

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΠΙΕΣΗΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΑΣΤΡΟΔΗΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΥΛΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2015

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΠΙΕΣΗΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΑΣΤΡΟΔΗΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΜ: 4404

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Η εργασία που ακολουθεί αφορά τους αισθητήρες πίεσης και τις διάφορες εφαρμογές που έχουν τόσο στον τομέα της ναυτιλίας όσο και στην καθημερινότητα. Για να καταλάβει ο αναγνώστης την τεράστια ανάπτυξη της τεχνολογίας πάνω στους αυτοματισμούς, γίνεται πρώτα μια ιστορική αναδρομή δίνοντας έμφαση σε χρονολογίες που σηματοδοτήσαν σημαντικές εφευρέσεις. Στη συνέχεια για να γίνει πιο εύκολα αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας και η τεχνολογία των αισθητήρων πίεσης γίνεται μια αναφορά σε βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά των αυτοματισμών.

Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή της έννοιας του αυτοματισμού και μια σχετική ιστορική αναδρομή. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσονται τα χαρακτηριστικά, αρχές λειτουργίας και γίνεται αναφορά σε διάφορους τύπους αισθητήρων καθώς και μια σύντομη περιγραφή αυτών. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται οι αισθητήρες πίεσης, οι διάφοροι τύποι και ο τρόπος λειτουργίας τους. Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στις σημαντικότερες χρήσεις των αισθητήρων πίεσης στη ναυτιλία.

Abstract

The following paper is about pressure sensors and their applications in the daily routine as well as the field of shipping. In order for the reader to fully understand the huge technological advance of atomization, there is a flashback in history, emphasizing in important dates throughout the course of history. The paper continues by describing characteristics and the main principals of sensor in general. That way the reader can easier understand how a pressure sensor works,

The first chapter begins with a description of the meaning of atomization and a short flashback in the development of atomization around the years. In the second chapter there is a description in the characteristics and the main principals of sensor in general. The third chapter is referred to specifically in pressure sensors. There is a general description around pressure sensors, a reference to the many different types of them and how they work. Lastly, the forth chapter is about the use of pressure sensors in shipping.

Πρόλογος

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος είχε την ανάγκη να κάνει την «ζωή» του ευκολότερη χρησιμοποιώντας διάφορα τεχνάσματα που εφεύρισκε. Αυτά τα τεχνάσματα βελτιώνονταν και εξελίσσονταν όσο τα χρόνια περνούσαν και νέες τεχνολογίες έβγαιναν στο προσκήνιο. Η ανάγκη για αυτοματοποιημένα συστήματα συνεχώς μεγάλωνε και πλέον στη σύγχρονη εποχή όλα πια τα συστήματα είναι μερικώς ή και πλήρως αυτοματοποιημένα. Η αυτοματοποίηση αυτών των συστημάτων λαμβάνει μέρος σε πάρα πολλούς τομείς : στην βιομηχανία, στο εμπόριο , στα σπίτια μας και φυσικά στη ναυτιλία.

Συγκεκριμένα στη ναυτιλία η ανάπτυξη είναι ιδιαίτερα εμφανής σήμερα. Στα πλοία σχεδόν όλες οι διεργασίες γίνονται με το πάτημα ενός κουμπιού και ένα ολόκληρο καράβι παρακολουθείται από την οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Για να επιτευχθεί όμως αυτό το επίπεδο αυτοματοποιησμού χρειάζονται πρώτα από όλα πληροφορίες για την κατάσταση του κάθε μηχανήματος, πληροφορίες που δεν είναι δυνατό η και να συλλέγονται από τον άνθρωπο. Έτσι λοιπόν η ανάγκη για συλλογή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο οδήγησε στην ανακάλυψη των αισθητήρων.

Στα πλοία χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αισθητήρων τόσο για την σωστή λειτουργία των μηχανημάτων όσο και για την ασφάλεια του πλοίου. Στην παρακάτω εργασία θα αναλύσουμε έναν από τους σημαντικότερους αισθητήρες όσο αναφορά την παρακολούθηση και την σωστή λειτουργία του μηχανικού τομέα ενός πλοίου, τους αισθητήρες ΠΙΕΣΗΣ.

Αρχικά θα γίνει μια ιστορική αναδρομή και θα αναλυθούν βασικές έννοιες των αυτοματισμών. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στην τεχνολογία και τον τρόπο λειτουργίας διαφόρων τύπων αισθητήρων πίεσης και τέλος θα περιγραφεί η χρήση τους στη ναυτιλία και οι μελλοντικές εφαρμογές στον τομέα αυτό.

Κεφάλαιο 1

Η έννοια του αυτοματισμού

1.1 Γενικά

Ο **αυτοματισμός** (ή *αυτοματοποίηση*) αφορά δύο έννοιες μη σχετιζόμενες μεταξύ τους. Αρχικά, σημαίνει την τυποποίηση μίας διαδικασίας μέσω της εύρεσης καλώς ορισμένων βημάτων τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν για να παραχθεί κάποιο επιθυμητό αποτέλεσμα. Έτσι ο αυτοματισμός δεν είναι τίποτα άλλο παρά η εύρεση ενός αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος, ή η κατασκευή ενός αυτόνομου μηχανισμού που εκτελεί αυτόν τον αλγόριθμο για κάποια είσοδο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Οι αυτοματισμοί έρχονται να καλύψουν κάποιες βασικές, τεχνικές, οικονομικές ή ανθρώπινες ανάγκες. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται για:

- την αντικατάσταση του ανθρώπου σε ορισμένες επαναλαμβανόμενες ή επικίνδυνες εργασίες,
- τη βελτίωση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας,
- την παροχή δυνατότητας στους χειριστές να προσαρμόζουν την λειτουργία με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνουν τα καλύτερα αποτελέσματα, εύκολα και γρήγορα,
- τη βελτίωση της ασφαλείας του προσωπικού, την εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση του κόστους εργασίας (εικόνα 1.1).

Για να είναι εφικτή η αυτόματη λειτουργία της συστήματος απαιτούνται δύο βασικά στοιχεία:

- Η μηχανή ή η εγκατάσταση
- Ο αυτοματισμός ή ο έλεγχος.

Ανάμεσα σε αυτά τα δύο στοιχεία υπάρχει μία άμεση σχέση αλληλεξάρτησης και ανταλλαγής πληροφοριών που απαιτούνται για την εκτέλεση της διεργασίας. Ο χρόνος αλλά και ο βαθμός δυσκολίας μιας ενέργειας εξαρτώνται από το χαμηλότερο ή υψηλότερο βαθμό της αυτοματοποίησης που θα χρησιμοποιηθεί. Ο αυτοματισμός έχει κάποια σημασία με την εφαρμοσμένη επιστήμη. Είναι μέρος του θέματος γνωστού ως “Μηχανολογία Ελέγχου”. Ο έλεγχος μηχανολογίας μπορεί να θεωρηθεί ως μέρος της μηχανοποίησης (mechanization). Μηχανοποίηση σημαίνει η αντικατάσταση της ανθρώπινης δύναμης με την εφαρμογή τεχνικών συσκευών. Ο πρώτος βαθμός της

μηχανοποίησες περιλαμβάνει την βασική εφαρμογή μιας συσκευής, που καταλήγει συνήθως σε αυξημένη απόδοση (π.χ. ένας μοχλός, μία τροχαλία, ένας στρόφαλος.). Ο δεύτερος βαθμός καλείται συνήθως μηχανοκίνητος(motorization). Ο τρίτος βαθμός είναι ο αυτοματισμός (automation). Ένα σύστημα αυτοματισμού μπορεί να ελέγχεται από απόσταση (remote), τοπικά(local) και να καταγράφει (data logger). Έλεγχος από απόσταση μπορεί να εξασκεείται μηχανικά (δια μέσου συρμάτων, μοχλών), υδραυλικά (ρευστά),πνευματικά (αέρας, άζωτο) και ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά. Ο αυτοματισμός είναι μία ιδέα όπου ένα μηχανικό σύστημα τίθεται σε κίνηση με την ανώτατη απόδοση, δια μέσου επαρκών μετρήσεων, παρατηρήσεων και ελέγχου. Περιλαμβάνει μια λεπτομερή και εξακολουθητική γνώση της λειτουργίας του συστήματος, ώστε αυτή να εφαρμόζεται μόλις χρειαστεί. Έτσι ο αυτοματισμός παράγει το ευνοϊκότερο αποτέλεσμα. Τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου διαδραματίζουν ένα συνεχώς αυξανόμενο ρόλο στη σύγχρονη ζωή, από την απλή οικιακή συσκευή μέχρι τα πολύπλοκα συστήματα που εφαρμόζονται στη βιομηχανία ή τη ναυτιλία. Η μελέτη και η ανάλυση των συστημάτων ελέγχου στηρίζεται στις θεωρίες της αναδράσεως και της ανάλυσεως των γραμμικών συστημάτων, χρησιμοποιεί δε τις ιδέες της θεωρίας των κυκλωμάτων και των τηλεπικοινωνιών. Ο όρος αυτοματισμός περιλαμβάνει κυρίως τις εφαρμογές του αυτομάτου ελέγχου στη βιομηχανία, τη διοίκηση και την παραγωγή και αφορά κατά κύριο λόγο τις μηχανές οι οποίες “αυτοελέγχονται”, έχουν δηλαδή την ικανότητα να διορθώνουν αυτόματα τη συμπεριφορά της λειτουργίας τους σύμφωνα με κάποια επιθυμητή είσοδο.

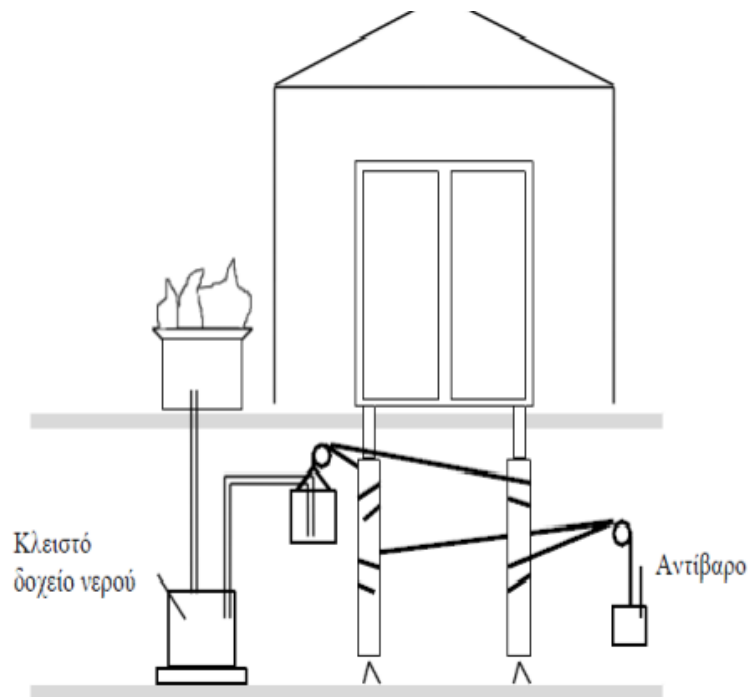


Εικόνα 1.1 (Βιομηχανικά ρομπότ σε μία πλήρως αυτοματοποιημένη μονάδα παραγωγής φαγητού)

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Η χρήση των αυτοματισμών χρονολογείται από την αρχαιότητα. Ένα από τα πρώτα συστήματα αυτομάτου ελέγχου που αναφέρονται στην ιστορία είναι ο μηχανισμός που επινόησε ο Έρωνας ο

Αλεξανδρινός για το αυτόματο άνοιγμα των θυρών ενός αρχαίου ναού. Η διάταξη φαίνεται στην Εικόνα 1.2 και λειτουργούσε ως εξής:



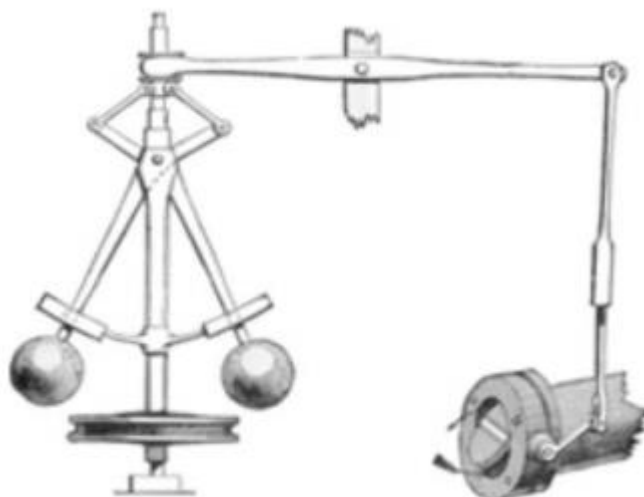
Εικόνα 1.2 Πηγή: *Ι. Π.Ν. Παρασκευόπουλος, «Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο – Σόμος Α: Θεωρία»*

Με το άναμμα της φωτιάς στο βωμό ο αέρας κάτω απ' αυτόν θερμαινόμενος διαστέλλεται και πιέζει το νερό από το κλειστό δοχείο να ανέβει στο δοχείο. Στο δοχείο γίνεται βαρύτερο και κατέρχεται ανοίγοντας τις θύρες με τη βοήθεια σχοινιών, παρασύρει δε και ανυψώνει το αντίβαρο. Η διαδικασία εξελίσσεται αντίστροφα όταν σβήσει η φωτιά. Ο αέρας κρύνει, η πίεση του κλειστού δοχείου μικραίνει και συνεπώς το νερό κυλάει από το δοχείο στο κλειστό δοχείο λόγω βαρύτητας. Στο δοχείο λοιπόν γίνεται ελαφρύτερο οπότε κάποια στιγμή το αντίβαρο αρχίζει να κατεβαίνει κλείνοντας τις πόρτες. Είναι πιθανόν ότι ο όλος μηχανισμός ενεργοποιείτο όταν οι ιερείς άρχιζαν να ανεβαίνουν τα σκαλοπάτια του ναού. Η διάταξη βέβαια δεν ήταν ορατή στους κοινούς θνητούς και έτσι το άνοιγμα αποδίδονταν στους Θεούς!

Κατά καιρούς εμφανίστηκαν και άλλα πρωτόγονα συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Στο πρώτο όμως που βρήκε (και βρίσκει) ευρεία χρήση, θεωρείται ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής ταχύτητας που εφευρέθηκε το 1769 από τον James Watt για τον έλεγχο ταχύτητας των ατμομηχανών.

Ο μηχανισμός, που φαίνεται στην Εικόνα 1.3, παρακολουθεί βασικά την περιστροφική ταχύτητα της μηχανής με τη βοήθεια στρεφομένων (από τον άξονα της μηχανής) σφαιριδίων. Μείωση της ταχύτητας περιστροφής της μηχανής -λόγω π.χ. αυξημένου φορτίου- συνεπάγεται πτώση των σφαιριδίων που μέσω του υδραυλικού μηχανισμού οδηγεί στο άνοιγμα της βαλβίδας του ατμού. Όσο

αυξανόταν η ταχύτητα περιστροφής η σφαίρα εξαιτίας της φυγόκεντρης δύναμης ανασηκωνόταν και η κίνηση της απομακρυνόταν από τον άξονα συμμετρίας του κυλινδρικού άξονα κίνησης προκαλώντας με τον τρόπο αυτό το κλείσιμο της βάνας. Ακριβώς το αντίστροφο συμβαίνει όταν η μηχανή τείνει να αυξήσει τις στροφές της. Για την κίνηση της σφαίρας απαιτείται ένα ποσό ενέργειας που προσφέρεται από την ίδια την μηχανή, οπότε η μέτρηση της περιστροφικής ταχύτητας διεξάγεται με σχετικά μικρή ακρίβεια.



Εικόνα 1.3 Πηγή: Ι.Μ. Σφακιωτάκης, «Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου ΙΙ-Διαλέξεις Θεωρίας».

Ο ρυθμιστής του Watt εξελιγμένος φυσικά χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα για την ρύθμιση στροφών μοντέρνων στροβιλομηχανών. Στο σύστημα είναι ενδιαφέρον από άποψη ευστάθειας, και μόνο το 1868 ο Maxwell το μελέτησε αναλυτικά

Η χρονική περίοδος πριν το 1868 χαρακτηρίστηκε γενικά από την ανάπτυξη διαφόρων εμπνευσμένων και έξυπνων συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Οι διάφορες προσπάθειες με σκοπό την αύξηση της ακρίβειας των συστημάτων οδήγησαν στην επιτακτική ανάγκη της ανάπτυξης μιας αντίστοιχης θεωρίας για τον αυτόματο έλεγχο. Ο J.C. Maxwell διατύπωσε μια θεωρία σχετικά με τον αυτόματο έλεγχο, βασισμένη σε ένα μαθηματικό μοντέλο διαφορικής εξίσωσης ενός ελεγκτή. Η μελέτη αυτή του Maxwell αφορούσε κυρίως στην επίδραση των διαφόρων παραμέτρων του συστήματος πάνω στη συνολική του συμπεριφορά. Κατά την ίδια περίοδο ο I.A. Vyshnegradskii διατύπωσε μια αντίστοιχη θεωρία βασισμένη στα μαθηματικά, σχετικά με τα συστήματα ρυθμιστών. Πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι διάφορες θεωρίες που αναπτύχθηκαν στις Η.Π.Α. και στην Δυτική Ευρώπη είχαν διατυπωθεί με αρκετά διαφορετικό τρόπο σε σχέση με εκείνες που αναπτύχθηκαν από την πλευρά της Ανατολικής Ευρώπης και της Ρωσίας. Στην ώθηση για την χρήση συστημάτων ανάδρασης στις Η.Π.Α. αποτέλεσε η ανάπτυξη της τηλεφωνίας και των ηλεκτρονικών ενισχυτών ανάδρασης από τους Bode, Nyquist και Black της εταιρίας Bell Telephone Laboratories.

Η έννοια του πεδίου της συχνότητας χρησιμοποιήθηκε πρωταρχικά με σκοπό να περιγράψει την λειτουργία των ενισχυτών ανάδρασης σε σχέση με το εύρος ζώνης καθώς επίσης και με άλλες αντίστοιχες μεταβλητές. Σε αντίθεση με όλα αυτά διάφοροι Μαθηματικοί αλλά και διάφοροι εμπειρικοί μηχανικοί στην πρώην Σοβιετική Ένωση ενέπνευσαν και κυριάρχησαν στον χώρο της θεωρίας του αυτόματου ελέγχου. Η θεωρητική προσέγγιση των Σοβιετικών διακατέχεται από μια τάση προς το πεδίο του χρόνου διατυπωμένη κατάλληλα με τη βοήθεια διαφορικών εξισώσεων.

Ισχυρή ώθηση δόθηκε στον Αυτόματο Έλεγχο κατά τη διάρκεια του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου. Τότε η επιτακτική ανάγκη για τους εμπόλεμους να κατασκευάζουν συνεχώς τελειότερα όπλα, οδήγησε στην κατασκευή αυτομάτων συστημάτων σκόπευσης πυροβόλων, συστημάτων αυτόματης κατεύθυνσης κεραιών radar, συστημάτων αυτόματης πλοήγησης αεροσκαφών και υποβρυχίων. Δυστυχώς για μια ακόμη φορά ο Ηράκλειτος επαληθεύθηκε : «πόλεμος πατήρ πάντων...». Πριν από το 1940 οι διαδικασίες σχεδίασης των συστημάτων αυτόματου ελέγχου βρισκόταν ως επί το πλείστον σε επίπεδο εμπειρικών μεθόδων βασισμένων σε τεχνικές δοκιμής και σφάλματος. Στην διάρκεια της δεκαετίας αυτής διατυπώνονταν με γοργούς ρυθμούς διάφορες μαθηματικές και αναλυτικές μέθοδοι και προοδευτικά το αντικείμενο του αυτόματου ελέγχου μετατράπηκε σε επίπεδο ιδιαίτερης εφαρμοσμένης επιστήμης.

Οι διάφορες τεχνικές ανάλυσης στο πεδίο της συχνότητας συνέχισαν να κυριαρχούν στον χώρο του αυτόματου ελέγχου και μετά τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο με ιδιαίτερη έμφαση στην χρήση των μετασχηματισμών Laplace καθώς και του πεδίου της μιγαδικής συχνότητας. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 δόθηκε αρκετή έμφαση στην ανάπτυξη και την χρήση μεθόδων του πεδίου της μιγαδικής μεταβλητής s και ιδιαίτερα της μεθόδου του γεωμετρικού τόπου ριζών. Στη δεκαετία '50-'60 εμφανίστηκαν οι αναλογικοί και στη συνέχεια οι ψηφιακοί υπολογιστές. Σα εργαλεία αυτά έχοντας την ικανότητα να μετρούν μεταβλητές και να εκτελούν ταχύτατα υπολογισμούς, έδωσαν τεράστια ώθηση στον αυτόματο έλεγχο. Στη δεκαετία του 1980 η χρήση των ψηφιακών υπολογιστών και των αντίστοιχων σχετικών διεργασιών ως στοιχεία ελέγχου γίνεται ρουτίνα. Η τεχνολογία των σύγχρονων για την εποχή εκείνη συστημάτων ήταν απαγορευτική για το σύνολο των μηχανικών σχεδίασης.

Σήμερα με την αποστολή του διαστημοπλοίου Sputnik και την εμφάνιση της εποχής του διαστήματος δόθηκε μια νέα μεγάλη ώθηση στον χώρο του αυτόματου ελέγχου, έτσι δημιουργήθηκε μια νέα ανάγκη σχεδιασμού πολύπλοκων συστημάτων αυτόματου ελέγχου υψηλής ακρίβειας για πυραύλους και διατάξεις ανιχνευτών για διαστημική χρήση. Επίσης η ανάγκη ελέγχου υψηλής ακρίβειας έφερε στο προσκήνιο το αντικείμενο του βέλτιστου ελέγχου. Αποτέλεσμα των παραπάνω απαιτήσεων τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν μέθοδοι στο πεδίο του χρόνου από τους Liapunov, Minorsky και άλλους όπως και διάφορες μελέτες σχετικά με την τεχνολογία των εύρωστων

συστημάτων. Είναι ξεκάθαρο ότι τόσο η ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, όσο και στο πεδίο της συχνότητας θα πρέπει να λαμβάνονται εξίσου υπόψη κατά τις διαδικασίες ανάλυσης και σχεδίασης συστημάτων αυτόματου ελέγχου.

Το αυτόματο πλυντήριο, η αυτόματη κουζίνα, η αυτοματοποιημένη κεντρική θέρμανση είναι μόνο λίγα από τα παραδείγματα αυτοματοποιημένων συστημάτων που βρίσκονται ήδη στη διάθεση του ανθρώπου.

Οι ψηφιακοί υπολογιστές έχουν ολοκληρωτικά επικρατήσει των αναλογικών. Εκατομμύρια απ' αυτούς είναι εγκατεστημένοι στη βιομηχανία όπου ελέγχουν διεργασίες παρακολουθώντας και ελέγχοντας πλήθος μεταβλητών. Ο αυτοματισμός είναι πολύ διαδεδομένος στον τεχνικό κόσμο και δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι σ' ένα μεγάλο βαθμό η αυτοματοποίηση με τον ένα ή τον άλλο τρόπο έχει εισβάλλει στη ζωή μας και στο μέλλον θα κυριαρχεί όλο και περισσότερο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένας από τους κύριους σκοπούς της σύγχρονης τεχνολογίας είναι η κατά το δυνατό μείωση της συμμετοχής του ανθρώπου στη λειτουργία των συστημάτων. Η αυτοματοποίηση στις γραμμές παραγωγής των εργοστασίων συντελεί στη συνεχή μείωση του κόστους των καταναλωτικών προϊόντων με παράλληλη βελτίωση της ποιότητας τους. Αυτοκίνητα, ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές, υπολογιστές παράγονται σε πλήρως αυτοματοποιημένες γραμμές και κατακλύζουν τις αγορές του κόσμου. Σα τελευταία χρόνια τα συστήματα αυτόματου ελέγχου παρουσιάζουν μία εντυπωσιακή εξέλιξη που οφείλεται στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Εξαιτίας της γρήγορης ανάπτυξης και κυρίως στο χαμηλό κόστος των υπολογιστών χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο ώστε να αυτοματοποιηθεί ένα σύστημα ή μια διεργασία, κάτι που μπορεί να απαλλάξει τον άνθρωπο από μονότονες και δύσκολες εργασίες, ήδη τα βιομηχανικά ρομπότ αναλαμβάνουν ακούραστα και αδιαμαρτύρητα να εκτελέσουν πολλές τέτοιες εργασίες. Υπάρχει πάντως και ο φόβος ότι η πλατιά εξάπλωση των συστημάτων αυτόματου ελέγχου στους χώρους δουλειάς οδηγεί στην ανεργία, αφού χάνονται συνεχώς θέσεις εργασίας ανειδίκευτου προσωπικού. Αναμφισβήτητα πολλά επαγγέλματα περνούν κρίση, η λύση είναι η συνεχής μετεκπαίδευση στις νέες τεχνολογίες. Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογική ανεργία όπως ονομάζεται απειλεί σοβαρά ένα μεγάλο μέρος των εργαζομένων και αυτό φαίνεται να συνειδητοποιείται σιγά - σιγά παγκοσμίως.

Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογική ανεργία όπως ονομάζεται απειλεί σοβαρά ένα μεγάλο μέρος των εργαζομένων και αυτό φαίνεται να συνειδητοποιείται σιγά - σιγά παγκοσμίως. Φαίνεται οξύμωρο αλλά αυτό που οραματίστηκαν κάποιοι ρομαντικοί της τεχνολογίας κάποτε, ένα κόσμο δηλαδή στον οποίο οι μηχανές θα δουλεύουν και οι άνθρωποι θα έχουν αρκετό ελεύθερο χρόνο για να φιλοσοφούν, να παίζουν και να ερωτεύονται, αυτό δηλαδή που σήμερα θα μπορούσε να συμβαίνει λόγω της τεχνολογικής έκρηξης, φαντάζει ακόμη μακρινό.

Απαιτείται σίγουρα για κάτι τέτοιο συναίνεση σε παγκόσμιο επίπεδο, αφού οι αγορές είναι πλέον εντελώς διεθνοποιημένες και κάθε χώρα προβάλλει το επιχείρημα της ανταγωνιστικότητας των προϊόντων της. Η συναίνεση αυτή δεν είναι και τόσο εύκολη υπόθεση ασφαλώς. Φαίνεται και πάλι παρανοϊκό, αλλά λόγω ακριβώς της περίφημης αυτής ανταγωνιστικότητας, οι έχοντες εργασία δουλεύουν σκληρότερα για να την διατηρήσουν και να παράγουν όλο και περισσότερα και φτηνότερα προϊόντα - πολλά από τα οποία παντελώς άχρηστα για τις πραγματικές μας ανάγκες - ενώ κάποιοι άλλοι συσσωρεύονται στις λίστες των ανέργων.

Το πρώτο βήμα για μια κάποια λύση είναι η συνειδητοποίηση της τεράστιας αντίφασης κάτι που φαίνεται να έχει γίνει. Μένει να δούμε αν θα παρθούν οι σωστές αποφάσεις, έτσι που η τεχνολογία και οι τεράστιες παραγωγικές δυνατότητες που προσφέρει, να γίνουν ευλογία και όχι κατάρα.

Τέλος δυστυχώς ακόμη και σήμερα, χρόνια μετά τον ψυχρό πόλεμο, μεγάλα ποσά χρημάτων κατευθύνεται στην έρευνα οπλικών συστημάτων και γενικά της βιομηχανίας του πολέμου. Τουλάχιστον το ενθαρρυντικό στην ιστορία είναι ότι μετά από κάποια χρονική περίοδο, τα ευρήματα των ερευνών στα εργαστήρια της πολεμικής βιομηχανίας κατευθύνονται σε ειρηνικούς σκοπούς.

Σύντομη Ιστορική Αναδρομή στην Εξέλιξη των Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου	
1769	Ο James Watt παρουσιάζει μια συσκευή ελέγχου κινούμενης σφαίρας για τον έλεγχο της περιστροφικής ταχύτητας μιας ατμομηχανής.
1800	Παρουσιάζεται η ιδέα της Eli Whitney για την κατασκευή ανταλλακτικών στην παραγωγή μουσκέτων. Η πρόταση της Whitney αναφέρεται συχνά και ως σημείο αφετηρίας της μαζικής παραγωγής.
1868	Ο James Maxwell διατυπώνει σχετική θεωρία για το σύστημα ελέγχου της ατμομηχανής του James Watt.
1913	Ο Henry Ford κατασκευάζει μια μηχανή συναρμολόγησης για την παραγωγή αυτοκινήτων.
1927	Ο H.W. Bode παρουσιάζει την ανάλυση των ενισχυτών ανάδρασης.
1932	Ο H. Nyquist παρουσιάζει μια μέθοδο ανάλυσης της ευστάθειας των συστημάτων.
1952	Ανάπτυξη του Αριθμητικού Ελέγχου στο Πανεπιστήμιο του M.I.T. για τον έλεγχο εργαλειομηχανών.
1954	Ο G. Devol εξελίσσει το σύστημα «προγραμματιζόμενης μεταφοράς άρθρου» που θεωρείται το πρώτο βήμα στην σχεδίαση των βιομηχανικών ρομπότ.
1960	Εμφάνιση του πρώτου αυτόνομου ρομπότ, βασισμένο στην σχεδίαση Devol. Τέτοια συστήματα εγκαταστάθηκαν το 1961 για την εξυπηρέτηση μηχανών καλουπώματος.
1970	Εξέλιξη της μεθόδου Ανάδρασης Καταστάσεων και της θεωρίας του Βέλτιστου Ελέγχου.
1980	Μελετάται ευρύτατα η σχεδίαση Εύρωστων Συστημάτων Ελέγχου.
1990	Οι κατασκευάστριες εξαγωγικές εταιρίες δίνουν έμφαση στον αυτοματισμό.
1994	Ευρεία χρήση του αυτόματου ελέγχου στην αυτοκινητοβιομηχανία. Η παραγωγή απαιτεί αξιόπιστα και σθεναρά συστήματα.
1997	Το πρώτο αυτόνομο διαστημικό όχημα, γνωστό με την ονομασία «Sojourner», εξερευνά την επιφάνεια του πλανήτη Άρη.

Εικόνα 1.4 Διάγραμμα ιστορικής αναδρομής των αυτοματισμών με τις σημαντικότερες χρονολογίες στην ιστορία

Κεφάλαιο 2

Αισθητήρες

2.1 Γενικά

Οι αισθητήρες είναι συσκευές που ανιχνεύουν ένα σήμα ή μία διέγερση και παράγουν από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Υπάρχουν διαθέσιμες διαφορετικές μορφές αισθητήρων, σχεδιασμένες να μετρούν διάφορες φυσικές παραμέτρους. Οι φυσικές παράμετροι που συναντώνται συχνά και απαιτούν μέτρηση είναι η θέση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση αντικειμένων, η ροή και η στάθμη υγρών, η δύναμη, η πίεση και η θερμοκρασία. Τα παραπάνω καλύπτουν ένα βασικό κομμάτι των αισθητήρων. Βεβαίως υπάρχουν ακόμη και ειδικότεροι αισθητήρες που μπορούν να ανιχνεύσουν και να μετρήσουν χημικές ποσότητες, ήχο, ακτινοβολία κλπ.

Η επιλογή ενός αισθητήρα εξαρτάται από τη φύση των παραμέτρων που πρέπει να μετρηθούν, καθώς και από άλλους παράγοντες, όπως: κόστος, αξιοπιστία, ποιότητα, χρόνος και χώρος αξιοποίησης της απαιτούμενης πληροφορίας, περιβάλλον χρήσης.

Υπάρχουν δύο πεδία στα οποία χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες: η συλλογή πληροφορίας (μέτρηση) και ο έλεγχος συστημάτων. Η χρήση της τεχνολογίας αισθητήρων στα πεδία αυτά διαφέρει ως προς τον τρόπο αξιοποίησης της πληροφορίας που λαμβάνεται από τους αισθητήρες.

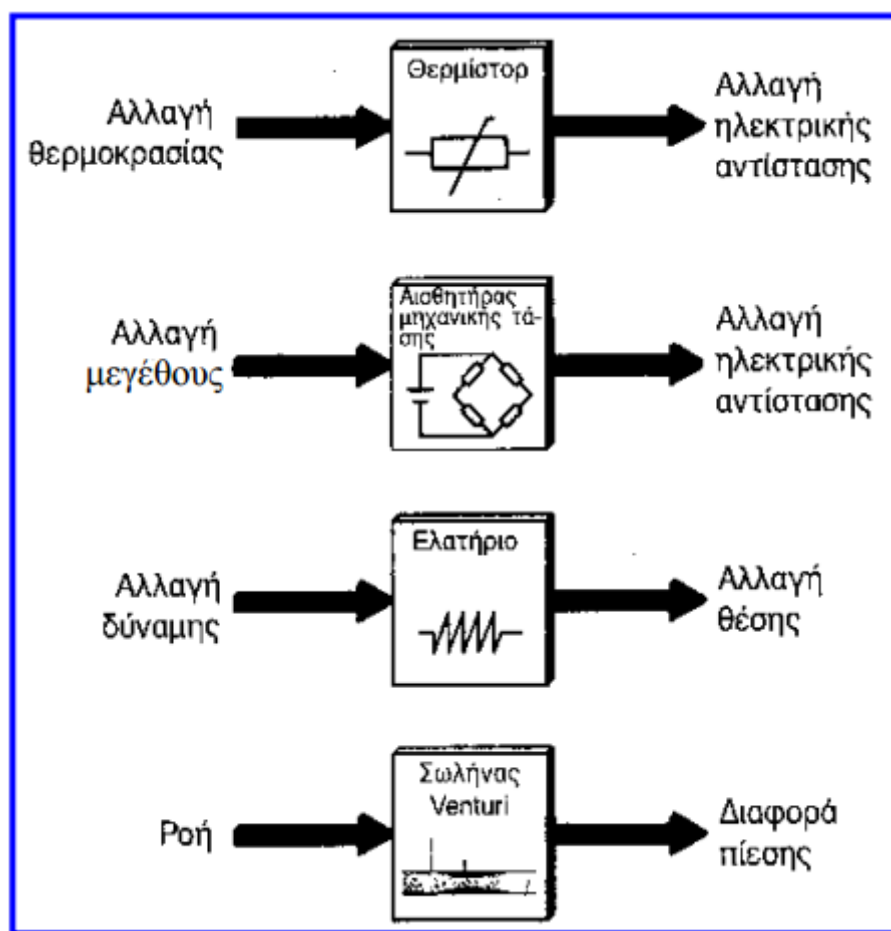
Οι αισθητήρες ως ανιχνευτές συλλογής πληροφορίας παρέχουν πληροφορίες με στόχο να είναι διαρκώς γνωστή και κατανοητή η τρέχουσα κατάσταση των παραμέτρων ενός συστήματος (π.χ. ανιχνευτής – μανόμετρο κυλίνδρου μηχανής πλοίου). Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καταγράφουν και να παρέχουν μία εικόνα της εξέλιξης των παραμέτρων του συστήματος (π.χ. ταχογράφος).

Οι αισθητήρες συστημάτων ελέγχου είναι της ίδιας μορφής, αλλά συνήθως τροφοδοτούν ελεγκτή ο οποίος παράγει μία νέα έξοδο που ρυθμίζει την τιμή της μετρούμενης παραμέτρου (π.χ. anti-lock brake system, ABS: ελέγχει την πίεση που ασκείται στα φρένα ώστε να μην ολισθαίνουν οι τροχοί κατά τη διάρκεια της χρήσης των φρένων).

Σήμερα χρησιμοποιούνται υπερσύγχρονοι επεξεργαστές με χαμηλό κόστος ως ελεγκτές, των οποίων όμως η αξιοποίηση θα ήταν πολύ δύσκολη εάν δεν τροφοδοτούνταν από τις κατάλληλες πληροφορίες που συλλέγονται από αποδοτικούς και αξιόπιστους αισθητήρες.

2.2 Αργές Λειτουργίας Αισθητήρων

Η λειτουργία και η τεχνολογία ενός αισθητήρα διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του αισθητήρα και τη χρήση του. Οι αισθητήρες και τα συστήματα μέτρησης και ελέγχου μπορεί να είναι μηχανικές, ηλεκτρικές ή μικτές κατασκευές. Πολλοί αισθητήρες παράγουν ηλεκτρικές εξόδους με αποτέλεσμα μία φυσική ποσότητα να μετριέται μέσω της τιμής μίας αντίστασης, τάσης, ρεύματος ή συχνότητας.



Εικόνα 2.1 Πηγή : <Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου, Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος Εκδόσεις Τζιόλα >

Το θερμίστορ και ο ανιχνευτής μηχανικής τάσης παράγουν ως έξοδο την αλλαγή μιας ηλεκτρικής αντίστασης. Οι αντιστάσεις θερμίστορ είναι βασικά δύο τύπων, οι NTC (Negative Temperature Coefficient, αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας) οι οποίες μικραίνουν την αντίστασή τους με την αύξηση της θερμοκρασίας και οι PTC (Positive Temperature Coefficient, θετικού συντελεστή θερμοκρασίας) οι οποίες αυξάνουν την αντίστασή τους με την αύξηση της θερμοκρασίας

Το ελατήριο παράγει ως έξοδο την αλλαγή θέσης και έτσι μία βελόνα μπορεί να μετατοπίζεται κατά μήκος μίας κλίμακας, ανάλογα με το βάρος που έχει αναρτηθεί στο ελατήριο.

Ο σωλήνας Venturi μετράει τη διαφορά δύο πιέσεων και μπορεί έτσι να μετρηθεί ο ρυθμός ροής ενός υγρού. Ο σωλήνας Venturi αποτελείται από μία σμίκρυνση της διαμέτρου του αγωγού, η οποία ακολουθείται από την επαναφορά της στην αρχική διάμετρο. Το βασικότερο όμως στοιχείο της συσκευής αυτής, είναι τα πιεζόμετρα που δείχνουν την διαφορά του πιεζομετρικού φορτίου Δh μεταξύ της αρχικής διατομής πριν την σμίκρυνση, και της μικρής διατομής. Η διαφορά αυτή είναι ανάλογη του τετραγώνου της παροχής. Έτσι, με την κατάλληλη σχέση, μπορούμε να πάρουμε την παροχή από την πιεζομετρική διαφορά.

2.3 Χαρακτηριστικές Έννοιες Αισθητήρων

Πιστότητα

Με τον όρο πιστότητα αποδίδεται ο αγγλικός όρος accuracy. Η πιστότητα δεν σχετίζεται με τον αριθμό των δεκαδικών ψηφίων με τον οποίο μπορεί να γίνει η μέτρηση, αλλά με το κατά πόσο το αποτέλεσμα που δίνει ο αισθητήρας πλησιάζει την φυσική πραγματικότητα, μέσα σε ένα λογικό εύρος τιμών. Η πιστότητα δίνεται συνήθως ως ποσοστό επί του εύρους λειτουργίας του αισθητήρα. Αν για παράδειγμα, ένας αισθητήρας πίεσης, περιοχής λειτουργίας 0 – 10 bar έχει πιστότητα $\pm 1.0\%$ της πλήρους κλίμακας, τότε η μέγιστη αβεβαιότητα του αισθητήρα θα είναι ίση με 0,1 bar. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο αισθητήρας δίνει ως αποτέλεσμα 1 bar, τότε η μέγιστη αναμενόμενη αβεβαιότητα θα είναι ίση με το 10% της τιμής αυτής. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει το εύρος λειτουργίας των αισθητήρων να είναι όσο το δυνατόν εγγύτερα στο εύρος των μετρούμενων τιμών, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή πιστότητα των μετρήσεων.

Ακρίβεια, επαναληψιμότητα, αναπαραγωγιμότητα

Ο όρος ακρίβεια (precision) εκφράζει τον βαθμό ελευθερίας του αισθητήρα από τυχαία σφάλματα. Αν πάρουμε μεγάλο αριθμό μετρήσεων από έναν ακριβή αισθητήρα, τότε η μεταξύ τους διασπορά θα είναι μικρή. Η ακρίβεια συγγέεται συχνά με την πιστότητα. Η μεγάλη ακρίβεια δεν σημαίνει κατ'ανάγκην και μεγάλη πιστότητα. Ένας ακριβής αισθητήρας μπορεί να έχει κακή πιστότητα. Κακής πιστότητας μετρήσεις από έναν ακριβή αισθητήρα, σημαίνει ότι οι μετρήσεις έχουν συστηματικό σφάλμα (bias), γεγονός το οποίο μπορεί να διορθωθεί με βαθμονόμηση του αισθητήρα.

Οι όροι επαναληψιμότητα και αναπαραγωγιμότητα είναι ταυτόσημοι, χρησιμοποιούνται όμως ο καθένας σε διαφορετικές προπτώσεις. Και οι δύο αναφέρονται στο πόσο κοντά είναι τα αποτελέσματα ενός αισθητήρα που μετρά το ίδιο σταθερό μέγεθος, ή μεν επαναληψιμότητα όταν οι

συνθήκες μέτρησης είναι σταθερές, η δε αναπαραγωγιμότητα, όταν οι συνθήκες μέτρησης μεταβάλλονται.

Ανοχή

Η ανοχή συνδέεται στενά με την πιστότητα και ορίζει το μέγιστο αναμενόμενο σφάλμα μιας τιμής. Πολλές φορές η πιστότητα δίνεται ως ανοχή.

Εύρος

Με τον όρο εύρος αναφερόμαστε στην ελάχιστη και την μέγιστη τιμή του φυσικού μεγέθους που μπορεί να μετρήσει ένας αισθητήρας.

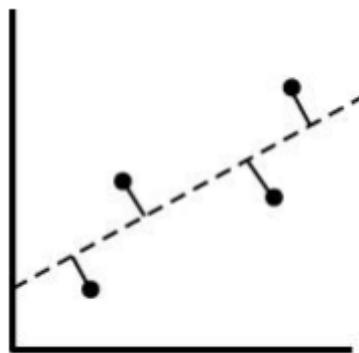
Συστηματικό σφάλμα

Συστηματικό σφάλμα (bias) είναι ένα σταθερό σφάλμα, το ίδιο για όλο το εύρος του αισθητήρα, το οποίο συνήθως μπορεί να μηδενιστεί μέσω βαθμονόμησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συστηματικού σφάλματος εμφανίζεται στις οικιακές ζυγαριές, οι οποίες μπορεί να δείχνουν μη μηδενική ένδειξη, ακόμη και χωρίς φορτίο. Αυτή η μη μηδενική ένδειξη αποτελεί

το συστηματικό σφάλμα το οποίο πρέπει να αφαιρέσουμε από την ένδειξη που παίρνουμε κατά τη μέτρηση ώστε να προκύψει η πραγματική τιμή

Γραμμική Απόκριση

Η απόκριση ενός αισθητήρα είναι γενικά επιθυμητό να μεταβάλλεται γραμμικά με το μέγεθος που μετράμε. Τα σημεία της εικόνας 2.2 απεικονίζουν την σχέση μεταξύ σήματος εισόδου (οριζόντιος άξονας) και εξόδου (κατακόρυφος άξονας) ενός αισθητήρα.



Εικόνα 2.2 Χαρακτηριστική εξόδου αισθητήρα

Ευαισθησία στη μέτρηση

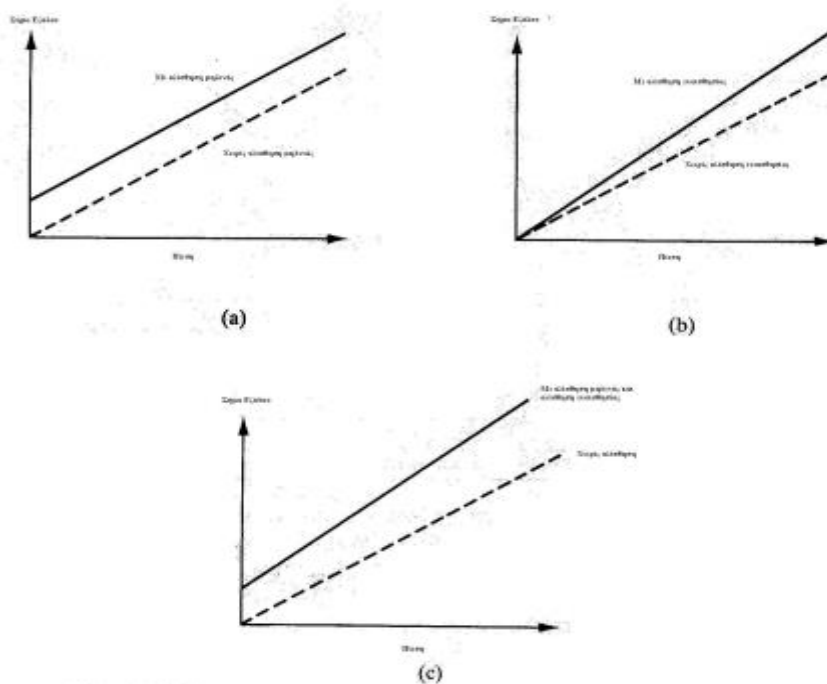
Πρόκειται για το λόγο της μεταβολής στην ένδειξη του αισθητήρα, προς τη μεταβολή του φυσικού μεγέθους που την προκάλεσε. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι η ευαισθησία ισούται με την εφαπτομένη της γραφικής παράστασης του σχήματος 2.2.

Ευαισθησία στη διαταραχή

Η βαθμονόμηση και τα χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα ισχύουν όταν αυτός λειτουργεί εντός συγκεκριμένου εύρους περιβαλλοντικών συνθηκών όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η σχετική υγρασία κ.α. Το εύρος καθορίζεται από τον κατασκευαστή του αισθητήρα. Μεταβολή κάποιας από τις παραμέτρους αυτές ενδέχεται να μεταβάλλει κάποιο από τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα. Η μεταβολή αυτή ορίζεται ως η ευαισθησία στη διαταραχή. Τα

χαρακτηριστικά που μεταβάλλονται συνήθως είναι δυο και είναι γνωστά ως ολίσθηση του μηδενός (zero drift) και ολίσθηση ευαισθησίας (sensitivity drift).

Η ολίσθηση του μηδενός είναι το μη μηδενικό σήμα εξόδου του αισθητήρα όταν το σήμα εισόδου είναι μηδέν, λόγω της μεταβολής των περιβαλλοντικών συνθηκών. Αν ένας αισθητήρας επηρεάζεται από παραπάνω από μια περιβαλλοντικές παραμέτρους, τότε αυτός χαρακτηρίζεται από τις αντίστοιχες ολισθήσεις μηδενός, μια για κάθε επηρεάζουσα περιβαλλοντική παράμετρο. Στην εικόνα 2.3 (a) φαίνεται η χαρακτηριστική ολίσθησης μηδενός αισθητήρα πίεσης.

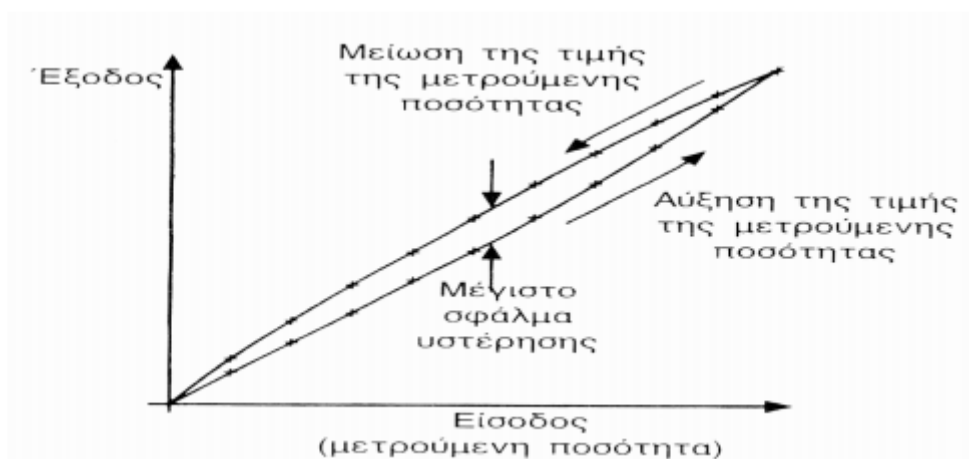


Εικόνα 2.3 (a) Ολίσθηση μηδενός, (b) Ολίσθηση ευαισθησίας, (c) Συνδυασμένη επίδραση των δυο

Η ολίσθηση ευαισθησίας ορίζεται ως το ποσό μεταβολής της ευαισθησίας ενός αισθητήρα λόγω μεταβολής των περιβαλλοντικών συνθηκών. Εκφράζεται μέσω συντελεστών ολίσθησης ευαισθησίας, οι οποίοι εκφράζουν το μέγεθος της ολίσθησης ανά μονάδα μεταβολής της περιβαλλοντικής παραμέτρου που την προκάλεσε. Το Σχήμα 2.3 (b) δείχνει την επίδραση της ολίσθησης ευαισθησίας στα χαρακτηριστικά εξόδου ενός αισθητήρα. Ο συνδυασμός των δυο ολισθήσεων και η επίδραση στα χαρακτηριστικά εξόδου ενός αισθητήρα, φαίνεται στο Σχήμα 2.3 (c).

Υστέρηση

Η έξοδος διαφέρει όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί. (εικόνα 2.4) Προκαλείται από διάφορους παράγοντες, ειδικότερα τη μηχανική τάση και την τριβή. (π.χ. μηχανικά γρανάζια, ρουλεμάν)



Εικόνα 2.4 Γραφική παράσταση του φαινομένου της υστέρησης

Νεκρό εύρος

Ως νεκρό εύρος (dead space) ορίζεται το εύρος του σήματος εισόδου, για το οποίο το σήμα εξόδου είναι μηδενικό. Κάθε αισθητήρας ο οποίος εμφανίζει υστέρηση εμφανίζει και νεκρό εύρος. Παρ' όλα αυτά ακόμη και αισθητήρες οι οποίοι δεν εμφανίζουν σημαντική υστέρηση, μπορεί να εμφανίζουν νεκρό εύρος.

Κατώφλι

Αν το σήμα εισόδου ενός αισθητήρα αυξάνεται σταδιακά ξεκινώντας από μηδενική τιμή, αυτό θα πρέπει να λάβει μια ορισμένη – μη μηδενική – τιμή πριν ο αισθητήρας δώσει κάποιο μη μηδενικό σήμα εξόδου. Αυτή η ελάχιστη τιμή του σήματος εισόδου, ονομάζεται κατώφλι του αισθητήρα. Το κατώφλι άλλοτε δίνεται ως απόλυτη τιμή και άλλοτε ως ποσοστό του εύρους εξόδου του αισθητήρα.

Διακριτική ικανότητα

Ως διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα ορίζεται η απαιτούμενη ελάχιστη μεταβολή του σήματος εισόδου, ώστε να προκληθεί μεταβολή στο σήμα εξόδου του αισθητήρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

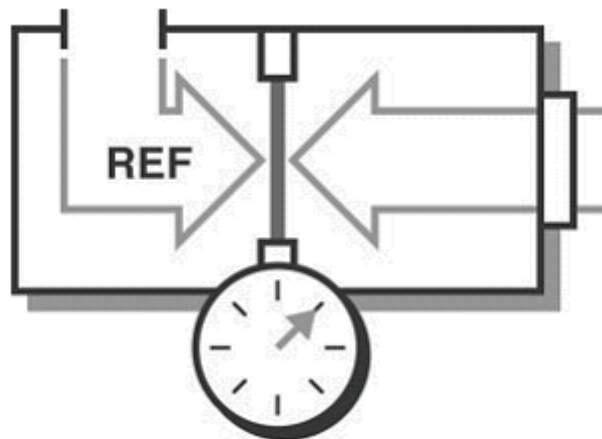
3.1 Συσκευές μέτρησης πίεσης

Οι διάφορες συσκευές για μέτρηση της πίεσης χωρίζονται σε δυο βασικούς τύπους :

- **Στον τύπο σύγκρισης δύναμης**, στον οποίο χρησιμοποιούνται μανόμετρα και διατάξεις ζύγισης, όπου η πίεση μετριέται μέσω της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια γνωστού εμβαδού.
- **Στον τύπο ελαστικής παραμόρφωσης**, στον οποίο χρησιμοποιούνται ελαστικά μηχανικά στοιχεία τα οποία παραμορφώνονται ανάλογα με την επίδραση της πίεσης πάνω τους.

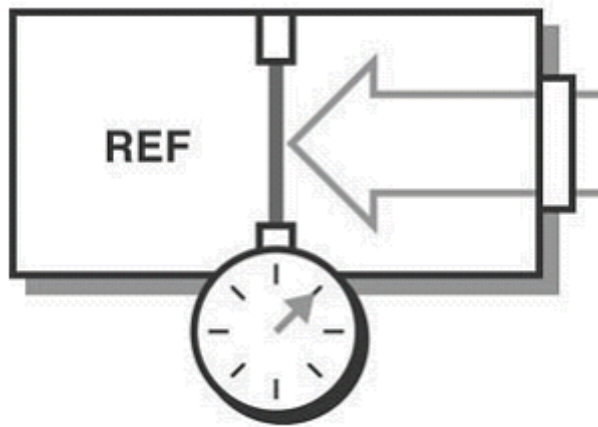
Οι μετρητές πίεσης συγκρίνουν την πίεση που πρόκειται να μετρηθεί με μια πίεση αναφοράς. Ανάλογα με την πίεση αναφοράς χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

- **Σχετικής πίεσης ως προς την ατμοσφαιρική**. Συγκρίνουν την μετρούμενη πίεση με την πίεση της ατμοσφαιράς.



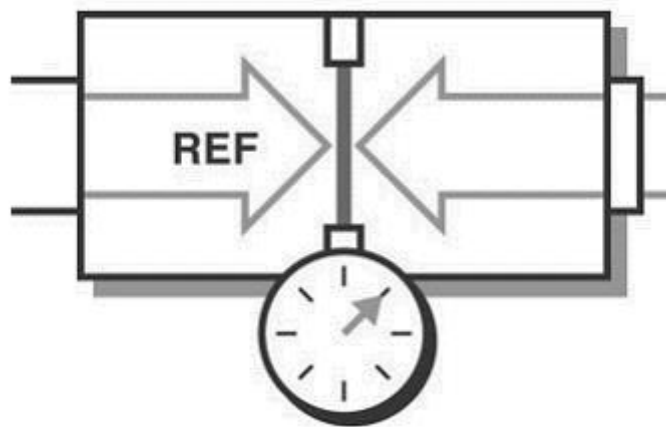
Εικόνα 3.1 Μετρητής σχετικής πίεσης ως προς την ατμοσφαιρική

- **Σχετικής πίεσης**. Συγκρίνουν την μετρούμενη πίεση με μια πίεση αναφοράς που υπάρχει σε ένα σφραγισμένο χώρο μέσα στον αισθητήρα.



Εικόνα 3.2 Μετρητής σχετικής πίεσης

- **Απόλυτης πίεσης.** Συγκρίνουν την μετρούμενη πίεση ως προς το κενό.
- **Διαφορικής πίεσης.** Αναφέρονται στη διαφορά της μέτρησης δύο πιέσεων.

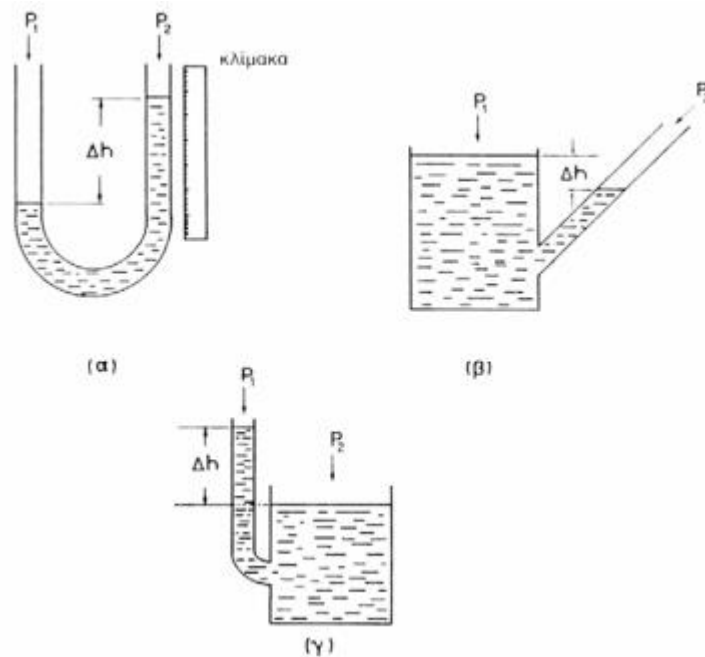


Εικόνα 3.3 Μετρητής διαφορικής πίεσης

3.1.1 Μανόμετρα και διατάξεις ζύγισης

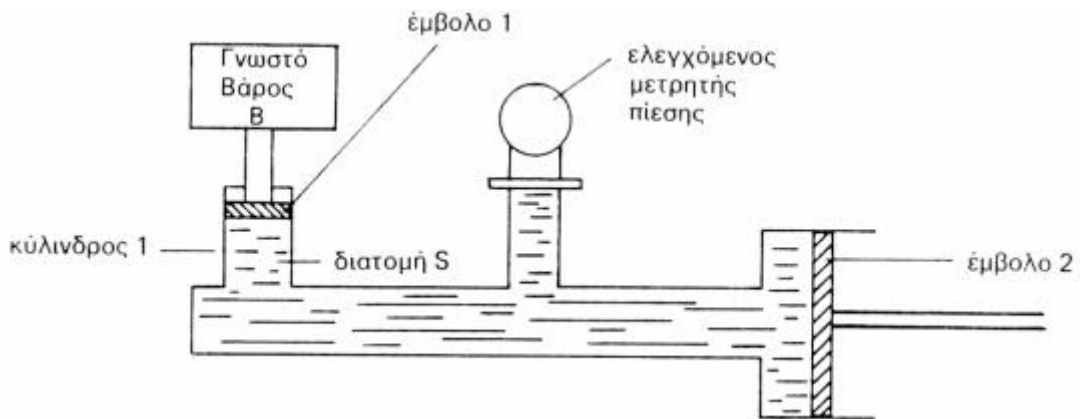
Τα μανόμετρα συγκρίνουν την άγνωστη πίεση με την πίεση που δημιουργείται από μια στήλη υγρού, το οποίο είναι συνήθως υδράργυρος. Πιο συγκεκριμένα, αν (g) η επιτάχυνση της βαρύτητας στο σημείο μέτρησης και (ρ) η ειδική μάζα του υγρού, τότε η διαφορά της πίεσης P_1 και P_2 δίνεται από τον τύπο: $\Delta P = |P_1 - P_2| = \rho \cdot g \cdot \Delta h$

Η θερμοκρασία επηρεάζει την μέτρηση της πίεσης γιατί μεταβάλλει την ειδική μάζα του υγρού. Η ακρίβεια της μέτρησης είναι περίπου $\pm 0.3\%$ της μέγιστης ένδειξης.



Εικόνα 3.4 Μανόμετρα α) Τύπου U, β) Με σωλήνα υπό κλίση, γ) Διαφορετικής διατομής

Οι διατάξεις ζύγισης χρησιμοποιούνται κυρίως για μέτρηση οργάνων με πιο μικρή ακρίβεια ή για μετρήσεις ακρίβειας.



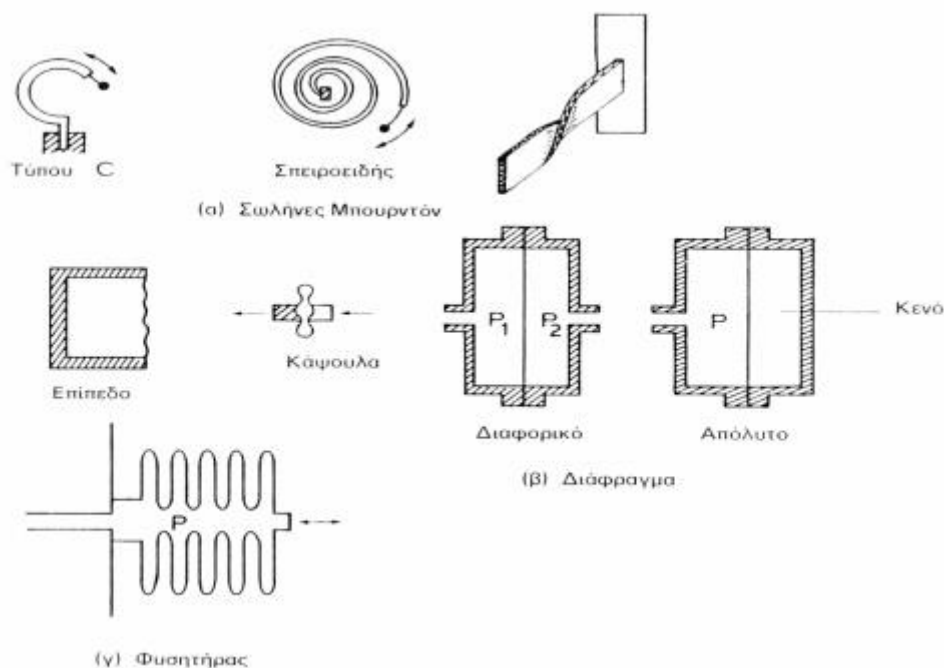
Εικόνα 3.5 Αρχή λειτουργίας διάταξης ζύγισης

Το έμβολο 2 προωθείται προς τα μέσα, με αποτέλεσμα η πίεση (P) του υγρού να αυξάνει έως ότου το έμβολο 1 με το γνωστό βάρος (B) επιπλεύσει. Ισχύει : $B=S \cdot P$, όπου (S) η διατομή του κυλίνδρου 1.

Επειδή το βάρος (B) και η διατομή (S) είναι γνωστά, υπολογίζεται η πίεση (P) και συγκρίνεται με την ένδειξη του ελεγχόμενου μετρητή πίεσης. Ο υπολογισμός της πίεσης μπορεί να γίνει με ακρίβεια έως και 0.01 %.

3.1.2 Ελαστικά μηχανικά στοιχεία

Διακρίνονται σε Σωλήνες Bourdon, Διαφράγματα και Φυσητήρες.

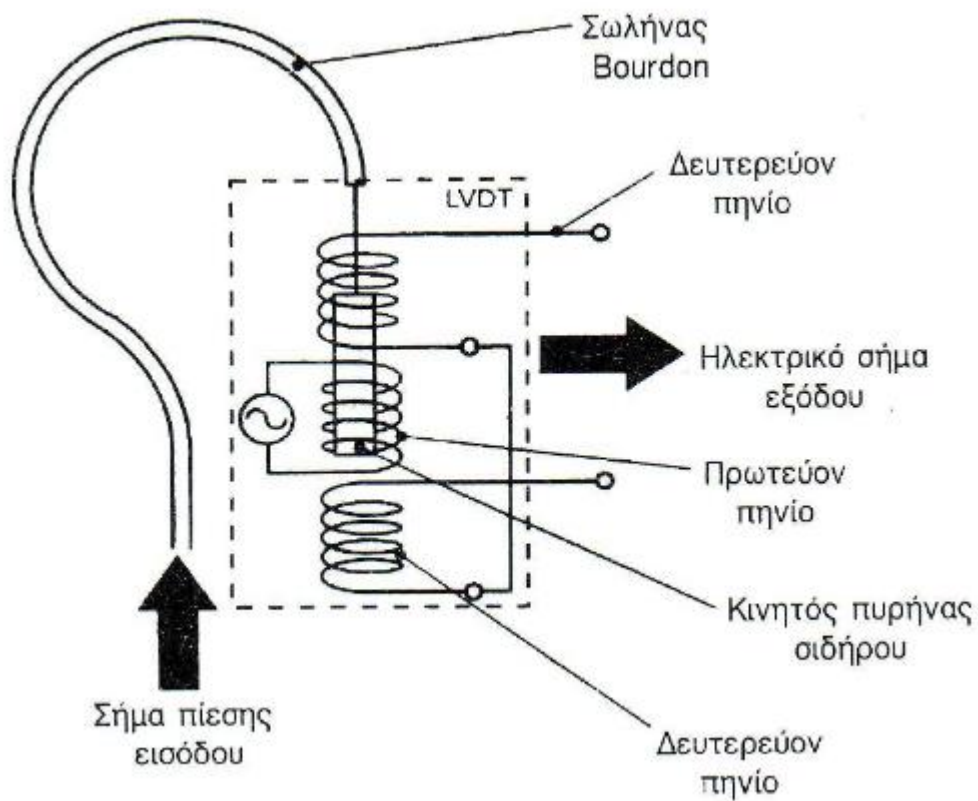


Εικόνα 3.6 Ελαστικά μηχανικά στοιχεία

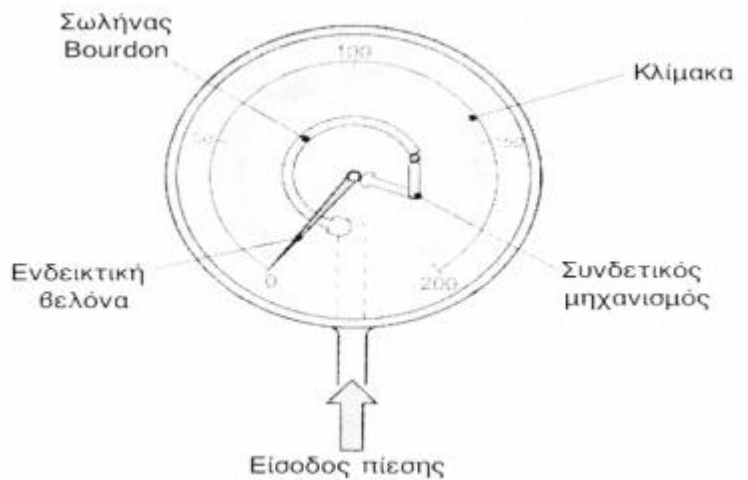
Σωλήνες Bourdon

Είναι σωλήνες διάφορων σχημάτων, των οποίων η διατομή δεν είναι κυκλική. Όταν η πίεση στο εσωτερικό τους είναι μεγαλύτερη από την πίεση στο εξωτερικό τους μέρος, επέρχεται μια παραμόρφωση της διατομής η οποία τείνει να γίνει κυκλική. Αυτή η παραμόρφωση δημιουργεί λόγω του σχήματος των σωλήνων μια μετατόπιση του ελευθέρου άκρου τους ή μια περιστροφή ανάλογα με τον τύπο τους. Η μετατόπιση αυτή μπορεί να μετρηθεί με κάποιο δείκτη ή με κάποιο μετατροπέα θέσης. (Εικόνα 3.8)

Στην εικόνα 3.7 παρουσιάζεται η σύνδεση ενός σωλήνα Bourdon με ένα διαφορικό αισθητήρα μετατόπισης (LVDT). Ο αισθητήρας αυτός μετατρέπει την μετακίνηση του άκρου του σωλήνα σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο μπορεί να οδηγηθεί σε όργανο καταγραφής, ή να μετατραπεί σε ένδειξη ή να οδηγηθεί σε ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου.



Εικόνα 3.7 Σωλήνας Bourdon με διαφορικό αισθητήρα μετατόπισης



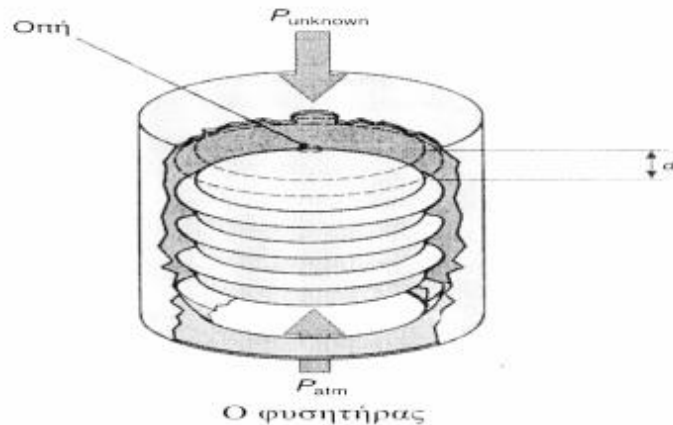
Εικόνα 3.8 Μετρητής πίεσης με σωλήνα Bourdon

Διαφράγματα

Ένας μετατροπέας πίεσης αυτού του τύπου αποτελείται συνήθως από ένα διάφραγμα και ένα μετατροπέα θέσης που μετράει την μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης του κέντρου του διαφράγματος. Η παραμόρφωση που υφίσταται το διάφραγμα πρέπει να είναι μικρή για να υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ της πίεσης και της μετατόπισης.

Φυσητήρες

Είναι διαφορικοί αισθητήρες πίεσης. Χρησιμοποιούνται για μικρές πιέσεις συνήθως μικρότερες από μερικές δεκάδες ατμόσφαιρες.



Εικόνα 3.9 Σχέδιο φυσητήρα

Είναι κατασκευασμένοι από λεπτό σωλήνα κράματος χαλκού που πιέζεται και λαμβάνει τη μορφή ενός αυλακωτού φύλλου. Ο σωλήνας είναι σφραγισμένος στο ένα άκρο του και έχει μια μικρή οπή στο άλλο. Όταν εφαρμοστεί πίεση μέσω της οπής, ο φυσητήρας διαστέλλεται κατά μήκος "d". Η πίεση που ασκείται στο φυσητήρα δίνεται από την παρακάτω εξίσωση :

$P = \lambda d/a$, όπου "d" η απόσταση που διαγράφεται από το φυσητήρα, "A" το εμβαδόν διατομής του και "λ" η σταθερά του.

3.2 Βασικοί τύποι μετατροπέων πίεσης ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους

- Ο μετατροπέας με ΓΜΔΜ (Γραμμικός Μεταβλητός Διαφορικός Μετασχηματιστής)
- Ο επαγωγικός μετατροπέας
- Ο χωρητικός μετατροπέας
- Ο μετατροπέας με πιεζοαντίσταση
- Ο πιεζοηλεκτρικός μετατροπέας
- Ο μετατροπέας με ποτενσιόμετρο
- Ο ωμικός μετατροπέας

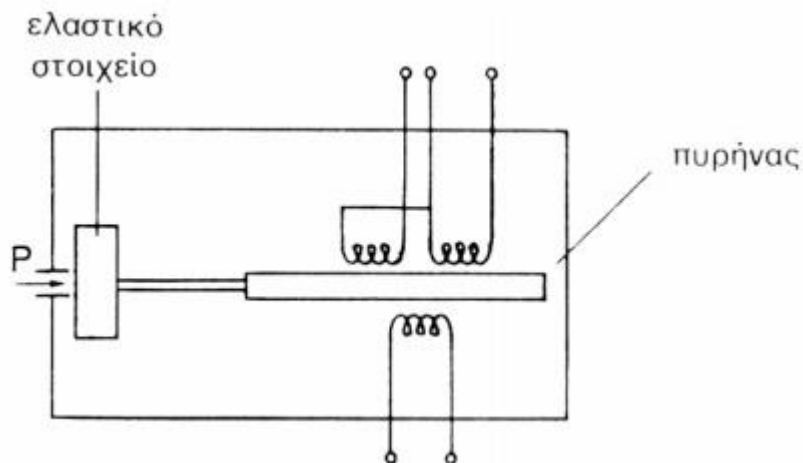
Τα πλεονεκτήματα μετατροπέων πίεσης, έναντι άλλων μετρητών πίεσης:

1. Μικρό κόστος
2. Παρέχουν ως έξοδο ηλεκτρικό σήμα
3. Έχουν καλή δυναμική συμπεριφορά
4. Μεγάλη ακρίβεια
5. Μικρό όγκο και βάρος

Μετατροπέας με ΓΜΔΜ (LVDT Sensors)

Οι μετατροπείς αυτοί χρησιμοποιούν έναν ΓΜΔΜ (Γραμμικό Μεταβλητό Διαφορικό Μετασχηματιστή) για την μέτρηση της μετατόπισης λόγω παραμόρφωσης ελαστικού στοιχείου το οποίο μπορεί να είναι διάφραγμα, φουσητήρας ή σωλήνας Bourdon.

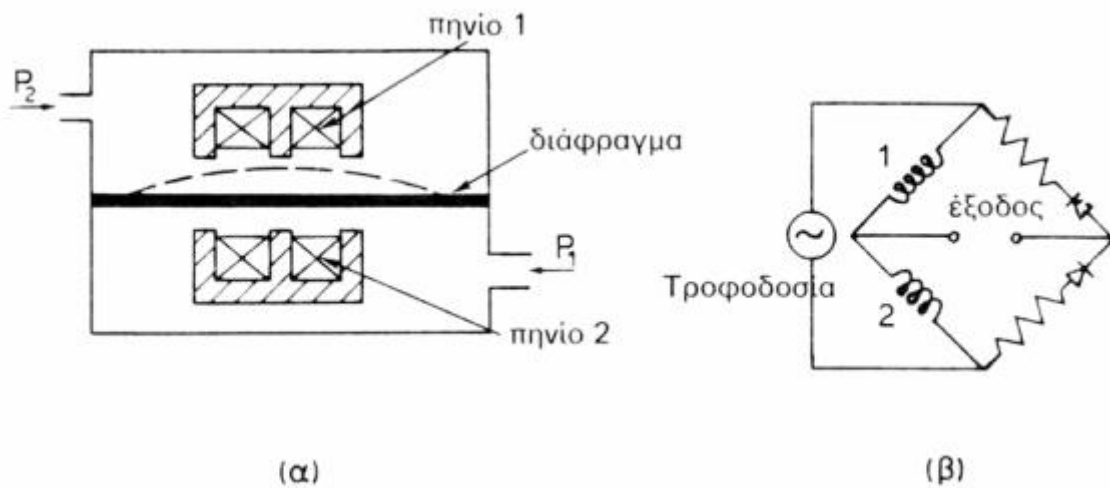
Το ελαστικό στοιχείο παραμορφώνεται γραμμικά λόγω της πίεσης. Η παραμόρφωση αυτή μετατοπίζει τον πυρήνα του ΓΜΔΜ και έτσι δημιουργείται ένα ηλεκτρικό σήμα ανάλογο της πίεσης. Επειδή τα ηλεκτρικά τους μέρη δεν είναι εκτεθειμένα στη πίεση, οι μετατροπείς αυτοί χαρακτηρίζονται για την αξιοπιστία τους.



Εικόνα 3.10 Αρχή λειτουργίας μετατροπέα με ΓΜΔΜ

Επαγωγικοί μετατροπείς πίεσης

Διαθέτουν διάφραγμα από ανοξείδωτο χάλυβα το οποίο παίζει το ρόλο του οπλισμού σε δύο πηνία.

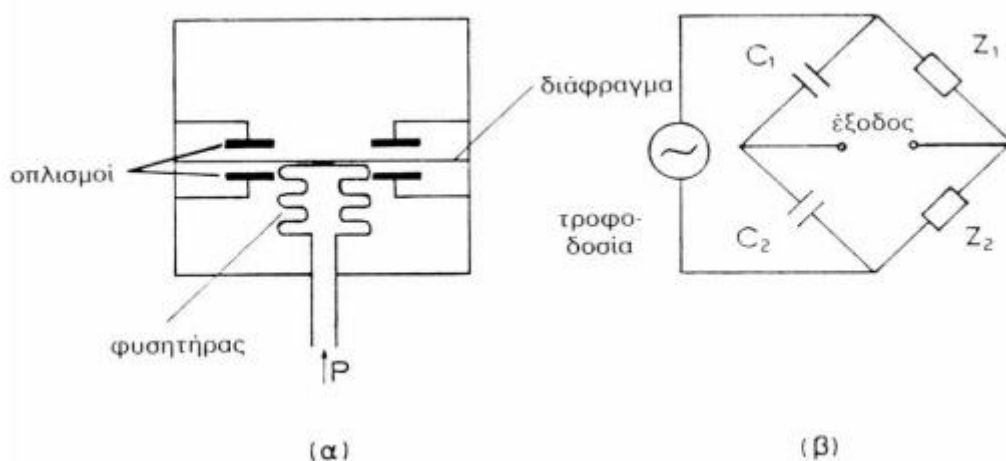


Εικόνα 3.11 Αρχή λειτουργίας επαγωγικού μετατροπέα πίεσης

Τα δύο πηνία συνδέονται σε γέφυρα. Όταν παραμορφωθεί το διάφραγμα λόγω της ασκούμενης πίεσης η αυτεπαγωγή του ενός πηνίου αυξάνει ενώ του άλλου μικραίνει. Έτσι διαταράσσεται η ισορροπία της γέφυρας και η έξοδος της είναι ανάλογη της πίεσης. Μετρούν πιέσεις μέχρι εκατοντάδες $K \text{ p/cm}^2$, έχουν ακρίβεια έως και 0.1% της πλήρους κλίμακας, ενώ η τάση εξόδου μπορεί να φτάσει τα 1.5 V για μέγιστη πίεση.

Χωρητικοί μετατροπέες πίεσης

Χρησιμοποιούν σαν ελαστικό στοιχείο ένα διάφραγμα, το οποίο συχνά προσκολλάται σ' ένα φυσητήρα. Η πίεση ασκείται στο φυσητήρα, ο οποίος καθώς επιμηκύνεται ή συστέλλεται κινεί το διάφραγμα, το οποίο βρίσκεται μεταξύ των οπλισμών ενός ή δύο πυκνωτών.



Εικόνα 3.12 Αρχή λειτουργίας χωρητικού μετατροπέα πίεσης

Οι πυκνωτές αυτοί συνδέονται σε γέφυρα. Καθώς το διάφραγμα μετακινείται αλλάζουν οι

χωρητικότητες των πυκνωτών και έτσι διαταράσσεται η ισορροπία της γέφυρας. Αποτέλεσμα στην έξοδο της να εμφανίζεται μια τάση που είναι ανάλογη της πίεσης.

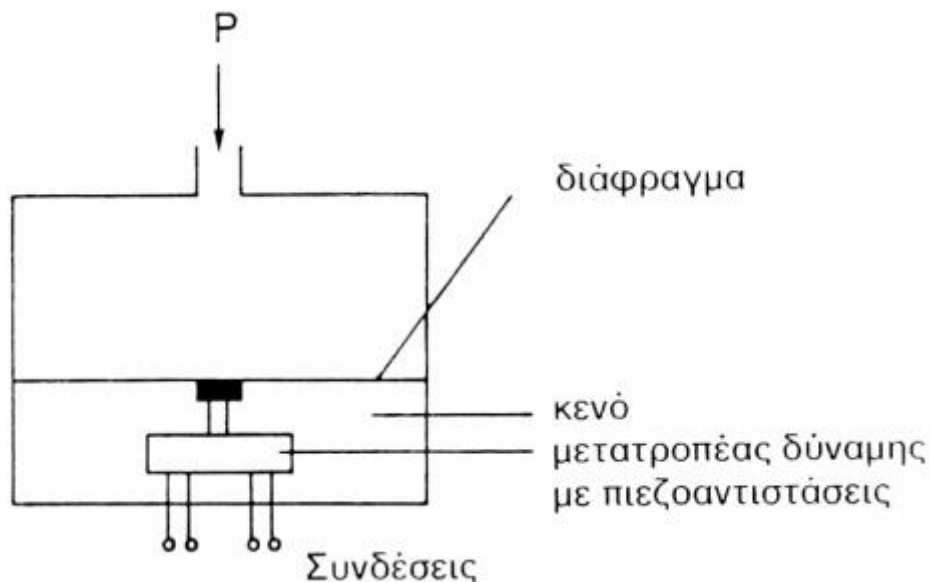
Οι μέγιστες πιέσεις που μετρούν κυμαίνονται από μερικά δέκατα του $K \text{ p/cm}^2$ μέχρι 10000 K p/cm^2 , με ακρίβεια καλύτερη του 1% της πλήρους κλίμακας. Η τάση εξόδου για μέγιστη πίεση είναι συνήθως 5 V.

Μετατροπείς πίεσης με πιεζοαντίσταση

Χρησιμοποιούν ένα διάφραγμα σαν ελαστικό στοιχείο και ελεύθερες ή προσκολλημένες πιεζοαντιστάσεις για τη μέτρηση της μετατόπισης του κέντρου του διαφράγματος ή των τάσεων του διαφράγματος.

Οι μετατροπείς πίεσης με ελεύθερες πιεζοαντιστάσεις συνήθως μετρούν τη μετατόπιση του κέντρου του διαφράγματος. Μπορούν να μετρήσουν μέγιστες πιέσεις έως και μερικές εκατοντάδες $K \text{ p/cm}^2$. Η ακρίβεια τους είναι καλύτερη από 1% της πλήρους κλίμακας και παρέχουν τάση εξόδου μερικές δεκάδες mV.

Οι μετατροπείς πίεσης με προσκολλημένη πιεζοαντίσταση μετρούν την μετατόπιση του κέντρου του διαφράγματος (με χρήση μετατροπέα δύναμης) ή των τάσεων του διαφράγματος (με χρήση συνήθως τεσσάρων προσκολλημένων πιεζοαντιστάσεων στο διάφραγμα).

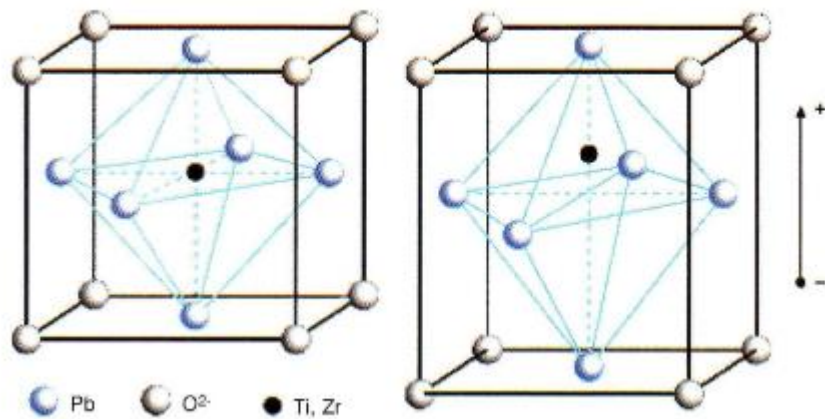


Εικόνα 3.13 Μετατροπέας πίεσης που χρησιμοποιεί μετατροπέα δύναμης

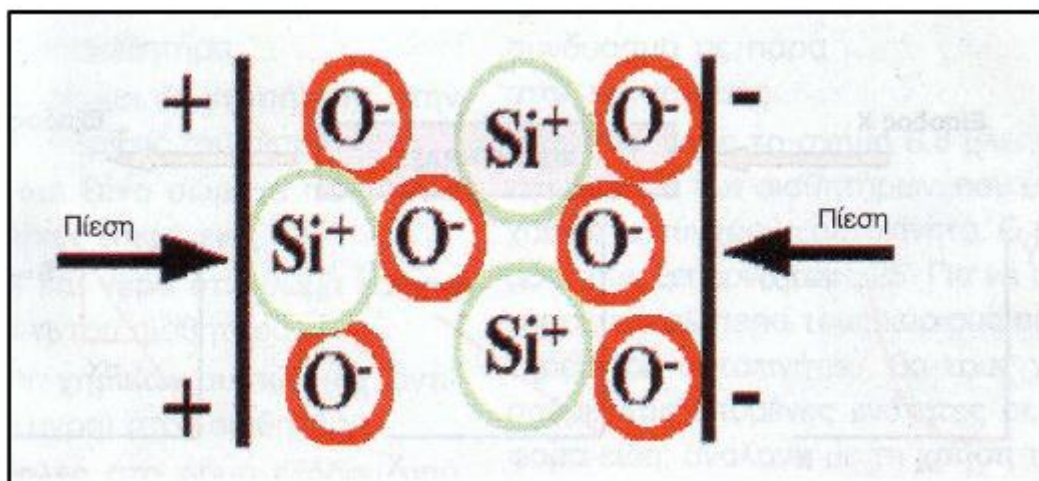
Και στις δύο περιπτώσεις οι πιεζοαντιστάσεις είναι συνδεδεμένες έτσι ώστε να αποτελούν μια γέφυρα Wheatstone. Η ακρίβεια που παρέχουν είναι καλύτερη από το 0.5% της πλήρους κλίμακας και μπορούν να μετρήσουν πιέσεις από μερικά δέκατα του $K \text{ p/cm}^2$ έως και μερικές χιλιάδες $K \text{ p/cm}^2$. Η τάση εξόδου για μέγιστη πίεση είναι μερικά mV.

Πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς πίεσης

Ορισμένοι φυσικοί αλλά και πολλοί τεχνητοί κρύσταλλοι όταν πιεστούν αναπτύσσουν στα άκρα τους μία διαφορά δυναμικού ανάλογη της πίεσης. Αυτή η διαφορά δυναμικού οφείλεται στη συγκέντρωση φορτίων εξαιτίας της παραμόρφωσης της κρυσταλλικής δομής του υλικού.



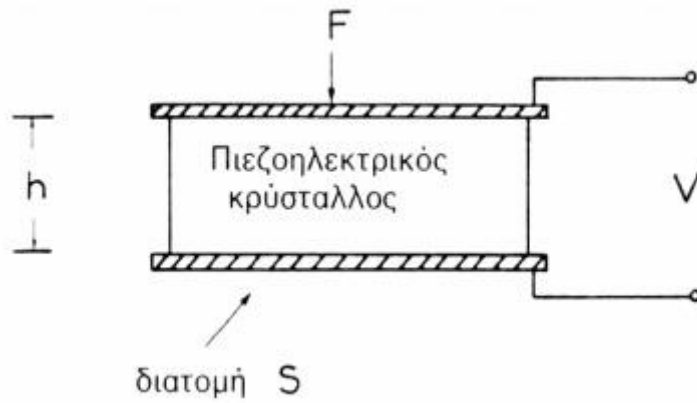
Εικόνα 3.14 Κρυσταλλική δομή πιεζοκρύσταλλου



Εικόνα 3.15 Δημιουργία τάσης λόγω πίεσης σε πιεζοκρύσταλλο

Συνήθως χρησιμοποιούνται κρύσταλλοι χαλαζία σε μορφή δίσκου, οι οποίοι τοποθετούνται ο ένας πάνω στον άλλον. Οι κρύσταλλοι συμπιέζονται από δύο μεταλλικές πλάκες. Η ενασκούμενη πίεση μεταβάλλει τη συμπίεση των κρυστάλλων και έτσι παράγεται μια τάση εξόδου σύμφωνα με το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.

Έστω ένας πιεζοηλεκτρικός κρύσταλλος διατομής “S” και ύψους “h”, πάνω στον οποίο ασκείται μια δύναμη “F”(εικόνα 3.16).



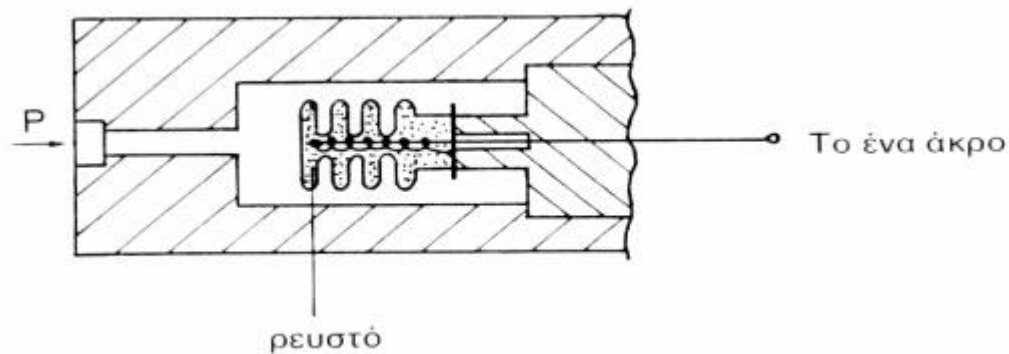
Εικόνα 3.16 Πιεζοηλεκτρικός κρύσταλλος

Μετατροπείς πίεσης με ποτενσιόμετρο

Χρησιμοποιείται ένα ποτενσιόμετρο για τη μέτρηση της μετατόπισης λόγω παραμόρφωσης, κάποιου σημείου ενός ελαστικού στοιχείου. Παρέχουν μεγάλη τάση εξόδου άλλα έχουν αδυναμία στη μέτρηση γρήγορων μεταβολών πίεσης. Η μέγιστη πίεση που μπορούν να μετρήσουν φτάνει τα 700 Kp/cm² με ακρίβεια 1% της πλήρους κλίμακας.

Ωμικοί μετατροπείς πίεσης

Χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση πολύ μεγάλων πιέσεων. Η αρχή λειτουργία τους στηρίζεται στο γεγονός ότι η ηλεκτρική αντίσταση μερικών αγώγιμων υλικών (συνήθως κράμα Cu, Mn και Ni) αλλάζει με την πίεση.



Εικόνα 3.17 Ωμικός μετατροπέας πίεσης

Η μαγγανίνη βρίσκεται συνήθως υπό την μορφή ελατηρίου μέσα σ' ένα ρευστό. Η πίεση μεταδίδεται στο ρευστό και έτσι η μαγγανίνη βρίσκεται κάτω από υδροστατική πίεση. Το ένα άκρο του ελατηρίου συνδέεται στο μεταλλικό σώμα του μετατροπέα και το άλλο μονωμένο οδηγείται έξω από τον μετατροπέα. Η αντίσταση συνδέεται σε γέφυρα Wheatstone για την ανίχνευση της μεταβολής της. Η αντίσταση της μαγγανίνης αλλάζει γραμμικά με την πίεση συνήθως κατά 0.25% /

1000 K p/cm². Οι ωμικοί μετατροπείς πίεσης χρησιμοποιούνται για πιέσεις μεγαλύτερες από 7000 K p/cm² και μέχρι 14000 K p/cm², με ακρίβεια γύρω στο 0.5 % της πλήρους κλίμακας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

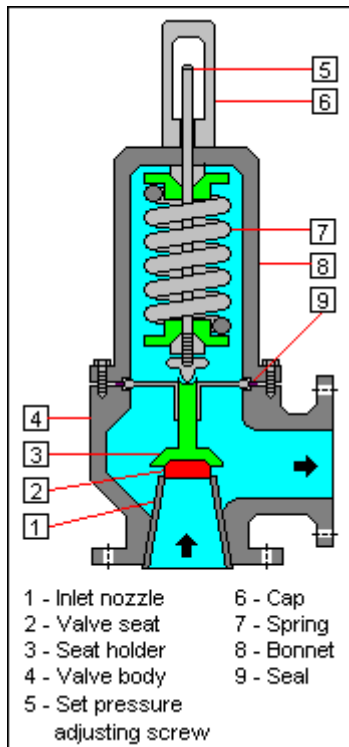
4.1 Γενικά

Οι χρήση των αισθητήρων πίεσης στα πλοία είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στο χώρο της ναυτιλίας. Οι αισθητήρες πίεσης φροντίζουν τόσο για την σωστή λειτουργία κυρίας μηχανής και βοηθητικών μηχανήματων στο πλοίο όσο και για την ασφάλεια αυτών και γενικότερα όλου του πλοίου.

Παρακάτω θα δούμε μερικές από τις διατάξεις που χρησιμοποιούνται στα πλοία σήμερα και αφορούν την ασφάλεια αλλά και την σωστή λειτουργία των μηχανήματων.

4.2 Βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης (Pressure relief valve)

Η βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης χρησιμοποιείται στη ναυτιλία σε πολύ μεγάλο βαθμό. Τοποθετείται σαν ασφαλιστική διάταξη σε δίκτυα, συσκευές και χώρους όπου υπάρχει αέριο η υγρό υπό πίεση. Σκοπός της είναι η ανακούφιση του χώρου στον οποίο τοποθετείται από απότομη αύξηση της πίεσης λόγω κάποιας δυσλειτουργίας του συστήματος.

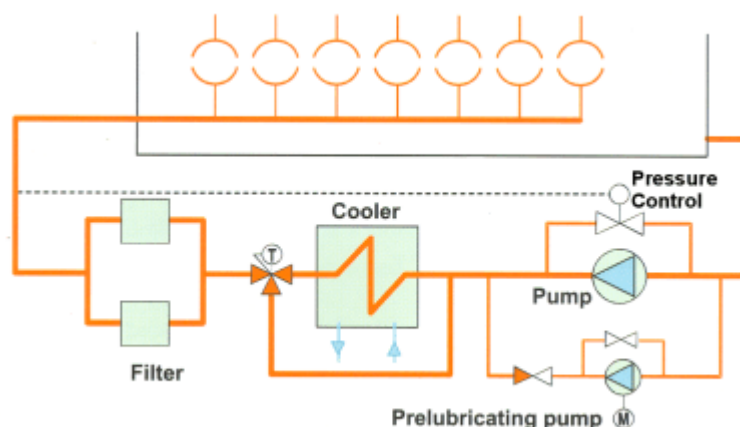


Εικόνα 4.1 Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης (Pressure Relief Valve)

Η πίεση εκτονώνεται διοχετεύοντας το υπό πίεση υγρό - αέριο σε ένα βοηθητικό δίκτυο έξω από το σύστημα. Η βαλβίδα είναι σχεδιασμένη ή ρυθμισμένη να ανοίγει σε μια συγκεκριμένη πίεση έτσι ώστε να προστατεύει τα μηχανήματα στα οποία τοποθετείται σε περίπτωση που αυτή ξεπεράσει το όριο του κατασκευαστή. Όταν η πίεση στο χώρο ξεπεράσει την πίεση που έχει ρυθμιστεί η βαλβίδα τότε αυτή ανοίγει και γίνεται «το μονοπάτι με τη λιγότερη αντίσταση» για να περάσει το υπό πίεση υγρό. Το υγρό που διαφεύγει μέσω της βαλβίδας διοχετεύεται συνήθως σε ένα βοηθητικό σύστημα σωληνώσεων και καταλήγει σε μια δεξαμενή. Εφόσον μέρος του υγρού διαφεύγει η πίεση μέσα στη συσκευή σταματάει να ανεβαίνει. Μόλις αρχίσει να πέφτει και φτάσει το όριο που ανοίγει η βαλβίδα τότε αυτή θα κλείσει.

4.3 Έλεγχος της πίεσης λαδιού λιπάνσεως στην Κυρία Μηχανή πλοίων

Η λίπανση της κυρίας μηχανής του πλοίου είναι ένα από τα σημαντικότερα και αναντικατάστατα κομμάτια για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία της μηχανής. Με τη χρήση των αισθητήρων πίεσης εξασφαλίζεται ένα μεγάλο κομμάτι της σωστής διανομής του λαδιού λιπάνσεως στην κύρια μηχανή του πλοίου.



Εικόνα 4.2 Δίκτυο λίπανσης κύριας μηχανής

Σε μια εγκατάσταση τοποθετούνται αισθητήρες πίεσης στην κατάθλιψη των κύριων αντλιών του λαδιού. Αυτοί ελέγχουν σε πραγματικό χρόνο συνεχώς την πίεση με την οποία η αντλία καταθλίβει το λάδι στο δίκτυο. Εάν για οποιοδήποτε λόγο παρατηρηθεί αυξομείωση της πίεσης του λαδιού εκτός των ορισμένων ορίων του κατασκευαστή τότε αμέσως στέλνεται σήμα στο Control Room του μηχανοστασίου και χτυπάει συναγερμός για να ειδοποιηθεί ο αξιωματικός φυλακής.



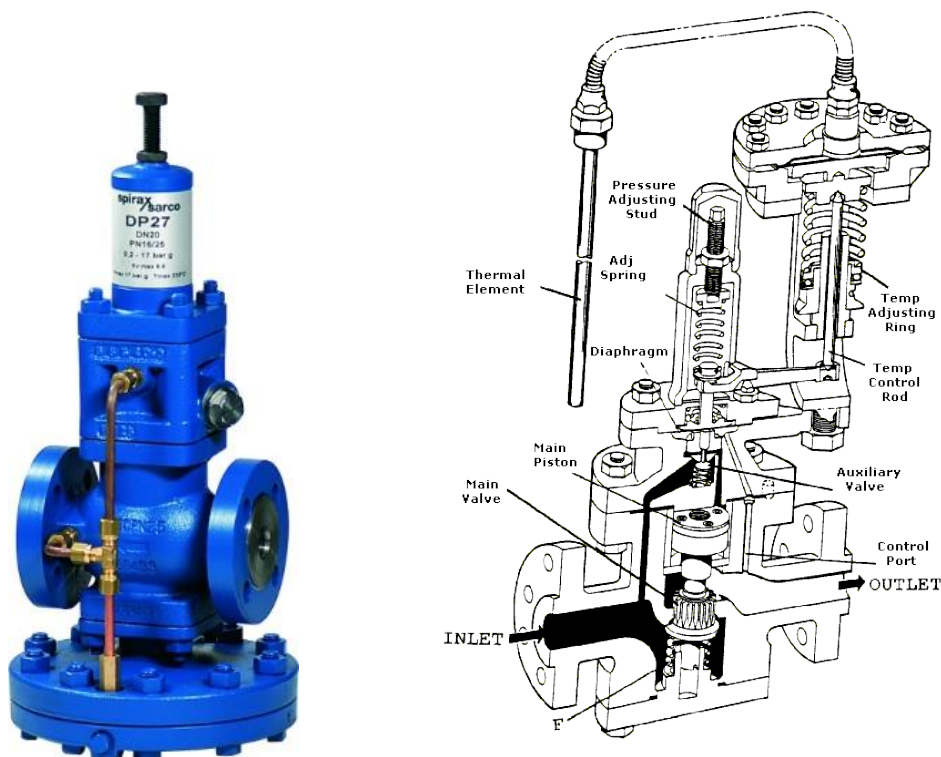
Εικόνα 4.3 Σύστημα αυτόματου ελέγχου Autochief

Στα σύγχρονα αυτοματοποιημένα πλοία υπάρχει σύστημα επιβράδυνσης και διακοπής λειτουργίας της μηχανής σε περίπτωση διακύμανσης της πίεσης του λαδιού. Σε αυτά τα συστήματα υπάρχουν συνήθως δυο όρια που λέγονται υψηλός και χαμηλός συναγερμός (high and low alarm). Σε περίπτωση που ο αισθητήρας διαβάσει μια απότομη πτώση της πίεσης θα στείλει σήμα στο σύστημα. Αυτό θα συγκρίνει αυτόματα την τιμή που έλαβε από τον αισθητήρα με αυτές που έχουν οριστεί και αν η πτώση είναι μέσα στα όρια του χαμηλού συναγερμού θα επιβραδύνει αυτόματα τη μηχανή και θα χτυπήσει συναγερμός. Εάν η πτώση είναι μεγαλύτερη και φτάνει τα όρια του υψηλού συναγερμού τότε το σύστημα θα διακόψει τη λειτουργία της μηχανής για να αποφευχθούν βλάβες. Φυσικά διακυμάνσεις της πίεσης είναι δυνατό να συμβούν για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και έπειτα να επανέλθει σε αποδεκτά επίπεδα. Για αυτό το λόγο στα αυτοματοποιημένα συστήματα έχει οριστεί μια χρονοκαυστέρηση (delay time) πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ενέργεια.

4.4 Ρύθμιση της πίεσης στο δίκτυο ατμού

Ένα από τα σημαντικότερα δίκτυα σε ένα πλοίο είναι αυτό του ατμού. Ο ατμός χρησιμοποιείται σε όλα τα πλοία σαν μέσο προθέρμανσης του πετρελαίου καύσης του νερού ψύξης καθώς και σε διάφορες άλλες εφαρμογές. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι είναι σημαντικό η πίεση του ατμού στο δίκτυο να προσαρμόζεται και να ελέγχεται. Ένας από τους τρόπους που γίνεται αυτό είναι με την τοποθέτηση αυτόματης ρυθμιστικής βαλβίδας στην έξοδο του ατμού στον ατμολέβητα.

Η βαλβίδα είναι συνδεδεμένη με ένα αυτόματο ηλεκτροπνευματικό ελεγκτή πίεσης. Αυτός είναι ρυθμισμένος σε μια ορισμένη πίεση (διαφέρει από πλοίο σε πλοίο). Ο εκλεκτής είναι συνδεδεμένος



Εικόνα 4.4 Αυτόματη βαλβίδα ρύθμισης πίεσης (steam pressure regulating valve)

με το δίκτυο του ατμού με αποτέλεσμα να «γνωρίζει» συνεχώς την πίεση που επικρατεί μέσα στο δίκτυο. Όταν αυτή πέσει σε χαμηλότερο επίπεδο από το προβλεπόμενο τότε ελεγκτής παροχετεύει αέρα στην βαλβίδα με αποτέλεσμα να ανοίξει. Όσο περισσότερο αέρα στέλνει ο ελεγκτής τόσο περισσότερο ανοίγει η βαλβίδα. Από την άλλη εάν η πίεση στο δίκτυο ανεβεί παραπάνω από το κανονικό τότε ο ελεγκτής σταματάει την παροχή του αέρα με αποτέλεσμα το επιστόμιο να επανέλθει στην αρχική του θέση και να κλείσει.

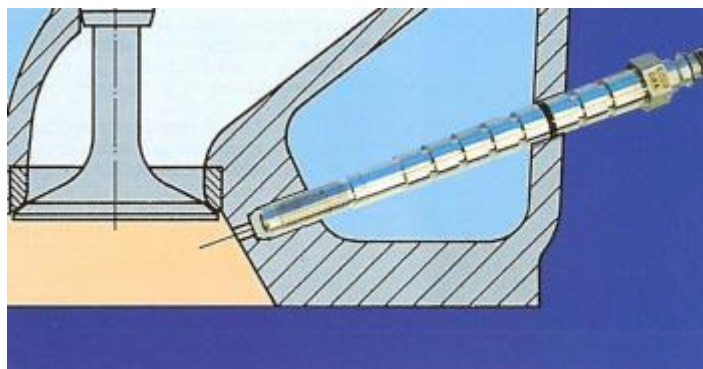
4.5 Σταθμοί μείωσης πίεσης

Ένας σταθμός μείωσης πίεσης είναι ένα σύστημα βαλβίδων ελέγχου, συνήθως ενσωματωμένες σε ένα απλό μπλοκ φτιαγμένο είτε από σφυρήλατο κράμα νικελίου, αλουμινίου, μπρούντζου είτε από ανοξείδωτο χάλυβα, το οποίο επιτυγχάνει αφ' ενός τον ασφαλή έλεγχο και αφ' ετέρου τη μείωση της υψηλής πίεσης του αποθηκευμένου αέρα ώστε να ανταποκρίνεται στην συγκεκριμένη εφαρμογή. Οι συνήθεις εφαρμογές περιλαμβάνουν την εκκίνηση κύριας μηχανής και γεννήτριας ντίζελ.

4.6 Μέτρηση της πίεσης των κυλίνδρων της μηχανής

Στα καπάκια των κυλίνδρων της κυρίας μηχανής του πλοίου καθώς και των ηλεκτρομηχανών χρησιμοποιούνται αισθητήρες με πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους. Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.5 τοποθετούνται σε μια οπή στο καπάκι του κυλίνδρου με αποτέλεσμα να έχουν άμεση σύνδεση με το θάλαμο καύσης. Όταν η πίεση στο θάλαμο αυξάνεται τότε περνούμε και την ανάλογη ένδειξη.

Εκτός από το καπάκι της μηχανής, τέτοιου τύπου αισθητήρες τοποθετούνται και σε πολλά άλλα μέρη της μηχανής όπως ο οχετός καυσαερίων, ο οχετός σαρώσεως, στην έξοδο των καυσαερίων, gas boiler κ. α



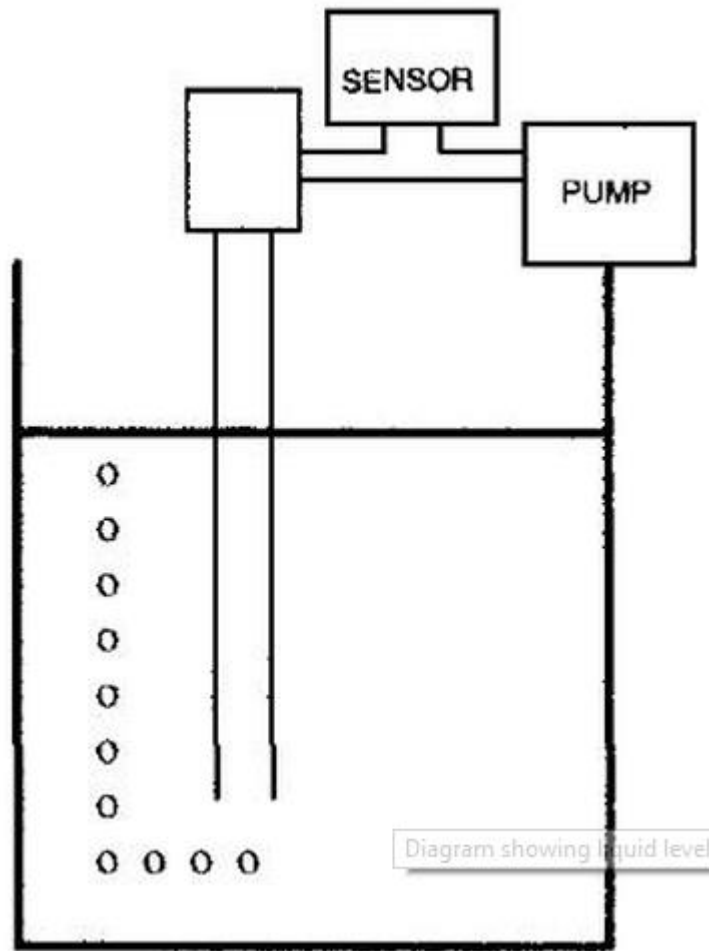
Εικόνα 4.5 Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας σε καπάκι δίχρονης μηχανής



Εικόνα 4.6 Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας σε μηχανή μοτοσυκλέτας

4.7 Μέτρηση της στάθμης δεξαμενών

Η στάθμη των υγρών μπορεί να μετρηθεί τοποθετώντας έναν αισθητήρα πίεσης στη μεριά της κατάθλιψης μιας αεραντλίας η οποία καταθλίβει αέρα σε μια δεξαμενή υγρού. Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.7 η αεραντλία καταθλίβει αέρα του οποίου η πίεση υπολογίζεται από έναν αισθητήρα πίεσης. Στη συνέχεια ο αέρας οδηγείται μέσω σωλήνα στη δεξαμενή. Η πίεση που απαιτείται για να μπορέσει ο αέρας να διεισδύσει στο υγρό της δεξαμενής είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη στάθμη του υγρού. Όσο πιο υψηλή είναι η στάθμη τόσο μεγαλύτερη πίεση θα πρέπει να ασκήσει η αεραντλία.



Εικόνα 4.7 Σύστημα μέτρησης της στάθμης δεξαμενών με φουσαλίδες

Έτσι μετρώντας την πίεση της κατάθλιψης μπορούμε να υπολογίσουμε τη στάθμη του υγρού.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Οι αισθητήρες πίεσης και γενικότερα οι αισθητήρες είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι στη ναυτιλία. Η χρήση τους από τους κατασκευαστές νέων πλοίων γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη με την πάροδο του χρόνου. Η λειτουργία του πλοίου καθώς και ένα τεράστιο μέρος της ασφάλειας του βασίζεται πάνω στους αισθητήρες πίεσης. Θεωρώ πως με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας στο μέλλον θα υπάρξουν αισθητήρες που θα κάνουν την ζωή των εργαζομένων ναυτικών πιο εύκολη και ασφαλέστερη.

Βιβλιογραφία

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>
2. Π.Ν. Παρασκευόπουλος, «Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο –Σόμος Α: Θεωρία», Αθήνα 2001.
3. Singer et al : «A history of Technology vol.2. Oxford University Press, Fair Lawn N.J. 1956
4. Μ. Σφακιωτάκης, «Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου ΙΙ-Διαλέξεις Θεωρίας»
5. Μ. Καβουσιανός «Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου»
6. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop, «Σύγχρονα Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου»
7. Κ. Καλαϊτζάκη, Ε. Κουτρούλη, Ηλεκτρικές μετρήσεις και αισθητήρες: Αρχές λειτουργίας και σχεδιασμός των ηλεκτρονικών συστημάτων μέτρησης, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2010.
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Relief_valve

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Η έννοια του αυτοματισμού.....	6
1.1 Γενικά.....	6
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	7
Κεφάλαιο 2: Αισθητήρες.....	13
2.1 Γενικά.....	13
2.2 Αρχές λειτουργίας αισθητήρων.....	14
2.3 Χαρακτηριστικές έννοιες αισθητήρων.....	15
Κεφάλαιο 3: Αισθητήρες πίεσης.....	20
3.1 Συσκευές μέτρησης της πίεσης.....	20
3.1.1 Μανόμετρα και διατάξεις ζύγισης.....	21
3.1.2 Ελαστικά μηχανικά στοιχεία.....	23
3.2 Βασικοί τύποι μετατροπέων πίεσης ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους.....	25
Κεφάλαιο 4: Χρήση αισθητήρων πίεσης στη ναυτιλία.....	32
4.1 Γενικά.....	32
4.2 Βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης (Pressure relief valve).....	32
4.3 Έλεγχος της πίεσης λαδιού λιπάνσεως στην Κυρία Μηχανή πλοίων.....	33
4.4 Ρύθμιση της πίεσης στο δίκτυο του ατμού.....	34
4.5 Σταθμοί μείωσης της πίεσης.....	35
4.6 Μέτρηση της πίεσης των κυλίνδρων της μηχανής.....	36
4.7 Μέτρηση της στάθμης δεξαμενών.....	36
Επίλογος-Συμπεράσματα.....	38
Βιβλιογραφία.....	39