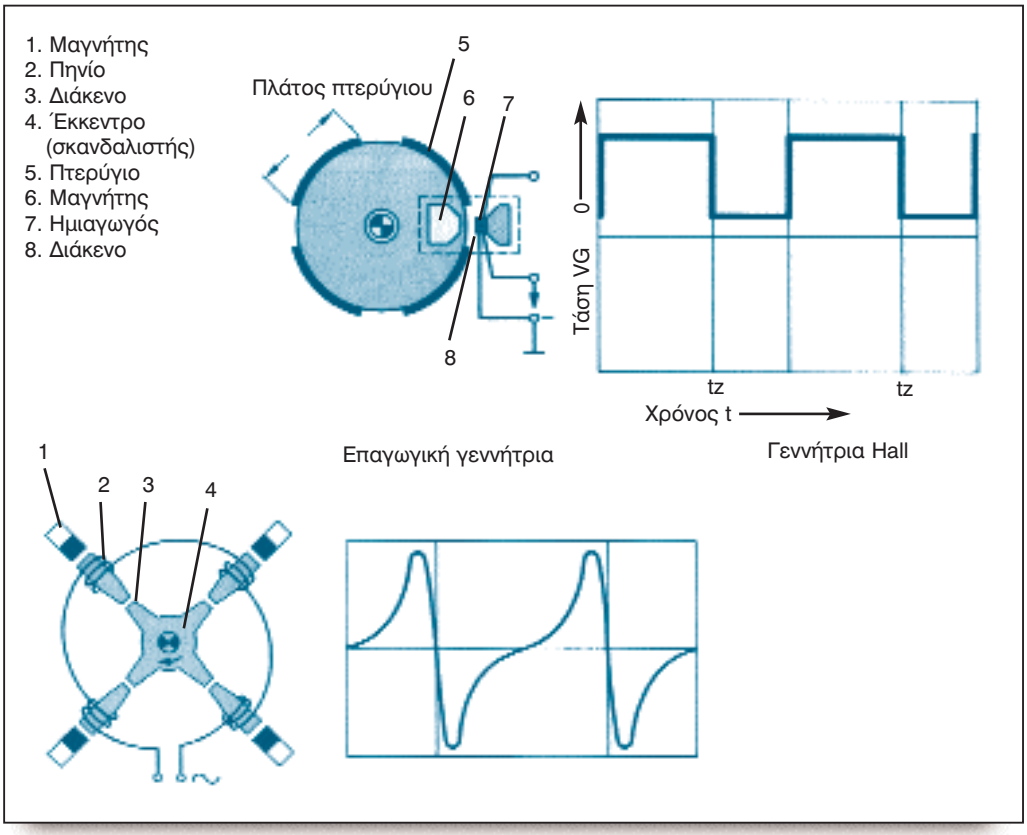
τσι δημιουργείται το απαραίτητα μαγνητικό πεδίο. Όταν όμως ανοίξουν οι πλατίνες, τότε δε διεγείρεται η Βάση του τρανζίστορ και το τρανζίστορ λειτουργεί σαν διακόπτης, διακόπτοντας ακαριαία την κυκλοφορία του ρεύματος μεταξύ του Πομπού - Συλλέκτη, άρα και στο πρωτεύον. Αμέσως στο δευτερεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή παράγεται υψηλή τάση από επαγωγή.

Παρά τη σημαντική βελτίωση του συστήματος που προέκυψε από τον συνδυασμό των πλατινών και τρανζίστορ, οι πλατίνες συνέχιζαν να δημιουργούν προβλήματα στη λειτουργία του συστήματος, κυρίως για δύο λόγους.

α) Λόγω της μάζας τους, (φαινόμενο αδράνειας), στις υψηλές στροφές κυρίως οι πλατίνες ούτε άνοιγαν ούτε έκλειναν, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να ελεγχθεί απόλυτα η βάση του τρανζίστορ.

β) Κατά το άνοιγμα και κλείσιμο των πλατινών λόγω δημιουργίας ηλεκτρικού τόξου(σπινθήρας), δεν επιτυγχάνεται "ακαριαία" διακοπή στη Βάση του τρανζίστορ με αποτέλεσμα μικρή παραγωγή υψηλής τάσης.

Για τους παραπάνω λόγους λοιπόν οι πλατίνες αντικαταστάθηκαν με άλλους μηχανισμούς, οι οποίοι μπορούσαν να ελέγχουν τη Βάση του τρανζίστορ, χω-



Σχήμα 9.2: (α) Γεννήτριες επαγωγικού τύπου. (β) Γεννήτριες τύπου Hall.

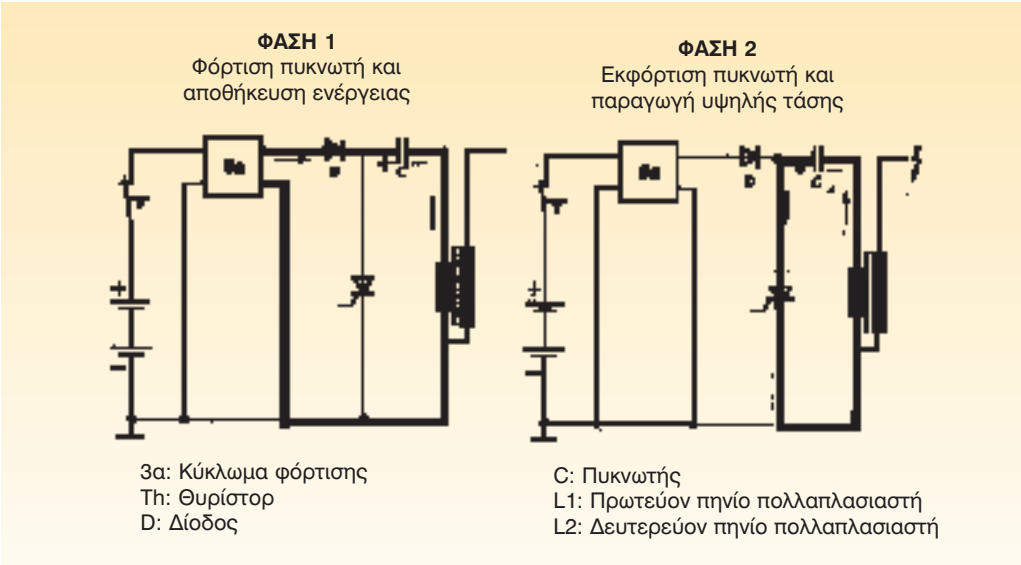
ρίς τα προβλήματα των πλατινών. Αυτοί οι μηχανισμοί στην ουσία ήταν γεννήτριες και τελικά επικράτησαν δύο τύποι. **(σχήμα 9.2).**

Η τάση που παράγεται από τις γεννήτριες και στους δυο τύπους, χρειάζεται για τον έλεγχο της βάσης του τρανζίστορ με ηλεκτρονικό όμως τρόπο. Η Βάση του τρανζίστορ οδηγείται από μια τάση είτε της μορφής (Α) τύπου παλμογεννήτριας είτε της μορφής (Β) τύπου Hall. Οι γεννήτριες είναι τοθετημένες μέσα στο σώμα του διανομέα και συνήθως χαρακτηρίζουν και τον τύπο της ηλεκτρονικής ανάφλεξης.

9.1.2. Ηλεκτρονική χωρητική ανάφλεξη.

Capacitor Discharge Ignition System) (C.D.I)

Ο τύπος αυτός της ηλεκτρονικής ανάφλεξης χαρακτηρίζεται από τους πιο αξιόπιστους ακόμα και στις υψηλές στροφές λειτουργίας του κινητήρα. Χρησιμοποιείται κυρίως σε κινητήρες υψηλών απαιτήσεων. Η λειτουργία του συστήματος στηρίζεται στη φόρτιση ενός πυκνωτή μια τάση περίπου 400V **(σχήμα 9.3).** Ο πυκνωτής εκφορτίζεται στο πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή με σχεδόν ακαριαίο τρόπο - 10 φο-



Σχήμα 9.3: Χωρητική ανάφλεξη.

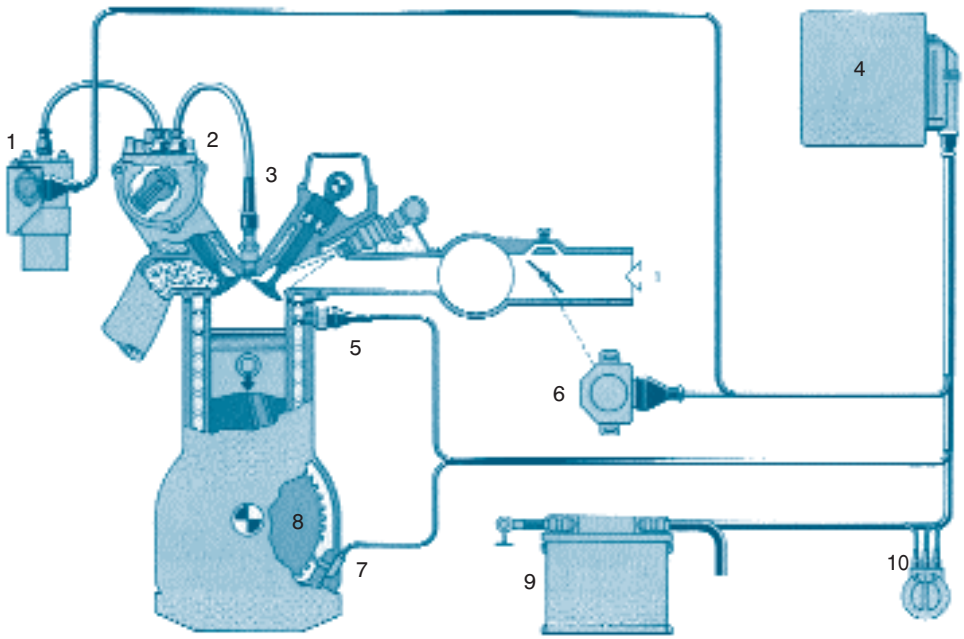
ρές πιο γρήγορα από όλα τα άλλα συστήματα - με το κλείσιμο ενός θυρίστορ ισχύος. Το θυρίστορ ελέγχεται συνήθως είτε από πλατίνες, είτε από μια γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου. Επειδή ο χρόνος φόρτισης και εκφόρτισης του πυκνωτή είναι πάρα πολύ μικρός, η υψηλή τάση που παράγεται παραμένει σταθερή και υψηλή σε όλο το φάσμα των στροφών λειτουργίας του κινητήρα και δεν επηρεάζεται από τις επικαθίσεις στους αναφλεκτήρες. **(σχήμα 9.3).**

9.1.3. Ηλεκτρονική ανάφλεξη ελεγχόμενη από ηλεκτρονική μονάδα (Εγκέφαλο)

Στις μέχρι τώρα ηλεκτρονικές αναφλέξεις, τα επί μέρους μεγέθη που ρύθμιζαν π.χ. την προπορεία (αβάνς) του σπινθήρα - είτε από τις στροφές είτε από το φορτίο - ήταν μηχανικοί μηχανισμοί. *(Υπήρχε ο διανομέας με τα αντίβαρα - φυγοκεντρικό αβάνς, με τη φούσκα υποπίεσης - αβάνς φορτίου).* Οι μηχανικοί αυτοί μηχανισμοί είχαν όμως περιορισμένες δυνατότητες λειτουργίας και ρύθμισης. Το αποτέλεσμα ήταν οι ρυθμίσεις και ο έλεγχος βασικών μεγεθών της ανάφλεξης να μην μπορούν να καλυφθούν σε όλες τις περιπτώσεις με απόλυτη ακρίβεια.

Η (σταδιακή) αντικατάσταση αυτών των μηχανικών μηχανισμών από ηλεκτρονικούς αισθητήρες, οι οποίοι "πληροφορούν" μια ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλο) και η οποία επεξεργάζεται τα εισερχόμενα σήματα τύπων των αισθητήρων, είχαν ως αποτέλεσμα την καλύτερη ρύθμιση της ανάφλεξης σε όλες τις περιπτώσεις **(σχήμα 9.4).**

Συνήθως η ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλος) ενός τέτοιου συστήματος ηλεκτρονικής ανάφλεξης, διαχειρίζεται σήματα από αισθητήρες, που την πληροφορούν για:



1. Πολλαπλασιαστής
2. Διανομέας
3. Μπουζί
4. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος)
5. Αισθητήρας θερμοκρασίας κινητήρα
6. Διακόπτης πεταλούδας γκαζιού
7. Επαγωγικός αισθητήρας στροφών (στροφαλοφόλος)
8. Οδοντωτική στεφάνη
9. Μπαταρία
10. Διακόπτης ανάφλεξης

Σχήμα 9.5: Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ανάφλεξη από ηλεκτρονική μονάδα (Εγκέφαλο).

- **Τις στροφές του κινητήρα**

Ο αισθητήρας αυτός είναι συνήθως μια γεννήτρια επαγωγικού τύπου και βρίσκεται τοποθετημένος κοντά στην οδοντωτή στεφάνη του σφονδύλου.

- **Το φορτίο του κινητήρα**

Ο αισθητήρας που πληροφορεί την Ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλο) του συστήματος της ανάφλεξης για το φορτίο του κινητήρα, "μετρά" την υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής. Ακόμα, σε πιο εξελιγμένα συστήματα μπορεί η ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλος) του συστήματος ανάφλεξης να δέχεται πληροφορίες για:

- **Τη θέση της πεταλούδας του γκαζιού**

Ο αισθητήρας αυτός ήταν τύπου διακόπτης παλαιότερα, σήμερα τύπου ποτενσιόμετρου και είναι τοποθετημένος στον άξονα της πεταλούδας γκαζιού.

- **Τη θερμοκρασία του κινητήρα**

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας κινητήρα είναι ένα θερμίστορ τύπου NTC και βρί-

σκεται τοποθετημένος στο κορμό του κινητήρα, συνήθως κοντά στον θερμοστάτη.

- **Τη τάση της μπαταρίας,** την οποία την πληροφορείται απευθείας από την μπαταρία.

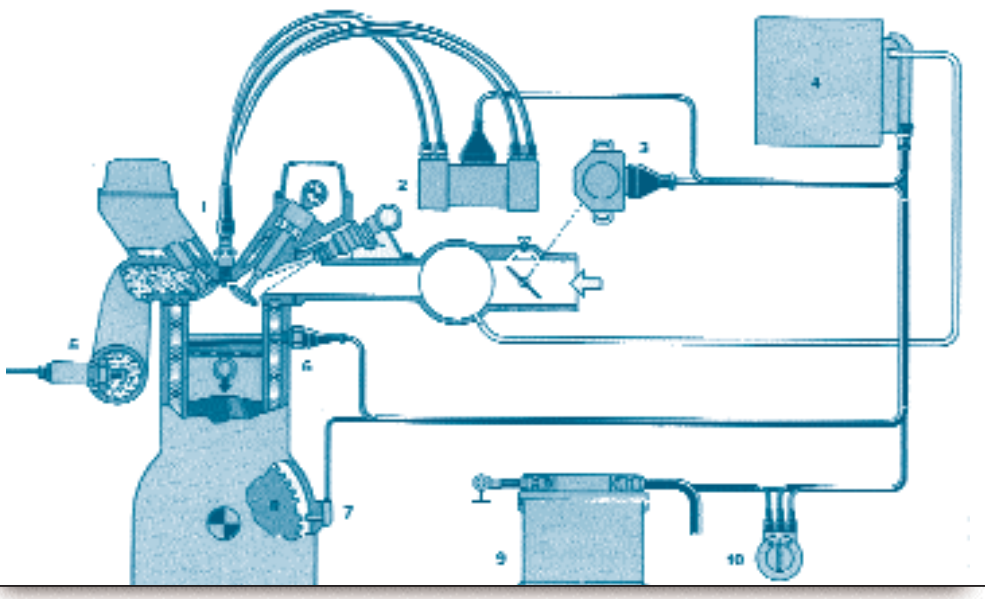
9.1.4. Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα (με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου). D.I.S. (Direct Ignition System)

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του τύπου ηλεκτρονικής ανάφλεξης είναι η έλλειψη του διανομέα. Δεν υπάρχει πλέον κανένας μηχανικός μηχανισμός, ούτε περιστρεφόμενα τμήματα **(σχήμα 9.6).**

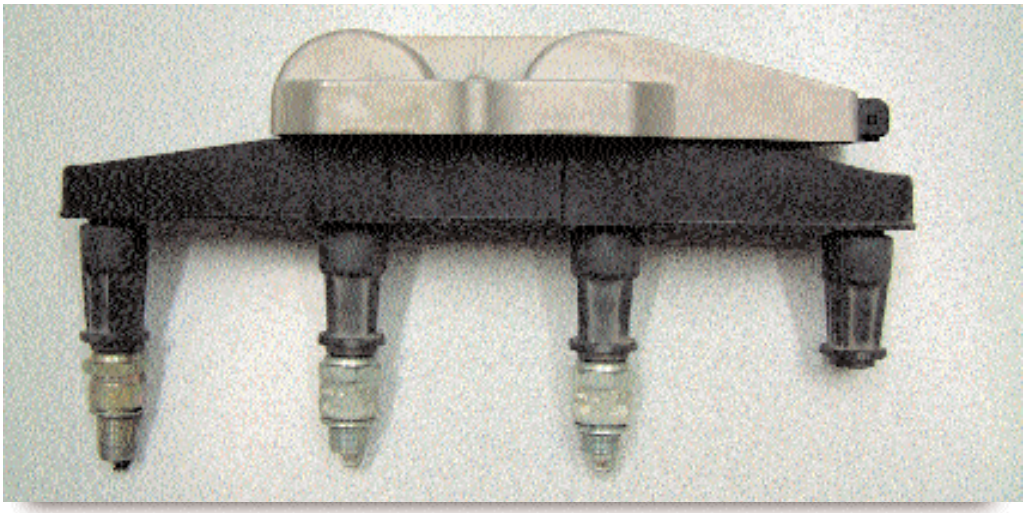
Όλη η διαδικασία της ανάφλεξης (παραγωγή, ρύθμιση, έλεγχος), επιτυγχάνεται με ηλεκτρικούς, ηλεκτρονικούς μηχανισμούς, που σημαίνει ότι όχι μόνο διατηρεί τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρονικής ανάφλεξης που ελέγχεται από ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλο), αλλά επιπλέον:

- Υπάρχει λιγότερος θόρυβος (Δεν υπάρχουν κινητά μέρη)
- Ευκολότερη σχεδίαση του κινητήρα (Δεν υπάρχει πλέον ο διανομέας)
- Μικρότερα σε μήκος καλώδια υψηλής τάσης (μπουζοκαλώδια). Ορισμένοι κατασκευαστές δε χρησιμοποιούν καθόλου αγωγούς υψηλής τάσης. Οι έξοδοι των πολλαπλασια-

1. Μπουζί
2. Πηνίο ανάφλεξης διπλού σπινθήρα
3. Διακόπτης πεταλούδας γκαζιού
4. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος)
5. Αισθητήρας οξυγόνου
6. Αισθητήρας θερμοκρασίας κινητήρα
7. Αισθητήρας Α.Ν.Σ. και στροφών κινητήρα
8. Οδοντωτή στεφάνη
9. Μπαταρία
10. Διακόπτης ανάφλεξης



Σχήμα 9.6: Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα.



Σχήμα 9.7: Σύστημα ανάφλεξης χωρίς μπουζοκαλώδια.

στών εφαρμόζονται κατευθείαν πάνω στους σπινθηριστές (μπουζί) **(σχήμα 9.7).**

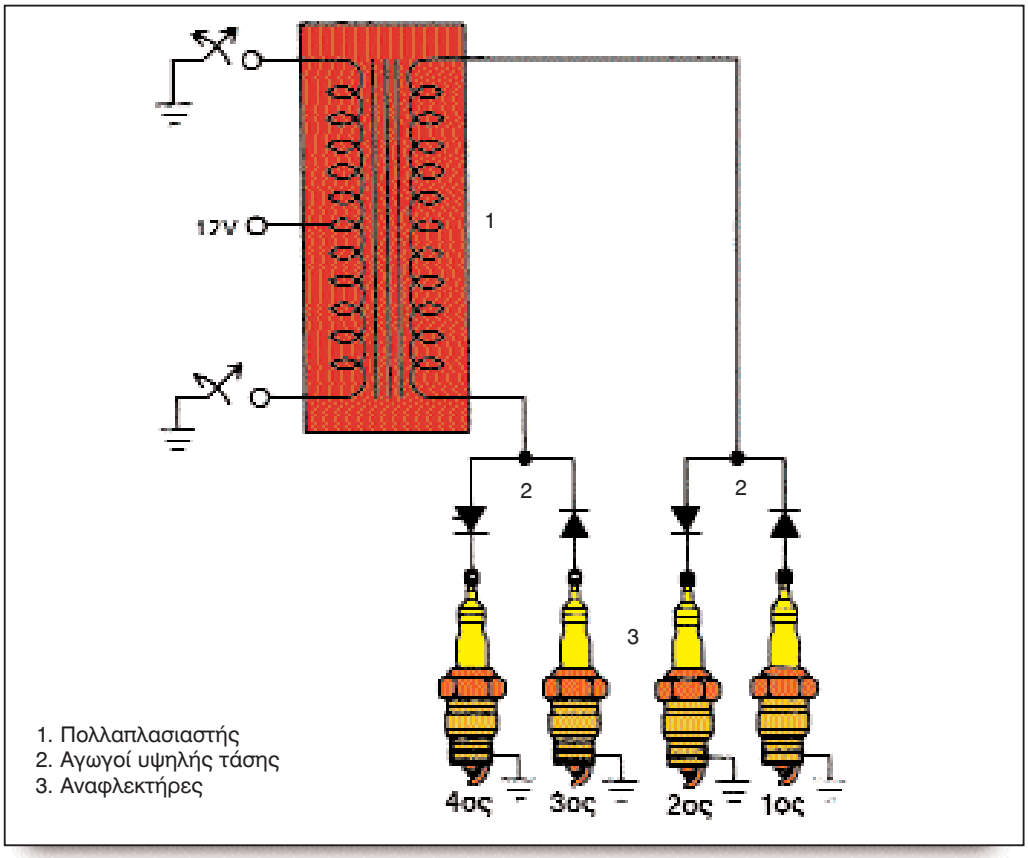
- Λιγότερες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

Η δυνατότητα της μη ύπαρξης του διανομέα προέκυψε, αφού πλέον στη ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλος) του συστήματος, μπορούσαν να αποθηκευτούν όλα εκείνα τα δεδομένα (πληροφορίες), που ήταν απαραίτητα για τον πλήρη έλεγχο του συστήματος. Έτσι π.χ. για ένα τετρακύλινδρο κινητήρα ή απλούστερη εφαρμογή αυτής της τεχνικής είναι να υπάρχουν δυο πολλαπλασιαστές για τους τέσσερις κυλίνδρους (σπινθηριστές) **(σχήμα 9.8).**

Ο ένας πολλαπλασιαστής είναι για τους συνεργαζόμενους κυλίνδρους 1ο και 4ο. Ο δεύτερος πολλαπλασιαστής είναι υπεύθυνος για τους δύο άλλους συνεργαζόμενους κυλίνδρους 2ο και 3ο. Έτσι, όταν το κύκλωμα ελέγχου διακόψει την τάση του πρωτεύοντος του 1ου πολλαπλασιαστή, παράγονται ταυτόχρονα δύο σπινθήρες που αντιστοιχούν ο ένας για τον 1ο και ο άλλος για τον 4ο κύλινδρο (σπινθηριστή. Ο ένας όμως από τους δύο κυλίνδρους βρίσκεται στο χρόνο τέλος συμπίεσης και που του είναι απαραίτητος ο σπινθήρας για την ανάφλεξη του μείγματος. Ο άλλος κύλινδρος βρίσκεται στο χρόνο τέλος εξαγωγής και σπινθήρα που παράγεται εκείνη τη στιγμή είναι και πάρα πολύ ασθενής, λόγω συμπίεσης και δεν είναι επηρεάζει τη λειτουργία του κινητήρα.

Η ίδια ακριβώς διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τον άλλο πολλαπλασιαστή που τροφοδοτεί τον 2ο και 3ο κύλινδρο με υψηλή τάση.

Έτσι, όταν ο στροφαλοφόρος άξονας περιστραφεί κατά 360ο, αντιστρέφονται και οι χρόνοι στους συνεργαζόμενους κυλίνδρους (1ος και 4ος) με αποτέλεσμα ο σπινθήρας του 4ου κυλίνδρου να είναι τώρα ο χρήσιμος, γιατί ο 4ος κύλινδρος βρίσκεται στο χρόνο συμπίεσης. Το ίδιο ισχύει και για τους κυλίν-



Σχήμα 9.8: Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα.

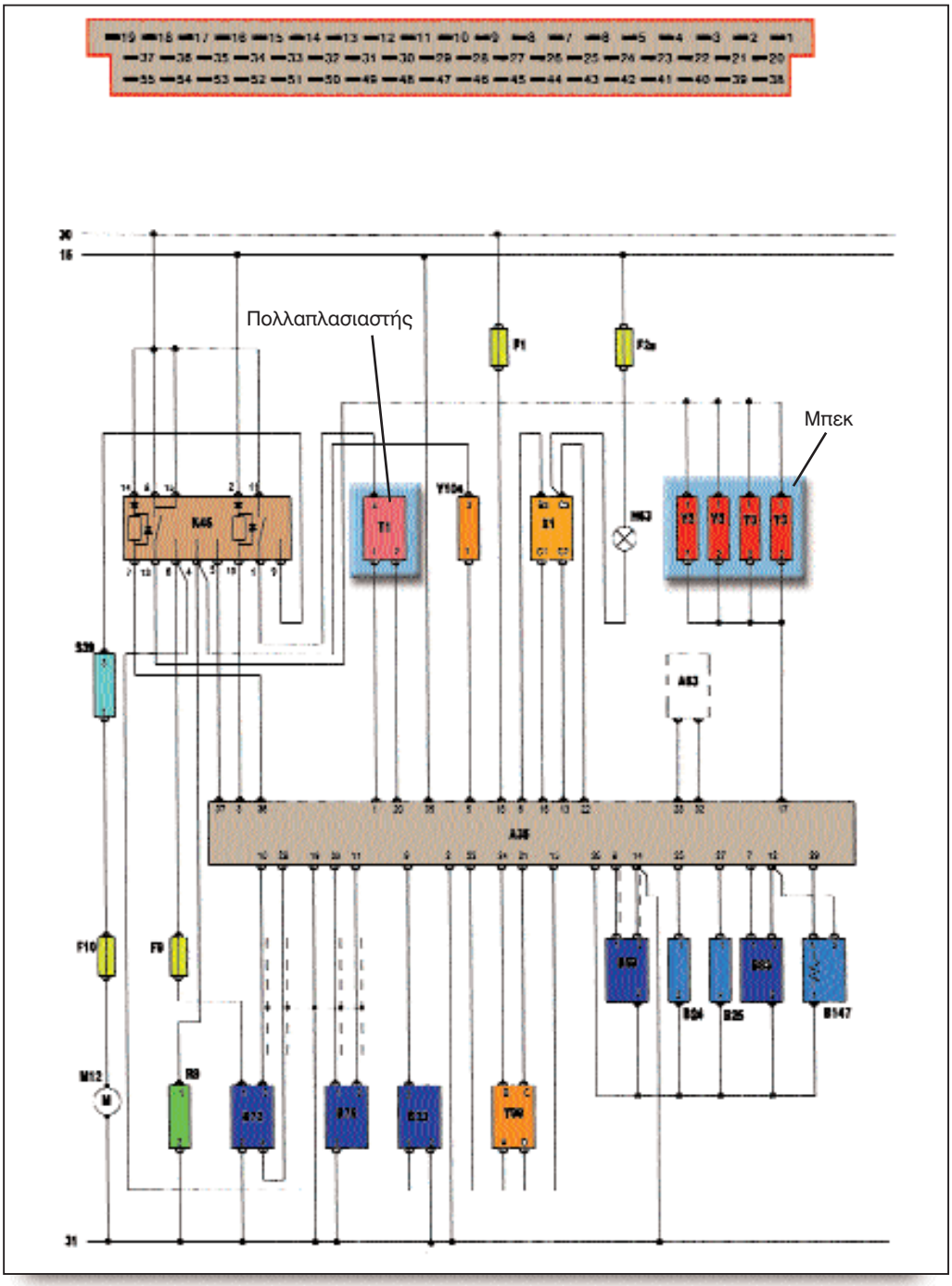
δρους 2ο και 3ο, όταν ο στροφαλοφόρος άξονας περιστραφεί κατά 540ο, αντιστρέφονται οι χρόνοι λειτουργίας του 2ου και 3ου κυλίνδρους.

Με αυτό τον τρόπο παραγωγής διπλού σπινθήρα μπορούν να λειτουργήσουν κινητήρες με ζυγό αριθμό κυλίνδρων π.χ. 2, 4, 6, 8. Άρα ο αριθμός των πολλαπλασιαστών (πηνίων ανάφλεξης) σε κάθε περίπτωση είναι ο μισός του αριθμού των κυλίνδρων.

Σε περίπτωση κινητήρων με μονό αριθμό κυλίνδρων π.χ. 3, 5 πρέπει να υπάρχει ξεχωριστό πηνίο ανάφλεξης για κάθε κύλινδρο.

9.2. Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης

Το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης είναι το τελευταίο σύστημα ανάφλεξης σε εξέλιξη που εφαρμόζεται σήμερα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι ότι έλεγχος του συστήματος ανάφλεξης και ο έλεγχος του συστήματος ψεκασμού γίνεται από την ίδια ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλος) **(σχήμα 9.9).** Αυτό προέκυψε μέσα από την ανάγκη για περιορισμό των ρύπων στα καυσαέ-



Σχήμα 9.9: Ηλεκτρολογικό διάγραμμα συνδεσμολογίας ολοκληρωμένου συστήματος ψεκασμού ανάφλεξης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.1: ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ		
Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΞΑΡΤΗΜΑ
1.	A19	Υπολογιστής ενδείξεων πληροφόρησης οδηγού
2.	A35	Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ΄ECU΄
3.	A63	Μονάδα ελέγχου Α/C
4.	A123	Ενισχυτής αισθητήρα ταχύτητας
5.	A124	Ψηφιακός κωδικοποιητής
6.	B24	Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού
7.	B25	Αισθητήρας θερμοκρασίας εισαγωγής αέρα
8.	B33	Αισθητήρας ταχύτητας
9.	B69	Αισθητήρας προανάφλεξης
10.	B72	Αισθητήρας οξυγόνου
11.	B75	Αισθητήρας στροφών
12.	B83	Αισθητήρας υποπίεσης (MAP)
13.	B147	Αισθητήρας θέσης πεταλούδας
14.	F	Ασφάλεια
15.	H63	Λυχνία αυτοδιάγνωσης
16.	K46	Κεντρικό ρελέ κινητήρα
17.	M12	Αντλία καυσίμου
18.	R9	Αντίσταση προθέρμανσης πολλαπλής εισαγωγής
19.	S39	Διακόπτης αδρανείας
20.	T1	Πολλαπλασιαστής
21.	X1	Μπρίζα σύνδεσης συσκευής διάγνωσης βλαβών
22.	X88	Μπρίζα σύνδεσης Α/C
23.	Y3	Εγχυτήρας ψεκασμού (μπεκ)
24.	Y99	Βαλβίδα ρύθμισης ρελαντί
25.	Y104	Βαλβίδα κάνιστρου ενεργού άνθρακα
26.	15	Διακόπτης ανάφλεξης - ανάφλεξη ανοικτή
27.	30	Μπαταρία +
28.	31	Μπαταρία -

ρια και για οικονομικότερη λειτουργία. Τέτοια συστήματα εφάρμοσαν αρκετές εταιρείες με πρωταγωνιστή την Bosch, που ονόμασε αυτά τα συστήματα (ολοκληρωμένη διαχείρισης) Motronic και ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε κινητήρα έχει και τις αντίστοιχες εκδόσεις π.χ. Μ.1.3.

Η G.M. επινόησε και αυτή συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης με τον χαρακτηρισμό "Multec" και τις αντίστοιχες εκδόσεις, ενώ η Magnetti - Marreli με την ονομασία "Digifan" κ.ο.κ.

Τα συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ανάφλεξης - ψεκασμού, ελέγχουν

και ρυθμίζουν την ακριβή ποσότητα ψεκασμού και το ακριβές σημείο ανάφλεξης σ' όλες τις φάσεις της λειτουργίας του κινητήρα, όπως ρελαντί, μερικό και πλήρες φορτίο προθέρμανσης του κινητήρα, σε τέτοιο βαθμό και σε συνδυασμό μάλιστα με τριοδικό καταλύτη ώστε να ανταποκρίνονται στις πιο αυστηρές προδιαγραφές ρύπων στα καυσαέρια, όπως επιβάλλει η Νομοθεσία.

9.3. Ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου σε έναν κινητήρα έχει ως σκοπό την αναρρόφηση καυσίμου από τη δεξαμενή (ρεζερβουάρ), την ανάμειξή του με τον εισερχόμενο αέρα με μια καθορισμένη αναλογία, σύμφωνα με τις ανάγκες λειτουργίας του κινητήρα και την προώθηση του καυσίμου πλέον μείγματος στους κυλίνδρους.

Τα συστήματα τροφοδοσίας που μέχρι σήμερα έχουν εφαρμοστεί είναι:

- Το συμβατικό σύστημα με εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ)
- Με ηλεκτρονικό εξαερωτήρα
- Με μηχανικό ψεκασμό
- Με ηλεκτρονικά ελεγχόμενο ψεκασμό.

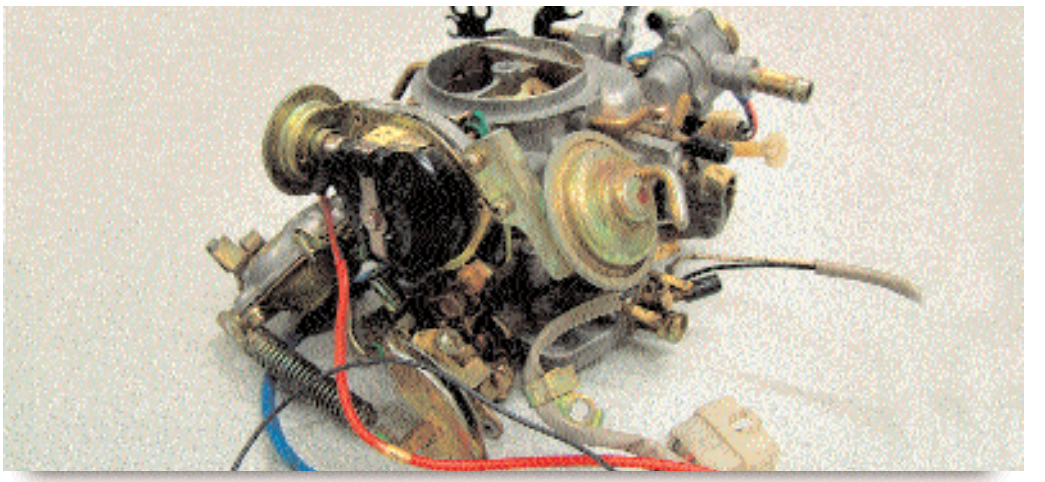
Το συμβατικό σύστημα τροφοδοσίας με εξαερωτήρα σήμερα δεν χρησιμοποιείται. Στην πραγματικότητα δεν χρησιμοποιείται μόνο ο εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ) ο οποίος καθόριζε την αναλογία ανάμειξης καυσίμου - αέρα. Όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα - δεξαμενή (ρεζερβουάρ) με το μετρητή στάθμης καυσίμου, αντλία φίλτρα σωληνώσεις μεταφοράς καυσίμου, χρησιμοποιούνται και σήμερα με κάποιες βελτιώσεις σε όλα τα συστήματα ψεκασμού.

Η νομοθεσία για αυστηρότερα όρια στους ρύπους των καυσαερίων, η οικονομία καυσίμου, η αύξηση της ιπποδύναμης, η εξέλιξη των ηλεκτρονικών συστημάτων οδήγησαν τους κατασκευαστές στην αρχή να ελέγχουν τον εξαερωτήρα με ηλεκτρονικό τρόπο και στη συνέχεια πλήρη αντικατάστασή του με ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού.

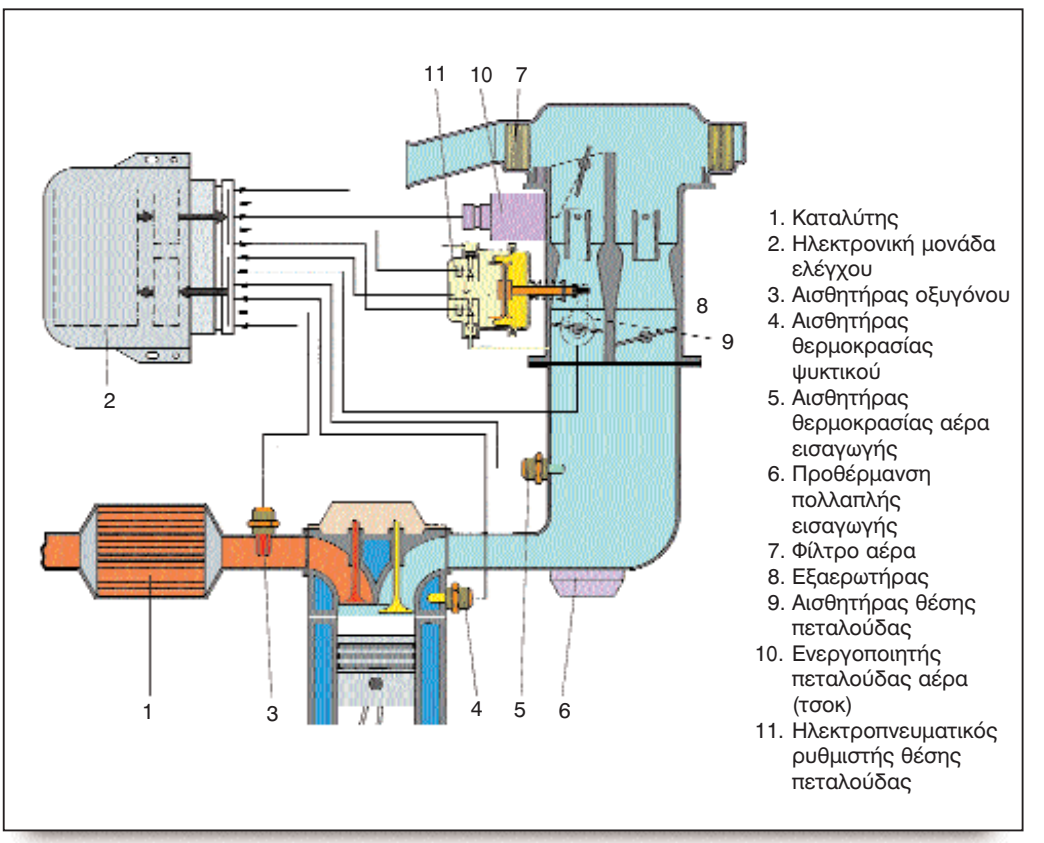
9.3.1. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενος εξαερωτήρας

Η βασική λειτουργία του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου εξαερωτήρα στηρίζεται στη δυνατότητα ρύθμισης της αναλογίας του μείγματος. Αυτό γίνεται συνήθως με την αντικατάσταση μηχανικών μηχανισμών από ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Έτσι, σε ένα ηλεκτρονικά ελεγχόμενο εξαερωτήρα είναι δυνατό να υπάρχουν, ηλεκτρικοί βηματικοί κινητήρες που να αλλάζουν τη θέση της πεταλούδας του γκαζιού, να ρυθμίζουν τις στροφές ρελαντί, τη θέση πεταλούδας του αέρα κ.τ.λ. **(σχήμα 9.10).** Επίσης, είναι δυνατόν να υπάρχουν αισθητήρες που να πληροφορούν την ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλο) για την θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα, τη θέση της πεταλούδας γκαζιού, τη θερμοκρασία του κινητήρα, το οξυγόνο στα καυσαέρια (αισθητήρας λ), τη θέση της πεταλούδας στο ρελαντί, κ.α. ανάλογα με τον κατασκευαστή, για την ακριβέστερη ρύθμιση της αναλογίας του μείγματος **(σχήμα 9.11).**

Η ανάγκη όμως για πιο ακριβείς μετρή-



Σχήμα 9.10: Κύρια μέρη του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου εξαερωτήρα (καρμπιρατέρ).



Σχήμα 9.11: Διάγραμμα παρουσίασης συστημάτων και εξαρτημάτων ηλεκτρονικού εξαερωτήρα (καρμπιρατέρ).

σεις, ρυθμίσεις και ελέγχους, γρήγορα οδήγησαν στην κατασκευή και λειτουργία ηλεκτρονικών συστημάτων ψεκασμού που ν α ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις. Η τεχνολογική εξέλιξη και ο ανταγωνισμός των κατασκευαστών δημιούργησαν πολλά συστήματα ψεκασμού που να καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις.

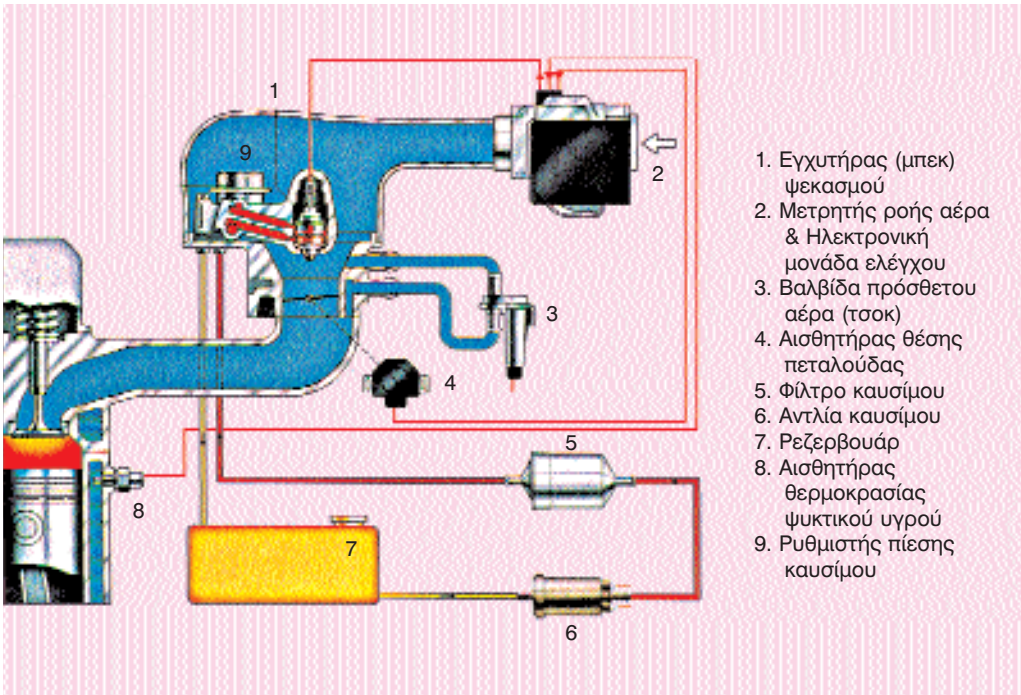
9.3.2. Συστήματα ψεκασμού

Παρ' όλο το μεγάλο πλήθος συστημάτων ηλεκτρονικά ελεγχομένων ψεκασμών, αυτά μπορεί να ταξινομηθούν είτε ανάλογα με τον τρόπο ψεκασμού είτε ανάλογα με τα σημεία ψεκασμού.

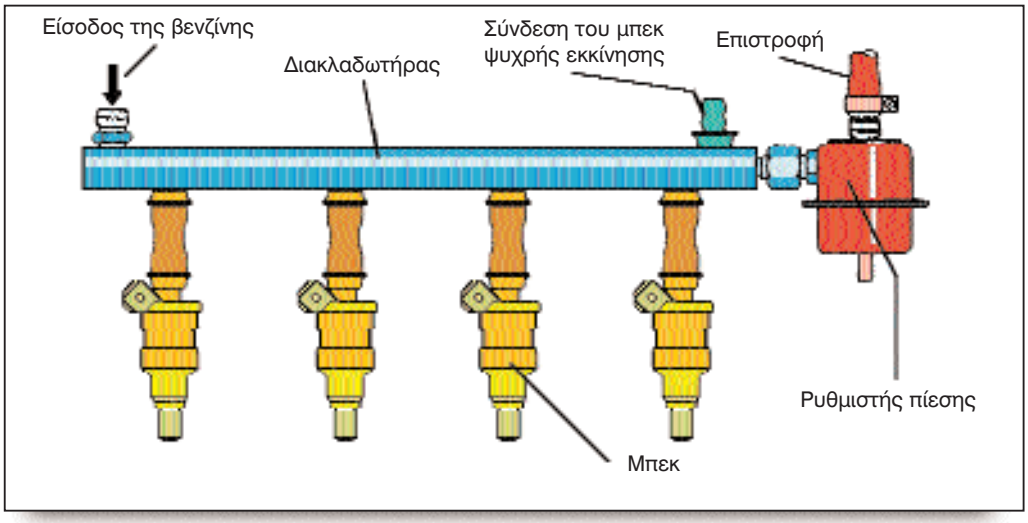
Στην πρώτη περίπτωση - τρόπος ψεκασμού - τα συστήματα αυτά διακρίνονται στα συστήματα Μηχανικού ή συνεχή ψεκασμού, όπου οι ψεκαστήρες είναι μηχανικοί και ψεκάζουν συνέχεια και στα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ψεκασμού, όπου οι ψεκαστήρες είναι ηλεκτρικοί και ψεκάζουν διακοπτόμενα.

Ανάλογα με τα σημεία ψεκασμού, διακρίνονται σε ψεκασμό:

- Ενός σημείου (Throttle Body Injection) TBI, Single Injection - S.I. - Monojetronic δ.α.), όπου ένας εγχυτήρας (μπεκ), τροφοδοτεί όλους τους κυλίνδρους **(σχήμα 9.12)** ή
- Σε ψεκασμό πολλών σημείων, όπου για κάθε κύλινδρο υπάρχει και αντίστοιχος εγχυτήρας (μπεκ) **(σχήμα 9.13).**



Σχήμα 9.12: Ανοιχτό ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού MONO-JETRONIC χωρίς αισθητήρα οξυγόνου.

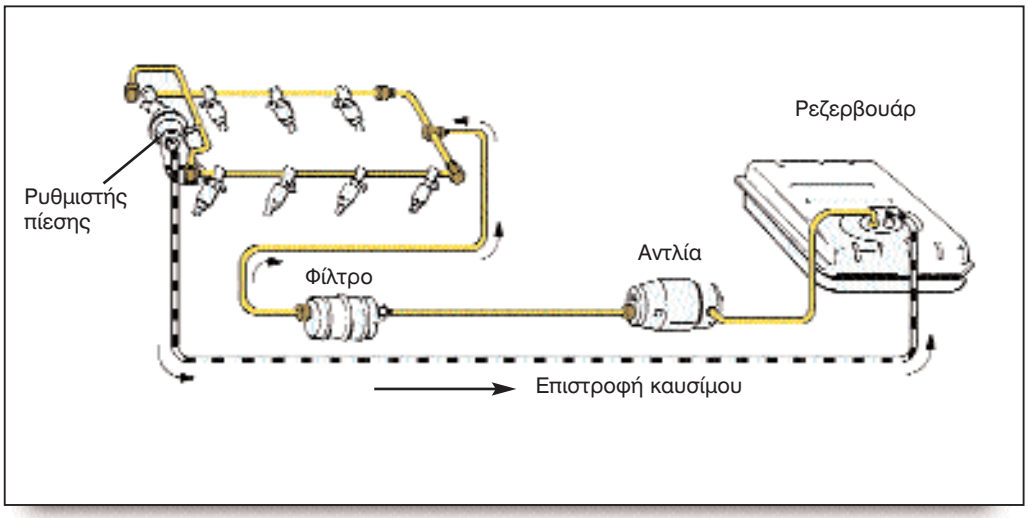


Σχήμα 9.13: Ψεκασμός πολλών σημείων.

Επίσης ανάλογα με τον τύπο του συστήματος στο υποσύστημα τροφοδοσίας μπορεί να έχει:

Α. Υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου

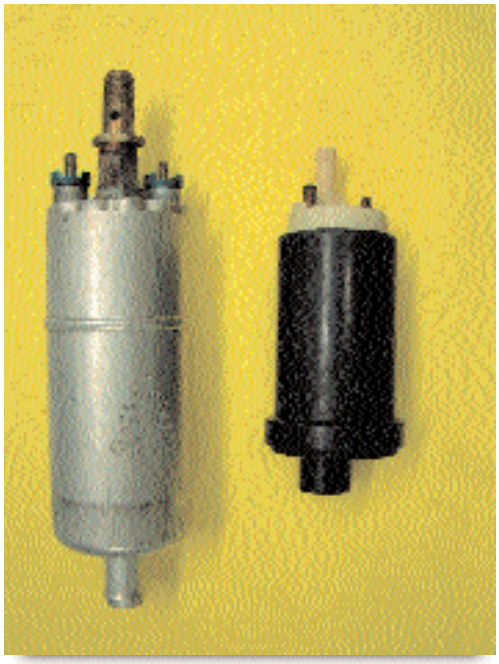
1. Διακλαδωτήρα (Μόνο όταν ο ψεκασμός είναι πολλαπλός)
2. Ψεκαστήρα ψυχρής εκκίνησης (σήμερα έχει καταργηθεί)
3. Αισθητήρα θερμοκρασίας καυσίμου
4. Ψυγείο καυσίμου
5. Συλλέκτη φυσαλίδων ατμού
6. Συσσωρευτή πίεσης καυσίμου (Μόνο στο K Jetronik και τις παραλλαγές του)



Σχήμα 9.14: Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.

- **Δεξαμενή καυσίμου (ρεζερβουάρ)**

Η δεξαμενή καυσίμου βρίσκεται συνήθως στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου. Κατασκευάζεται από διάφορα υλικά (σίδηρο, αλουμίνιο, ακόμα και από πλαστικό). Φέρει δύο βαλβίδες ασφαλείας, μία για υπερπίεση και μία για υποπίεση. Σήμερα η εξισορρόπηση των πιέσεων γίνεται μέσα από το κάνιστρο του ενεργού άνθρακα και ελέγχεται από τον εγκέφαλο, ώστε να μην διαφεύγουν στο περιβάλλον αναθυμιάσεις καυσίμου (υδρογονάνθρακες). Φέρει επίσης δύο σωληνώσεις. Μία για την έξοδο του καυσίμου και μία για την επιστροφή του περισσευούμενου καυσίμου. Η τάπα πλήρωσης της δεξαμενής πρέπει να κλείνει στεγανά.



Σχήμα 9.15: Αντλία καυσίμου.

- **Αντλία καυσίμου**

Η αντλία του καυσίμου είναι ηλεκτρική (ηλεκτρικός κινητήρας), και ανάλογα με την θέση που βρίσκεται, διακρίνεται είτα σαν αντλία σειράς (γραμμής) είτε σαν αντλία δεξαμενής (βυθιζόμενος). Ο τύπος της αντλίας γραμμής τοποθετείται έξω από τη δεξαμενή καυσίμου, πριν από το φίλτρο καυσίμου. Ο τύπος δεξαμενής τοποθετείται μέσα στη δεξαμενή και έχει ενσωματωμένο τον μετρητή στάθμης της βενζίνης. Επίσης, η αντλία φέρει και δύο βαλβίδες: τη βαλβίδα αντεπιστροφής η οποία δεν επιτρέπει την επιστροφή του καυσίμου στη δεξαμενή όταν ο κινητήρας δεν λειτουργεί, διατηρώντας μια πίεση στο σύστημα τροφοδοσία.

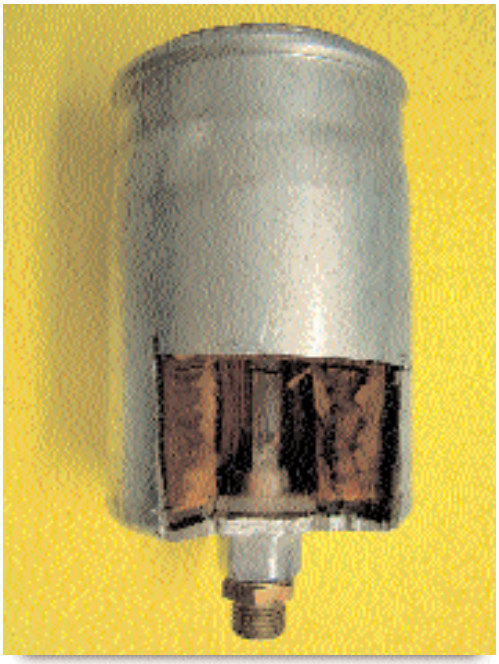
την ανακουφιστική βαλβίδα η οποία λειτουργεί (ανοίγει), και γίνεται εσωτερική επανακυκλοφορία του καυσίμου μέσα στην αντλία, όταν για κάποιο λόγο (βουλωμένο φίλτρο) δημιουργηθεί υπερπίεση στο κύκλωμα. Η πίεση αυτή του ανοίγματος (ασφαλείας), είναι περίπου στα 5 Bar. **(σχήμα 9.15).**

- **Σωληνώσεις καυσίμου**

Οι σωληνώσεις καυσίμου είναι κατασκευασμένες από μαλακό σίδηρο και πρέπει να αντέχουν σε υψηλές πιέσεις, στη φλόγα και σε στρεπτικές δυνάμεις. Δεν επιτρέπεται να περνούν μέσα από το χώρο των επιβατών και να μεταφέρουν καύσιμο μέσω βαρύτητας.

- **Φίλτρο καυσίμου**

Το φίλτρο καυσίμου αποτελείται από ρολό χαρτιού με πόρους διαμέτρου 10 mm και περιβάλλεται από ένα μεταλλικό διάτρητο κύλινδρο. Είναι τοποθετημένο μέσα σε πλαστικό ή μεταλλικό περίβλη-

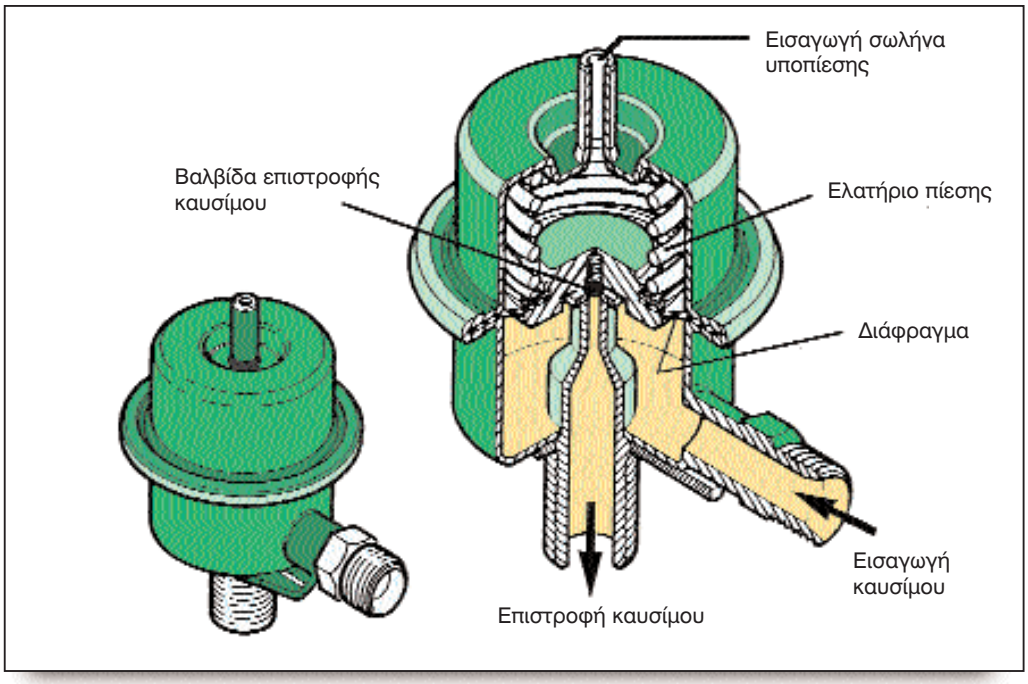


Σχήμα 9.16: Φίλτρο καυσίμου.

μα και έχει έναν αγωγό για την είσοδο του καυσίμου και ένα για την έξοδο. Σκοπός του είναι να συγκρατεί τυχόν ακαθαρσίες ή μικροσωμάτια που υπάρχουν στο καύσιμο και να προστατεύει έτσι κυρίως τους ψεκαστήρες (μπεκ) **(σχήμα 9.16).**

- **Ρυθμιστής πίεσης καυσίμου**

Ο ρυθμιστής πίεσης καυσίμου αποτελείται από ένα μεταλλικό κύλινδρο χωρισμένο σε δύο τμήματα από μια ελαστική μεμβράνη. Η μεμβράνη συμπιέζεται από ένα σπειροειδές ελατήρια και αυτή με τη σειρά της συμπιέζει τα καύσιμο με μια πίεση περίπου 2,5 έως 3,0 bar. Η διατήρηση σταθερής πίεσης καυσίμου μέχρι τους ψεκαστήρες είναι απαραίτητη για τον ακριβή υπολογισμό της ψεκασμένης ποσότητας του καυσίμου. Η πο-



Σχήμα 9.17: Ρυθμιστής πίεσης καυσίμου.

σότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου εξαρτάται μόνο από τον χρόνο που θα είναι ανοικτά τα μπεκ.

Υπάρχουν ρυθμιστές πίεσης οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να δέχονται διόρθωση στο πίσω μέρος από την υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής **(σχήμα 9.17).**

- **Εγχυτήρας (μπεκ)**

Οι ψεκαστήρες (μπεκ) είναι βαλβίδες που ψεκάζουν το καύσιμο στους κυλίνδρους. Διακρίνονται σε μηχανικά ελεγχόμενους ψεκαστήρες και σε ηλεκτρικά ελεγχόμενους ψεκαστήρες.

Οι μηχανικά ελεγχόμενοι ψεκαστήρες, υπάρχουν μόνο στο σύστημα ψεκασμού της Bosch - K - Jetronic και τις παραλλαγές του KE, KE3 κ.λ.π.

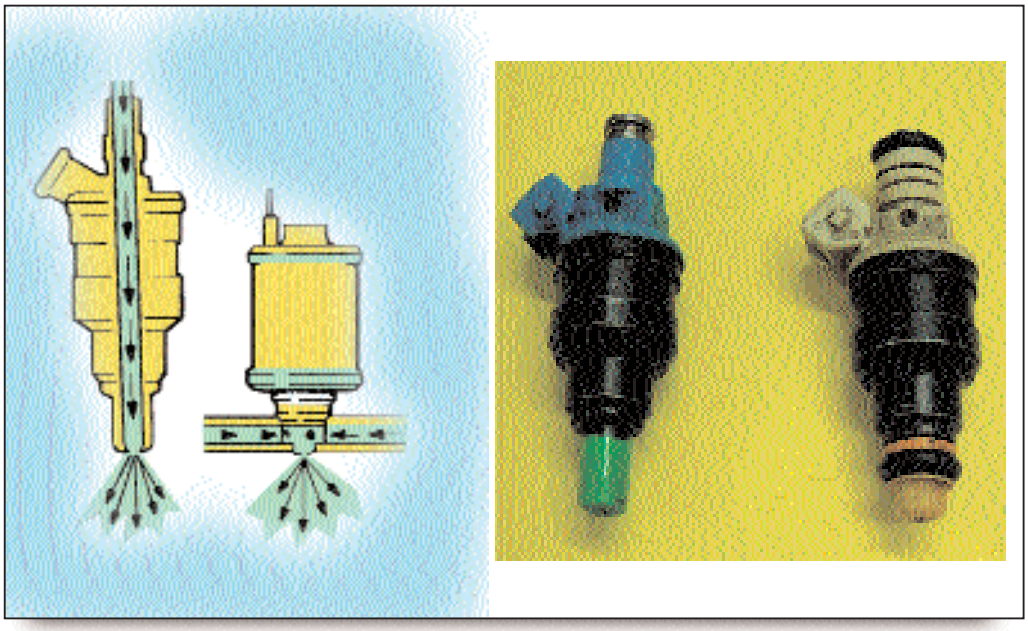
Στην πραγματικότητα είναι μία μηχανική αντλία και αποτελείται από μια βελονοειδή βαλβίδα με ημισφαιρική κεφαλή και από ένα ελατήριο. Το ελατήριο σπρώχνει τη βαλβίδα για να παραμένει κλειστή. **(σχήμα 9.18).**

Όταν η πίεση του καυσίμου υπερβεί τα 3,3 bar, τότε υπερνικάται η αντίσταση του ελατηρίου και ο εγχυτήρας αρχίζει να ψεκάζει το καύσιμο στους κυλίνδρους. Οι μηχανικά ελεγχόμενοι ψεκαστήρες ψεκάζουν συνέχεια και η ποσότητα του καυσίμου προαποθηκεύεται σε θέση πριν από τις βαλβίδες εισαγωγής.

Οι ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι ψεκαστήρες αποτελούνται από ένα ισχυρό ηλεκτρομαγνήτη, ο οποίος ελέγχει την κίνηση μιας κωνικής βελόνας η οποία στεγανοποιεί την έξοδο του ψεκαστήρα, πιεζόμενη από ένα ελατήριο **(σχήμα 9.19).** Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης τροφοδοτηθεί με ένα παλμό από την ηλεκτρομαγνητική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλο),

Σχήμα 9.18: Μηχανικό μπεκ.

η βελόνα έλκεται προς τα πίσω νικώντας τη μηχανική τάση του ελατηρίου και έτσι να αρχίσει ο ψεκασμός του καυσίμου. Ελέγχοντας το χρόνο που τροφοδοτείται ο εγχυτήρας, ελέγχεται - μετριέται στην ουσία και η ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου, εφόσον η πίεση του καυσίμου παραμένει σταθερή περίπου στο 2,5 bar. Στον πολλαπλό ψεκασμό επίσης είναι δυνατός ο έλεγχος του χρόνου ψεκασμού ανεξάρτητα από τη θέση των εμβόλων. Έτσι, μπορεί να υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης σε ορισμένο κύλινδρο που παρουσιάζει κρουστική καύση (πειράκια). Τέλος η ποσότητα του καυσίμου με τους ηλεκτρονικά ελεγχόμενους ψεκαστήρες μπορεί να είναι ανεξάρτητη από τις στροφές του κινητήρα, και αυτό είναι χρήσιμο σε ειδικές περιπτώσεις, όπως κατά την επι-



Σχήμα 9.19: Ηλεκτρομαγνητικά μπεκ.

τάχυνση κ.λ.π. Στον πολλαπλό ψεκασμό, οι ψεκαστήρες τροφοδοτούνται από τον διακλαδωτήρα και ψεκάζουν με συγκεκριμένη γωνία πριν από τη βαλβίδα εισαγωγής.

Β. Υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης του αέρα

Σκοπός του υποσυστήματος εισαγωγής και μέτρησης του αέρα είναι να επιτρέπει την εισαγωγή του αέρα - να τον καθαρίζει - και να μετρά την ποσότητά του. **(σχήμα 9.20).**

Αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα:

- Το φίλτρο αέρα
- Το μετρητή αέρα
- Τη βαλβίδα πρόσθετου αέρα
- Το σώμα της πεταλούδας γκαζιού
- Την πολλαπλή εισαγωγή

Στα συστήματα μονού ψεκασμού η πεταλούδα και η βαλβίδα πρόσθετης παροχής αέρα είναι ενσωματωμένες στο σώμα ψεκασμού.

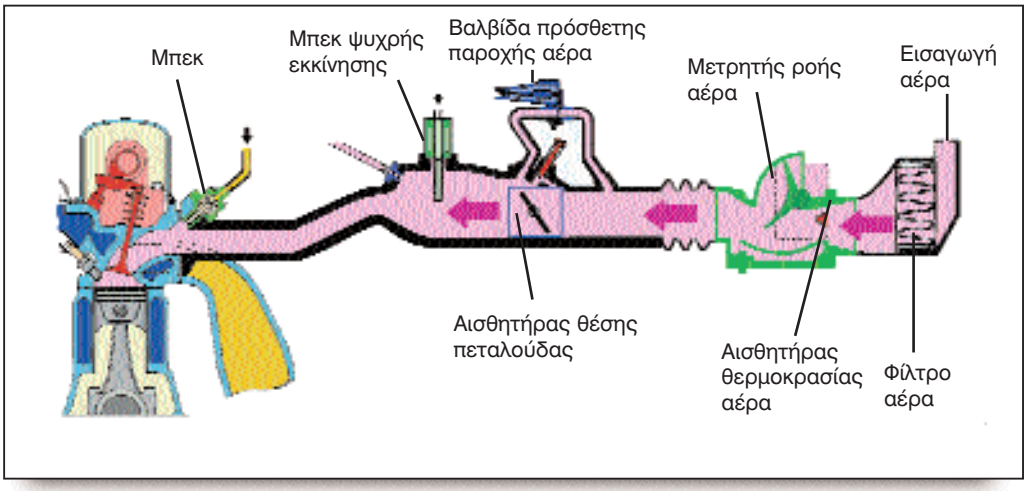
- **Φίλτρο αέρα**

Σκοπός του φίλτρου αέρα είναι να καθαρίζει τον εισερχόμενο ατμοσφαιρικό αέρα από την σκόνη και άλλα σωματίδια που τυχόν περιέχει και να προστατεύει τους κυλίνδρους από φθορές.

- **Μετρητής ροής αέρα**

Σκοπός του μετρητή ροής αέρα είναι η ακριβής μέτρηση του εισαγόμενου αέρα, γιατί αυτό είναι απαραίτητο στον υπολογισμό για την ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου.

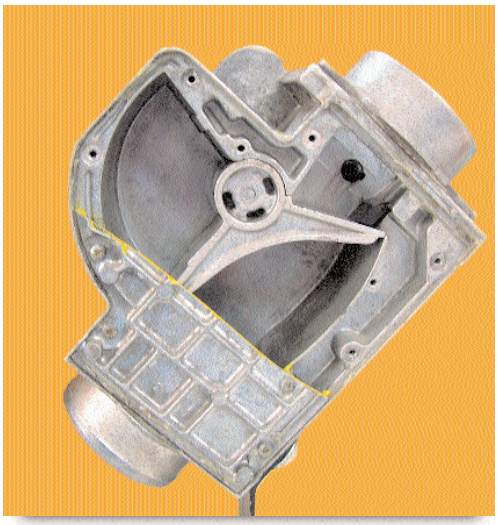
Ανάλογα με το ποιο μέγεθος (όγκο, πίεση ή μάζα) του εισερχόμενου αέρα μπο-



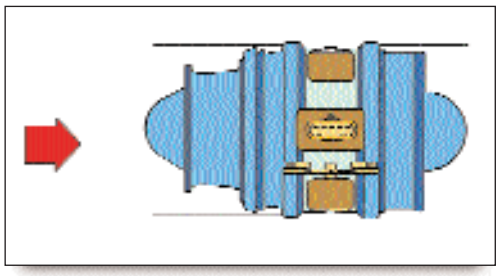
Σχήμα 9.20: Υποσύστημα εισαγωγής αέρα με πολλαπλό ψεκασμό.

ρεί να μετρήσει ένας μετρητής ροής αέρα, οι μετρητές ταξινομούνται σε:

- Μετρητές που μετρούν τον όγκο του εισερχομένου αέρα. Υπάρχουν δύο τύποι. Υπάρχει ο τύπος με πτερύγιο μέτρησης **(σχήμα 9.21)** ή κλαπέτο και υπάρχει ο μετρητής όγκου με κωνικό τύπο. **(σχήμα 9.22).**



Σχήμα 9.21: Μετρητής όγκου αέρα με πτερύγιο.

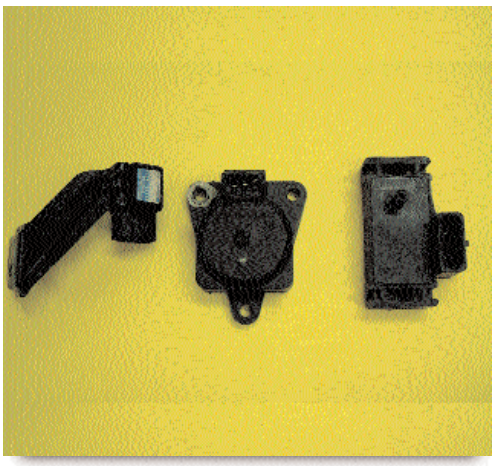


Σχήμα 9.22: Μετρητής όγκου αέρα κωνικού τύπου.

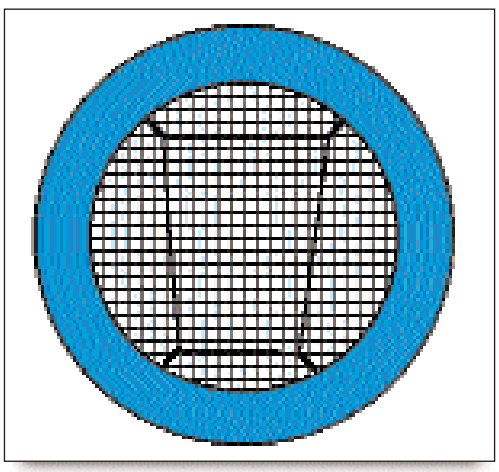
- Μετρητές που μετρούν την πίεση (υποπίεση) της πολλαπλής εισαγωγής. Είναι ο πλέον διαδεδομένος αισθητήρας - λέγεται και MAP (Manifold Ablolute Pressure). Είναι αξιόπιστος, δεν έχει κινητά μέρη, μικρό κόστος, ευκολία τοποθέτησης, λόγω του μικρού του όγκου **(σχήμα 9.23).**
- Μετρητές που μετρούν τη μάζα του εισερχόμενου αέρα

  Ο μετρητής μάζας είναι ο πιο ακριβής στη μέτρηση του αέρα, γιατί μετρά απευθείας τη μάζα του εισερχόμενου αέρα και είναι συνήθως από θερμαινόμενο σύρματος.

Σημείωση: *Στους μετρητές όγκου και πίεσης αέρα χρειάζεται να μετρηθεί και η θερμοκρασία του εισερχομένου αέρα για τον σωστό υπολογισμό της ποσότητάς του. Για το λόγο αυτό τα συστήματα που φέρουν είτε μετρητή όγκου είτε μετρητή πίεσης έχουν οπωσδήποτε και αισθητήρα θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα.*



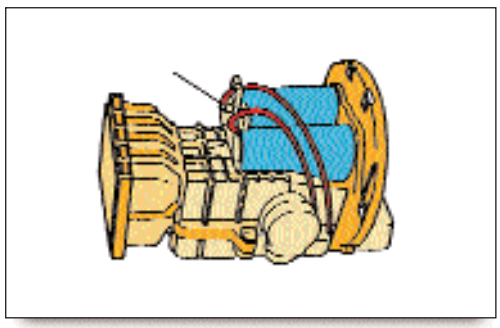
Σχήμα 9.23: Μετρητής πίεσης αέρα.



Σχήμα 9.24: Μετρητής μάζας αέρα θερμαινόμενου σύρματος.

- **Μετρητής ροής αέρα με στροβιλισμό (Vortex)**

Χρησιμοποιείται σε λίγα αυτοκίνητα και υπολογίζει τη ποσότητα του εισερχόμενου αέρα από τους στροβιλισμούς που δημιουργούνται κατά την είσοδό του **(σχήμα 9.25).**



Σχήμα 9.25: Μετρητής ροής αέρα με στροβιλισμό (Vortex).

- **Σώμα πεταλούδας γκαζιού**

Σκοπός αυτού του εξαρτήματος είναι να ρυθμίζει την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα. Αποτελείται από την πεταλούδα γκαζιού (μία ή δύο) το σύστημα παράκαμψης αέρα (βίδα ρύθμισης στροφών ρελαντί) και τον αισθητήρα θέσης πεταλούδας. Ο αισθητήρας θέσης πεταλούδα, πληροφορεί τον εγκέφαλο για την ακριβή θέση της πεταλούδας του γκαζιού. Υπάρχει σε τρεις τύπους.

α) Αισθητήρας τύπου διακόπτη ON - OFF. Δε χρησιμοποιείται σήμερα.

β) Αισθητήρας τύπου ποτενσιόμετρου

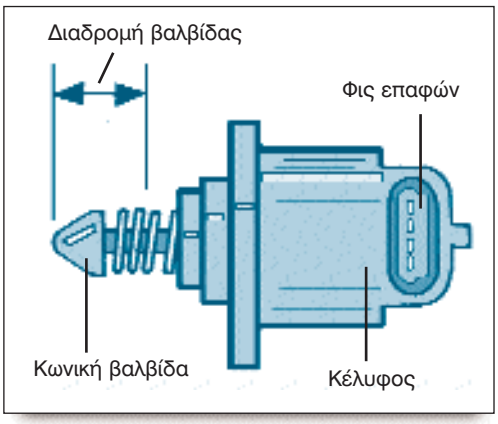
γ) Μικτός αισθητήρας που είναι και ποτενσιόμετρο και τύπου διακόπτη.

- **Βαλβίδες πρόσθετου αέρα**

Η βαλβίδα πρόσθετου αέρα έχει σκοπό, κατά την κρύα εκκίνηση του κινητήρα,

Σχήμα 9.26: Αισθητήρες τύπου διακόπτη και ποτενσιόμετρο.

σήμερα όπως και παλαιότερα, να επιτρέπει να εισέρχεται αέρας στους κυλίνδρους παρακάμπτοντας όμως την πεταλούδα γκαζιού. Τοποθετείται σε ένα ελαστικό σωλήνα του οποίου ελέγχει την διατομή. Έτσι επιτρέπει ανάλογα με τις συνθήκες του κινητήρα (κυρίως θερμοκρασία) να εισέρχεται αέρας με αποτέλεσμα να αυξάνουν οι στροφές. Υπάρχουν πολλοί τύποι βαλβίδων πρόσθετου αέρα αλλά έχει επικρατήσει η βαλβίδα παροχής πρόσθετου αέρα με βηματικό μοτέρ **(σχήμα 9.27).**



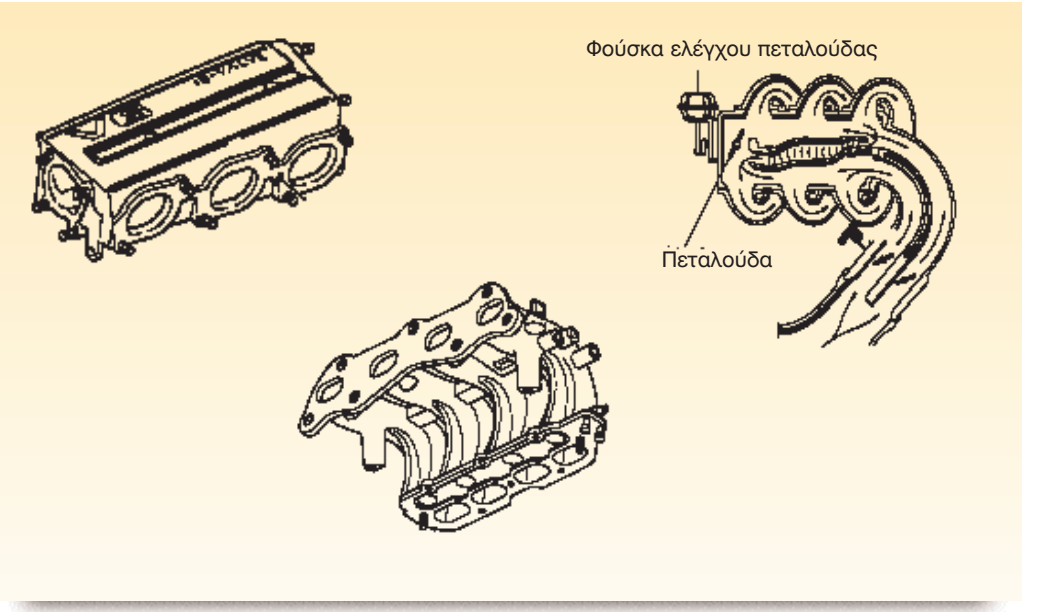
Σχήμα 9.27: Βαλβίδα αέρα με βηματικό μοτέρ.

Το βηματικό μοτέρ (ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου) ανοίγει και κλείνει με κωνική βαλβίδα μία βοηθητική δίοδο ροής αέρα.

- **Πολλαπλής εισαγωγής - θάλαμος εισαγωγής αέρα**

Η εισαγωγή του αέρα στους κυλίνδρους, γίνεται με παλμικό τρόπο, λόγω της κίνησης των βαλβίδων εισαγωγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η παλμική κίνηση του εισερχόμενου αέρα να επηρεάζει και το μετρητή ροής αέρα. Ο θάλαμος εισαγωγής έχει σκοπό να αποσβένει αυτή την παλμική κίνηση. Υπάρχουν θάλαμοι ενσωματωμένοι με την πολλαπλή εισαγωγή και θάλαμοι ξεχωριστοί **(σχήμα 9.28).**

Τελευταία, για ακόμα καλύτερη ροή του εισερχόμενου αέρα και μεγαλύτερη εισαγωγή ποσότητας καυσίμου (ανάλογα με τις στροφές λειτουργία του κινητήρα) έχουν εφαρμοστεί οι πολλαπλές ει-



Σχήμα 9.28: Πολλαπλής εισαγωγής - θάλαμος εισαγωγής αέρα.

σαγωγές μεταβλητού μήκους. Είναι γνωστό ότι το μήκος ενός σωλήνα είναι σημαντικός παράγοντας στη ποσότητα εισαγωγής του εισερχομένου μείγματος. Έτσι λοιπόν χρησιμοποιούνται πολλαπλές εισαγωγές που έχουν τη δυνατότητα να αλλάζουν τα μήκος εισαγωγής τους μέσα από βαλβίδες (τάμπερ), που ελέγχονται από τον εγκέφαλο, ανάλογα με τις στροφές λειτουργίας του κινητήρα.

Γ. Υποσύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου

Κάθε "ηλεκτρονικό" σύστημα μπορεί να χωρισθεί σε τρία υποσυστήματα, ανάλογα με τη λειτουργία του κάθε υποσυστήματος.

1ο Υποσύστημα: Αισθητήρες (Sensors)

Αισθητήρες χαρακτηρίζονται όλα εκείνα τα εξαρτήματα που "πληροφορούν" την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλο), για κάποιο μέγεθος π.χ. θερμοκρασία, πίεση, στροφές κ.λ.π., υπό μορφή συνήθως τάσης, παλμού κ.α.

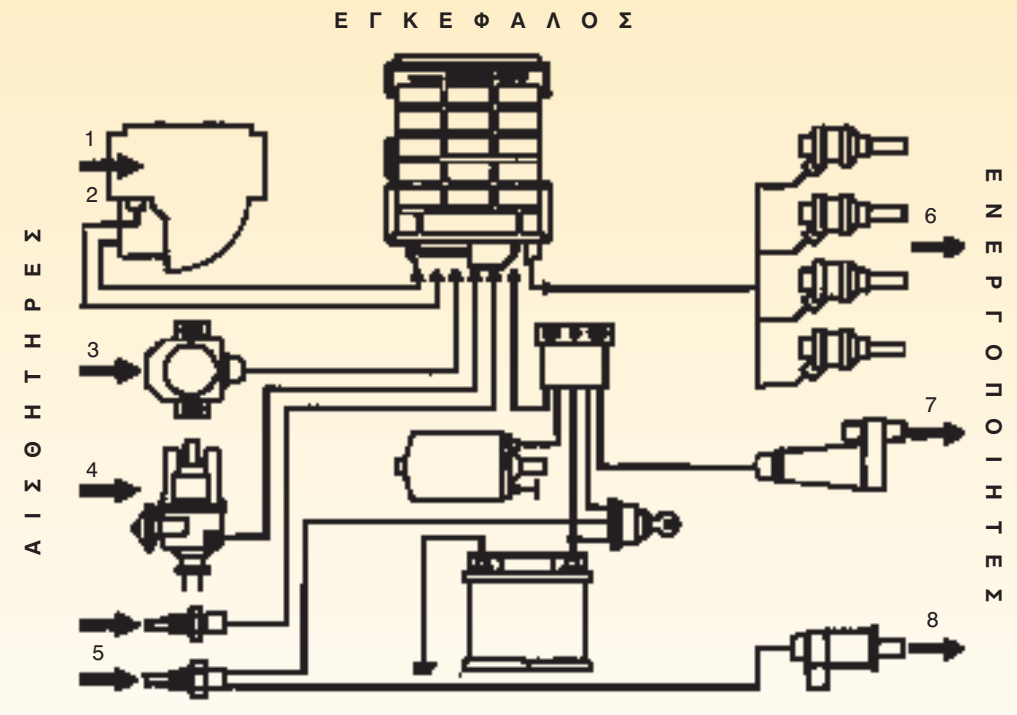
2ο Υποσύστημα: Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)

Σκοπός της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου είναι να επεξεργάζεται τα εισερχόμενα σήματα από τους αισθητήρες και μέσα από ειδικά προγράμματα να δίνει εντολή - στέλνει σήματα - στους ενεργοποιητές να εκτελέσουν κάποια διαδικασία.

3ο Υποσύστημα: Οι ενεργοποιητές (Actuars)

Οι ενεργοποιητές είναι εξαρτήματα που δέχονται εντολές (σήματα) προκειμένου να ελέγξουν, ρυθμίσουν κάποιο μέγεθος Πχ. ψεκαστήρες (μπεκ), βηματικοί κινητήρες κ.λ.π.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ
1. Όγκου αέρα 2. Θερμοκρασίας αέρα 3. Θέσης πεταλούδας 4. Στροφών κινητήρα 5. Θερμοκρασίας κινητήρα	Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου	6. Εγχυτήρες (μπεκ) 7. Βαλβίδα παροχής πρόσθετου αέρα 8. Μπεκ ψυχρής εκκίνησης



Σχήμα 9.29: Υποσύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου.

9.4. Μεθοδολογία ελέγχου - διάγνωση βλαβών

Στα συστήματα (διαχείρισης) του κινητήρα είτε είναι συμβατικά είτε είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενα, η διαδικασία ελέγχου είναι η ίδια και περιγράφεται παρακάτω ανά σύστημα.

9.4.1. Συστήματα ανάφλεξης

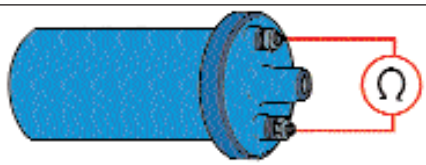
- **Αν ο κινητήρας δε λειτουργεί, λόγω έλλειψης ηλεκτρικού σπινθήρα.**

Ο εντοπισμός της βλάβης σε αυτή την περίπτωση ξεκινά από τον έλεγχο παραγωγής υψηλής τάσης στην έξοδο του πολλαπλασιαστή.

α) Αν παράγεται υψηλή τάση, τότε η βλάβη εντοπίζεται στα μπουζοκαλώδια, μπουζί, κατάσταση χώρου καύσης (χαμηλή συμπίεση, πλούσιο ή φτωχό μείγμα), λάθος χρονισμός.

β) Αν ΔΕΝ υπάρχει υψηλή τάση στον έξοδο του πολλαπλασιαστή, τότε ο έλεγχος στρέφεται στον:

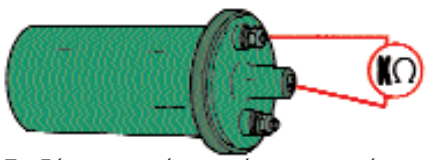
– Έλεγχο πρωτεύοντος πηνίου πολλαπλασιαστή (Ωμομέτρηση)



- Συνδέστε το ωμόμετρο όπως στο σχήμα
- Η ένδειξη του ωμόμετρου θα πρέπει να είναι:
  α) από 3Ω - 4Ω ή
  β) από 1Ω - 1,5Ω όταν ο πολλαπλασιαστής έχει προαντίσταση

Σχήμα 9.30: Έλεγχος πρωτεύοντος πηνίου πολλαπλασιαστή.

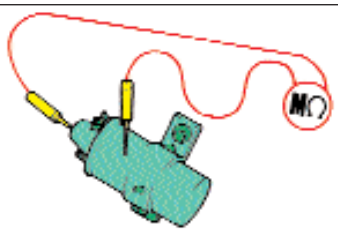
– Έλεγχο δευτερεύοντος πηνίου πολλαπλασιαστή (Ωμομέτρηση)



- Συνδέστε το ωμόμετρο όπως στο σχήμα
- Η ένδειξη του ωμόμετρου θα πρέπει να είναι από 4Ω - 10Ω

Σχήμα 9.31: Έλεγχος δευτερεύοντος πηνίου πολλαπλασιαστή.

– Έλεγχο βραχυκυκλώματος πολλαπλασιαστή (Ωμομέτρηση)



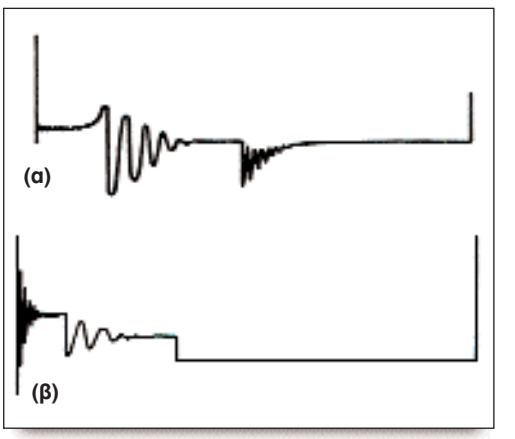
- Συνδέστε το ωμόμετρο όπως στο σχήμα
- Η ένδειξη του ωμόμετρου θα πρέπει να είναι άπειρο (∞).

Σχήμα 9.32: Έλεγχος βραχυκυκλώματος πολλαπλασιαστή.

– Έλεγχο "σήματος" για τις "διακοπές" του πρωτεύοντος θα διακόπτει την τροφοδοσία του, δηλαδή αν το πρωτεύον δέχεται "σήμα":
  – από πλατίνες
  – από γεννήτρια επαγωγικού τύπου (παλμογράφος)
  – από γεννήτρια τύπου Hall
  – από αισθητήρες στροφών, Α.Ν.Σ., ηλεκτρονική μονάδα

γ) Σε περίπτωση υπολειτουργίας του συστήματος ανάφλεξης ο έλεγχος με παλμογράφο επιβάλλεται. Οι κυματομορφές πρωτεύοντος - δευτερεύοντος μας δίνουν την τελική" εικόνα - κατάσταση του συστήματος και μέσα από τη σύγκριση των κυματομορφών, εντοπίζονται (πρωτότυπα - συγκρινόμενη) τυχόν βλάβες.

δ) Οι παραπάνω έλεγχοι προϋποθέτουν ότι η τάση του συσσωρευτή καθώς και οι τάσεις τροφοδοσίας των παραπάνω εξαρτημάτων είναι αυτές που δίνει ο κατασκευαστής π.χ. τάση τροφοδοσίας πολλαπλασιαστή 9V και όχι 5V.



Σχήμα 9.33: Κυματομορφές (α) πρωτεύοντος και (β) δευτερεύοντος.

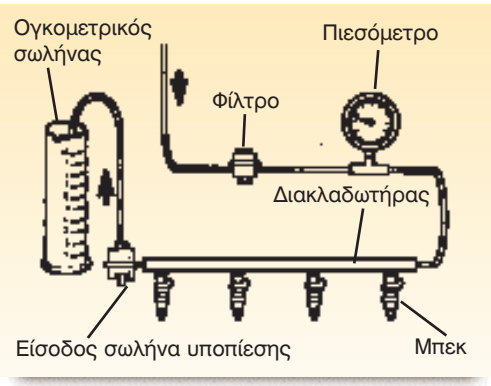
9.4.2. Συστήματα ψεκασμού

Στα συστήματα ψεκασμού για τη γρήγορη και σωστή διάγνωση συνιστάται η χρήση της αντίστοιχης διαγνωστικής συσκευής με το υπό έλεγχο σύστημα.

Υπάρχουν όμως βλάβες που ΚΑΜΙΑ διαγνωστική συσκευή ΔΕΝ είναι ΔΥΝΑΤΟΝ να τις καταγράψει.

Αυτές οι βλάβες είναι συνήθως:

- **Στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου**



Σχήμα 9.34: Μέτρηση της πίεσης καυσίμου.

  - Αντλία καυσίμου (κολλημένη, βαλβίδες αντεπιστροφής, ασφαλείας)
  - Φίλτρο καυσίμου (βουλωμένο)
  - Ρυθμιστής πίεσης (ελαττωματικός)
  - Ψεκαστήρες (μπεκ) (διαρροή, κολλημένα)

  Για τον εντοπισμό των παραπάνω βλαβών συνιστάται ο έλεγχος του συστήματος τροφοδοσίας για παροχή και πίεση καυσίμου.

- **Στους αισθητήρες - ενεργοποιητές**

  Όσοι αισθητήρες - ενεργοποιητές έχουν και μηχανικό μέρος (π.χ. κίνηση βαλβίδας, περιστροφή δίσκου κ.α.) και το πρόβλημα εντοπίζεται στη δυσλειτουργία του μηχανικού μέρους (κόλλημα βαλβίδας, σπάσιμο κ.α.). ΔΕΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΤΑΙ βλάβη από διαγνωστική συσκευή. Απλώς μέσα από τα συμπτώματα θα πρέπει να κατευθυνθεί ο έλεγχος στα συγκεκριμένα εξαρτήματα και να γίνεται πάντοτε η διαδικασία της ΕΞΟΜΟΙΩΣΗΣ.

- **Στιγμιαίες βλάβες που μπορεί να οφείλονται:**
  - Σε στιγμιαίες κακές επαφές - συνδέσεις, κυρίως γειώσει π.χ.πέφτει το όχημα σε λακκούβες, σε στροφές κ.α.)
  - Οριακές τιμές δυσλειτουργίας σημάτων αισθητήρων, ενεργοποίηση.
  - Μικρή διάρκεια (π.χ. 3 sec), ορίων λειτουργίας μερικών αισθητήρων.

9.4.3. Έλεγχος ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου

Αν δεν υπάρχει αντίστοιχη διαγνωστική συσκευή για τον έλεγχο του αντίστοιχου συστήματος, τότε ο έλεγχος θα πρέπει να ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία:

1ο Βήμα: Έλεγχος του αισθητήρα

Ελέγχεται ο αισθητήρας πού πιθανόν είναι ελαττωματικός για καλή λειτουργία με την αντίστοιχη συσκευή, πχ. πολύμετρο, παλμογράφος, υποπιεσόμετρο κ.λ.π., αν είναι δυνατόν πριν από την καλωδίωση που εισέρχεται και κατευθύνεται προς την ηλεκτρονική μονάδα.

Σημείωση: *Ο έλεγχος να απαιτεί ο κινητήρας να λειτουργεί ή ο διακόπτης ανάφλεξης να είναι στη θέση ON η μέτρηση πρέπει να γίνεται με συνδεδεμένα τα καλώδια του υπό έλεγχο αισθητήρα και την καλωδίωση του εγκεφάλου για να μην καταγραφεί βλάβη. Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό, πρέπει να αποφεύγεται το τρύπημα των καλωδίων του αισθητήρα με αιχμηρά αντικείμενα (καρφίτσες κ.α.), σε περίπτωση που γίνει ο αντίστοιχος έλεγχος. Προτείνεται τότε να γίνεται ο έλεγχος του αισθητήρα στις επαφές της ηλεκτρονικής μονάδας.*

2ο Βήμα: Έλεγχος καλωδίωσης

Είναι πιθανόν αρκετές φορές ο αισθητήρας να λειτουργεί σωστά αλλά "το σήμα του" να μην φθάνει στο εγκέφαλο. Έτσι εάν ο αισθητήρας λειτουργεί σωστά και τα συμπτώματα της βλάβης υπάρχουν, είναι πιθανόν να μην φθάνει "το σήμα του" στον εγκέφαλο και αυτό να οφείλεται στην καλωδίωση του συστήματος:

αισθητήρας → καλώδια → εγκέφαλος

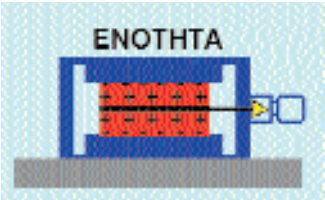
Τότε προτείνεται με τη βοήθεια των οδηγιών του κατασκευαστή ή μέσα από βιβλία να εντοπίζονται οι επαφές του εγκεφάλου που θα έπρεπε να λαμβάνουν "το σήμα" του υπό έλεγχου αισθητήρα και να επαναλαμβάνεται στις επαφές (πάντα συνδεδεμένες) τώρα του εγκεφάλου ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του αισθητήρα.

3ο Βήμα

Αν παρ' όλα αυτά "το σήμα" του υπό έλεγχο αισθητήρα "φθάνει" στις επαφές του εγκεφάλου και τα συμπτώματα συνεχίζουν να υπάρχουν, τότε πιθανόν αυτό να οφείλεται σε εσωτερική βλάβη της ηλεκτρονικής μονάδας.

Σημείωση: *Πρέπει να αποφεύγεται η αντικατάσταση της ηλεκτρονικής μονάδας, με άλλη από άλλο αυτοκίνητο που σίγουρα λειτουργεί σωστά, ειδικά όταν υπάρχει ηλεκτρονικό σύστημα ακινητοποίησης (Immobillizer), γιατί τότε σίγουρα και οι δύο ηλεκτρονικές μονάδες θα "κλειδώσουν"με αποτέλεσμα να μη λειτουργεί κανένα αυτοκίνητο. Αν δεν υπάρχει σύστημα Immobillizer σε κανένα αυτοκίνητα και γίνει η αντικατάσταση, τότε τα συμπτώματα της βλάβης πρέπει να σταματήσουν να υπάρχουν.*

Ο παραπάνω έλεγχοι θα πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή, αν λαμβάνονται όλα τα μέτρα προστασίας και τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή, γιατί είναι πάρα πολύ εύκολο να προξενηθεί βλάβη με αποτέλεσμα το χάσιμο χρόνου και χρήματος.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 9

Τα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες (τύπους).

Ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες και τρανζίστορ.

Ηλεκτρονική ανάφλεξη με γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου

Ηλεκτρονική ανάφλεξη με γεννήτρια Hall

Ηλεκτρονική χωρητική ανάφλεξη

Ηλεκτρονική ανάφλεξη ελεγχόμενη από ηλεκτρονική μονάδα

Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα (D.I.S)

Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης

Η ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες είναι ένα συμβατικό σύστημα ανάφλεξης, με τη διαφορά ότι ο έλεγχος του πρωτεύοντος πηνίου του πολλαπλασιαστή γίνεται από ένα τρανζίστορ, του οποίου η Βάση (Β) όμως ελέγχεται από τις πλατίνες

Η αντικατάσταση των πλατινών με άλλους μηχανισμούς, οι οποίοι μπόρεσαν να ελέγχουν τη Βάση του τρανζίστορ χωρίς προβλήματα, όπως γεννήτριες είτε επαγωγικού τύπου είτε τύπου Hall, δημιούργησαν και τα αντίστοιχα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης.

Η ηλεκτρονική χωρητική ανάφλεξη (C.D.I) στηρίζεται στη φόρτιση ενός πυκνωτή και στην εκφόρτιση του στο πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή με το κλείσιμο ενός θυρίστορ ισχύος. Το θυρίστορ ελέγχεται συνήθως είτε από πλατίνες, είτε από μια γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου.

Η αντικατάσταση των μηχανικών μηχανισμών από ηλεκτρονικούς αισθητήρες, οι οποίοι "πληροφορούν" μία ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλο) και η οποία επεξεργάζεται τα εισερχόμενα σήματα τύπων των αισθητήρων, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρονικής ανάφλεξης ελεγχόμενης από ηλεκτρονική μονάδα (Εγκέφαλο).

Η ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα (με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου). D.I.S., έχει ως χαρακτηριστικό την έλλειψη του διανομέα. Δεν υπάρχει στο σύστημα αυτό κανένας μηχανικός μηχανισμός, ούτε περιστρεφόμενα τμήματα.

Το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης, είναι το τελευταίο σύστημα ανάφλεξης σε εξέλιξη που εφαρμόζεται σήμερα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι ότι έλεγχος του συστήματος ανάφλεξης και ο έλεγχος του συστήματος ψεκασμού γίνεται από την ίδια ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλος).

Τα συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης ανάφλεξης - ψεκασμού ελέγχουν και ρυθμίζουν την ακριβή ποσότητα ψεκασμού και το ακριβές σημείο ανάφλεξης σ' όλες τις φάσεις λειτουργίας του κινητήρα, όπως ρελαντί, μερικό και πλήρες φορτίο, προθέρμανση του κινητήρα, κ.ά.

Τα συστήματα τροφοδοσίας που υπάρχουν είναι το συμβατικό σύστημα με εξαερωτήρα (καρμπιρατέρ), με ηλεκτρονικό εξαερωτήρα, με μηχανικό ψεκασμό και με ηλεκτρονικά ελεγχόμενο ψεκασμό.

Τα συστήματα ψεκασμού χωρίζονται σε τρία υποσυστήματα.

α) Υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου

β) Υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης αέρα

γ) Υποσύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου (αισθητήρες - εγκέφαλος - ενεργοποιητές.

Το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου αποτελείται από τα παρακάτω εξαρτήματα: τη δεξαμενή καυσίμου, την αντλία καυσίμου, τις σωληνώσεις καυσίμου, το φίλτρο καυσίμου, το ρυθμιστή πίεσης καυσίμου, τους ψεκαστήρες (μπεκ),

Το υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης του αέρα αποτελείται από: το φίλτρο αέρα, το μετρητή αέρα, τη βαλβίδα πρόσθετου αέρα, το σώμα πεταλούδας γκαζιού και την πολλαπλή εισαγωγής.

Το υποσύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου μπορεί να χωρισθεί σε τρία υποσυστήματα, ανάλογα με τη λειτουργία του κάθε υποσυστήματος.

1ο Υποσύστημα: Αισθητήρες (Sensors)

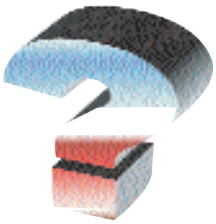
Αισθητήρες χαρακτηρίζονται όλα εκείνα τα εξαρτήματα που "πληροφορούν" την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλο) για κάποιο μέγεθος π.χ. θερμοκρασία, πίεση, στροφές κ.λ.π., υπό μορφή συνήθως τάσης, παλμού κ.α.

2ο Υποσύστημα: Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)

Σκοπός της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου είναι να επεξεργάζεται τα εισερχόμενα σήματα από τους αισθητήρες και μέσα από ειδικά προγράμματα δίνει εντολή - στέλνει σήματα - στους ενεργοποιητές να εκτελέσουν κάποια διαδικασία.

3ο Υποσύστημα: Οι ενεργοποιητές (Actuars)?

Οι ενεργοποιητές είναι εξαρτήματα που δέχονται εντολές (σήματα) προκειμένου να ελέγξουν, ρυθμίσουν κάποιο μέγεθος Πχ. ψεκαστήρες (μπεκ), βηματικοί κινητήρες κ.λ.π.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 9

1. Γιατί οι πλατίνες δημιουργούν προβλήματα στο σύστημα ανάφλεξης;

2. Ποια τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών συστημάτων ανάφλεξης;

3. Η ηλεκτρονική μονάδα ανάφλεξης επεξεργάζεται διάφορα ηλεκτρικά σήματα για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα. Ποιες φυσικές μεταβλητές αντιπροσωπεύουν αυτά τα ηλεκτρικά σήματα;

4. Σχεδιάστε το ηλεκτρικό κύκλωμα της ηλεκτρονικής ανάφλεξης με τρανζίστορ και πλατίνες.

5. Ποιο εξάρτημα του συστήματος ανάφλεξης αντικατέστησε η γεννήτρια Hall και σε ποιο φαινόμενο βασίζεται η λειτουργία της;

6. Ποιες είναι οι βασικές λειτουργικές διαφορές ανάμεσα σε μία γεννήτρια Hall και σε μία επαγωγική γεννήτρια παλμών;

7. Ποιες είναι οι βασικές διαφορές και τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το σύστημα ολοκληρωμένης ανάφλεξης, σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο σύστημα ανάφλεξης;

8. Σχεδιάστε το μπλοκ διάγραμμα της ολοκληρωμένης ανάφλεξης.

9. Πώς λειτουργεί το σύστημα της ολοκληρωμένης συνδυασμένης ανάφλεξης - τροφοδοσίας Motronic;

10. Ποια είναι τα υποσυστήματα ενός συστήματος ηλεκτρονικού ψεκασμού;

11. Από ποια εξαρτήματα αποτελείται το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου;

12. Από ποια εξαρτήματα αποτελείται το σύστημα εισαγωγής και μέτρησης αέρα;

13. Από ποια συστήματα αποτελείται ένα ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα;

14. Αναφέρατε είδη αισθητήρων στον ηλεκτρονικό ψεκασμό.

10

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Γ Ε Ν Ι Κ Α

10.1. Ηλεκτρονικά Συστήματα Μετάδοσης κίνησης
10.2. Πέδησης
10.3. Διεύθυνσης
10.4. Ανάρτησης
10.5. Προσθέτων λειτουργιών
10.5.1. Παθητικής ασφάλειας
10.5.2. Immobilizer
10.5.3. A/C
10.5.4. Πληροφόρησης
10.5.5. Διάγνωση Βλαβών

Επιδιωκόμενοι στόχοι:

Με την ολοκλήρωση αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να είστε ικανοί να:

- **Αναφέρετε και να περιγράφετε τα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα του αυτοκινήτου.**
- **Αναφέρετε τα είδη και να περιγράφετε τα βασικά τους εξαρτήματα.**
- **Περιγράφετε τον τρόπο λειτουργίας τους τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις χρήσεις τους.**
- **Αναφέρετε την μεθοδολογία διάγνωσης και τις βλάβες των συστημάτων**

ΓΕΝΙΚΑ

Η μεγάλη ανάπτυξη της ηλεκτρονικής και η εφαρμογή της κυρίως στον έλεγχο όλων των συστημάτων του αυτοκινήτου, είναι το κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογικής εξέλιξης των συστημάτων αυτών.

Το επίπεδο εφαρμογής του ηλεκτρονικού ελέγχου στα συστήματα αυτά καθορίζει συνήθως και την τεχνολογική τους εξέλιξη. Π.χ 1ης γενιάς, 2ης, 3ης, κ.ο.κ , ηλεκτρονικό σύστημα πέδησης, μετάδοσης κίνησης κ.λ.π.

Η ανάλυση των συστημάτων αυτών θα επικεντρωθεί κυρίως στους διαφορετικούς ηλεκτρονικούς τρόπους ελέγχου (είδη), που υπάρχουν μέχρι σήμερα στα συστήματα του αυτοκινήτου. Έτσι η αναφορά στα συστήματα αυτά θα γίνεται με βάση την καινοτομία που παρουσιάζει το κάθε σύστημα και τον τρόπο λειτουργίας του.

10.1. Ηλεκτρονικά Συστήματα μετάδοσης κίνησης

Η κίνηση (δύναμη, ροπή) από τον κινητήρα μεταφέρεται στους κινητήριους τροχούς (συνήθως στους εμπρός ή στους πίσω ή και στους 4), με το σύστημα μετάδοσης κίνησης.

Το κλασικό σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από:

- Τον συμπλέκτη
- Το κιβώτιο ταχυτήτων
- Τον άξονα μετάδοσης κίνησης (Δεν υπάρχει σε αυτοκίνητα με μπροστινή κίνηση)
- Το διαφορικό
- Τα ημιαξόνια
- Τις πλήμνες και τέλος
- Τους τροχούς.

Έχοντας στόχο την οικονομία, την άνεση, αλλά και την ασφάλεια οι αυτοκινη-

τοβιομηχανίες παρουσίασαν εξελιγμένα συστήματα μετάδοσης της κίνησης.

10.1.1. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι συμπλέκτες

Η βασική λειτουργία ενός συμπλέκτη είναι να απομονώνει τον κινητήρα από το κιβώτιο ταχυτήτων, όταν ο οδηγός θέλει να αλλάξει ταχύτητα ή να ξεκινήσει από στάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την προοδευτική μεταφορά ισχύος από τον κινητήρα προς το κιβώτιο ταχυτήτων και την ομαλή αλλαγή της ταχύτητας.

Υπάρχουν αρκετοί τύποι συμπλεκτών. Αναφέρονται παρακάτω οι τύποι που χρησιμοποιούνται συνήθως.

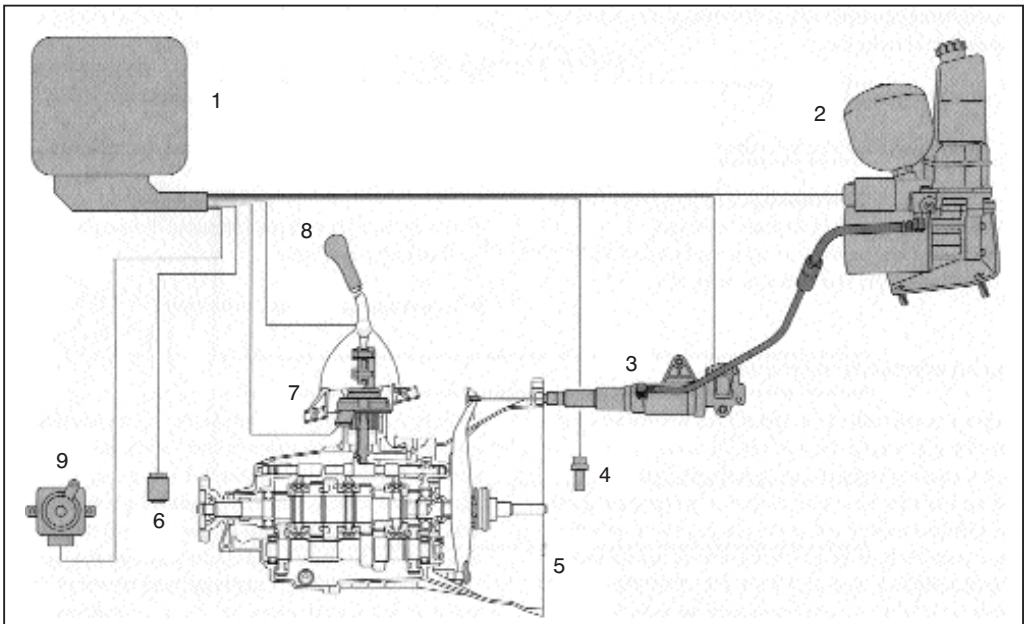
- Μηχανικός συμπλέκτης (ξηρός και υγρός)
- Ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης (ξηρός και υγρός)
- Υδραυλικός Μετατροπέας ροπής
- Αυτόματος συμπλέκτης

Οι ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι συμπλέκτες συνήθως τοποθετούνται σε αυτοκίνητα που έχουν ημιαυτόματα ή αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων. Είναι κάποιος τύπος συμβατικού συμπλέκτη κατάλληλα διαμορφωμένου, ώστε η σύμπλεξη και αποσύμπλεξή του να γίνεται μέσω ενός μηχανισμού, ο οποίος όμως ελέγχεται από ηλεκτρονική μονάδα . Η ηλεκτρονική μονάδα είναι η ίδια που ελέγχει και το κιβώτιο ταχυτήτων, και η κύρια λειτουργία της είναι αφού συλλέξει τα απαραίτητα σήματα από τους αισθητήρες και σε συνδυασμό με την επιλογή από τον οδηγό του τρόπου οδήγησης (κανονική, οικονομική, αγωνιστική οδήγηση), να δημιουργεί τα κατάλληλα σήματα προς τη μονάδα ενεργοποίησης (είτε ηλεκτρομηχανική ,είτε υδραυλική) για τη σύμπλεξη και αποσύμπλεξη του συμπλέκτη.

Το αν η σύμπλεξη - αποσύμπλεξη είναι ομαλή ή απότομη εξαρτάται από την επιλογή του οδηγού για οικονομική ή αγωνιστική οδήγηση. Επιλογή οικονομικής οδήγησης σημαίνει ομαλή σύμπλεξη - αποσύμπλεξη του κινητήρα σε χαμηλές στροφές λειτουργίας, που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης, την άνεση των επιβατών και τη λιγότερη φθορά του συμπλέκτη. Αντίθετα, επιλογή αγωνιστικής οδήγησης σημαίνει απότομη σύμπλεξη-αποσύμπλεξη, απότομες αλλαγές ταχυτήτων, με αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης, και τη λιγότερη άνεση των επιβατών και τη γρήγορη φθορά του συμπλέκτη.

Επιπλέον, η ηλεκτρονική μονάδα πρέπει να περιλαμβάνει στο πρόγραμμά της και άλλες περιπτώσεις λειτουργίας του αυτοκινήτου, όπως, η εκκίνηση του αυτοκινήτου από στάση, η σύμπλεξη ταχύτητας από νεκρά ή σε κίνηση, το κατέβασμα ταχύτητας ώστε να φρενάρει ο κινητήρας, η αποσύμπλεξη του κινητήρα σε φρενάρισμα πανικού για να μην σβήσει, η προστασία του κινητήρα από πολύ υψηλές στροφές λειτουργίας, (κατέβασμα ταχύτητας), η λειτουργία σε κατάσταση ανάγκης ώστε να συμπλέκει μια ταχύτητα για να μπορεί να κινηθεί το αυτοκίνητο.

Επίσης η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, όπως όλα τα ηλεκτρονικά συστήματα περιλαμβάνει και σύστημα αυτοδιάγνωσης έτσι ώστε να μπορεί να συνδεθεί, μέσω της φίσσας διάγνωσης, με δια-



1. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου λειτουργίας αυτόματου συμπλέκτη
2. Υδραυλική μονάδα ενεργοποίησης
3. Σερβομηχανισμός λειτουργίας συμπλέκτη και αισθητήρας θέσης.
4. Αισθητήρας στροφών κινητήρα.
5. Συμβατικός συμπλέκτης και κιβώτιο ταχυτήτων
6. Αισθητήρας ταχύτητας αυτοκινήτου
7. Αισθητήρας θέσης ταχυτήτων
8. Μοχλός επιλογέα ταχυτήτων με αισθητήρα στη λαβή
9. Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού.

Σχήμα 10.1: Υδραυλική μονάδα ενεργοποίησης συμπλέκτη - σερβομηχανισμός συμπλέκτη.

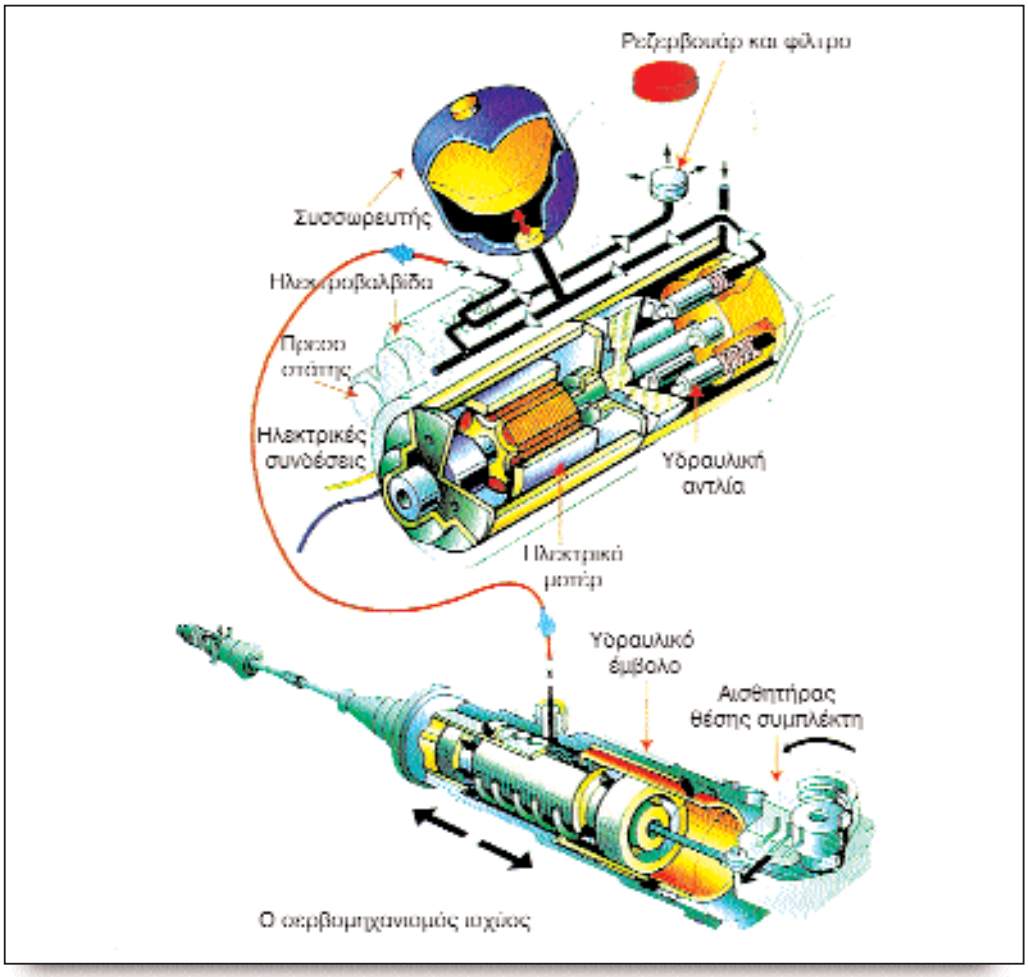
γνωστική συσκευή. Έτσι, σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιεί τη λυχνία αυτοδιάγνωσης του συστήματος, που βρίσκεται στο ταμπλό του αυτοκινήτου, (μπορεί επίσης να ειδοποιεί και με ήχο), ενημερώνοντας έτσι τον οδηγό.

Το ηλεκτρικό μοτέρ δίνει κίνηση στην αντλία η οποία παράγει την υψηλή πίεση του υγρού, το οποίο κατευθύνεται στον σερβομηχανισμό λειτουργίας του συμπλέκτη. Η παροχή υγρού ελέγχεται από μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα στην έξοδο της παροχής, ενώ ο έλεγχος της πίεσης γίνεται μέσω ενός πρεσσοστάτη. Σε περίπτωση που η πίεση υπερβεί κάποια τιμή η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ανοίγει τη δίοδο επιστροφής των υγρών στο δοχείο διαστολής.

Ο σερβομηχανισμός συμπλέκτη είναι συνδεδεμένος με το δίχαλο του συμπλέκτη, μέσω της ντίζας, έτσι ώστε όταν αυξάνεται η πίεση να τραβάει την ντίζα και να αποσυμπλέκει τον δίσκο. Επίσης, περιλαμβάνει και τον αισθητήρα θέσης συμπλέκτη ο οποίος συνδέεται με την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

10.1.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα Κιβώτια Ταχυτήτων

Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα κιβώτια ταχυτήτων είναι είτε αυτόματα είτε με συ-



Σχήμα 10.2: Υδραυλική μονάδα ενεργοποίησης συμπλέκτη -σερβομηχανισμός.

νεχή μεταβαλλόμενη σχέση με ιμάντα. Τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων χαρακτηρίζονται για την άνεση στην οδήγηση, την οικονομία , τις μειωμένες φθορές. Τα συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης άρχισαν να χρησιμοποιούνται παραγωγικά στα αυτοκίνητα, όταν αντιμετωπίσθηκε το πρόβλημα αντοχής του ιμάντα κίνησης. Η αντικατάστασή του από μεταλλικό ιμάντα έδωσε τη λύση για την εφαρμογή του στα αυτοκίνητα.

Αισθητήρες του συστήματος

Οι αισθητήρες ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενα Κιβωτίου Ταχυτήτων συνήθως είναι:

- Ο αισθητήρας θέσης μοχλού ταχυτήτων
- Ο αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού
- Ο αισθητήρας ταχύτητας του αυτοκινήτου
- Ο αισθητήρας ποσότητας εισερχομένου αέρα

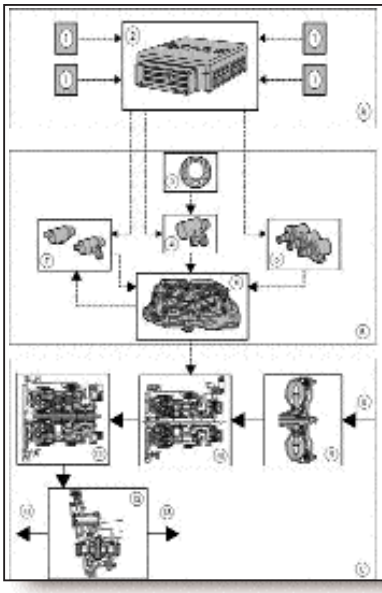
– Ο αισθητήρας στροφών εξόδου στους τροχούς

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχει τους παρακάτω ενεργοποιητές

– Τις βαλβίδες αλλαγής των ταχυτήτων
– Τον ηλεκτρομαγνήτη για την σύμπλεξη/αποσύμπλεξη του συμπλέκτη
– Τη διαγνωστική λυχνία
– Την κατάσταση έκτακτης ανάγκης
– Την αυτοδιάγνωση του συστήματος

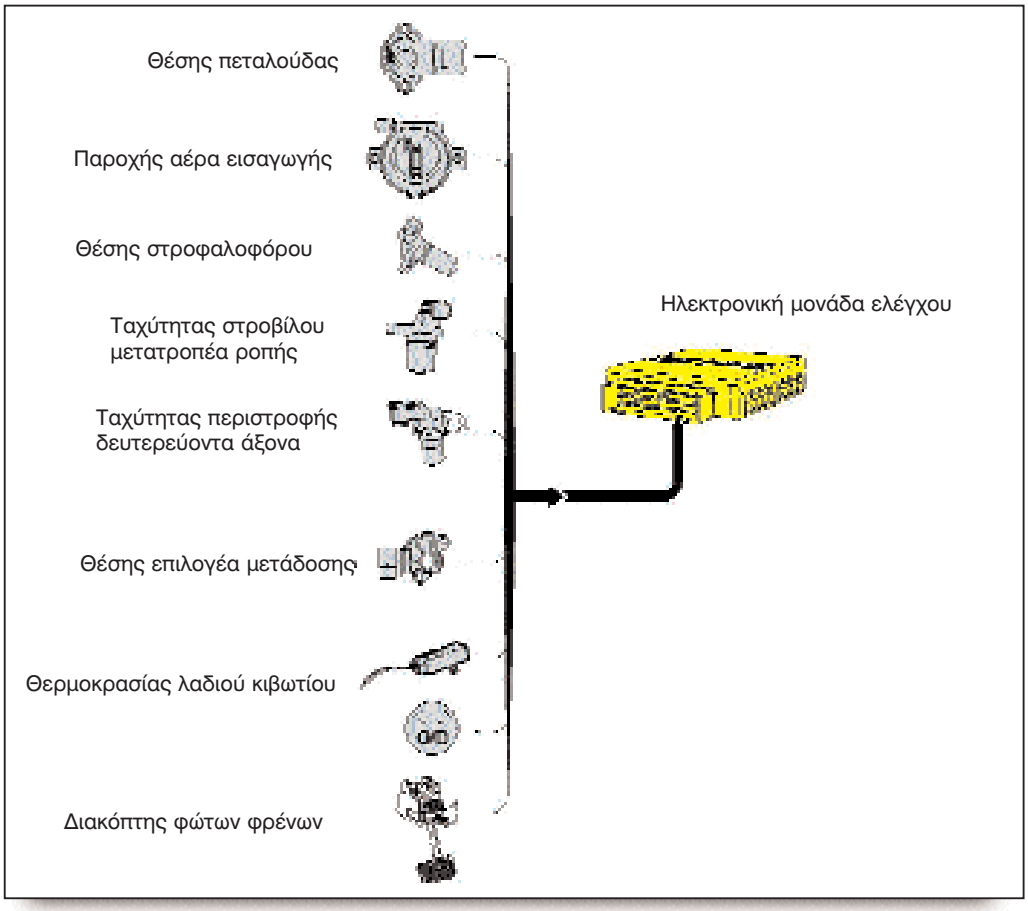
10.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ΠΕΔΗΣΗΣ ABS (ANTILOCK BRAKING SYSTEM)

Το σύστημα πέδησης είναι ένα από τα πλέον καθοριστικά συστήματα του αυτοκινήτου για την ασφαλή κίνησή του. Τα απλά μηχανικά φρένα έχουν γίνει σήμερα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα Το σύστημα πέδησης πρέπει να επιτρέπει στον οδηγό να μειώνει την ταχύτητα του οχήματος, να το ακινητοποιεί σε κατάλληλη απόσταση και χρόνο και να το κρατά σταματημένο ανεξάρτητα από την κλίση του δρόμου. Τα είδη των συστημάτων πέδησης που χρησιμοποιούνται σήμερα διακρίνονται σε **κύρια** και **βοηθητικά συστήματα πέδησης.** Κύρια συστήματα πέδησης είναι εκείνα που έχουν ως βασικό προορισμό τη μείωση της ταχύτητας και την ακινητοποίηση του οχήματος, ενώ τα βοηθητικά συστήματα ενισχύουν την προσπάθεια του οδηγού για καλύτερη απόδοση του συστήματος πέδησης. Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα πέδησης είναι βοηθητικά συστήματα που βελτιώνουν σημαντικά τόσο την πέδηση αλλά κυρίως τη δυνατότητα του οδηγού να διατηρεί τον έλεγχο της διεύθυνσης του αυτοκίνητου.



1. Σήματα αισθητήρων
2. Μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου
3. Αντλία παροχής λαδιού
4. Κύρια βαλβίδα ρύθμισης
5. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ρύθμισης εύρους παλμών
6. Θήκη βαλβίδων (βαλβιδοφόρος)
7. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες μεταγωγής
8. Άξονας από στροφαλοφόρο
9. Μετατροπέας ροπής
10. Συμπλέκτες και φρένα
11. Πλανητικά συστήματα
12. Μειωτήρας στροφών εξόδου κιβωτίου
13. Έξοδος προς τους τροχούς

Σχήμα 10.3: Διάγραμμα ηλεκτρονικού ελέγχου κιβωτίου ταχυτήτων.



Σχήμα 10.4: Αισθητήρες αυτόματου κιβωτίου.

Κύρια συστήματα πέδησης είναι τα **υδραυλικά φρένα, τα αερόφρενα και τα μηχανικά φρένα.**

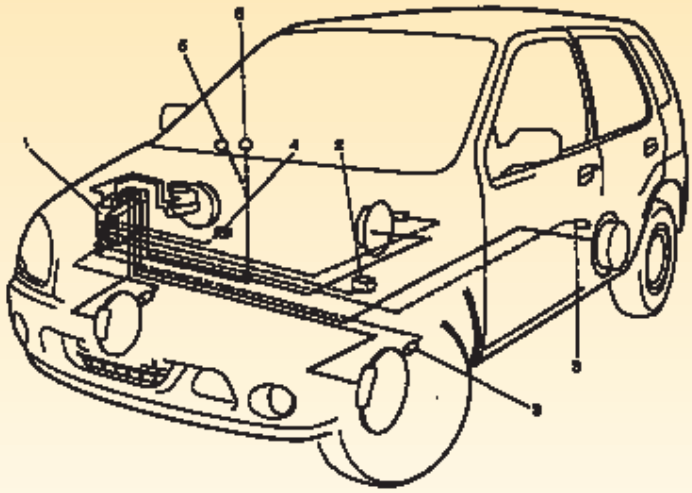
Βοηθητικά συστήματα πέδησης είναι τα **σερβόφρενα, τα ηλεκτρόφρενα και το ABS.**

Σημαντική συμβολή στην ενίσχυση της ενεργητικής ασφάλειας, προσφέρει το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών ABS. Χρησιμοποιείται για την αποφυγή μπλοκαρίσματος των τροχών σε φρεναρίσματα πανικού και σε ολισθηρό οδόστρωμα. Έτσι, το όχημα παραμένει σταθερό στην πορεία του και ελεγχόμενο από τον οδηγό κατά το φρενάρισμα.

Ένα τυπικό σύστημα ABS αποτελείται από:

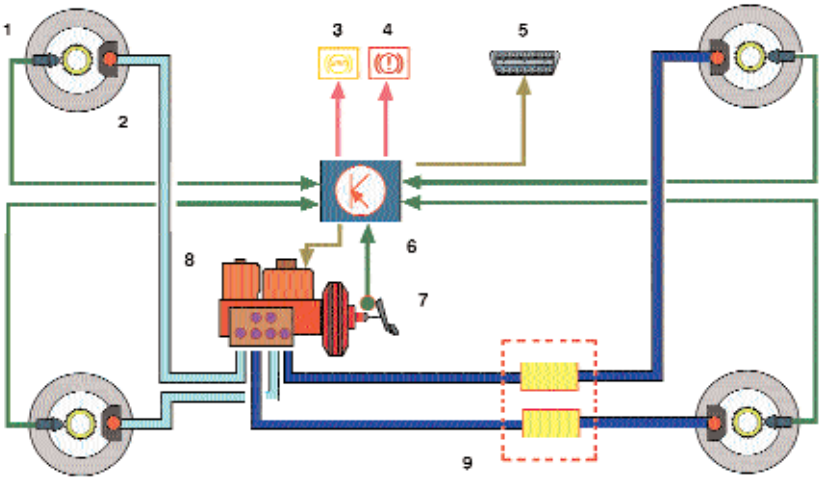
- **την ηλεκτροϋδραυλική μονάδα**

Η ηλεκτροϋδραυλική μονάδα του ABS λειτουργεί σύμφωνα με τα σήματα της ηλεκτρονικής μονάδας του ABS για τον έλεγχο της πίεσης των υγρών που εφαρμόζεται στα κυλινδράκια των 4 τροχών.



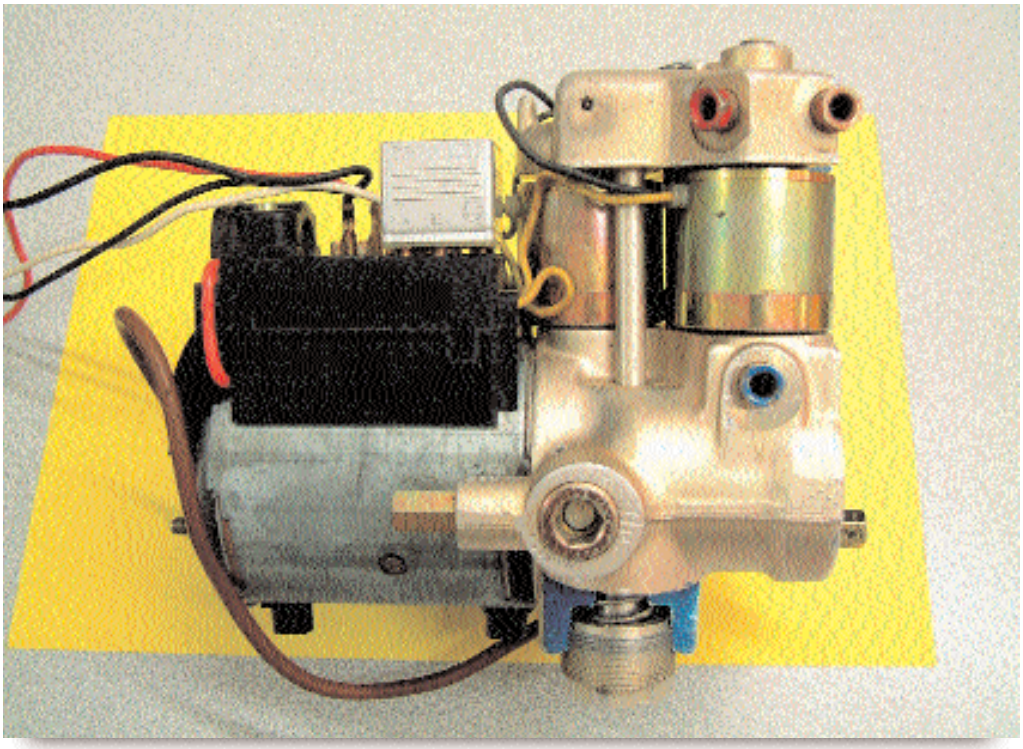
1. Συγκρότημα υδραυλικής μονάδας / εγκεφάλου ABS
2. Αισθητήρας επιβράδυνσης, (υπάρχει συνήθως μόνο σε μοντέλα 4WD)
3. Αισθητήρες στροφών των τροχών
4. Διακόπτης φώτων στοπ (υπάρχει και στα συμβατικά συστήματα πέδησης)
5. Προειδοποιητική λυχνία ABS
6. Προειδοποιητική λυχνία φρένων

Σχήμα 10.5: Διάταξη εξαρτημάτων συστήματος ABS.



1. Αισθητήρας ταχύτητας τροχού
2. Γρανάζι τροχού
3. Ενδεικτικό Λαμπάκι ABS - EDS
4. Ενδεικτικό λαμπάκι στάθμης
5. Πρίζα αυτοδιάγνωσης
6. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου
7. Πρόσθετες βαλβίδες ελέγχου EDS
8. Αισθητήρας θέσης πεντάλ φρένου
9. Ηλελκτροϋδραυλική μονάδα ABS

Σχήμα 10.6: Τομή ηλεκτρουδραυλικής μονάδας.



Σχήμα 10.7: Τομή ηλεκτρουδραυλικής μονάδας.

Η ηλεκτροϋδραυλική μονάδα είναι ο ενεργοποιητής του συστήματος και περιλαμβάνει:

α) **τον ηλεκτροκινητήρα και την αντλία,** η οποία διοχετεύει το υγρό των φρένων που αφαιρέθηκε κατά τη μείωση της πίεσης από το κυλινδράκι του τροχού πάλι πίσω στο αντίστοιχο κύκλωμα των φρένων.

β) **το συσσωρευτή της πίεσης του κυκλώματος,** όπου διατηρεί την πίεση του συστήματος.

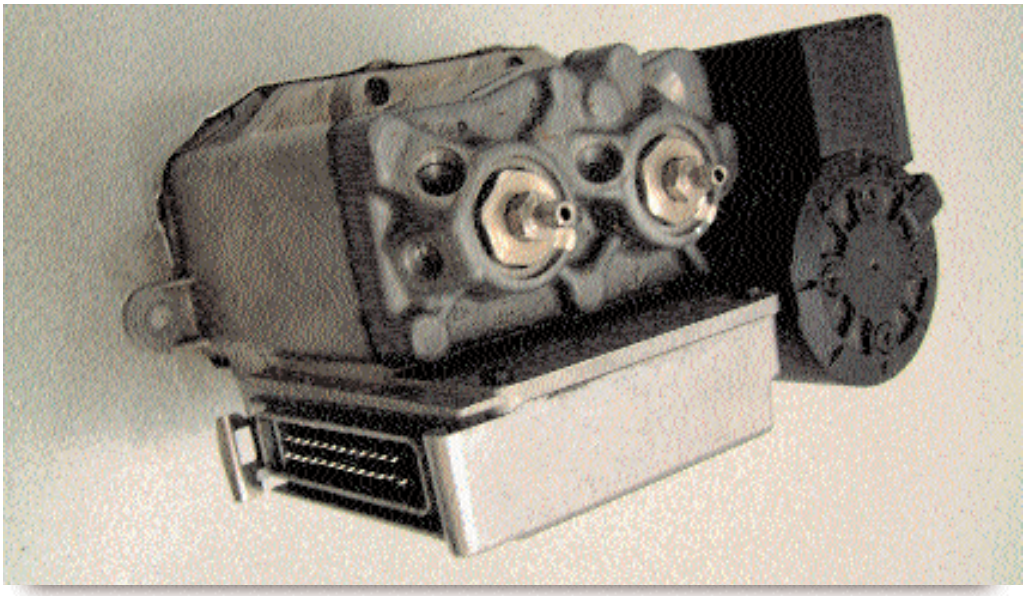
γ) **τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες** για την ρύθμιση της πίεσης του κυκλώματος.

δ) **τον αποσβεστήρα παλμών.** Με τη λειτουργία των ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων παρουσιάζεται αυξομείωση της πίεσης των υγρών των φρένων. Αυτό δημιουργεί παλμικές δονήσεις στο σύστημα που φθάνουν μέχρι το πεντάλ φρένων του οδηγού. Οι παλμικές αυτές δονήσεις αποσβένονται από τον αποσβεστήρα παλμών που υπάρχει στη διάταξη της ηλεκροϋδραυλικής μονάδας.

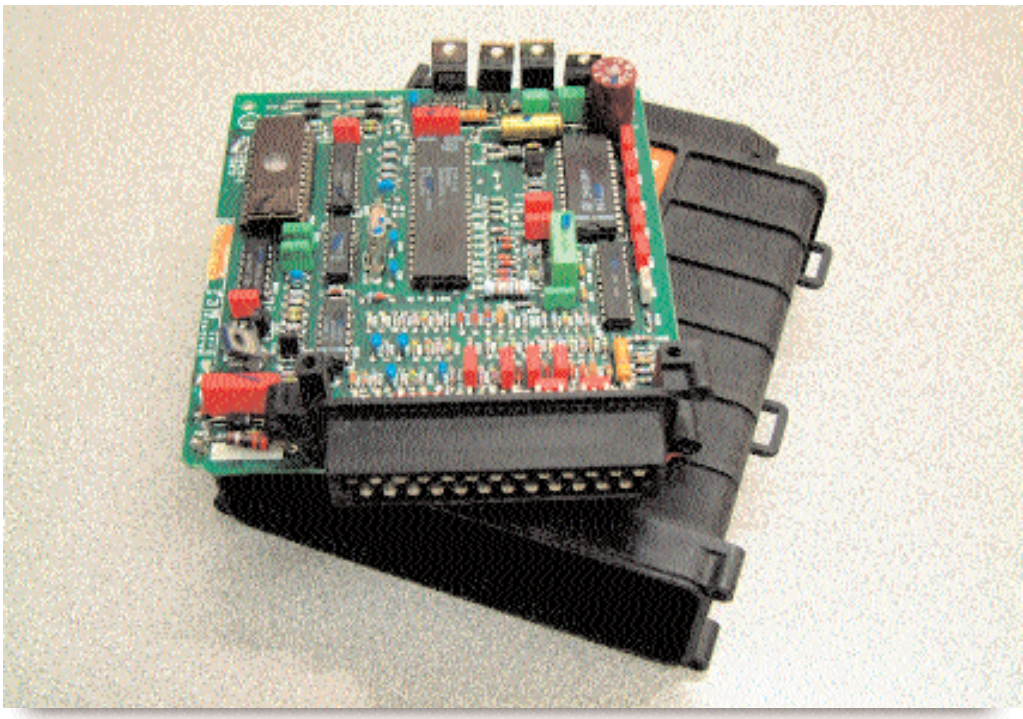
ε) **τα διάφορά ρελέ** όπως το ρελέ της αντλίας, το ρελέ λειτουργίας έκτακτης ανάγκης κλπ

- **την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου**

Η ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου (εγκέφαλος) του ABS με βάση τα σήματα από τους αισθητήρες στροφών των τροχών στέλνει σήματα λειτουργίας προς την ηλεκτρουδραυλική μονάδα του ABS για τον έλεγχο της πίεσης των υγρών



Σχήμα 10.8: Ηλεκτροϋδραυλική μονάδα συστήματος ABS τελευταίας γενιάς μαζί με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.



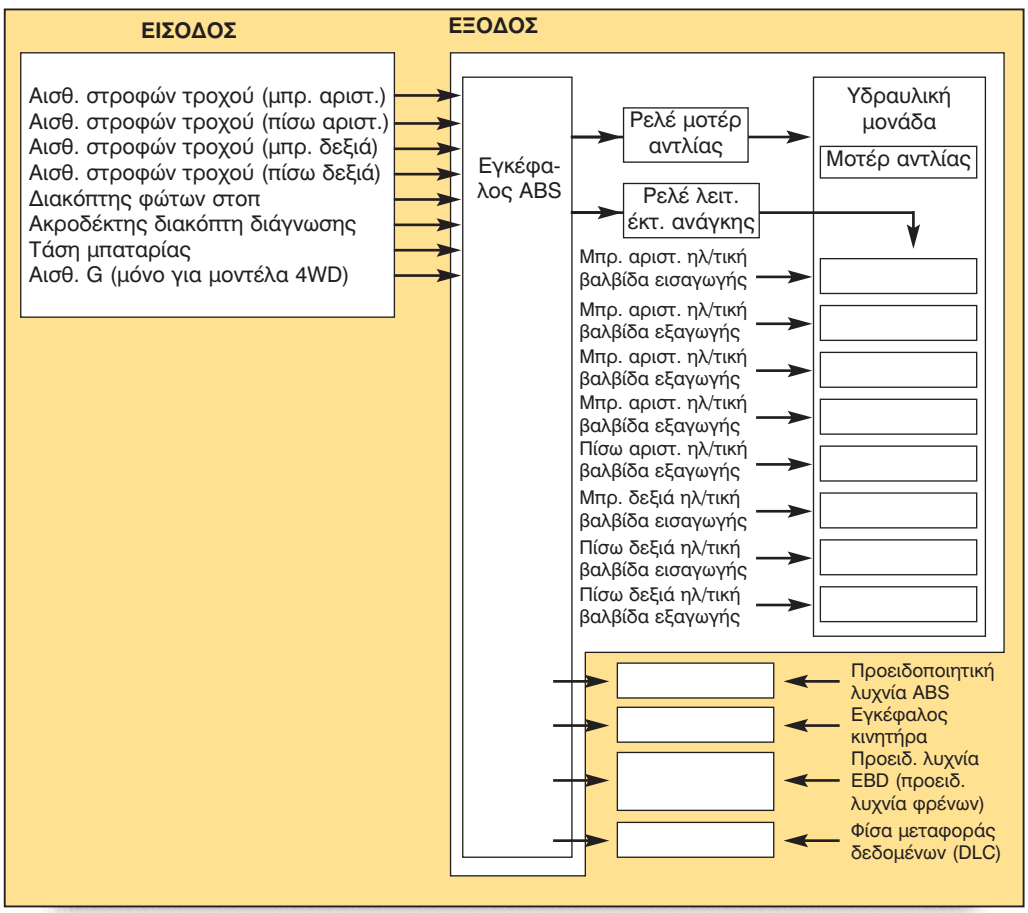
Σχήμα 10.9: Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

που εφαρμόζεται στο κυλινδράκι κάθε τροχού ώστε να αποτραπεί το μπλοκάρισμα των τροχών.

Είναι λοιπόν ή ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ένας μικρός ηλεκτρονικός υπολογιστής πολλών καναλιών. Δέχεται τα ηλεκτρικά σήματα από τους αισθητήρες των στροφών, τα οποία είναι μεγέθη ανάλογα προς την ταχύτητα των τροχών και αναφέρονται στην επιτάχυνση, την επιβράδυνση και την ολίσθηση. Με βάση τα σήματα που δέχεται υπολογίζει την ταχύτητα επιβράδυνσης των τροχών και δίνει εντολή στην ηλεκτρο-υδραυλική μονάδα και τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες του συστήματος για τη μείωση, τη συγκράτηση ή την αύξηση της πίεσης του κυκλώματος.

Συνήθως, δύο ξεχωριστά ηλεκτρονικά κυκλώματα στην ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του συστήματος.

Ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης, ανάλογο με αυτό που υπάρχει στα ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού ελέγχει την κατάσταση των ηλεκτρονικών κυκλωμά-



Σχήμα 10.10: Λειτουργικό διάγραμμα ηλεκτρονικής μονάδας έλεγχου.

των, των ηλεκτρικών κυκλωμάτων καθώς και των καλωδιώσεων. Εάν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στο σύστημα, τότε ανάβει η ενδεικτική λυχνία (ABS) που υπάρχει στο ταμπλό των οργάνων΄ έτσι ενημερώνεται ο οδηγός ότι υπάρχει βλάβη στο σύστημα και πρέπει να πάει στο συνεργείο.

- **τους αισθητήρες στροφών**

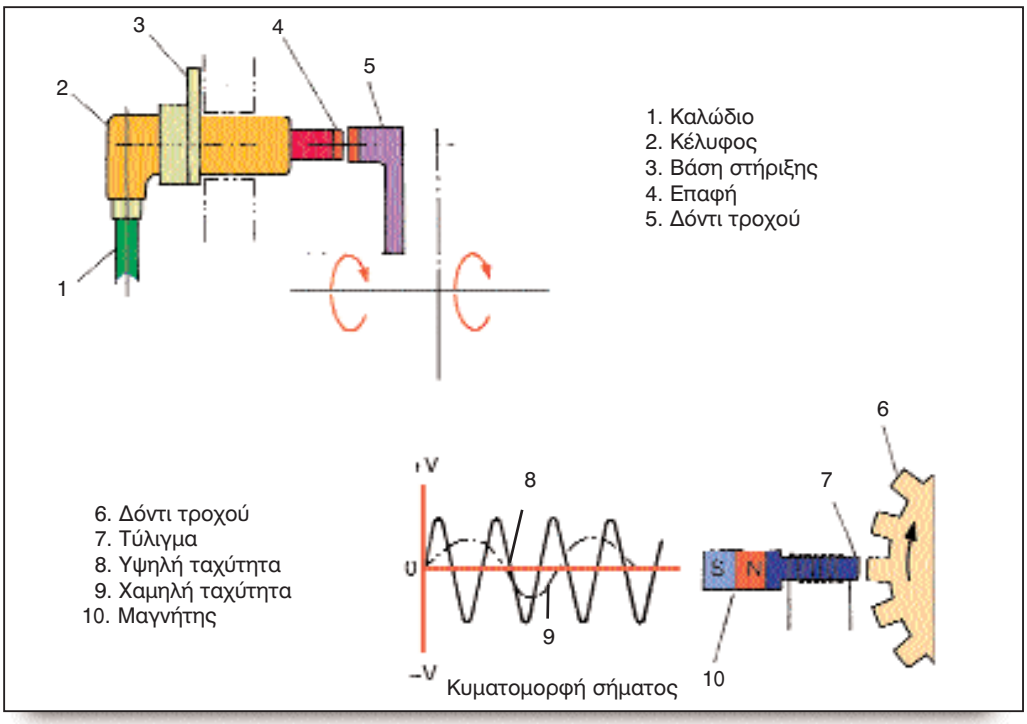
Οι αισθητήρες στροφών των τροχών ανιχνεύουν την ταχύτητα περιστροφής κάθε τροχού. Παράγουν σήματα που πληροφορούν την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου για την ολίσθηση ή όχι των τροχών. Είναι αισθητήρες επαγωγικού τύπου.

Ενας οδοντωτός τροχός περιστρέφεται μπροστά από τον αισθητήρα Κατά την περιστροφή του οδοντωτού τροχού μπροστά από τον αισθητήρα παράγεται μία εναλλασσόμενη τάση. Η συχνότητα της παραγόμενης τάσης είναι ανάλογη με την περιστροφή του τροχού. Το σήμα της παραγόμενης τάσης πληροφορεί την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου για την περιστροφή των τροχών.

Ο αισθητήρας στροφών τοποθετείται, σε σταθερή θέση, σε απόσταση από τον οδοντωτό τροχό 1mm έως 1,5 mm.

- **την ενδεικτική λυχνία**

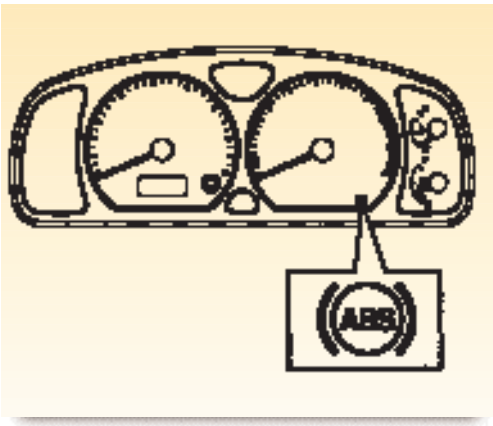
Η ενδεικτική λυχνία ανάβει και πληροφορεί τον οδηγό για κάθε πρόβλημα του συστήματος. Το σύστημα ABS σε περίπτωση βλάβης βγαίνει εκτός λειτουργίας και λειτουργεί ως συμβατικό σύστημα λειτουργίας.



Σχήμα 10.11: Αισθητήρας στροφών.

Λειτουργία του συστήματος

Κατά το φρενάρισμα αναπτύσσεται μία δύναμη τριβής μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος. Ταυτόχρονα, δημιουργείται μία ολίσθηση ανάμεσα στο ελαστικό και την επιφάνεια του οδοστρώματος. Όσο πιο μεγάλος είναι ο συντελεστής τριβής και όσο πιο μικρό το ποσοστό της ολίσθησης των τροχών τόσο καλύτερη είναι και η απόσταση φρεναρίσματος.



Σχήμα 10.12: Ενδεικτική λυχνία καλής λειτουργίας ABS.

Το σύστημα ABS δημιουργεί τέτοιες συνθήκες δυνάμεων πέδησης στον τροχό ώστε η ολίσθηση του κάθε τροχού να είναι η μικρότερη δυνατή. Το σύστημα ABS για να επιτύχει τις παραπάνω ιδανικές συνθήκες πέδησης ελέγχει την πίεση των υγρών των φρένων. Ο έλεγχος της πίεσης των υγρών των φρένων περιλαμβάνει τρία βασικά στάδια λειτουργίας του συστήματος.

α) τη μείωση της πίεσης για να μην μπλοκάρει ο τροχός

β) τη συγκράτηση της πίεσης σε σταθερή τιμή για να επιβραδύνει ο τροχός, χωρίς να μπλοκάρει.

γ) την αύξηση της πίεσης, εφόσον έχει σταματήσει το μπλοκάρισμα του τροχού

10.3. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα διεύθυνσης

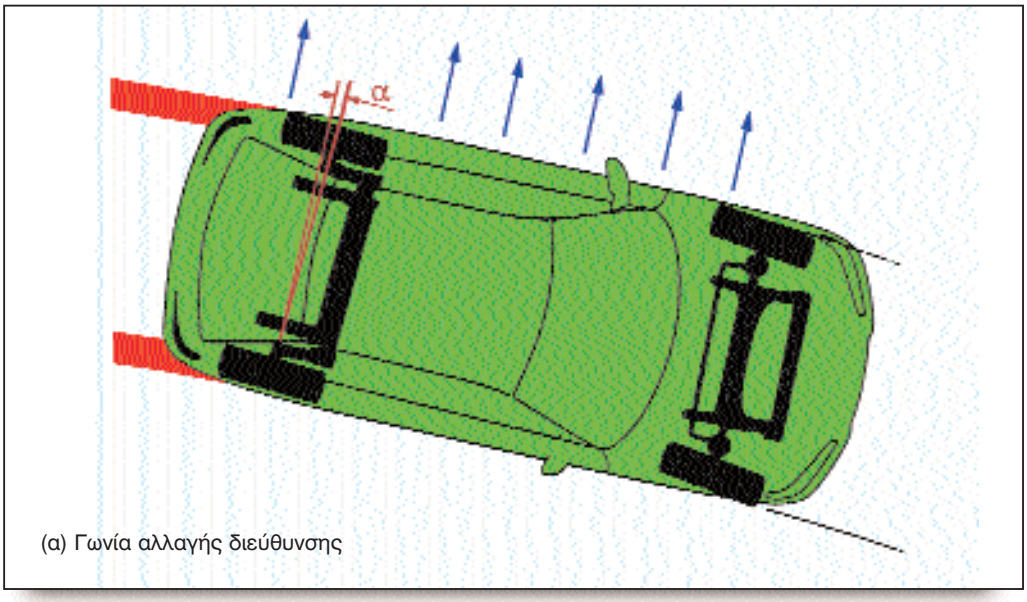
Σκοπός του συστήματος διεύθυνσης είναι να αλλάζει την κατεύθυνση του οχήματος. Το συμβατικό σύστημα διεύθυνσης έχει ως κατευθυντήριους τροχούς τους 2 μπροστινούς τροχούς (2WS - Wheel Steering). Αυτό το σύστημα σε μεγάλες ταχύτητες ή σε απότομες αλλαγές κατεύθυνσης του οχήματος παρουσίαζε κάποια προβλήματα ευστάθειας.

Οι κατασκευαστές, στην προσπάθεια τους να αντιμετωπίσουν αυτά τα προβλήματα, δημιούργησαν τα συστήματα τετραδιεύθυνσης (4Wheel Steering - 4WS).

Υπάρχουν σήμερα στα συστήματα **τετραδιεύθυνσης τα συστήματα παθητικής τετραδιεύθυνσης** και **τα συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης.**

Στα συστήματα παθητικής τετραδιεύθυνσης υπάρχει η δυνατότητα οι πίσω τροχοί να μπορούν να στρίψουν δεξιά ή αριστερά (2ο με 3ο) μαζί με το σύστημα ανάρτησης ανάλογα με την ταχύτητα, το φορτίο και τη γωνία στροφής. Αυτό συμβαίνει λόγω της στήριξης του συστήματος σε ειδικά σχεδιασμένες ελαστικές βάσεις με μεγάλη ανοχή κίνησης.

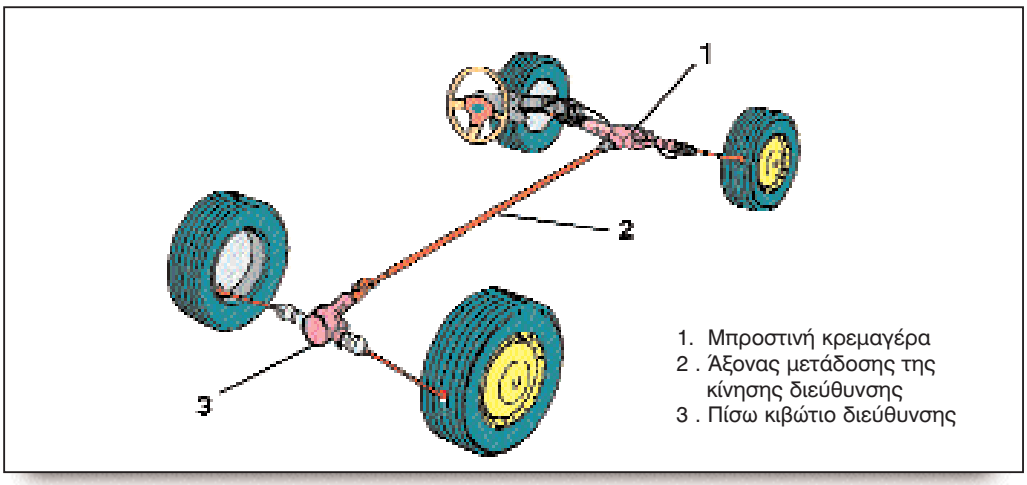
Στα συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης υπάρχουν τα **μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης** και τα **ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης.**



Σχήμα 10.13: Γωνία αλλαγής διεύθυνσης πίσω τροχών σε σύστημα παθητικής τετραδιεύθυνσης.

10.3.1. Μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης

Στα μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης και οι τέσσερις τροχοί στρίβουν με μηχανικό τρόπο. Συγκεκριμένα, στις υψηλές ταχύτητες οι πίσω τροχοί στρίβουν προς την ίδια κατεύθυνση με τους μπροστινούς τροχούς, ενώ στις χαμηλές ταχύτητες οι πίσω τροχοί στρίβουν προς την αντίθετη κατεύθυνση με τους μπροστινούς. **(σχήμα 10.14).**



Σχήμα 10.14: Μηχανικό σύστημα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα σε αυτό σύστημα είναι ότι η γωνία περιστροφής των πίσω τροχών εξαρτάται μόνον από τη γωνία περιστροφής του τιμονιού και δεν λαμβάνει υπόψη του και την ταχύτητα του αυτοκινήτου. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης.

10.3.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης

Ανάλογα με τον τρόπο(ενεργοποιητές) που επεμβαίνει η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου για να ρυθμίσει την περιστροφή των πίσω τροχών υπάρχουν:

- Το ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης
- Το ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης

Ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης

Η εταιρεία Nissan διαθέτει ένα τέτοιο σύστημα. Όπως κάθε ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα αποτελείται από τους αισθητήρες, την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και τους ενεργοποιητές.

Αισθητήρες

- Αισθητήρας ταχύτητας αυτοκινήτου
- Κρεμαγιέρα με υδραυλική υποβοήθηση. Ανάλογα με τη θέση (γωνία) του τιμονιού ελέγχει ένα έμβολο διπλής ενέργειας που αλλάζει τη διεύθυνση των πίσω τροχών.

Ενεργοποιητές

- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα
- Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου και τη γωνία του τιμονιού ρυθμίζει την γωνία περιστροφής των πίσω τροχών.

10.3.3. Ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης

Σε αυτό το σύστημα ο μηχανισμός διεύθυνσης των πίσω τροχών, είναι τοποθετημένος στην πίσω ανάρτηση και ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Η απόδοση του συστήματος τόσο στις χαμηλές ταχύτητες όσο και στις υψηλές ταχύτητες είναι πάρα πολύ καλή. Μέχρι την ταχύτητα των 40 Km/h, οι πίσω τροχοί κινούνται αντίθετα από τη διεύθυνση των μπροστινών τροχών. Σε μεγαλύτερη ταχύτητα (άνω των 40 Km/h), οι πίσω τροχοί αλλάζουν διεύθυνση κατά την ίδια φορά με αυτή των μπροστινών τροχών. Το σύστημα αποτελείται από τους παρακάτω αισθητήρες και ενεργοποιητές.

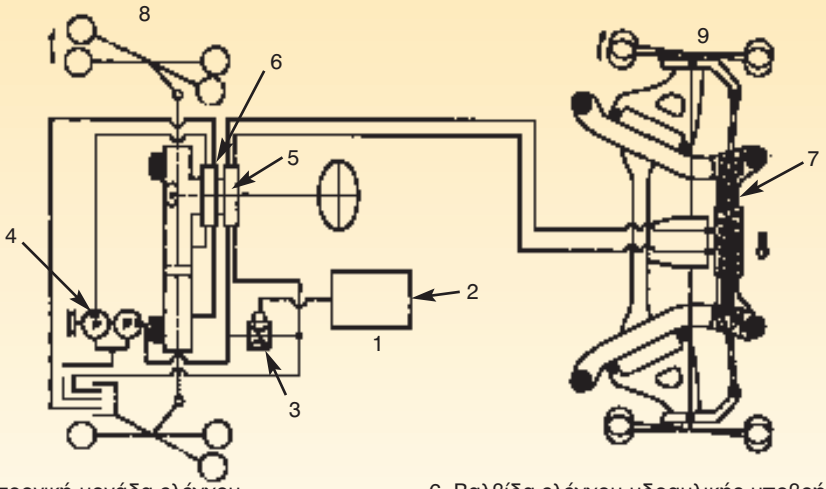
Αισθητήρες

- Αισθητήρας ταχύτητας του αυτοκινήτου
- Αισθητήρας ταχύτητας των τροχών και
- Αισθητήρας γωνίας περιστροφής του τιμονιού.

Ενεργοποιητές

- Κύριος ηλεκτροκινητήρας
- Δευτερεύων ηλεκτροκινητήρας

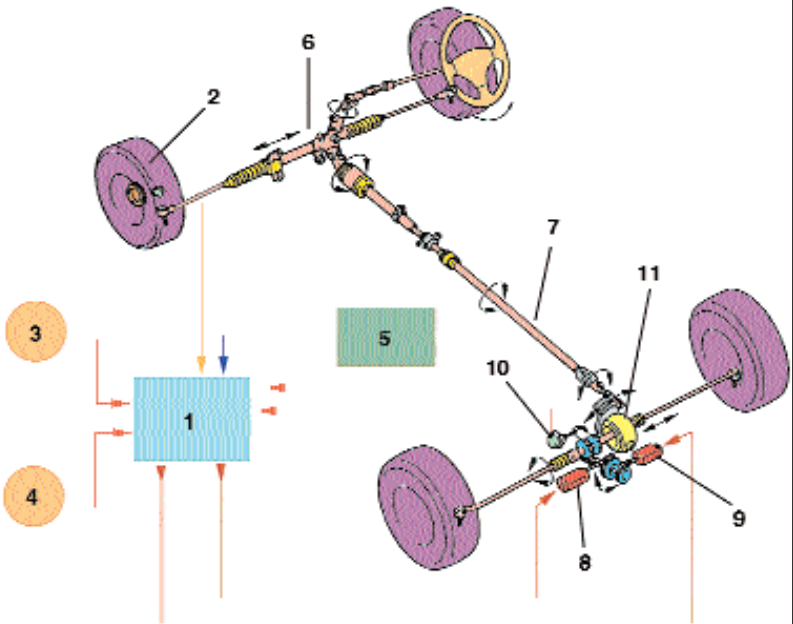
Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου επεξεργάζεται τα δεδομένα του συστήματος και ενεργοποιεί τον κύριο και βοηθητικό ηλεκτροκινητήρα του πίσω κιβωτίου του



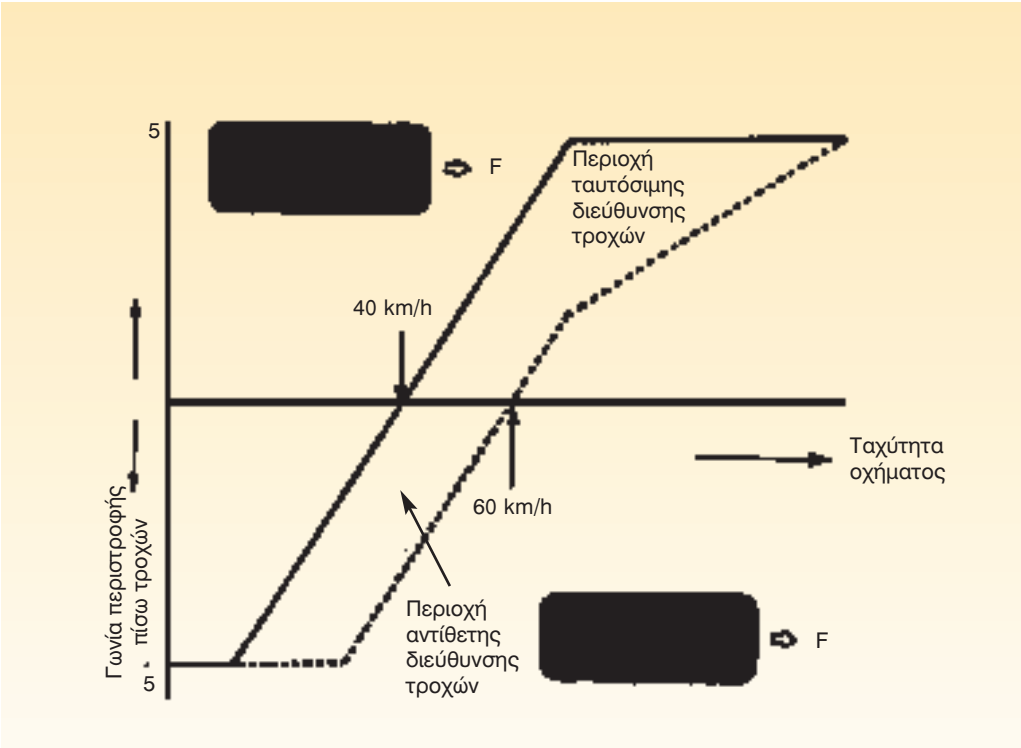
1. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου
2. Αισθητήρας ταχύτητας
3. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα
4. Υδραυλική αντλία
5. Βαλβίδα ελέγχου πίσω συστήματος διεύθυνσης
6. Βαλβίδα ελέγχου υδραυλικής υποβοήθησης μπροστινού συστήματος
7. Πίσω κύλινδρος συστήματος διεύθυνσης
8. Μπροστινοί τροχοί
9. Πίσω τροχοί

Σχήμα 10.15: Λειτουργικό διάγραμμα συστήματος.

1. Ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου
2. Αισθητήρας ταχύτητας τροχού
3. Διακόπτης διεύθυνσης δύο τροχών
4. Διακόπτης διεύθυνσης 4 τροχών
5. Αισθητήρας ταχύτητας οχήματος
6. Μπροστινή κρεμαγιέρα
7. Άξονας σύνδεσης
8. Κύριος ηλεκτροκινητήρας
9. Δευτερεύων ηλεκτροκινητήρας
10. Αισθητήρας γωνίας περιστροφής
11. Δευτερεύον κιβώτιο διεύθυνσης



Σχήμα 10.16: Ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης.



Σχήμα 10.17: Περιστροφή πίσω τροχών ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

συστήματος διεύθυνσης για την αλλαγή κατεύθυνσης των πίσω τροχών.

10.4. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ανάρτησης

Τα κύρια εξαρτήματα της ανάρτησης, τα ελατήρια και οι αποσβεστήρες ταλαντώσεων (αμορτισερ) ανάλογα με τον τύπο του αυτοκινήτου έχουν και διαφορετικά χαρακτηριστικά. Έτσι, σε αυτοκίνητα, π.χ οικογενειακά τοποθετούνται ελατήρια και αμορτισέρ σκληρότητας γνωστά ως "μαλακά" για περισσότερη άνεση. Ενώ, σε αυτοκίνητα "σπορ" τοποθετούνται ελατήρια και αμορτισέρ αντίστοιχης σκληρότητας, γνωστά ως "σκληρά". Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα οι αναρτήσεις να λειτουργούν ικανοποιητικά μόνο σε ορισμένες συνθήκες οδήγησης.

Τα συστήματα της ανάρτησης, όπως και τα υπόλοιπα συστήματα εξελίχτηκαν και με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών μπορούν πλέον να ρυθμίζονται ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες.

Τα πιο γνωστά ηλεκτρονικά συστήματα ανάρτησης που υπάρχουν είναι:

- Η ηλεκτρονικά ελεγχόμενη υδροπνευματική ανάρτηση (Hydractive) και η
- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ανάρτηση με επιλογή σκληρότητας.

10.4.1. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη υδροπνευματική ανάρτηση (Hydractive)

Το σύστημα ανάρτησης HYDRACTIVE με SC.CAR αποτελείται από:

Αισθητήρες

– Αισθητήρας γωνίας τιμονιού

Ο αισθητήρας αυτός ανιχνεύει την κατεύθυνση προς την οποία είναι στραμμένο το τιμόνι και τη γωνία στροφής του τιμονιού.

– Αισθητήρας μετατόπισης αμαξώματος

Ο αισθητήρας αυτός ανιχνεύει την κλίση στην μπροστινή αντιστρεπτική ράβδο και δίνει την πληροφορία για την κάθετη κίνηση του αμαξώματος.

– Αισθητήρας επαφής φρένων

Ο αισθητήρας αυτός μετράει την πίεση που εφαρμόζεται στα φρένα.

– Αισθητήρας πεντάλ γκαζιού

Ο αισθητήρας αυτός δίνει τη θέση και την ταχύτητα κίνησης του γκαζιού.

– Αισθητήρας ταχύτητας αυτοκινήτου

Ο αισθητήρας αυτός δίνει διαρκώς την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

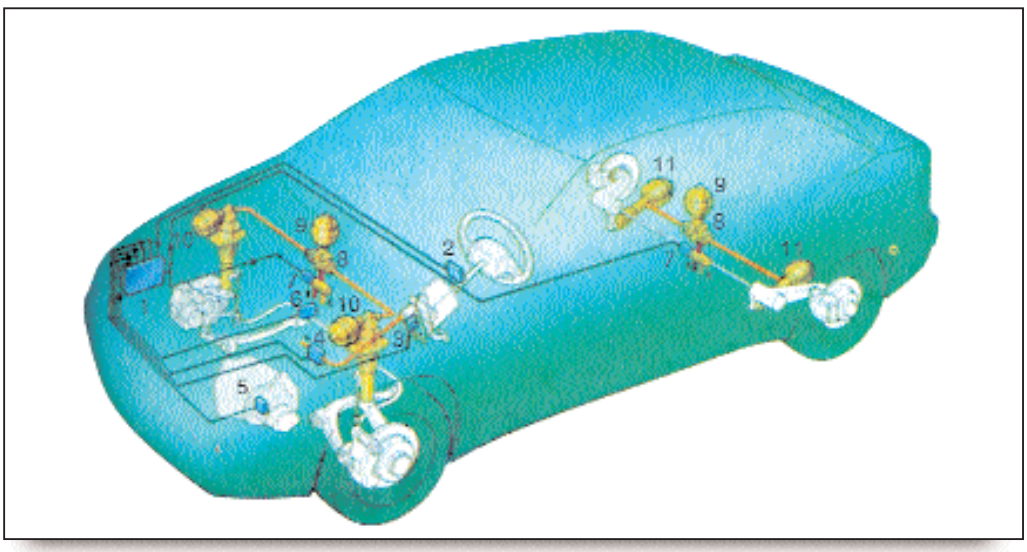
– Αισθητήρες μπουτόν πορτών και πορτ μπαγκάζ

Πληροφορούν τον υπολογιστή για το αν το αυτοκίνητο είναι κλειστό η ανοιχτό.

Επίσης υπάρχουν δυο ηλεκτροβαλβίδες, που δεν επιτρέπουν στο υγρό της ανάρτησης να περνά από τη μία μπουκάλα στην άλλη.

– Διακόπτης ανάρτησης

Είναι ένα μπουτόν με ενδεικτική λυχνία, όπου με αυτό ο οδηγός επιλέγει πιο γρήγορη οδήγηση, δηλαδή πιο σκληρή ανάρτηση.

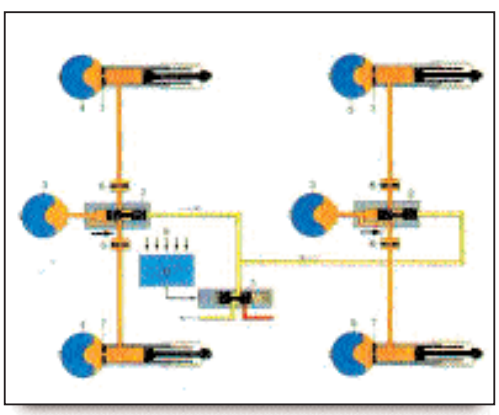


Σχήμα 10.18: Εξαρτήματα Αισθητήρες - ενεργοποιητές υδροπνευματικής ανάρτησης.

- Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου(εγκέφαλος) (1)
- 5 αισθητήρες - Ταχύτητας (5)
  - Γωνίας τιμονιού (2)
  - Κλίση αμαξώματος (6)
  - Πίεση φρένων (4)
  - Θέση πεντάλ γκαζιού (3)
- Μπουτόν για τις πόρτες και το πορτμπαγκάζ
- Διακόπτης επιλογής σκληρότητας
- Δυο ηλεκτροβαλβίδες (7)
- Δυο επιπλέον σφαίρες Hydractive (9)
- Ρυθμιστές σκληρότητας (8)

– Ενεργοποιητές

Δυο ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που ελέγχονται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και απομονώνουν, στις στροφές, τις σφαίρες από τους υδραυλικούς κυλίνδρους με αποτέλεσμα επειδή το υγρό που βρίσκεται μέσα στους κυλίνδρους είναι ασυμπίεστο, αυτοί να λειτουργούν σαν κοινές μεταλλικές ράβδοι στήριξης, η ανάρτηση να σκληραίνει και το αμάξωμα να μην γέρνει.

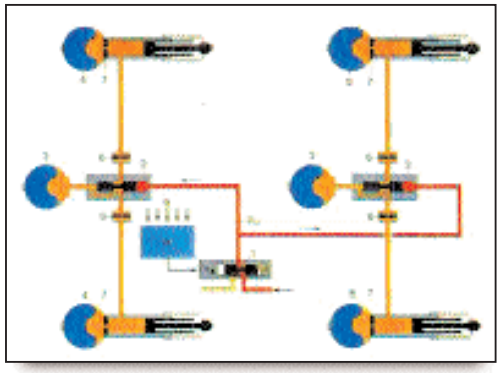


Σχήμα 10.19: Αρχή λειτουργίας ηλεκτρονικά ελεγχόμενης υδροπνευματικής ανάρτησης.

Επίσης υπάρχει μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα για κανονική ή αγωνιστική οδήγηση. Ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα, όταν ο οδηγός επιλέξει την αντίστοιχη οδήγηση μέσω του ειδικού διακόπτη ή γίνεται αυτόματα ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης (απότομες κλίσεις, επιταχύνσεις, φρεναρίσματα κ.λ.π). **(σχήμα 10.19).**

Η ηλεκτροβαλβίδα (1) είναι ενεργοποιημένη από τον εγκέφαλο (8) της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης ανάρτησης. Η υψηλή πίεση που έρχεται από τη σωλήνωση Β μέσω της βαλβίδας ασφαλείας (1) σπρώχνει το έμβολο του ρυθμιστή σκληρότητας προς τα κάτω. Με τον τρόπο αυτό συνδέονται μεταξύ τους οι δυο μπουκάλες της ανάρτησης και η μεσαία σφαίρα.

Η ανάρτηση εδώ βρίσκεται σε θέση άνεσης.



Σχήμα 10.20: Αρχή λειτουργίας ηλεκτρονικά ελεγχόμενης υδροπνευματικής ανάρτησης.

Η ηλεκτροβαλβίδα (1) απενεργοποιήθηκε από τον εγκέφαλο (8). Το έμβολο του ρυθμιστή σκληρότητας (2) σπρώχνεται προς τα πάνω από την πίεση που επικρατεί στην μεσαία σφαίρα (3) .Η κίνηση αυτή του εμβόλου απομόνωσε τη

μεσαία σφαίρα 3 από την ανάρτηση και αποσύνδεσε μεταξύ τους τις δυο μπουκάλες (4 ή 5 στον κάθε άξονα) . Η ανάρτηση βρίσκεται τώρα στη θέση Σπορ (Σκληρή ανάρτηση και μικρές κλίσεις στις στροφές).

Επίσης η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ελέγχει και τη διαγνωστική λυχνία, η οποία ενεργοποιείται (ανάβει) από τον εγκέφαλο, όταν εντοπισθεί κάποια ανωμαλία στο σύστημα.

10.4.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ανάρτηση με επιλογή σκληρότητας

Ο οδηγός μπορεί να χρησιμοποιεί ένα διακόπτη και να επιλέγει μία από τις δύο διαφορετικές λειτουργίες απόσβεσης των αμορτισέρ, την κανονική ή τη σπορ.

Εάν επιλεγεί από τον οδηγό η θέση για κανονική οδήγηση, τότε το σύστημα ρυθμίζει αυτόματα μία από τις τρεις κλίμακες ρύθμισης (μαλακή, μεσαία ή σκληρή) έχοντας ως βάση και τις συνθήκες που επικρατούν κατά την οδήγηση. Έτσι επιτυγχάνεται άνεση κατά την οδήγηση και βελτιώνεται η ικανότητα ελέγχου της διεύθυνσης του αυτοκινήτου.

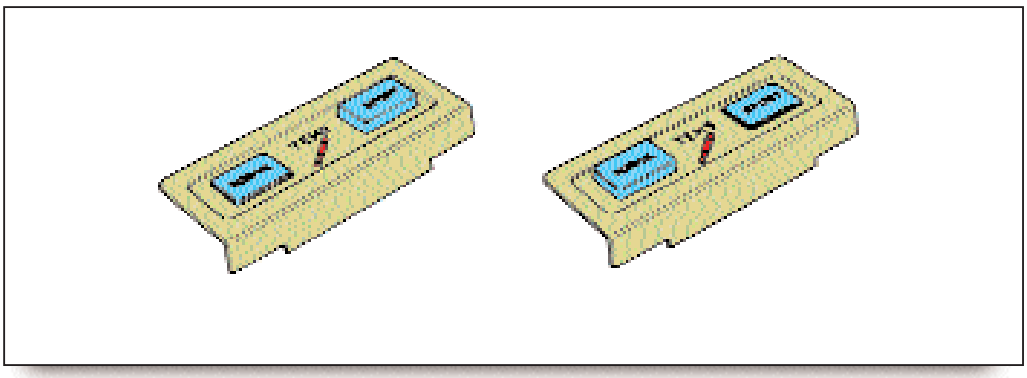
Επίσης το σύστημα σε συνθήκες όπως:

- Απότομη επιτάχυνση.
- Μεγάλη ταχύτητα κίνησης του οχήματος.
- Κίνηση σε συνεχείς στροφές (σχήμα S).
- Απότομα φρεναρίσματα.
- Αλλαγή επιλογής του μοχλού ταχυτήτων από θέση (N) ή από θέση (P), ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ, ρυθμίζει την ανάρτηση στη σκληρή κλίμακα απόσβεσης ώστε να μειώνονται οι μεγάλες κλίσεις του αμαξώματος και να βελτιώνεται η ικανότητα διεύθυνσης του οχήματος. **(σχήμα 10.21).**

Επίσης, το σύστημα της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης ανάρτησης διαθέτει λει-

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΘΕΣΕΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

ΘΕΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	ΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΑΜΟΡΤΙΣΕΡ
Κανονική	Μαλακή
Σπορ	Ενδιάμεση



Σχήμα 10.21: Διακόπτης επιλογής λειτουργίας ηλεκτρονικά ελεγχόμενης ανάρτησης.

τουργία αυτοδιάγνωσης και λειτουργία έκτακτης ανάγκης.

10.5. Ηλεκτρονικά συστήματα προσθέτων λειτουργιών

10.5.1. Ηλεκτρονικά συστήματα παθητικής ασφάλειας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν ένα ατύχημα είναι:

- Ο Οδηγός
- Το Αυτοκίνητο και
- Το Περιβάλλον (δρόμος, συνθήκες οδήγησης,κ.λ.π.)

Όσον αφορά στον παράγοντα "Αυτοκίνητο", υπάρχουν συστήματα ασφάλειας που έχουν στόχο να μειώνουν τις πιθανότητες ενός ατυχήματος **(συστήματα ενεργητικής ασφάλειας)** αλλά υπάρχουν και συστήματα που στην περίπτωση ατυχήματος μειώνουν τις πιθανότητες τραυματισμού του οδηγού και των επιβατών (συστήματα παθητικής ασφάλειας).

Στα συστήματα **ενεργητικής ασφάλειας** κατατάσσονται τα συστήματα που δίνουν τη δυνατότητα στον οδηγό να κατευθύνει και να ελέγχει το αυτοκίνητο πλήρως σε οποιαδήποτε συνθήκη οδήγησης. Τέτοια συστήματα χαρακτηρίζονται το σύστημα ισχύος του κινητήρα, το σύστημα μετάδοσης κίνησης, το σύστημα πέδησης (A.B.S., A.S.R, E.D.S.), το σύστημα διεύθυνσης, το σύστημα δυναμικής επιβράδυνσης (B.A.S.) και γενικά οποιοδήποτε σύστημα βοηθά τον οδηγό για να αποφύγει ένα ατύχημα.

Στα συστήματα **παθητικής ασφάλειας** κατατάσσονται τα συστήματα που έχει(φέρει) το όχημα, ώστε σε περίπτωση ατυχήματος να προστατεύσουν τον οδηγό και τους επιβάτες. Διακρίνονται σε συστήματα εξωτερικής παθητικής ασφάλειας και σε συστήματα εσωτερικής παθητικής ασφάλειας.

Τα συστήματα **εξωτερικής παθητικής ασφάλειας** αφορούν στην παθητική προστασία που προσφέρει ένα αυτοκίνητο όταν υπάρχει εξωτερική σύγκρουση με πεζούς ή δίκυκλα, όπως π.χ. η εξωτερική επιφάνεια αμαξώματος να είναι χωρίς αιχμηρά σημεία, με ελαστικότητα κ.ά.

Τα συστήματα **εσωτερικής παθητικής ασφάλειας** αφορούν στην παθητική προστασία που προσφέρει ένα αυτοκίνητο στο εσωτερικό της καμπίνας του αυτοκινήτου στον οδηγό και στους επιβάτες, όταν υπάρχει ένα ατύχημα όπως π.χ. οι ζώνες ασφαλείας, οι προεντατήρες των ζωνών ασφαλείας, αερόσακοι οδηγού - συνοδηγού, πλευρικοί αερόσακοι κ.ά.

Η νομοθεσία κάθε χώρας καθορίζει ποια από τα παραπάνω συστήματα θεωρούνται υποχρεωτικά. Στην Αμερική π.χ η ύπαρξη των αερόσακων είναι υποχρεωτική, ενώ η τοποθέτηση των ζωνών προαιρετική. (Για το λόγο αυτό οι αερόσακοι σε αμερικάνικο αυτοκίνητο έχουν διπλάσιο μέγεθος). Αντίθετα στην Ευρώπη υποχρεωτική είναι η χρήση ζωνών, ενώ η τοποθέτηση αερόσακου δεν επιβάλλεται με νόμο. Συνεπώς ο ρόλος του αερόσακου θεωρείται συμπληρωματικός και για το λόγο αυτό στην Ευρώπη χαρακτηρίζεται ως Συμπληρωματικό Σύστημα Προστασίας (Suppleme-

ntary Restraint System, S. R. S). Ο συνδυασμός αερόσακου και ζώνης ασφαλείας θεωρείται η πιο αποτελεσματική μέθοδος προστασίας οδηγού - συνοδηγού.

Στα συστήματα εσωτερικής παθητικής ασφάλειας ανήκουν και οι ζώνες ασφαλείας.

Οι ζώνες ασφαλείας διακρίνονται σε δύο είδη.

- Στις αυτόματες ζώνες ασφαλείας χωρίς σύστημα προεντατήρα και
- στις αυτόματες ζώνες ασφαλείας με προεντατήρα.

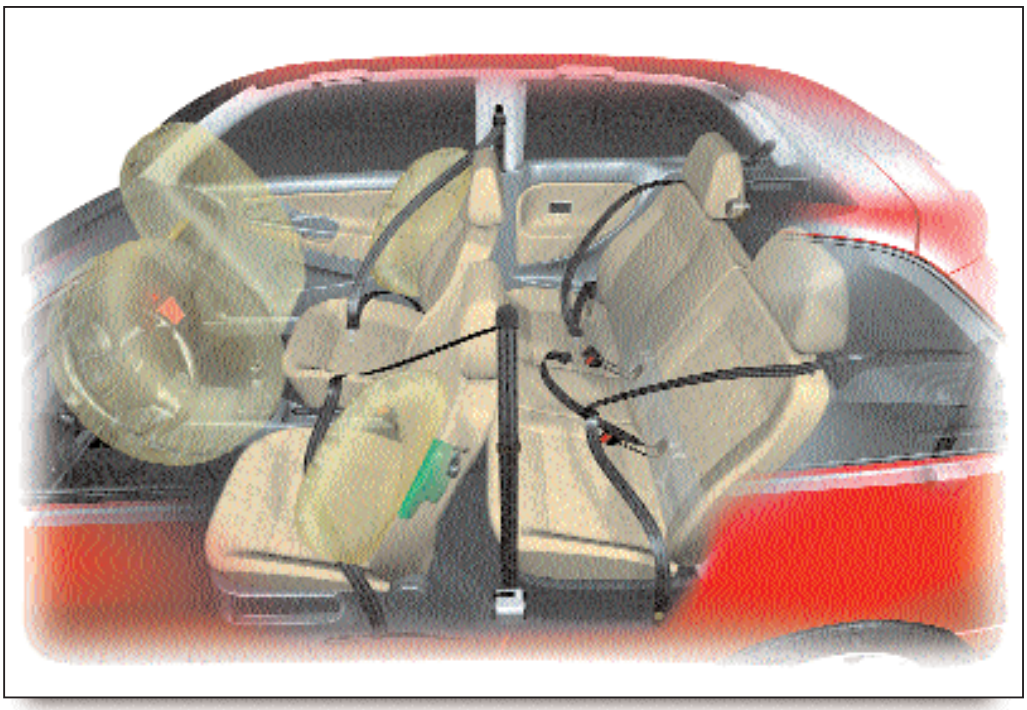
Αυτόματες ζώνες ασφαλείας

Οι αυτόματες ζώνες ασφαλείας δεν επιτρέπουν το ξεδίπλωμα του ιμάντα σε περίπτωση ατυχήματος, παραπάνω από το μηχανισμό αναδίπλωσης. Οι αυτόματες ζώνες λειτουργούν(μπλοκάρουν), όταν η ταχύτητα που ο ιμάντας ξεδιπλώνεται ξεπεράσει κάποια προκαθορισμένα όρια.

Αυτόματες ζώνες ασφαλείας με σύστημα προεντατήρα (προένταση)

Οι αυτόματες ζώνες ασφαλείας με σύστημα προεντατήρα διακρίνονται ανάλογα με το είδος ενεργοποίησης του προεντατήρα στους:

- μηχανικά ενεργοποιούμενους προεντατήρες και στους
- ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενους προεντατήρες



Σχήμα 10.22: Σύστημα πλευρικών αερόσακων και συγκράτησης των επιβατών με ζώνες που έχουν προεντατήρα.

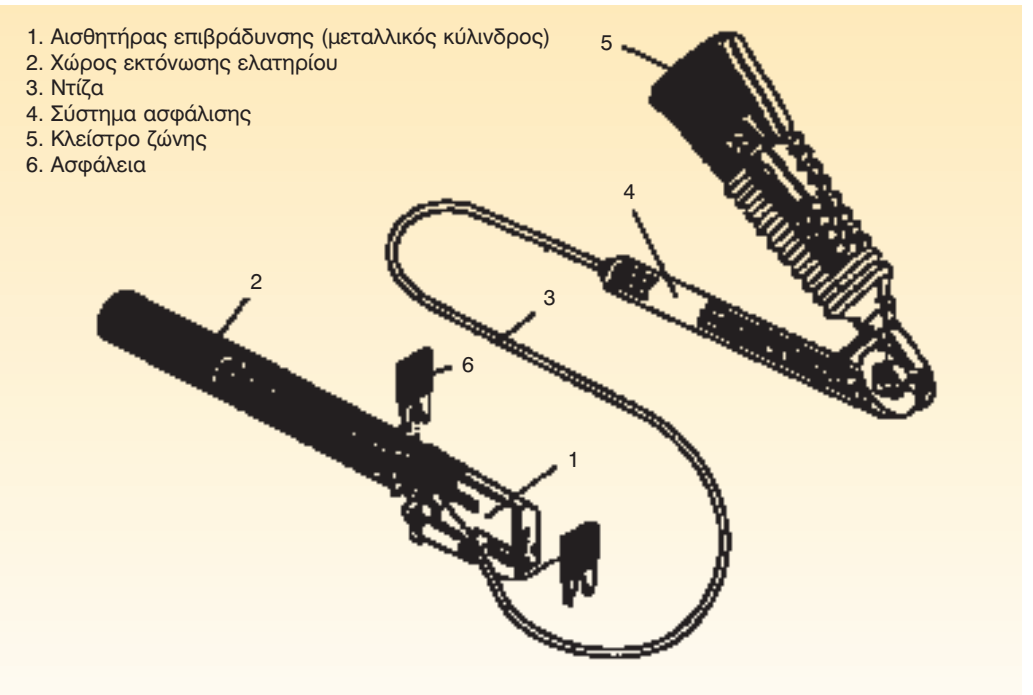
Μηχανικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας

Ο μηχανικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας αποτελείται από ένα συρματόσχοινο που με την βοήθεια ενός ελατηρίου τραβάει αντίθετα το μηχανισμό της ζώνης, σε περίπτωση σύγκρουσης. Η ενεργοποίηση του συστήματος γίνεται μ' έναν αισθητήρα και μόνον αν η ταχύτητα μετωπικής σύγκρουσης είναι πάνω από μια ορισμένη τιμή (20 km/h περίπου). Ο μηχανισμός αυτός ενεργοποιείται με μηχανικό αισθητήρα επιβράδυνσης. **(σχήμα 10.23).**

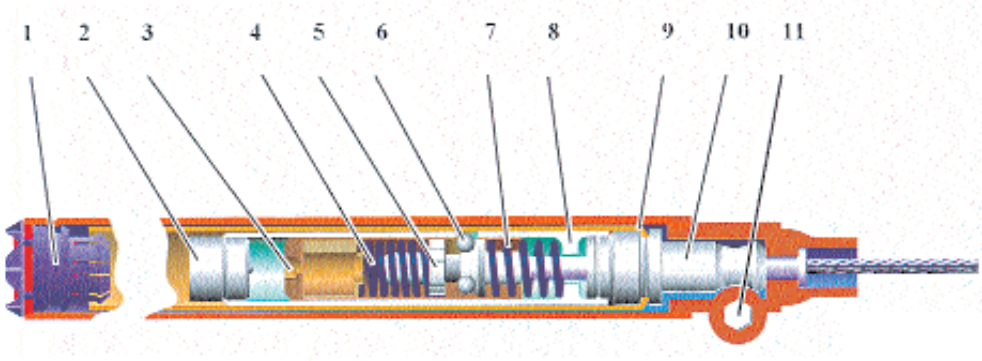
Ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας

Ο ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας αποτελείται από ένα κύλινδρο μέσα στον οποίο κινείται ένα έμβολο. Ένας πυροκροτικός μηχανισμός ο οποίος ενεργοποιείται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου εκρήγνυται και παράγει μία ποσότητα αερίου. Τα παραγόμενα αέρια σπρώχνουν το έμβολο, το οποίο συνδέεται με ένα συρματόσχοινο με την αγκράφα της ζώνης . Το συρματόσχοινο τραβάει τον ιμάντα της ζώνης η οποία τεντώνει και συγκρατεί τον επιβάτη στο κάθισμα.

Το σύστημα των ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενων προεντατήρων χρησιμοποιεί τους αισθητήρες και την ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου των αερόσακων. Ο προεντατήρας μαζεύει τον τζόγο της ζώνης ταυτόχρονα με το άνοιγμα του αερόσακου ώστε να συμπληρωθεί η ασφάλεια των επιβατών.



Σχήμα 10.23: Ζώνη ασφαλείας με προεντατήρα.



1. Καπάκι
2. Εκπυρσοκροτητής
3. Γεννήτρια αερίων
4. Ελατήριο
5. Σύνδεση συρματόσχοινου
6. Μπίλιες
7. Ελατήριο
8. Έμβολο
9. Κύλινδρος
10. Αισθητήρας
11. Ασφάλεια μεταφοράς

Σχήμα 10.24: Ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας.

Αερόσακοι ασφαλείας

Ο αερόσακος ασφαλείας είναι ένας σάκος που φουσκώνει γρήγορα και αυτόματα, σε περίπτωση μετωπικής σύγκρουσης με ταχύτητα μεγαλύτερη των 30 km/h. Προορισμός του είναι να προφυλάσσει το σώμα του οδηγού και του συνοδηγού (εφόσον υπάρχει αερόσακος συνοδηγού), σε περίπτωση μετωπικής σύγκρουσης. Τοποθετείται μέσα στο βολάν του τιμονιού(για τον οδηγό) και στο ταμπλό μπρος από το κάθισμα του συνοδηγού για τον συνοδηγό.

Υπάρχουν επίσης πλευρικοί αερόσακοι, αερόσακοι στις κολώνες του αμαξώματος ή στα πλαϊνά των καθισμάτων, αερόσακοι για τα γόνατα, ή τελευταία εφαρμογή, αερόσακοι τύπου κουρτίνα (Opel). Ενεργοποιούνται και λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο Ανάλογα με τον όγκο που έχει ο αερόσακος όταν φουσκώσει, υπάρχουν κατηγορίες των 30 λίτρων για των οδηγό και των 60 λίτρων για το συνοδηγό. Σήμερα όμως πολλές εταιρίες χρησιμοποιούν αερόσακο 60 λίτρων για τον οδηγό και 100 λίτρων για το συνοδηγό.

Υπάρχουν δύο είδη χρησιμοποιούμενων αερόσακων:

- ο μηχανικά ενεργοποιούμενος αερόσακος και
- ο ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος αερόσακος.

Σήμερα χρησιμοποιείται ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος και ενεργοποιούμενος αερόσακος. Στον ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενο αερόσακο, η πυροδότηση της γεννήτριας του προωθητικού αερίου γίνεται με ηλεκτρονικό τρόπο. Η ηλεκτρονική μονάδα δέχεται πληροφορίες από τους αισθητήρες επιβράδυνσης, επεξεργάζεται αυτές τις πληροφορίες και ελέγχει το άνοιγμα των αερόσακων ανάλογα με την γωνία πρόσκρουσης. Επίσης έχει και ελεγχόμενη συνεργασία με τις ζώνες ασφαλείας που διαθέτουν μηχανισμό προεντατήρα.

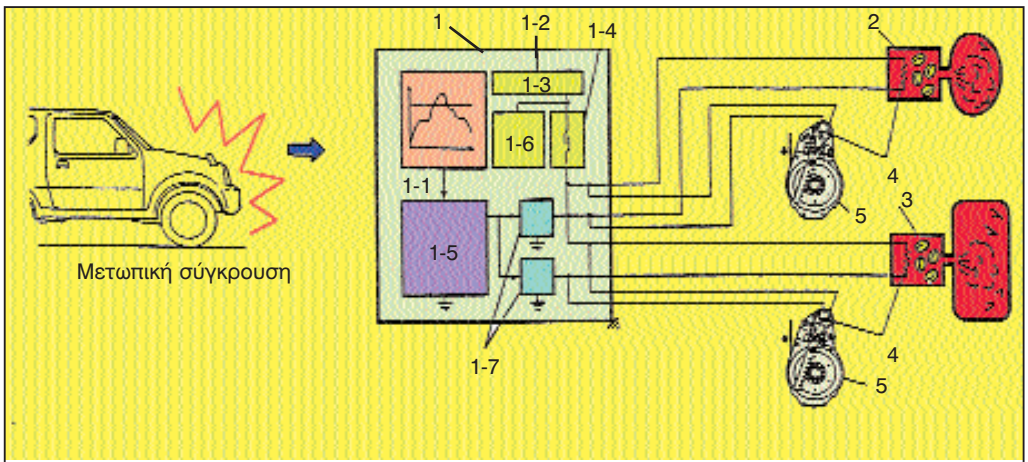
Η λειτουργία των αερόσακων είναι απλή. Σε περίπτωση σύγκρουσης, οι αισθητήρες του αυτοκινήτου,(αισθητήρας επιβράδυνσης και αισθητήρας επιβεβαίωσης) πληροφορούν την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου για το μέγεθος της επιβράδυνσης του αυτοκινήτου. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου επεξεργάζεται τα σήματα των αισθητήρων και στέλνει στη συνέχεια έναν ηλεκτρικό παλμό στον πυροκροτικό μηχανισμό του αερόσακου. Ο πυροκροτικός μηχανισμός πυροδοτεί τις ταμπλέτες του αερίου και αρχίζει η χημική αντίδραση παραγωγής των καυσαερίων για το φούσκωμα του αερόσακου. Ο αερόσακος αφού φουσκώσει στη συνέχεια ξεφουσκώνει από τις οπές διαφυγής που υπάρχουν στο πίσω μέρος για να μη συμπιέζει τους επιβάτες.

Οι παραπάνω λειτουργίες γίνονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Η συνολική χρονική διάρκεια μιας σύγκρουσης είναι περίπου 150 χιλιοστά του δευτερολέπτου και ο αερόσακος έχει ήδη φουσκώσει στα 60 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

10.5.2. Immobilizer

Το ηλεκτρονικό σύστημα ακινητοποίησης του αυτοκινήτου (immobilizer) έχει ως προορισμό τη μη λειτουργία του κινητήρα (σύστημα ψεκασμού), αν δεν γίνει εκκίνηση του κινητήρα με το ΄΄σωστό΄΄ κλειδί.

Ένα ηλεκτρονικό σύστημα συνδέει το κλειδί του αυτοκινήτου με τον ηλεκτρονικό ψεκασμό έτσι ώστε να αποτραπεί η κλοπή του αυτοκινήτου.



1. Μονάδα αισθητήρα σύγκρουσης και ελέγχου
1-1. Αισθητήρας
1-2. Τροφοδοσία
1-3. Μετατροπέας τάσης
1-4. Αισθητήρας προστασίας
1-5. Μικροελεγκτής
1-6. Κύκλωμα αντίστροφης ενέργειας
1-7. Κύκλωμα αναφλεξης
2. Αερόσακος οδηγού
3. Αερόσακος συνοδηγού
4. Κύκλωμα ανάφλεξης
5. Προεντατήρας ζώνης ασφαλείας (αν έχει τοποθετηθεί

Σχήμα 10.25: Ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας.

Το σύστημα ενεργοποιείται από την κλειδαριά του τιμονιού χωρίς καμία άλλη ενέργεια από τον χρήστη.

Το immobilizer αποτελείται από:

- Το κλειδί με τον κωδικό αριθμό (κάθε κλειδί έχει το δικό του αριθμό)
- Την κλειδαριά για την αναγνώριση του κωδικού
- Την Ηλεκτρική μονάδα
- Την Ηλεκτρονική μονάδα ψεκασμού

Το κλειδί

Το κλειδί με το σταθερό κωδικό έχει ένα ενσωματωμένο μικροτσίπ, χωρίς μπαταρία.

Με το γύρισμα του κλειδιού, μέσω ηλεκτρομαγνητικού, παρέχεται ενέργεια στο μικροτσίπ, το οποίο στέλνει τον κωδικό μέσω της κλειδαριάς στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος.

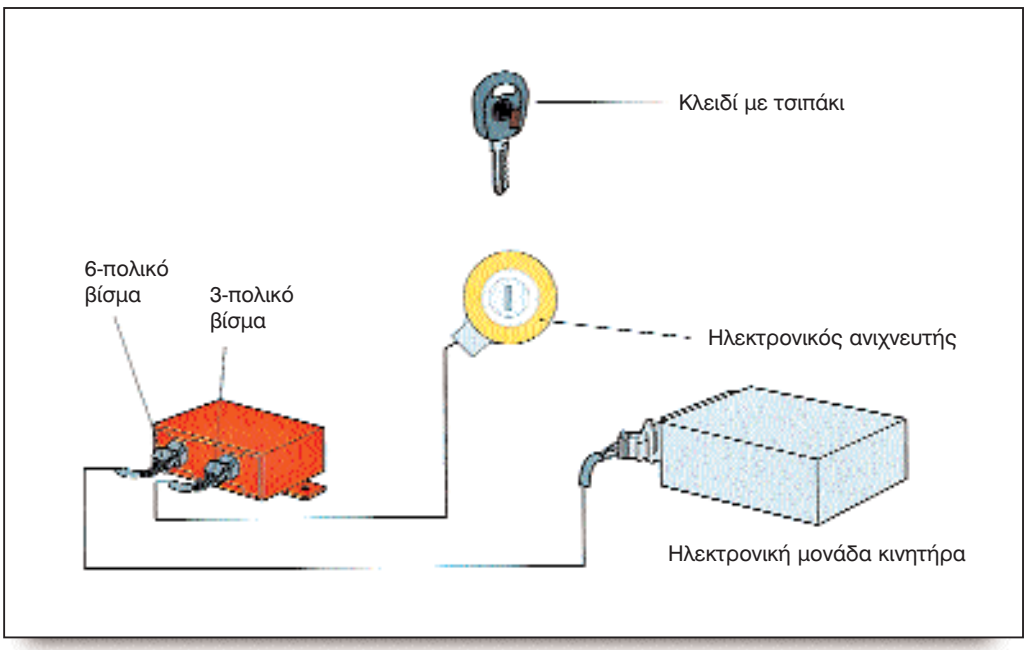
Κάθε κλειδί έχει το δικό του σταθερό κωδικό, ο οποίος δεν αλλάζεται. Ο σταθερός κωδικός ενός νέου κλειδιού μπορεί να προγραμματιστεί μέσω της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου, μόνον όταν γνωρίζουμε τον κρυφό κωδικό.

Ανάγνωση κωδικού

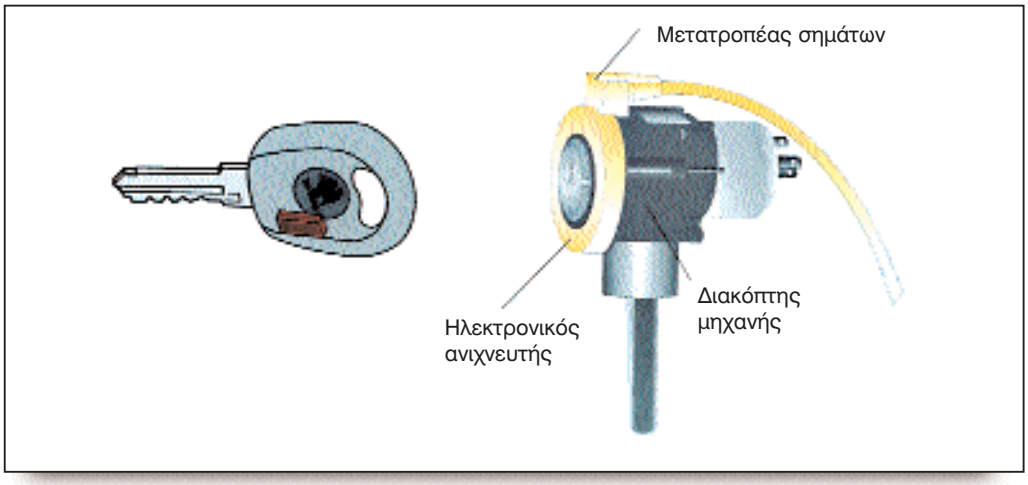
Η ανάγνωση του σταθερού κωδικού ενός κλειδιού από την κλειδαριά του τιμονιού επιτυγχάνεται ως εξής:

Η κλειδαριά αποτελείται από ένα πυκνωτή και μια περιέλιξη. Το γύρισμα του κλειδιού δημιουργεί ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο το οποίο παρέχει την ενέργεια στο μικροτσίπ του κλειδιού.

Το μικροτσίπ στέλνει τον κωδικό μέσω μιας κεραίας (και της κλειδαριάς) στην



Σχήμα 10.26: Ηλεκτρική μονάδα Immobilizer.



Σχήμα 10.27: Αναγνώριση σταθερού κωδικού κλειδιού από τον ηλεκτρονικό ανιχνευτή (κλειδαρία).

ηλεκτρομαγνητική μονάδα έλεγχου του συστήματος με μορφή ενός ηλεκτρικού σήματος.

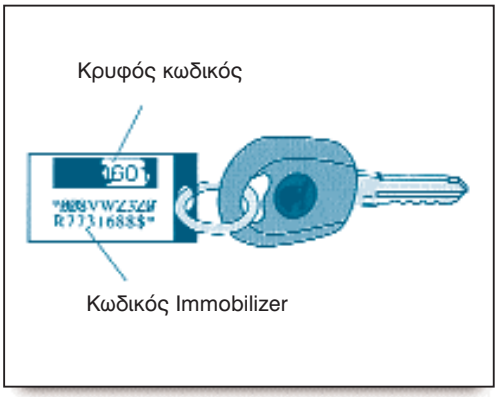
Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος, όταν ο κινητήρας εκκενωθεί, ελέγχει το σταθερό κωδικό του κλειδιού και τον κωδικό τον οποίο στέλνει η ηλεκτρονική μονάδα ψεκασμού. Αν δεν είναι σωστοί αυτοί οι κωδικοί, τότε η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου θα σταματήσει τη λειτουργία της μονάδας ψεκασμού. Αν παραστεί ανάγκη αλλαγής της Μονάδας, θα πρέπει μέσω διαγνωστικού μηχανήματος να επαναπρογραμματιστεί όλο το σύστημα, ώστε να αποκατασταθεί η επικοινωνία μεταξύ των εξαρτημάτων. Οι νέες μονάδες έχουν δικούς τους κωδικούς οι οποίοι θα πρέπει να αποσπώνται και να δίνονται στον πελάτη για μελλοντική χρήση. Ο εγκέφαλος είναι ειδικά σχεδιασμένος ώστε να επικοινωνεί με την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, δια μέσω μίας γραμμής - ανταλλαγής πληροφοριών. Μία μονάδα δημιουργίας νέων κωδικών που στέλνει έναν κωδικό στη μονάδα μετά από κάθε εκκίνηση του κινητήρα και ελέγχεται για την επόμενη κίνηση. Αν μετά την εκκίνηση του κινητήρα δεν σταλεί ο σωστός κωδικός (ή καθόλου κωδικός), ο εγκέφαλος θα διακόψει τη λειτουργία του συστήματος ψεκασμού.

Αν αντικατασταθεί ο εγκέφαλος ψεκασμού, τότε ο τελευταίος κωδικός θα πρέπει να διαγραφεί από τημονάδα μέσω του διαγνωστικού. Με την εκκίνηση του κινητήρα, ένας νέος κωδικός στέλνεται στη μονάδα με αποτέλεσμα την απροβλημάτιστη λειτουργία του συστήματος.

Κρυφός κωδικός

Ο κρυφός κωδικός θα πρέπει, για λόγους ασφαλείας, να μην υπάρχει μέσα στο αυτοκίνητο αλλά στην κατοχή του πελάτη.



Σχήμα 10.28: Ο κρυφός κωδικός υπάρχει στο ταμπελάκι του κλειδιού, σκεπασμένος με μια μαύρη ταινία.

10.5.3. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενος κλιματισμός (A/C)

Ένα σύστημα κλιματισμού αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

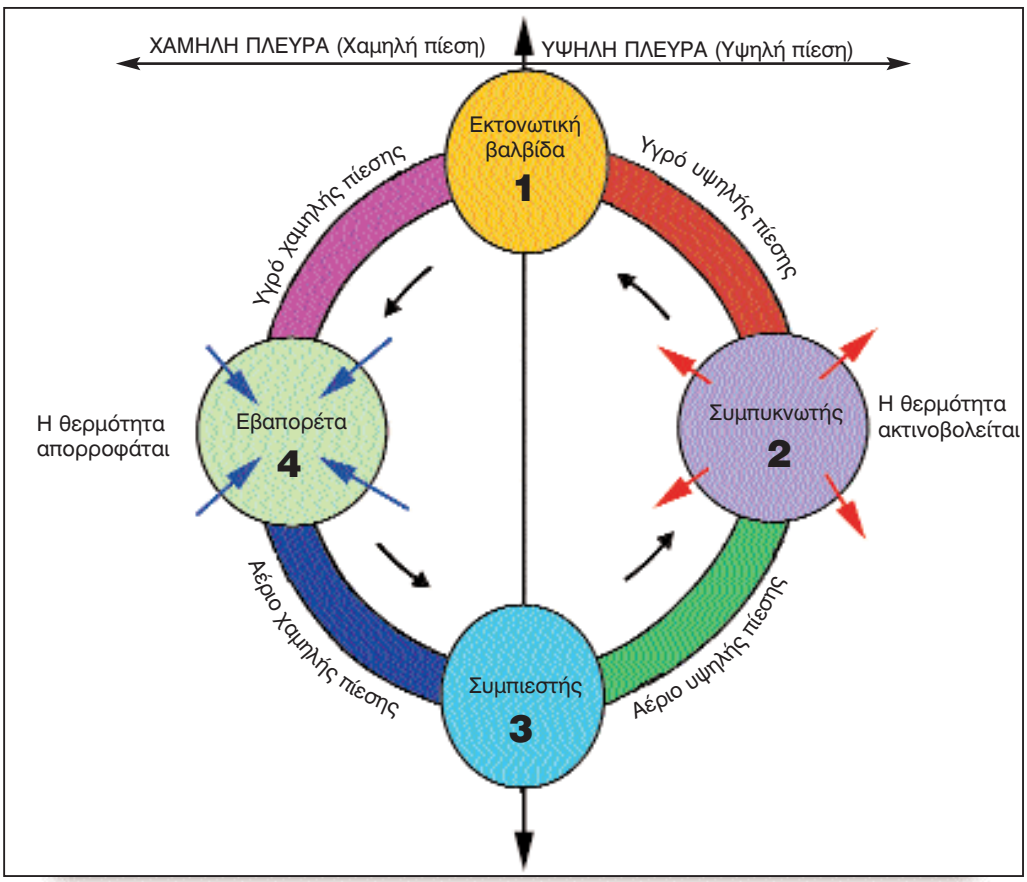
α) μηχανικός συμπιεστής,

β) συμπυκνωτής (ψυγείο),

γ) εκτονωτική βαλβίδα,

δ) ατμοποιητής (εξατμιστής)

Αυτή η ψυκτική διάταξη λειτουργεί σαν αντλία που αφαιρεί θερμότητα από ένα χώρο στον οποίο είναι επιθυμητή η ψύξη (περιβάλλον ατμοποιητή) και την α-



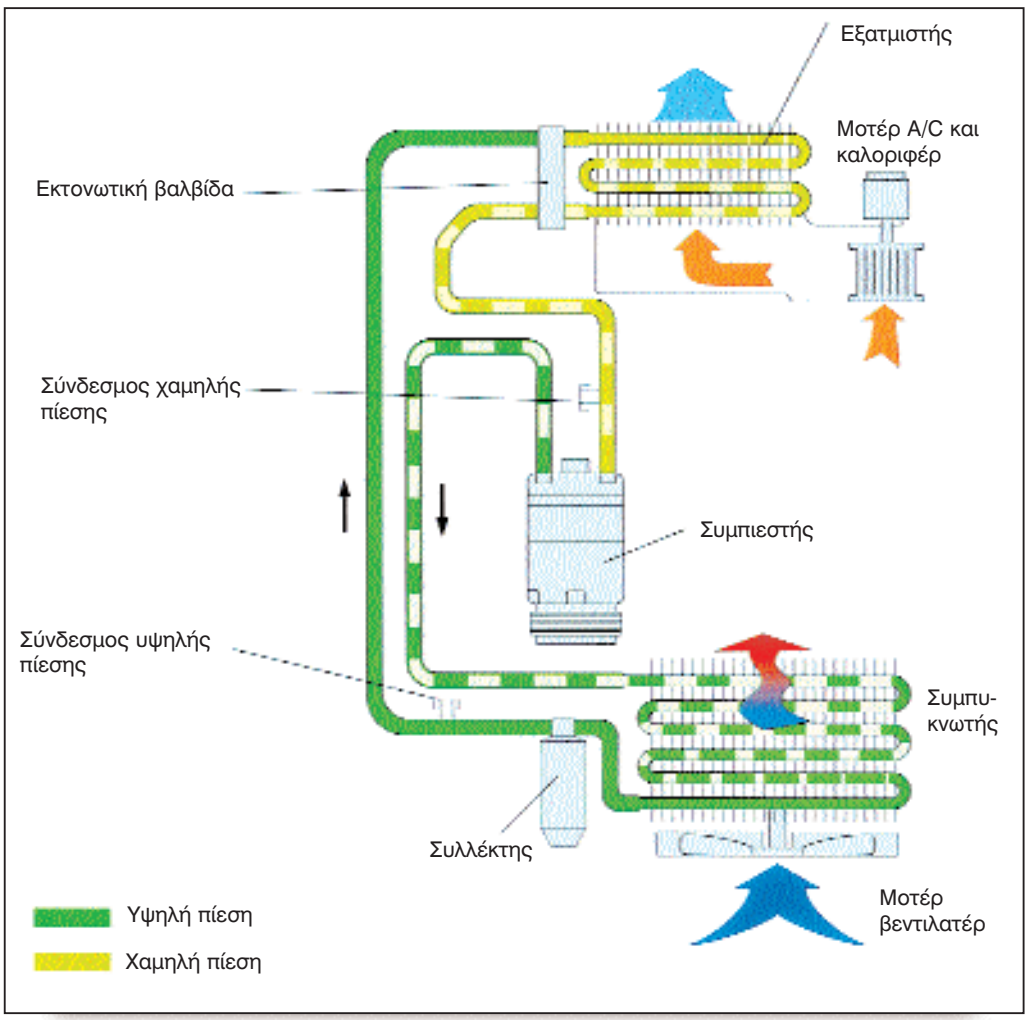
Σχήμα 10.29: Ο πλήρης κύκλος ψύξης.

ποβάλλει σ' έναν άλλο χώρο του οποίου η θέρμανση μας είναι αδιάφορη (περιβάλλον συμπυκνωτή). **(σχήμα 10.29).**

Για να καταλάβουμε το βασικό ψυκτικό κύκλο, ας ξεκινήσουμε από το συμπιεστή.

(1) Το ψυκτικό εισέρχεται στο συμπιεστή υπό μορφή αερίου με χαμηλή πίεση, συμπιέζεται και εξέρχεται σαν αέριο με υψηλή πίεση.

Αυτό το αέριο μετά ρέει προς το συμπυκνωτή. (2) Εκεί το αέριο συμπυκνώνεται σε υγρό, αποβάλλοντας τη θερμότητα στον εξωτερικό αέρα. Το υγρό κατόπιν κινείται προς τη βαλβίδα εκτόνωσης (3) υπό υψηλή πίεση. Αυτή η βαλβίδα χαμηλώνει την πίεση του υγρού, καθώς βγαίνει από την εκτονωτική βαλβίδα. Το χαμηλής πίεσης πλέον υγρό, κινείται προς τον ατμοποιητή ή όπως λέγεται "εβαπο-



Σχήμα 10.30: Η κυκλοφορία του ψυκτικού.

ρέτα" (4), όπου η θερμότητα του αέρα του χώρου που κλιματίζεται απορροφάται και μετατρέπεται το ψυκτικό από υγρό σε αέριο.

Υπό τη μορφή ζεστού αερίου με χαμηλή πίεση το ψυκτικό κινείται προς το συμπιεστή (1) και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.

Ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος κλιματισμός E.C.C. (Electronic Climate Control) είναι ένας σύνθετος μηχανισμός, ο οποίος ρυθμίζει ακριβώς τη θερμοκρασία που έχει προεπιλεγεί. Ο υπολογιστής του συστήματος συνδυάζει άψογα τη λειτουργία των συσκευών ψύξης και θέρμανσης και κρατά σταθερή τη θερμοκρασία του χώρου επιβατών, χωρίς να επηρεάζεται από τις αλλαγές στις εξωτερικές συνθήκες. Το σύστημα ελέγχου του E.C.C. τοποθετείται αρμονικά στο ταμπλό, στο χώρο που υπάρχουν τα χειροκίνητα χειριστήρια του καλοριφέρ, όπως φαίνεται στη φωτογραφία

Ο υπολογιστής επεξεργάζεται τη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό του αυτοκινήτου, στους αεραγωγούς και στο εξωτερικό περιβάλλον, και σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του οχήματος που είναι καταχωρημένα στη μνήμη του (όγκος, συνολική γυάλινη επιφάνεια, μόνωση και πολλά άλλα), καθορίζει αυτόματα τόσο την ποσότητα του αέρα όσο και τη θερμοκρασία και την κατανομή του. Επίσης, με το πάτημα του κατάλληλου διακόπτη εμφανίζεται στην οθόνη η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Όταν η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή ανάβει η ενδεικτική λυχνία και ακούγεται ένας χαρακτηριστικός ήχος ή εμφανίζεται το σύμβολο του πάγου στην οθόνη προειδοποιώντας τον οδηγό για την πιθανότητα σχηματισμού πάγου στο δρόμο.

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής έχει ενσωματωμένο σύστημα αυτοελέγχου της λειτουργίας του. Όταν ανιχνεύσει οποιοδήποτε πρόβλημα, παρουσιάζεται στην οθόνη ένας κωδικός σφάλματος οπότε παύει και η αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Μέχρι να επισκευαστεί το πρόβλημα, ο κλιματισμός μπορεί να ρυθμιστεί χειροκίνητα με τους αντίστοιχους διακόπτες.

Σχήμα 10.31: Οι θερμοκρασίες γύρω από το αυτοκίνητο και το χειριστήριο κλιματιστικού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1: ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	
Εξαρτήματα	**Λειτουργία**
Αισθητήρας φωτός και ηλιακής ακτινοβολίας	Ανιχνεύει την ένταση του φωτός (ημέρα , νύχτα) καθώς και την ένταση τής ηλιακής ακτινοβολίας.
Αισθητήρας θερμοκρασίας ταμπλό	Ανιχνεύει τη θερμοκρασία στο ταμπλό του αυτοκινήτου (ένδειξη για ταχεία ψύξη).
Αισθητήρας εξωτερικής θερμοκρασίας	Ανιχνεύει την εξωτερική θερμοκρασία.
Αισθητήρας θερμοκρασίας φρέσκου αναρροφούμενου αέρα	Ανιχνεύει την θερμοκρασία του φρέσκου αναρροφούμενου αέρα.
Δότης θερμοκρασίας αέρα χώρου ποδιών	Ελέγχει την ποσότητα της παρεχόμενης ποσότητας αέρα στον χώρο των ποδιών.
Αισθητήρας πίεσης κλιματισμού	Ανιχνεύει την πίεση του ψυκτικού υγρού.
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ	Μοτέρ χώρου ποδιών με ποτενσιόμετρο. Μοτέρ κεντρικού κλαπέτου με ποτενσιόμετρο. Μοτέρ κλαπέτου θερμοκρασίας με ποτενσιόμετρο. Μοτέρ κλαπέτου στατικής πίεσης με ποτενσιόμετρο. Ανεμιστήρας φρέσκου αέρα με εγκέφαλο για ανεμιστήρα.

Η λειτουργία του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου κλιματισμού βασίζεται στη χρήση αισθητήρων και ενεργοποιητών που αναλαμβάνουν να ρυθμίσουν αυτόματα τη θερμοκρασία και την ποσότητα αέρα, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Στην είσοδο παροχής του εξωτερικού αέρα υπάρχει φίλτρο (σε ακριβά μοντέλα ενεργού άνθρακα) που συγκρατεί σκόνη, υγρασία και μικροσωματίδια.

Επίσης, υπάρχουν χειριστήρια (πλήκτρα) για ξεθάμπωμα των παμπρίζ και την κατανομή του αέρα.

10.5.4. Ηλεκτρονικά συστήματα πληροφόρησης

Το σύστημα πληροφόρησης και το ταμπλό οργάνων μπορεί να ταξινομηθεί στις παρακάτω κατηγορίες

1η κατηγορία: Τα ενημερωτικά όργανα (βενζινόμετρα. στροφόμετρα ,κ.α.)

2η κατηγορία: Οι προειδοποιητικές λυχνίες (πίεσης λαδιού, χειρόφρενου, κ.α.) και βομβητές κινδύνου (πορτών, φώτων, κ.α.). και

3η κατηγορία: Ο εξοπλισμός ενημέρωσης (πληροφόρησης) του οδηγού, ό-

πως υπολογιστές ταξιδιού, συστήματα πλοήγησης κ.λ.π..

Η θέση, το μέγεθος καθώς και η ευκολία οπτικής πρόσβασής τους εξαρτώνται κυρίως από τη σπουδαιότητα του καθενός ξεχωριστά. Αξιολογώντας τα σύμφωνα με τη σπουδαιότητα και τη χρησιμότητά τους, θα μπορούσαμε να κατατάξουμε ως πρώτα το χιλιομετρητή (κοντέρ) και το στροφόμετρο.

Ως δεύτερα στην ιεραρχία θα μπορούσαμε να κατατάξουμε τα όργανα στάθμης καυσίμου και μέτρησης θερμοκρασίας ψυκτικού κινητήρα καθώς και όλες τις ενδεικτικές λυχνίες, όπως πίεσης λαδιού, φόρτισης μπαταρίας και στάθμης υγρών φρένου. Τα όργανα ενδείξεων και μετρήσεων (αναλογικά και ψηφιακά), λυχνίες ενδεικτικές και προληπτικές καθώς και ο σύγχρονος εξοπλισμός ενημέρωσης πρέπει να ΄΄χωρέσουν΄΄ αρμονικά στο ταμπλό και την κονσόλα του αυτοκινήτου. Τα υπόλοιπα, αν και δεν υπολείπονται σε σπουδαιότητα , συνηθίζεται να τοποθετούνται στη σπορ κυρίως κατηγορία αυτοκινήτων.

Στον εξοπλισμό ενημέρωσης του οδηγού όπως υπολογιστές ταξιδιού, συστήματα πλοήγησης κ.λ.π..

Σχήμα 10.32: Οθόνη συστήματος πλοήγησης (Navigator).

Τέλος, όλο και περισσότεροι κατασκευαστές περιλαμβάνουν στον έξτρα εξοπλισμό τους συνθετότερες συσκευές, όπως υπολογιστή ταξιδιού(δίνει διάφορες πληροφοφορίες στον οδηγό για το ταξίδι του), σύστημα πλοήγησης((navigator), κατευθύνει μέσω δορυφόρου τον οδηγό στον προορισμό του).

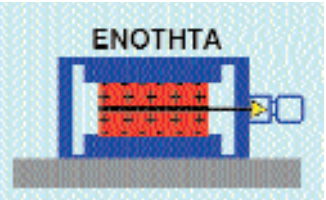
Σε περιορισμένη παραγωγή, παρουσιάζονται αυτοκίνητα με πολυχρηστικές (tach screen) οθόνες επαφής που συλλέγουν και ενεργούν για ένα σύνολο πληροφοριών. **(σχήμα 10.33).**

Σχήμα 10.33: Ταμπλό με οθόνη αφής για τον έλεγχο και τις ρυθμίσεις.

Επίσης το σύστημα πληροφόρησης ταξιδιού μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες για:

- Το ραδιόφωνο, κασετόφωνο, ραδιοτηλέφωνο, τηλεόραση, internet κ.ά.
- Τον αυτόματο πιλότο (cruise control)
- Ωρα και ημέρα της εβδομάδας
- Πυξίδα

Σε ακριβά αυτοκίνητα υπάρχει και η δυνατότητα προβολής ενδείξεων των οργάνων λειτουργίας πάνω στο παμπρίζ (Head - up- Dispay), στο ύψος του βλέματος του οδηγού ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του κατά την οδήγηση.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 10

Το κλασικό σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από το συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων, τον άξονα μετάδοσης κίνησης (δεν υπάρχει σε αυτοκίνητα με μπροστινή κίνηση), το διαφορικό, τα ημιαξόνια, τις πλήμνες και, τέλος, τους τροχούς.

Οι τύποι συμπλεκτών που χρησιμοποιούνται είναι ο μηχανικός συμπλέκτης (ξηρός και υγρός), ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης (ξηρός και υγρός), ο υδραυλικός Μετατροπέας ροπής, ο αυτόματος συμπλέκτης και ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος.

Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα κιβώτια ταχυτήτων διακρίνονται σε αυτόματα και σε συνεχή μεταβαλλόμενη σχέση με ιμάντα.

Οι αισθητήρες ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενου Κιβωτίου Ταχυτήτων είναι:

ο αισθητήρας θέσης μοχλού ταχυτήτων, ο αισθητήρας θέσης πεταλούδας γκαζιού, ο αισθητήρας ταχύτητας του αυτοκινήτου, ο αισθητήρας ποσότητας εισερχομένου αέρα, ο αισθητήρας στροφών εξόδου στους τροχούς.

Η ηλεκτρονική μονάδα ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενου Κιβωτίου Ταχυτήτων ελέγχει τους ενεργοποιητές, τις βαλβίδες αλλαγής των ταχυτήτων, τον ηλεκτρομαγνήτη για την σύμπλεξη/αποσύμπλεξη του συμπλέκτη, τη διαγνωστική λυχνία, την κατάσταση έκτακτης ανάγκης, την αυτοδιάγνωση του συστήματος.

Κύρια συστήματα πέδησης είναι τα υδραυλικά φρένα, τα αερόφρενα και τα μηχανικά φρένα.

Βοηθητικά συστήματα πέδησης είναι τα σερβόφρενα, τα ηλεκτρόφρενα και το ABS.

Ένα τυπικό σύστημα ABS αποτελείται από την ηλεκτρο - υδραυλική μονάδα

ABS, τον αισθητήρα επιβράδυνσης, (υπάρχει συνήθως μόνο σε μοντέλα 4WD), τους αισθητήρες στροφών των τροχών, τον διακόπτη φώτων στοπ, την προειδοποιητική λυχνία ABS.

Τα στάδια λειτουργίας ενός συστήματος A.B.S. είναι

α) μείωση της πίεσης για να μην μπλοκάρει ο τροχός

β) συγκράτηση της πίεσης σε σταθερή τιμή για να επιβραδύνει ο τροχός χωρίς να μπλοκάρει.

γ) αύξηση της πίεσης, εφόσον έχει σταματήσει το μπλοκάρισμα του τροχού.

Τα συστήματα τετραδιεύθυνσης διακρίνονται σε συστήματα παθητικής τετραδιεύθυνσης και σε συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης.

Στα συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης υπάρχουν τα μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης και τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης. Ανάλογα με τον τρόπο που επεμβαίνει η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου για να ρυθμί-

σει την περιστροφή των πίσω τροχών, υπάρχουν τα ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης και τα ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης

Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ανάρτησης που υπάρχουν είναι:
- Η ηλεκτρονικά ελεγχόμενη υδροπνευματική ανάρτηση (Hydractive) και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ανάρτηση με επιλογή σκληρότητας.

Το σύστημα της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης υδροπνευματική ανάρτησης αποτελείται από τους αισθητήρες, γωνίας τιμονιού, μετατόπισης αμαξώματος, επαφής φρένων, πεντάλ γκαζιού, ταχύτητας αυτοκινήτου, μπουτόν πορτών και πορτ μπαγκάζ.

Στην ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ανάρτηση με επιλογή σκληρότητας, το σύστημα ρυθμίζει αυτόματα μια από τις τρεις κλίμακες ρύθμισης (μαλακή, μεσαία ή σκληρή) έχοντας ως βάση και τις συνθήκες που επικρατούν κατά την οδήγηση και την επιλογή του οδηγού.

Η ασφάλεια του οχήματος χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

α) Ενεργητική ασφάλεια.

β) Παθητική ασφάλεια

Η ενεργητική ασφάλεια περιλαμβάνει όλα εκείνα τα συστήματα του αυτοκινήτου και τους μηχανισμούς, που σκοπό έχουν να συμβάλουν στην αποφυγή ενός ατυχήματος. Τέτοια είναι το σύστημα πέδησης - ABS, διεύθυνσης, ανάρτησης, αντιολίσθησης κλπ.

Παθητική ασφάλεια λέγεται η ασφάλεια που παρέχει η καμπίνα και γενικά το αμάξωμα στους επιβάτες, σε περίπτωση σύγκρουσης. Η παθητική ασφάλεια περιλαμβάνει εκτός από το αμάξωμα όλα εκείνα τα συστήματα και τους μηχανισμούς που προστατεύουν τον οδηγό και τους επιβάτες μετά το ατύχημα.

Η παθητική ασφάλεια διακρίνεται σε εξωτερική και εσωτερική.

Η εξωτερική παθητική ασφάλεια αναφέρεται στα μέτρα προστασίας των πεζών, ποδηλατιστών και μοτοσυκλετιστών, σε περίπτωση σύγκρουσής τους με το όχημα. Η εξωτερική ασφάλεια εξαρτάται κυρίως από το εξωτερικό σχήμα και την ομαλή επιφάνεια (δεν πρέπει να υπάρχουν αιχμηρά σημεία σύγκρουσης) του αμαξώματος πχ. πρόσθετοι μεταλλικοί προφυλακτήρες κλπ.

Η εσωτερική ασφάλεια αναφέρεται σε όλα τα μέτρα που λαμβάνονται από τους κατασκευαστές, για τη μείωση της επιτάχυνσης και των δυνάμεων, που ασκούνται στον οδηγό και τους επιβάτες την στιγμή της σύγκρουσης..

Τα συστήματα συγκράτησης των επιβατών περιορίζουν τη σύγκρουση του οδηγού και των επιβατών, με τα διάφορα εξαρτήματα στο εσωτερικό της καμπίνας, όπως τιμόνι, ταμπλό, καθίσματα, κλπ. σε περίπτωση ατυχήματος. Τα συστήματα συγκράτησης των επιβατών αποτελούν οι αερόσακοι ασφαλείας και οι ζώνες ασφαλείας, απλές ή με προεντατήρα.

Τα είδη των χρησιμοποιούμενων αερόσακων είναι: ο μηχανικά ενεργοποιούμενος αερόσακος και ο ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος αερόσακος.

Στο μηχανικά ενεργοποιούμενο αερόσακο, η ενεργοποίηση γίνεται με μηχανικό τρόπο χωρίς να χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Συνεργάζεται συνήθως με ζώνες που δε διαθέτουν σύστημα προεντατήρα ή μπορεί να έχουν αντίστοιχα μηχανικό σύστημα προεντατήρων ζωνών.

Ο ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος αερόσακος περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα: τη μονάδα του αερόσακου, το κάλυμμα, τον αερόσακο, τη γεννήτρια αερίων, το σετ των καλωδίων, την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

Οι ζώνες ασφαλείας συγκρατούν τον επιβάτη δεμένο στο κάθισμα και δεν τον αφήνουν να φύγει από αυτό, σε περίπτωση σύγκρουσης. Διακρίνονται σε δύο είδη: στην αυτόματη ζώνη ασφαλείας χωρίς σύστημα προεντατήρα και στην αυτόματη ζώνη ασφαλείας με προεντατήρα.

Υπάρχουν δύο είδη προεντατήρων, ο μηχανικά ενεργοποιούμενος και ο ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας.

Ο ηλεκτρονικά ενεργοποιούμενος προεντατήρας αποτελείται από ένα κύλινδρο, ένα πυροκροτικό μηχανισμό ο οποίος ενεργοποιείται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Ο προεντατήρας μαζεύει τον τζόγο της ζώνης ταυτόχρονα με το άνοιγμα του αερόσακου ώστε να συμπληρωθεί η ασφάλεια των επιβατών.

Το ηλεκτρονικό σύστημα ακινητοποίησης του αυτοκινήτου (immobilizer), είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο συνδέει το κλειδί του αυτοκινήτου με τον ηλεκτρονικό ψεκασμό έτσι ώστε να αποτραπεί η κλοπή του αυτοκινήτου.

Το immobilizer αποτελείται από: το κλειδί με τον κωδικό αριθμό (κάθε κλειδί έχει το δικό του αριθμό), την κλειδαριά για την αναγνώριση του κωδικού, την ηλεκτρική μονάδα, την ηλεκτρονική μονάδα ψεκασμού.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος, ελέγχει το σταθερό κωδικό του κλειδιού και τον κωδικό τον οποίο στέλνει η ηλεκτρονική μονάδα ψεκασμού. Αν δεν είναι σωστοί αυτοί οι κωδικοί, τότε η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου θα σταματήσει την λειτουργία της μονάδας ψεκασμού με αποτέλεσμα ο κινητήρας του οχήματος να μη λειτουργεί.

Ένα σύστημα κλιματισμού αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

α) μηχανικός συμπιεστής, β) συμπυκνωτής (ψυγείο), γ) εκτονωτική βαλβίδα, δ) ατμοποιητής (εξατμιστής).

Αυτή η ψυκτική διάταξη λειτουργεί ως αντλία που αφαιρεί θερμότητα από ένα χώρο που είναι επιθυμητή η ψύξη (περιβάλλον ατμοποιητή) και την αποβάλλει σ' έναν άλλο χώρο που η θέρμανσή του μας είναι αδιάφορη (περιβάλλον συμπυκνωτή).

Ο ψυκτικός κύκλος αποτελείται από τέσσερα στάδια.

(1ο). Το ψυκτικό εισέρχεται στο συμπιεστή υπό μορφή αερίου με χαμηλή πίεση, συμπιέζεται και εξέρχεται σαν αέριο με υψηλή πίεση.

(2ο).Στον συμπυκνωτή το αέριο συμπυκνώνεται σε υγρό, αποβάλλοντας τη θερμότητα στον εξωτερικό αέρα.

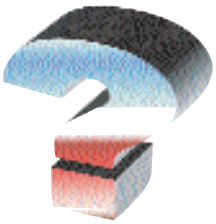
(3ο). Στην εκτονωτική βαλβίδα χαμηλώνει η πίεση του υγρού. Το χαμηλής πίεσης πλέον υγρό κινείται προς τον ατμοποιητή

(4ο). Στον ατμοποιητή η θερμότητα του αέρα του χώρου που κλιματίζεται απορροφάται και μετατρέπεται το ψυκτικό από υγρό σε αέριο.Υπό τη μορφή ζεστού αερίου με χαμηλή πίεση, το ψυκτικό κινείται προς το συμπιεστή (1) και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.

Η λειτουργία του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου κλιματισμού βασίζεται στη χρήση αισθητήρων και ενεργοποιητών, που αναλαμβάνουν να ρυθμίσουν αυτόματα τη θερμοκρασία της καμπίνας του οχήματος στην επιλεγείσα από τον οδηγό θερμοκρασία, ανεξάρτητα από την εξωτερική θερμοκρασία.

Τα ενημερωτικά όργανα (βενζινόμετρα. στροφόμετρα ,κ.α.), οι προειδοποιητικές λυχνίες (πίεσης λαδιού, χειρόφρενου ,κ.α.) και βομβητές κινδύνου (πορτών, φώτων, κ.α.). και ο εξοπλισμός ενημέρωσης (πληροφόρησης) του οδηγού, όπως υπολογιστές ταξιδιού, συστήματα πλοήγησης κ.λ.π., αποτελούν τα ηλεκτρονικά συστήματα πληροφόρησης.

Επίσης, το σύστημα πληροφόρησης ταξιδιού μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες για το ραδιόφωνο, κασετόφωνο, ραδιοτηλέφωνο, τηλεόραση, internet, τον αυτόματο πιλότο (cruise control), την ώρα και ημέρα της εβδομάδας, πυξίδα, προβολή ενδείξεων των οργάνων λειτουργίας πάνω στο παμπρίζ (Head - up- Dispay) κ.ά.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ 10

1. Αναφέρατε τα κυριότερα είδη συμπλεκτών.
2. Σύγκριση συμβατικού συμπλέκτη με ηλεκτρονικά ελεγχόμενο. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα.
3. Ποιους παράγοντες (αισθητήρες) λαμβάνει υπόψη του ένα σύστημα ηλεκτρονικά ελεγχόμενου κιβωτίου ταχυτήτων;
4. Ποια η χρησιμότητα ενός συστήματος A.B.S.;
5. Αναφέρατε τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος A.B.S.
6. Πώς λειτουργεί μια τετραδιεύθυνση;
7. Ποια τα πλεονεκτήματα μιας τετραδιεύθυνσης;
8. Τι γνωρίζετε για την ενεργητική και παθητική ασφάλεια;
9. Ποιους αισθητήρες χρησιμοποιεί ένα σύστημα αερόσακου;
10. Αναφέρατε τη λειτουργία και τα είδη ζωνών με προεντατήρα
11. Πώς λειτουργεί ένα σύστημα με Immobilizer;
12. Τι γίνεται στην περίπτωση που οδηγός χάσει το κλειδί του αυτοκινήτου το οποίο διαθέτει σύστημα με Immobilizer;
13. Αναφέρατε τα εξαρτήματα ενός συστήματος A/C αυτοκινήτου;
14. Ποια είναι τα συστήματα πληροφόρησης ενός αυτοκινήτου;

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ 7

ΓΕΝΙΚΑ 8
1.1. Η Έννοια της μέτρησης 8
1.2. Η έννοια της διάγνωσης 10
1.3. Μεθοδολογία ελέγχου και διάγνωσης 10
Περίληψη ενότητας 1 15
Ερωτήσεις ενότητας 1 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ 17

ΓΕΝΙΚΑ 18
2.1. Είδη και ιδιότητες οργάνων και συσκευών 18
2.1.1. Είδη οργάνων και συσκευών μέτρησης 18
2.1.2. Ιδιότητες οργάνων και συσκευών μέτρησης 20
2.1.3 Προστασία οργάνων και συσκευών μέτρησης 22
2.2. Πολύμετρο 24
2.2.1. Λειτουργία αναλογικών και ψηφιακών οργάνων 24
2.2.2. Μετρήσεις με πολύμετρο 26
2.3. Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας και πίεσης 30
2.3.1. Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας 31
2.3.2. Όργανα μέτρησης πίεσης και υποπίεσης 33
2.4. Παλμογράφος 35
2.4.1. Δομή και λειτουργία του παλμογράφου 36
2.4.2. Διάγνωση βλαβών με παλμογράφο 38
2.5. Αναλυτής καυσαερίων 42
2.5.1. Ρύποι αυτοκινήτων και η αντιμετώπισή τους 42
2.5.2. Δομή και λειτουργία του αναλυτή καυσαερίων 43
2.5.3. Διάγνωση βλαβών με αναλυτή καυσαερίων 45
2.6. Ειδικοί τύποι οργάνων και συσκευών μέτρησης 47
2.7. Συσκευή εξόδου σημάτων (BREAKOUT BOX) 49
Περίληψη ενότητας 2 51
Ερωτήσεις ενότητας 2 52

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ . . 53

ΓΕΝΙΚΑ 54
3.1. Δίοδοι 56
3.1.1. Δίοδος ζένερ 58
3.1.2. Δίοδος εμπομπής φωτός (L.E.D) 60
3.1.3. Φωτοδίοδος 60
3.2. Τρανζίστορ 61
3.2.1. Λειτουργία 62
3.2.2. Φωτοτρανζίστορ 63
3.3. Ολοκληρωμένα κυκλώματα 64
3.3.1. Ταξινόμηση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων 65
Περίληψη ενότητας 3 66
Ερωτήσεις ενότητας 3 68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ 69

ΓΕΝΙΚΑ 70
4.1. Ανοικτός - κλειστός βρόγχος 70
4.2. Δομή - Λειτουργία. Συνεχής ρύθμιση 72
Περίληψη ενότητας 4 73
Ερωτήσεις ενότητας 4 73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ) 75

ΓΕΝΙΚΑ 76
5.1. Ψηφιακή θεωρία και λογικά κυκλώματα 76
5.1.1. Το ψηφιακό σήμα και η παράστασή του 76
5.1.2. Το δυαδικό αριθμητικό σύστημα 78
5.1.3. Λογικές πύλες και άλγεβρα Boole 80
5.1.4. Συνδυαστικά λογικά κυκλώματα 83

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

5.1.5. Ακολουθιακά λογικά κυκλώματα 85
5.2. Κεντρική μονάδα ελέγχου (μικροϋπολογιστής) 87
5.2.1. Η εισαγωγή μικροϋπολογιστών στα αυτοκίνητα 87
5.2.2. Ο ρόλος και η δομή του μικροϋπολογιστή 88
5.2.3. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας και μνήμες 89
5.2.4. Είσοδοι του μικροϋπολογιστή 91
5.2.5. Έξοδοι του μικροϋπολογιστή 94
5.2.6. Επεξεργασία στοιχείων στον μικροεπεξεργαστή 96
5.2.7. Έλεγχος κινητήρα με μικροϋπολογιστή 98
5.2.8. Πλεονεκτήματα ελέγχου με μικροϋπολογιστή 101
5.2.9. Πως χειριζόμαστε το μικροϋπολογιστή 102
5.2.10. Εξέλιξη και μέλλον των μικροϋπολογιστών 102
Περίληψη ενότητας 5 105
Ερωτήσεις ενότητας 5 106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ 107

ΓΕΝΙΚΑ 108
6.1. Αισθητήρες και αυτοκίνητο 108
6.1.1. Ο ρόλος των αισθητήρων στο αυτοκίνητο 108
6.1.2. Πως λειτουργούν οι αισθητήρες 110
6.1.3. Ταξινόμηση των αισθητήρων 111
6.1.4. Χαρακτηριστικά και περιβάλλον των αισθητήρων 113
6.1.5. Τα είδη των αισθητήρων του αυτοκινήτου 115
6.2. Αισθητήρες ταχύτητας, θέσης ή μετατόπισης 116
6.2.1. Αισθητήρες ταχύτητας στροφών 116
6.2.1.1. Αισθητήρας ταχύτητας στροφών φαινομένου Hall (Χολ) 116
6.2.1.2. Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας ταχύτητας στροφών 118
6.2.1.3. Αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητικής αντίστασης 119
6.2.1.4 Αισθητήρας ταχύτητας στροφών μαγνητιζόμενων επαφών 121
6.2.2. Αισθητήρες θέσης ή μετατόπισης εξαρτημάτων 122
6.2.2.1. Αισθητήρας γωνίας περιστροφής ποτενσιομέτρου αντίστασης 124
6.2.2.2. Αισθητήρας γωνίας ποτενσιομέτρου φαινομένου Hall (Χολ) 125
6.2.2.3. Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας γωνίας περιστροφής 126
6.2.2.4. Διακόπτες και μπουτόν θέσης εξαρτημάτων 127
6.2.2.5. Επαγωγικός και χωρητικός αισθητήρας θέσης εξαρτημάτων 129

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

6.2.2.6. Ηλεκτρομηχανικός αισθητήρας γραμμικής μετατόπισης 131
6.3. Αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης 133
6.3.1. Αισθητήρες θερμοκρασίας 133
6.3.1.1. Το θερμίστορ 135
6.3.1.2. Ο διμεταλλικός διακόπτης (θερμοστάτης) 136
6.3.2. Αισθητήρες πίεσης 137
6.3.2.1. Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης 139
6.3.2.2. Αισθητήρας πίεσης με πιεζοαντίσταση (επιμηκυνσιόμετρο) 141
6.3.2.3. Χωρητικός αισθητήρας πίεσης 142
6.4. Διάφοροι άλλοι τύποι αισθητήρων 143
6.4.1. Αισθητήρας οξυγόνου ή αισθητήρας λάμδα (λ) 143
6.4.2. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα 146
6.4.2.1. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με θερμό νήμα ή φιλμ 146
6.4.2.2. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με πτερύγιο (κλαπέτο) 147
6.4.2.3. Αισθητήρας ροής μάζας αέρα με πιεζοαντίσταση 148
6.4.3. Αισθητήρας κτυπήματος 148
6.4.4. Αισθητήρας επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης 149
Περίληψη ενότητας 6 151
Ερωτήσεις ενότητας 6 152

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ 153

ΓΕΝΙΚΑ 154
7.1. Είδη και χαρακτηριστικά των ενεργοποιητών 154
7.2. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες (σωληνοειδή) 157
7.2.1. Η λειτουργία της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας 157
7.2.2. Χαρακτηριστικά και είδη βαλβίδων 159
7.2.3. Εφαρμογές ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων 162
7.2.3.1. Βαλβίδες που ανοίγουν ή κλείνουν με εφαρμογή τάσης 162
7.2.3.2. Βαλβίδες μεταγωγής 163
7.3. Ηλεκτρονόμοι (ρελέ) 165
7.3.1. Λειτουργία και χαρακτηριστικά ηλεκτρονόμων 165
7.3.2. Είδη και εφαρμογές ηλεκτρονόμων 166
7.4. Κινητήρες και βηματικοί κινητήρες 168
7.4.1. Κινητήρας συνεχούς ρεύματος 168
7.4.2. Βηματικός κινητήρας 169

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

7.5. Ενεργοποιητές ειδοποίησης και απεικόνισης 171
7.6. Ειδικοί τύποι ενεργοποιητών 174
Περίληψη ενότητας 7 179
Ερωτήσεις ενότητας 7 180

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΗΣ 181

ΓΕΝΙΚΑ 182
8.1. Είδη συστημάτων αυτοδιάγνωσης 182
8.1.1. Μέδοθοι αυτοδιάγνωσης 182
8.1.2. Πλεονεκτήματα και μέλλον της αυτοδιάγνωσης 185
8.2. Λειτουργία των συστημάτων αυτοδιάγνωσης 186
8.2.1. Αποκωδικοποίηση βλαβών αυτοδιάγνωσης 186
8.2.2. Αποκατάσταση και μηδενισμός βλαβών 189
8.2.3. Οδηγίες χρήσης για το σύστημα αυτοδιάγνωσης 190
Περίληψη ενότητας 8 191
Ερωτήσεις ενότητας 8 192

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ . . . 193

ΓΕΝΙΚΑ 194
9.1. Συστήματα ανάφλεξης 194
9.1.1. Ηλεκτρονική ανάφλεξη με πλατίνες και τρανζίστορ 194
9.1.2. Ηλεκτρονική χωρητική ανάφλεξη (Capacitor Discharge Ignition System) (C.D.I) 196
9.1.3. Ηλεκτρονική ανάφλεξη ελεγχόμενη από ηλεκτρονική μονάδα (Εγκέφαλο) 197
9.1.4. Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα (με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου) D.I.S. (Direct Ignition System) 199
9.2. Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ψεκασμού - ανάφλεξης 201
9.3. Ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού 204
9.3.1. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενος εξαερωτήρας 204
9.3.2. Συστήματα ψεκασμού 206
9.4. Μεθοδολογία ελέγχου - διάγνωση βλαβών 216
9.4.1. Συστήματα ανάφλεξης 216

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

9.4.2. Συστήματα ψεκασμού 218
9.4.3. Έλεγχος ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου 218
Περίληψη ενότητας 9 220
Ερωτήσεις ενότητας 9 222

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ 223

ΓΕΝΙΚΑ 224
10.1. Ηλεκτρονικά Συστήματα μετάδοσης κίνησης 224
10.1.1. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι συμπλέκτες 225
10.1.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα Κιβώτια Ταχυτήτων 226
10.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ΠΕΔΗΣΗΣ ABS
(ANTILOCK BRAKING SYSTEM) 228
10.3. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα διεύθυνσης 235
10.3.1. Μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης 236
10.3.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης 237
10.3.3. Ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης 237
10.4. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ανάρτησης 239
10.4.1. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη υδροπνευματική ανάρτηση (Hydractive) . . 240
10.4.2. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ανάρτηση με επιλογή σκληρότητας 242
10.5. Ηλεκτρονικά συστήματα προσθέτων λειτουργιών 243
10.5.1. Ηλεκτρονικά συστήματα παθητικής ασφάλειας 243
10.5.2. Immobilizer 247
10.5.3. Ηλεκτρονικά ελεγχόμενος κλιματισμός (A/C) 250
10.5.4. Ηλεκτρονικά συστήματα πληροφόρησης 253
Περίληψη ενότητας 10 255
Ερωτήσεις ενότητας 10 259

Βιβλιογραφία

Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ardley Neil: "Ανακαλύπτω την τεχνολογία",Εκδόσεις Ερευνητές, 1996.
2. Ζαχμάνογλου Θ., Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Πατσιαβός Γ.: "Τεχνολογία αυτοκινήτου", ΙΔΕΕΑ, 1998.
3. Gussow M.: "Ηλεκτρισμός και μαγνητισμός",Εκδόσεις Ελληνική έκδοση ΕΣΠΙ, 1994.
4. Hollembeak B., Βερναδάκη Τ.: "Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικάσυστήματα αυτοκινήτου", Εκδόσεις ΙΩΝ, 1997.
5. Ιωάννου Χ., Λάϊος Ι., Μαραμπέας Π.: "Συστήματα ελέγχουαυτοκινήτου", ΟΕΔΒ, 1999.
6. Καραμπίλας Π.: "Injection - Καταλύτες και αναλυτές καυσαερίων", Μηχανοεκδοτική, 1994.
7. Knowls D. :"Συστήματα υπολογιστών στα αυτοκίνητα",Εκδόσεις ΙΩΝ, 1997.
8. Knowls D., Βερναδάκη Τ.: "Διάγνωση βλαβών, Όργανα ελέγχου,Ρυθμίσεις", Εκδόσεις ΙΩΝ, 1997.
9. Λέγγα Σ.: "Αυτοκίνητο: Βενζινοκινητήρες (τόμος 1ος),Εκδόσεις ΙΩΝ, 1991.
10. Μπεχράκη Δ.: "Όργανα μέτρησης ανεμολογικών μεγεθών"Δελτίο ΠΣΔΜ-Η, 2001.
11. Μπιτζιώνη Β.: "Ηλεκτρικές μετρήσεις",Εκδόσεις Τζιόλα, 1997.
12. Παρίκου Ν.: "Αυτοκίνητο: Πώς λειτουργεί (τόμος 4ος),Εκδόσεις ΙΩΝ, 1991.
13. Petruzella F.: "Ηλεκτρικό - Ηλεκτρονικό σύστημα αυτοκινήτου", Εκδόσεις Τζιόλα, 1997.
14. Σταματέλλος Α.: "Εφαρμογές της ηλεκτρονικής στο σύγχρονο αυτοκίνητο", Δελτίο ΠΣΔΜ-Η, 1993.
15. Σταματέλλος Α.: "Τεχνολογίες αντιρρύπανσης στα αυτοκίνητα", Δελτίο ΠΣΔΜ-Η, 1992.
16. Tokheim Roger: "Ψηφιακά ηλεκτρονικά",Εκδόσεις Τζιόλα, 1991.
17. Φωτιάδη Ν.: "Το σύγχρονο αυτοκίνητο",Εκδόσεις ΙΩΝ, 1992.
18. Ψωμιάδη Δ.: "Ηλεκτρικές μετρήσεις"Εκδόσεις ΙΩΝ, 1998.
19. Δημόπουλος Φ., Παπαδόπουλος Ν., Τοπάλογλου Γ.: "Ηλεκτρικό Σύστημα Αυτοκινήτου και Σχέδιο Ηλεκτρικού Συστήματος Αυτοκινήτου", εκδόσεις Π.Ι.

20. Ιωαννίδου Μ., Μάρης Θ., Μπαργιώτας Δ.: "Συστήματα Ελέγχου και Αυτοματισμών Αυτοκινήτου", Εκδόσεις Π.Ι.
21. Αγιακάτσικας Π., Αντωνελάκης Μ., Τσαραμιάδης Π.: "Εργαστήριο Συστημάτων Ελέγχου και Αυτοματισμών Αυτοκινήτου", Εκδόσεις Π.Ι.
22. Ιωάννου Χ., Μανιάς Σ., Μαραμπέας Π.: "Ηλεκτρομηχανικά και Ηλεκτρονικά Συστήματα Αυτοκινήτου", Εκδόσεις Π.Ι.
23. Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Κουτσούκος Β.: "Εργαστήριο Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρονικών Συστημάτων Αυτοκινήτων", Εκδόσεις Π.Ι.

Β. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BOSCH: "Automotive Electric / Electronic Systems" 2nd Edition,Robert Bosch GmbH, Germany, 1995.
2. BOSCH: "Automotive Handbook" 4nd Edition,Robert Bosch GmbH, Germany, 1996.
3. BOSCH: "Operating Instruction Portable Multiscope PMS 100" ,Robert Bosch GmbH, Germany, 1995.
4. Denton T.: "Automobile Electrical and Electronic Systems",Edward Arnold, U.K., 1995.
5. Doebelin E.: "Measurement Systems" 4th Edition,Mc Graw Hill, USA, 1990.
6. Floyd T.: "Digital Fundamentals" 7th Edition,Prentice Hall, I.I., 2000.
7. Gopel W.: "Sensors Vol. 1 -7 ",Leader Books Co, 1995.
8. Hartmann J.: "E.F.I. : Installation, Performance, Tuning, Modifications", Mc Graw Hill, USA, 1998.
9. Hollembeak B.: "Automotive Electricity and Electronics",Delmar Publishers, 1994.
10. Jurgen: "Automotive Electronics Handbook,Leader Books Co, 1995.
11. Kenjo T.: "Stepping motors and their microprocessor controls",Leader Books Co, 1995.
12. Kimber W.: "Practical Digital Electronics for Technicians",Butterworth - Heinemann Ltd, U.K., 1994.
13. Knowls D.: "Automotive Computers Systems",Delmar Publishers, 1997.
14. Morris A.: "The essence of measurement",Prentice Hall, I.I., 1996.
15. Taylor: "Principles of signals and systems",Leader Books Co, 1994.
16. Tuinenga P.: "A guide to circuit simulation and analysis using Pspice", Leader Books Co, 1995.
17. Service manuals, Maintenance manuals, Trouble Diagnoses manuals,Rerair instructions, Inspection standards, Data sheets πολλών κατασκευαστών αυτοκινήτων.

Γ. ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ (INTERNET WEB PAGES)

	Διεύθυνση στο INTERNET	Περιεχόμενο
1.	www.acdelco.com	Συστήματα αυτοκινήτου
2.	www.aecsensors.com	Αισθητήρες
3.	www.airpaxsensors.com	Αισθητήρες
4.	www.allmeasure.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
5.	www.allstates.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
6.	www.atpelectronics.demon.co.uk	Συστήματα αυτοδιάγνωσης
7.	www.autodiagnos.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
8.	www.bath.ac.uk	Συστήματα αυτοκινήτου
9.	www.detroitcoil.com	Ενεργοποιητές
10.	www.efunda.com	Αισθητήρες
11.	www.electromotive-inc.com	Αισθητήρες και ενεργοποιητές
12.	www.eastcoastefi.com	Αισθητήρες και ενεργοποιητές
13.	www.esi.com	Αισθητήρες
14.	www.fluke.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
15.	www.forparts.com	Αισθητήρες
16.	www.gefanuk.com	Μικροϋπολογιστής
17.	www.gemini.goodyear.com	Συστήματα αυτοκινήτου
18.	www.globalspec.com	Αισθητήρες
19.	www.howstuffworks.com	Συστήματα αυτοκινήτου
20.	www.kistler.com	Αισθητήρες
21.	www.leitenberger.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
22.	www.lh.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
23.	www.motorage.com	Συστήματα αυτοκινήτου
24.	www.off-road.com	Συστήματα αυτοδιάγνωσης
25.	www.ontool.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
26.	www.physikinstrumente.com	Αισθητήρες
27.	www.ramac.com	Αισθητήρες
28.	www.raytek.com	Όργανα - συσκευές μετρήσεων
29.	www.sjmautotechnik.com	Κυματομορφές σε παλμογράφο
30.	www.tecalemit.co.uk	Ενεργοποιητές
31.	www.technotest.com	Συστήματα αυτοδιάγνωσης
32.	www.type2.com	Αισθητήρες
33.	www.ukonline.co.uk	Συστήματα αυτοκινήτου
34.	www.volvoclub.org.uk	Συστήματα αυτοκινήτου
35.	www.wabashtech.com	Αισθητήρες
36.	www.wavetek.com	Αισθητήρες