

Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης



Διπλωματική Εργασία

Ο ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΚΟΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΚΑΙ ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ



Δημοσθένης Σαββάκης

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γεώργιος Ε. Σταυρουλάκης

Χανιά, Ιούλιος 2022

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον καθηγητή μου, κ. Γεώργιο Ε. Σταυρουλάκη ο οποίος επέβλεψε από την αρχή μέχρι το τέλος τη διπλωματική μου εργασία. Επίσης, τον ευχαριστώ για τη σημαντική βοήθεια που μου παρείχε ώστε να την ολοκληρώσω με επιτυχία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον κ. Κωνσταντίνο Μαρακάκη, ο οποίος σε συνεργασία με τον κ. Σταυρουλάκη, ανταποκρίθηκαν άμεσα σε όλες μου τις απορίες. Ήταν σαφείς και κατατοπιστικοί και με καθοδήγησαν σχετικά με τη γενική δομή, αλλά και το περιεχόμενο της εργασίας.

Τέλος, θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια και τους φίλους μου, για όλη τη στήριξη που μου έχουν προσφέρει όλα τα χρόνια της φοιτητικής και καθημερινής μου ζωής. Με βοήθησε ο καθένας με το δικό του διαφορετικό τρόπο, να πετύχω τον κυριότερο στόχο μου, την ολοκλήρωση του κύκλου σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Περίληψη	9
Abstract	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	12
Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ ΓΕΝΙΚΑ	12
2.1 Ο ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ	12
2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	16
ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ	16
3.1 Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ ΩΣ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ	16
3.2 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	23
ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	23
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
4.2 ΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	24
4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	25
4.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	27
4.5 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	48
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ	48
5.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ	48
5.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ	49
5.3 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ	50
5.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	63
ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	63
6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ	63
6.2 Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ	64

6.3 ΕΥΘΥ & ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ	65
6.4 ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥΣ.....	67
6.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	71
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	71
7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	71
7.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	76
7.3 ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	93
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ	93
8.1 ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	93
8.2 ΙΑΤΡΙΚΗ.....	95
8.3 ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	98
8.4 Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ...ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΜΑΧΗΣ	100
8.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	102
8.6 ΆΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	109
ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ	109
9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	109
9.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ...ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	110
Βιβλιογραφία.....	117

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Τάλως, το πρώτο "ρομπότ" στην ιστορία.....	14
Εικόνα 2 Το σύνθετο περιβάλλον της Μηχατρονικής.....	17
Εικόνα 3 Γενικό διάγραμμα μηχανικού συστήματος	18
Εικόνα 4 Αναλυτικό διάγραμμα μηχανικού συστήματος.....	19
Εικόνα 5 Διάφοροι αισθητήρες.....	23
Εικόνα 6 Διάφορα είδη αισθητήρων.....	29
Εικόνα 7 Θερμοζεύγη	31
Εικόνα 8 Θερμίστορες.....	31
Εικόνα 9 Ανιχνευτές Θερμοκρασίας Αντίστασης	32
Εικόνα 10 Ολοκληρωμένο Κύκλωμα LM35	33
Εικόνα 11 Προηγμένη φωτογραφική μηχανή.....	33
Εικόνα 12 Φωτοαντιστάσεις	34
Εικόνα 13 Φωτοδίοδος.....	35
Εικόνα 14 Φωτοτρανζίστορ.....	35
Εικόνα 15 Αρχή λειτουργίας επαγωγικού αισθητήρα.	36
Εικόνα 16 Αισθητήρας ακτίνας Laser	37
Εικόνα 17 Αισθητήρες Υπερήχων.....	38
Εικόνα 18 Ραντάρ	39
Εικόνα 19 Η Λειτουργία του με πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο.....	40
Εικόνα 20 Η Λειτουργία του με ελατήριο	40
Εικόνα 21 Μανόμετρο στήλης υγρού	41
Εικόνα 22 Μανόμετρο αερίου	42
Εικόνα 23 Χωρητικός αισθητήρας.....	42
Εικόνα 24 Επαγωγικοί αισθητήρες	43
Εικόνα 25 Σχηματική αναπαράσταση πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα.....	43
Εικόνα 26 Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας	44
Εικόνα 27 Αισθητήρας πιεζοαντίστασης.....	44
Εικόνα 28 Αναπαράσταση κυψελίδας φορτίου	45
Εικόνα 29 Χωρητικός Αισθητήρας Στάθμης	46
Εικόνα 30 Η διάταξη ενός μικροφώνου	46
Εικόνα 31 Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας ενός μικροφώνου-ακουστικού αισθητήρα.	47
Εικόνα 32 Διάφορα είδη ενεργοποιητών.....	48
Εικόνα 33 Ο κύκλος ενεργοποίησης ενός ενεργοποιητή.....	49
Εικόνα 34 Ηλεκτροκινητήρας και ο τρόπος λειτουργίας του	51
Εικόνα 35 Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος - DC	52
Εικόνα 36 Ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος - AC.....	52
Εικόνα 37 Βηματικός κινητήρας.....	53
Εικόνα 38 Σωληνοειδές	54
Εικόνα 39 Ρελέ ισχύος.....	55
Εικόνα 40 Υδραυλικός Ενεργοποιητής.....	56
Εικόνα 41 Το εσωτερικό ενός υδραυλικού ενεργοποιητή.....	57
Εικόνα 42 Πνευματικός Ενεργοποιητής	57

Εικόνα 43 Τα μέρη ενός πνευματικού ενεργοποιητή	58
Εικόνα 44 Θερμικοί ενεργοποιητές και το εσωτερικό τους.....	59
Εικόνα 45 Μαγνητικός ενεργοποιητής και τα μέρη του.....	60
Εικόνα 46 Μηχανικός ενεργοποιητής (βίδα)	60
Εικόνα 47 Το εσωτερικό ενός μηχανικού ενεργοποιητή	61
Εικόνα 48 Κυλιόμενες σκάλες	61
Εικόνα 49 Πολυμηχάνημα γυμναστικής	62
Εικόνα 50 Υαλοκαθαριστήρες αυτοκινήτου	62
Εικόνα 51 Το ορυκτό "Τουρμαλίνη"	64
Εικόνα 52 Αδέρφια Pierre και Jacques Curie	65
Εικόνα 53 Ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο	66
Εικόνα 54 Αντίστροφο Πιεζοηλεκτρικό Φαινόμενο.....	67
Εικόνα 55 Αναδιάταξη κρυσταλλικού πλέγματος λόγω θέρμανσης του υλικού από ηλεκτρικό πεδίο.....	67
Εικόνα 56 Πιθανές καταστάσεις πιεζοηλεκτρικών υλικών.....	68
Εικόνα 57 Γυροσκόπιο.....	70
Εικόνα 58 Ηλεκτρονικά ντράμς με πιεζοηλεκτρική γεννήτρια	70
Εικόνα 59 Διάφορα πνευματικά συστήματα	71
Εικόνα 60 Ρομπότ.....	72
Εικόνα 61 Πηδάλιο κλίσης.....	72
Εικόνα 62 Ανυψωτικό όχημα	73
Εικόνα 63 Σχεδιάγραμμα αμιγούς πνευματικού συστήματος πεδήσεως	74
Εικόνα 64 Σχεδιάγραμμα υδραυλικού-πνευματικού συστήματος πεδήσεως	74
Εικόνα 65 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα πνευματικών συστημάτων.....	75
Εικόνα 66 Ο ανεμόμυλος του Έρωνα.....	76
Εικόνα 67 Το πείραμα του Otto von Guericke (1654 μ.Χ.)	77
Εικόνα 68 Εμβολοφόρος αεροσυμπιεστής	78
Εικόνα 69 Περιστροφικός αεροσυμπιεστής	78
Εικόνα 70 Αεροσυμπιεστής ροής.....	79
Εικόνα 71 Διάφορα εξαρτήματα αεροσυμπιεστών	80
Εικόνα 72 Γενική μορφή ενός κυλίνδρου.....	80
Εικόνα 73 Πνευματικός κύλινδρος απλής ενέργειας.....	81
Εικόνα 74 Συμβολισμός κυλίνδρου απλής ενέργειας (αριστερά) και με ελατήριο επαναφοράς (δεξιά).....	81
Εικόνα 75 Τομή κυλίνδρου διπλής ενέργειας.....	82
Εικόνα 76 Συμβολισμός κυλίνδρων διπλής ενέργειας.....	83
Εικόνα 77 Ειδικός κύλινδρος.....	83
Εικόνα 78 Πνευματικό Διάγραμμα.....	86
Εικόνα 79 Βαλβίδα Ελέγχου 3/2	86
Εικόνα 80 Βαλβίδα 3/2 ή τρίοδη.....	87
Εικόνα 81 Βαλβίδα 5/2 ή πενταδική	88
Εικόνα 82 Παράδειγμα λειτουργίας βαλβίδας σήματος	89
Εικόνα 83 Βαλβίδες ελέγχου πίεσης	89
Εικόνα 84 Συμβολισμοί Βαλβίδων 1	91

Εικόνα 85 Συμβολισμοί Βαλβίδων 2	92
Εικόνα 86 EMILY, το ρομπότ ναυαγοσώστης	94
Εικόνα 87 Navibot, η σκούπα ρομπότ.....	95
Εικόνα 88 Τοποθέτηση αισθητήρα στον εγκέφαλο.....	96
Εικόνα 89 Τεχνητή καρδιά.....	97
Εικόνα 90 Αερόσακος για τους πεζούς	99
Εικόνα 91 Νυχτερινή όραση στο αυτοκίνητο.....	99
Εικόνα 92 "Εξυπνο" στρατιωτικό κράνος.....	100
Εικόνα 93 Άρμα μάχης Merkava Mark 4 Barak.....	101
Εικόνα 94 Τσουνάμι ,Ινδικός ωκεανός,2004.....	103
Εικόνα 95 Καθαρισμός ωκεανών	104
Εικόνα 96 Αυτόματη προσγείωση αεροπλάνου	105
Εικόνα 97 Φωτοτυπικό μηχάνημα	106
Εικόνα 98 "Εξυπνη" μπάλα ποδοσφαίρου.....	106
Εικόνα 99 "Εξυπνο" σπίτι	108
Εικόνα 100 "Εξυπνες" κάλτσες.....	108
Εικόνα 101 Ασύρματο δίκτυο 6G	111
Εικόνα 102 Διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή	111
Εικόνα 103 Συναισθηματική Τεχνητή Νοημοσύνη	112
Εικόνα 104 Αθανασία.....	112
Εικόνα 105 Βιονικός άνθρωπος	113
Εικόνα 106 eVTOL.....	114
Εικόνα 107 Πλήρως αυτόνομο αυτοκίνητο.....	115
Εικόνα 108 Ολόγραμμα ανθρώπου	115
Εικόνα 109 Αποχέτευση χωρίς υπονόμους.....	115
Εικόνα 110 Μετασύμπαν	116

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία, μας εισάγει στον σύνθετο "κόσμο" της μηχανικής δίνοντάς μας πληροφορίες για το τί είναι η μηχανική, ποιο είναι το αντικείμενό της, από τι αποτελείται αλλά και που τη συναντάμε στην καθημερινότητά μας.

Αρχικά, θα μιλήσουμε γενικά για το επιστημονικό πεδίο της μηχανικής. Ειδικότερα θα αναφέρουμε τον ορισμό της, το πώς ξεκίνησε, τα βασικά χαρακτηριστικά της αλλά και της αναγκαιότητα της χρήσης της.

Έπειτα, θα παρουσιαστούν τα αισθητήρια και οι ενεργοποιητές με τους ορισμούς τους αλλά και με διάφορες εφαρμογές τους. Θα αναφερθούν τα χαρακτηριστικά τους αλλά και όλα τα είδη τους με τη χρήση παραδειγμάτων.

Αναφορά θα γίνει και για το ευθύ αλλά και για το αντίστροφο φαινόμενο του πιεζοηλεκτρισμού με τις λειτουργίες και τις εφαρμογές του.

Στη συνέχεια, θα γίνει μία ιστορική αναδρομή για τα πνευματικά συστήματα, και θα αναφερθούν τα βασικά στοιχεία των πνευματικών συστημάτων αλλά και τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα τους.

Τέλος, θα παρουσιαστούν διάφορα παραδείγματα και εφαρμογές της Μηχανικής στο παρόν καθώς και μεθόδους με τις οποίες θα μπορούσαμε να την "εκμεταλλευτούμε" ώστε να διευκολύνει τη ζωή μας στο μέλλον.

Abstract

This project, introduces us to the complex "world" of Mechatronics, giving us information on what Mechatronics is, what it is about, what it is made of, and where we encounter it in our daily lives.

First of all, we will talk generally about the scientific field of mechatronics. In particular, we will mention its definition, how it all started, its basic characteristics and the necessity of its usage.

Then, the sensors and actuators will be presented with their definitions but also with their various applications. Their main characteristics will be attributed and their various types will be recorded with the use of examples.

Reference will also be made to the direct and inverse phenomenon of piezoelectricity with its functions and applications.

Then, we will make a historical review of pneumatic systems, and the basic elements of pneumatic systems will be mentioned as well as their advantages-disadvantages.

Finally, various examples and applications of Mechatronics in the present will be presented as well as ways in which we could "harness" it to make our lives easier in the future

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που μας οδήγησαν στην ανάπτυξη μια νέας σημαντικής τεχνολογίας, της **Μηχατρονικής**. Αρχικά, ένας λόγος είναι η εξέλιξη που παρατηρείται στις σύγχρονες βιομηχανίες και στα τεχνολογικά συστήματα αλλά και η σύνθεση ανάμεσα στις διάφορες τεχνολογίες. Σημαντικό ρόλο έπαιξε και η συνεχής εξάρτηση της καθημερινότητας του ανθρώπου από την πληροφορική, καθώς και η συμβολή των τεχνολογιών αυτών, στην ανάπτυξη της κοινωνίας και της οικονομίας διεθνώς. Τα σύγχρονα τεχνολογικά συστήματα αποκαλούνται 'ευέλικτα' και 'έξυπνα'.

Χαρακτηρίζονται 'ευέλικτα' λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που έχουν και γι' αυτό βρίσκουν πάρα πολλές εφαρμογές, σχεδόν σε όλους τους τομείς της ζωής μας.

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει παρατηρηθεί, όπως αναφέραμε νωρίτερα, πρωτόγνωρη ανάπτυξη στον τομέα των τεχνολογιών. Αυτό οφείλεται κυρίως στις ευκολίες που μας παρέχουν. Σε αυτό το σημείο, ενσωματώνεται ο σημαντικός ρόλος του τομέα της πληροφορικής. Ουσιαστικά η πληροφορική κατάφερε με μεγάλη επιτυχία να συνδυάσει τους διάφορους τομείς τεχνολογίας, όπως για παράδειγμα να συνδυάσει ηλεκτρονικά, υδραυλικά και ηλεκτρικά μέρη.

Η τεχνολογία καλείται λοιπόν να ανταποκριθεί στις ανάγκες και τις συνεχείς απαιτήσεις της σημερινής οικονομίας και κοινωνίας. Θα πρέπει να γίνει ακόμα πιο αξιόπιστη κάνοντας καλύτερες τις προδιαγραφές και αυξάνοντας τη ποιότητα αλλά και τη ποσότητα των παραγόμενων αγαθών και υπηρεσιών. Ταυτόχρονα όμως, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στη μείωση του λειτουργικού κόστους των επενδύσεων. Μαζί με όλα τα παραπάνω, σημαντικό είναι να παρέχεται αυξημένη ασφάλεια στο χρήστη και στο περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ ΓΕΝΙΚΑ



2.1 Ο ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ

Ο όρος Μηχατρονική (**Μηχατρονική=Μηχανολογία + Ηλεκτρονική**) ή μηχανοτρονική, είναι μία σύγχρονη ορολογία που δηλώνει το συνδυασμό των τριών διαφορετικών επιστημών. Αυτές είναι, η Μηχανολογία, η Ηλεκτρονική - Ηλεκτρολογία και η Πληροφορική. Αυτό, έχει σαν νούμερο ένα σκοπό, τη δημιουργία βιομηχανικών και τεχνολογικών συστημάτων που να κάνουν την παραγωγή και γενικότερα την καθημερινότητά μας σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο πιο απλή.

Οι ορισμοί που έχουν αποδοθεί στον όρο "Μηχατρονική" είναι πολλοί ανάλογα με την περιοχή ενδιαφέροντος και την χρονική περίοδο. Μερικοί από τους ορισμούς αυτούς αναφέρονται παρακάτω:

- *"Η συνεργική ολοκλήρωση της μηχανολογίας με την ηλεκτρονική και τον ευφυή υπολογιστή ελέγχου στον σχεδιασμό και την κατασκευή των προϊόντων και διαδικασιών."*(UNESCO)
- *"Οι συσκευές και διατάξεις που συνδυάζουν μηχανικά και ηλεκτρονικά μέρη"*

(Yasukawa, 1969)

- *"Η τεχνολογία που συνδυάζει μηχανικά και ηλεκτρονικά μέρη με πληροφορική για να επιτύχει λειτουργική και χωροταξική ολοκλήρωση σε διατάξεις, εξαρτήματα, προϊόντα και συστήματα"*(Buur, 1990)
- *"Η εφαρμογή σύνθετων μεθόδων λήψης αποφάσεων στη λειτουργία φυσικών συστημάτων"*(Auslander, 1995)
- *"Η συνεργιστική σύνθεση κατασκευών ακριβείας με τα ηλεκτρονικά και η προσέγγιση των συστημάτων για το σχεδιασμό προϊόντων και βιομηχανικών διεργασιών"* (IRDAC-EU, 1997)

2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λέξη "ρομπότ" συνδέεται άμεσα με τη μηχανική, διότι χωρίς την πρόοδο του επιστημονικού αυτού πεδίου δε θα υπήρχαν και τα ρομπότ που γνωρίζουμε όλοι σήμερα. Το πρώτο ρομπότ που εμφανίστηκε στην ιστορία, θεωρείται ο Τάλως της μινωικής Κρήτης (3000π.Χ-1100 π.Χ.), ο οποίος ήταν μυθικός χάλκινος γίγαντας, όπου ήταν σχεδιασμένος να προστατεύει την μινωική Κρήτη από κάθε επίδοξο εισβολέα. Συμβολίζει την εξέλιξη που υπήρχε την περίοδο των μινωικών χρόνων στον τομέα της μεταλλουργίας.

Ο Τάλως(εικόνα 1), αν και δημιούργημα της φαντασίας του ανθρώπου τόσες χιλιάδες χρόνια πριν, είναι ένα παράδειγμα εφαρμογής της μηχανικής. Στις επόμενες παραγράφους θα μελετήσουμε το πώς η έννοια της λέξης "μηχανική", με το πέρασμα του χρόνου, μετατράπηκε από μια απλή ιδέα, σε έναν όρο που τελικά άλλαξε τον κόσμο που μέχρι τότε γνωρίζαμε, για πάντα.



Εικόνα 1 Τάλως, το πρώτο "ρομπότ" στην ιστορία

Το πρώτο έργο που γνωρίζουμε της τεχνολογίας της μηχανικής, το παρουσίασαν οι σπουδαίοι μηχανικοί Norbert Wiener και Morthy το 1948. Αυτό, αποτελούνταν από μηχανήματα τα οποία είχαν σα σκοπό να ελέγχουν, ήταν δηλαδή αριθμητικά μηχανήματα ελέγχου, όπου είχαν αναπτυχθεί 2 χρόνια νωρίτερα, δηλαδή το 1946, από τον George DevoI. Τα μηχανήματα αυτά, ονομάστηκαν χειριστές και τηλεχειριστές και έψαχναν ένα τρόπο ώστε να επιταχυνθούν γενικά οι διαδικασίες. Αργότερα, το 1958, έκαναν την εμφάνισή τους τα πρώτα μηχανολογικά έργα που συνδυάζονταν με την ηλεκτρική ενέργεια, που αναδυόταν εκείνη τη περίοδο.

Τα έργα της μηχανικής παρουσίασαν μεγάλη ανάπτυξη τη δεκαετία του 1960, και τελικά ο Ιάπωνας μηχανικός Tetsuro Mori, επινόησε τον όρο "Μηχαντρονική" το 1969.

Ο Tetsuro Mori, δούλεψε σε μια Ιαπωνική εταιρεία την Yaskawa Electric Corporation, διάσημη για την κατασκευή μηχανολογικού εξοπλισμού. Εκείνη την εποχή, η Yaskawa χρησιμοποιούσε ορισμένα ηλεκτρονικά χαρακτηριστικά για την κατασκευή μηχανολογικού εξοπλισμού. Ο Μόρι ήθελε να εισαγάγει έναν τεχνικό όρο για αυτή τη νέα τεχνολογία, έτσι συνδύασε τις δύο τεχνικές λέξεις «μηχανική» και «ηλεκτρονική» και δημιούργησε τη νέα λέξη «Μηχαντρονική».

Το 1970, ο Yaskawa έκανε αίτηση για να κάνει αυτή τη λέξη εμπορικό σήμα και απέκτησε τα δικαιώματα το 1973. Όμως, εκείνη την εποχή, αυτός ο όρος δεν κέρδισε μεγάλη δημοτικότητα. Την περίοδο αυτή, η μηχαντρονική βρήκε εφαρμογή κυρίως στη

σερβοτεχνολογία, που τη συναντάμε στις πόρτες που ανοιγοκλείνουν αυτόματα, στην πλέον αυτόματη εστίαση που πραγματοποιούν οι φακοί των φωτογραφικών μηχανών, στα αυτόματα μηχανήματα πώλησης κ.α. Έπειτα, το 1982 η λέξη "μηχατρονική", ξεκίνησε να εμφανίζεται παντού καθώς χρησιμοποιούνταν ελεύθερα. Στα χρόνια που ακολούθησαν, η μηχατρονική χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό στη τεχνολογία των πληροφοριακών συστημάτων, με τελικό αποτέλεσμα τη βελτίωση των επιδόσεων των μηχανικών συστημάτων με την ενσωμάτωση μικροεπεξεργαστών σε αυτά.

Επίσης, από τη δεκαετία του 1990, η μηχατρονική ξεκίνησε να ασχολείται και με τη βιοϊατρική, (π.χ τηλεχειρουργική, τεχνητή καρδιά κ.α.), αλλά και με τη τεχνολογία των επικοινωνιών(ενσύρματων και ασυρμάτων), με σκοπό να συνδυάσει προϊόντα σε πολύ μεγάλα δίκτυα. Η εξέλιξη αυτή, μας έδωσε τη δυνατότητα να χειριζόμαστε και να ελέγχουμε ρομποτικά συστήματα και οχήματα εξ' αποστάσεως.

Και φτάνουμε στο σήμερα όπου έχει καταγράψει τεράστια πρόοδο στην ανάπτυξη αισθητήρων και ενεργοποιητών, ρομποτικών συστημάτων και γενικά τη συναντάμε παντού, όπως στο σπίτι μας (π.χ θερμοστάτης), στο αυτοκίνητό μας(π.χ. αισθητήρας θέσης) αλλά και στον χώρο εργασίας μας(π.χ. ανελκυστήρας).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ

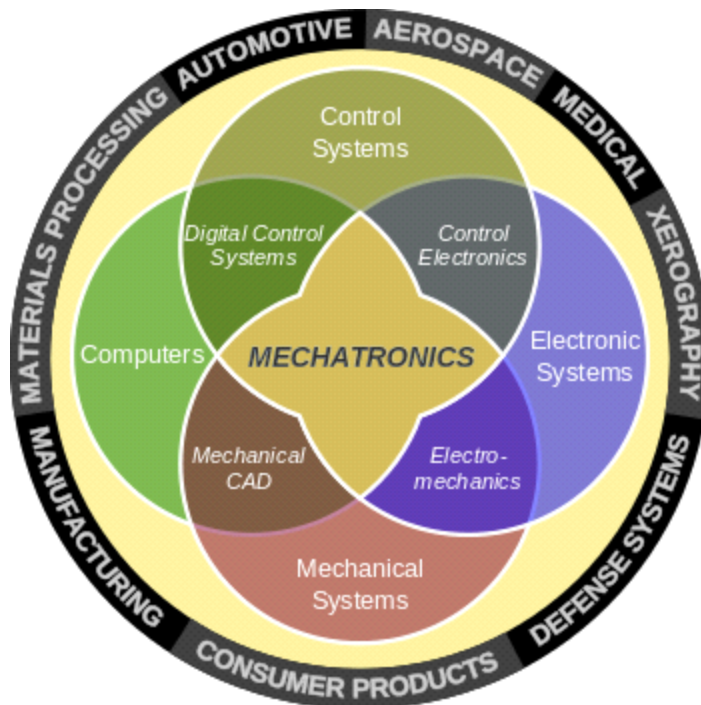
3.1 Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ ΩΣ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, η Μηχατρονική (**ΜΗΧΑ**νολογία+ηλεκ**ΤΡΟΝΙΚΗ**) ή στην Αγγλική γλώσσα Mechatronics (**MECHA**nics+elec**ΤΡΟΝICS**), είναι η σύνθεση δύο Ελληνικών λέξεων. Είναι μία σχετικά νέα τεχνολογία που συνδυάζει ένα μέρος των επιστημονικών πεδίων της Μηχανικής, της Ηλεκτρονικής και της Πληροφορικής με σκοπό την μελέτη και ανάπτυξη μηχανικών, ρομποτικών και των συστημάτων παραγωγής με αποτέλεσμα τη σχεδίαση και παραγωγή προηγμένων βιομηχανικών προϊόντων ή διαδικασιών.

Πλέον, μπορούμε να πούμε ότι η Μηχατρονική εκτός από τα επιστημονικά πεδία που αναφέρθηκαν παραπάνω, συνδυάζει και πολλούς άλλους τομείς που χρησιμοποιούνται στα σημερινά πολυσύνθετα συστήματα όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Στην ίδια εικόνα, στον εξωτερικό κύκλο, αναγράφονται και διάφορες εφαρμογές της μηχανικής όπως στη βιομηχανία αυτοκινήτων, σε αμυντικά συστήματα, αεροναυπηγική κ.α.

Αναλυτικότερα, η το επιστημονικό πεδίο της μηχανικής αποτελείται κυρίως από:

- Συστήματα ελέγχου.
- Ηλεκτρονικά συστήματα.
- Μηχανολογικά συστήματα.
- Υπολογιστές.

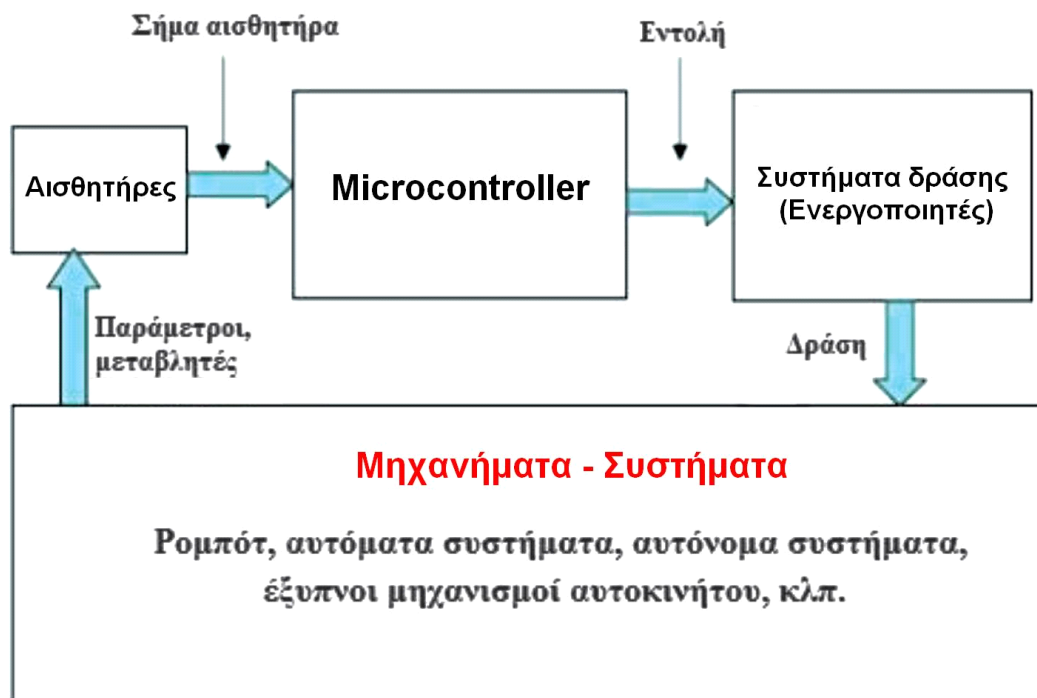


Εικόνα 2 Το σύνθετο περιβάλλον της Μηχατρονικής

Αρχικά, για να περιγραφεί αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ των επιστημονικών πεδίων, είχαν γίνει προτάσεις για πολλούς διαφορετικούς όρους. Σήμερα, χρησιμοποιείται περισσότερο απ' όλους, αυτός της "Μηχατρονικής", επειδή έχουμε να κάνουμε με ένα δυναμικό σύστημα μέσα στο οποίο συνεργάζονται πλήρως το πεδίο της μηχανολογίας με την ηλεκτρονική, με τη βοήθεια των υπολογιστών που ελέγχουν.

Ένα μηχαντρονικό σύστημα, είναι ουσιαστικά ένα σύστημα, το οποίο επεξεργάζεται ψηφιακά κάποιο σήμα και το μεταφέρει σε ένα τελικό σημείο, δημιουργώντας κινήσεις ή ενέργειες. Πρόκειται λοιπόν, για ένα ολοκληρωμένο σύστημα με μικροεπεξεργαστές-μικροελεγκτές, αισθητήρες αλλά και συστήματα δράσης.

Το γενικό διάγραμμα ενός μηχαντρονικού συστήματος, παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα 3, όπου δείχνει από τι αποτελείται.



Εικόνα 3 Γενικό διάγραμμα ενός μηχαντρονικού συστήματος

Παρακάτω, στην εικόνα 4 παρουσιάζεται ένα πιο σύνθετο, ε σχέση με το προηγούμενο, διάγραμμα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε, στους αισθητήρες όπως τα σόναρ, τα επιταχυνσιόμετρα, τα θερμόμετρα κ.α, γίνεται αντιληπτή μια εξωτερική ποσότητα (θερμοκρασία, θερμότητα, ήχος κ.α.). Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η επεξεργασία της ποσότητας αυτής, σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή με ενίσχυση ή όχι ενώ ταυτόχρονα γίνεται η εκτίμηση των διάφορων παραμέτρων. Σαν έξοδο, παράγεται για τους ενεργοποιητές ένα σήμα, οι οποίοι με τη σειρά τους, ενεργοποιούν ένα μηχανολογικό σύστημα. Συνήθως, ένας αισθητήρας μετρά την μεταβολή που προκλήθηκε από το σύστημα στο περιβάλλον και στέλνει ξανά για επεξεργασία τα νέα δεδομένα που προέκυψαν.



Εικόνα 4 Αναλυτικό διάγραμμα ενός μηχανικού συστήματος

Συμπερασματικά, η μηχανική είναι ένα πολυσύνθετο επιστημονικό πεδίο ή αλλιώς ένα "κράμα" τεχνολογιών που για να το προσεγγίσει κανείς θεωρείται απαραίτητο να κατέχει γνώσεις από διάφορους τεχνολογικούς κλάδους ξεκινώντας από την κατανόηση των τομέων της ηλεκτροτεχνίας και των ηλεκτρονικών συστημάτων και σε δεύτερη φάση την κατανόηση των ηλεκτρικών μηχανών, ηλεκτρονικών μετρήσεων, ηλεκτρονικών ισχύος, ψηφιακών συστημάτων, αισθητηρίων κλπ.

Απαραίτητο είναι να αναφερθεί και η χρησιμότητα των διαστροφμάτων (Interfaces) τα οποία εξασφαλίζουν τη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών και μεταξύ των υποσυστημάτων, τα οποία υποσυστήματα δημιουργούνται από τη σύνδεση των διαστροφμάτων και των διαφόρων οργάνων δράσης της μηχανικής.

3.2 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ

Στις παραπάνω παραγράφους, γίνεται λόγος για τον ορισμό της Μηχατρονικής, από που και πώς ξεκίνησε αλλά και για τον τρόπο που λειτουργεί. Είναι όμως ικανή να κάνει πιο εύκολη και ποιοτικότερη τη καθημερινή ζωή του ανθρώπου; Μπορεί να προστατέψει την χλωρίδα και την πανίδα του πλανήτη μας; Είναι αναγκαία για να διαφυλάξουμε ένα καλύτερο μέλλον για την ανθρωπότητα; Η απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα είναι "Ναι" και στη συνέχεια θα αναφερθούν τα **πλεονεκτήματα** χρησιμοποίησης της μηχανικής.

- **Μεγαλύτερη ακρίβεια.**

Η ταχύτητα, το ποσοστό ροής, ο χρόνος, η δύναμη που ασκείται και άλλες μεταβλητές, μπορούν να ελέγχονται μέσω ενός μικροελεγκτή, με μεγάλη ακρίβεια.

- **Φιλικότητα στο χρήστη.**

Είναι πιο εύκολο για ένα άτομο να ικανοποιήσει μία ανάγκη του σε σχέση με παλαιότερα. Πλέον για να ικανοποιήσει την ανάγκη του για ζεστασιά, δε χρησιμοποιεί μόνο τζάκι και σόμπα αλλά ενδοδαπέδια θέρμανση, κλιματιστικό κ.α. κάτι που του γλιτώνει χρόνο και κόπο.

- **Χαμηλότερο κόστος.**

Σε πολλές εφαρμογές, ένα μηχανικό σύστημα, έχει χαμηλότερο κόστος από ένα αντίστοιχο μηχανικό σύστημα, εξαιτίας της μεγαλύτερης ακρίβειας και του χρόνου εκτέλεσης μίας λειτουργίας κ.α.

- **Περισσότερα χαρακτηριστικά και δυνατότητες.**

Ένα μηχανικό σύστημα, με τη χρήση ενός μικροελεγκτή, προσφέρει περισσότερα χαρακτηριστικά και λειτουργικότητα στο κύκλωμα σε σχέση με ένα αντίστοιχο μηχανικό σύστημα που συνήθως έχει μία μόνο λειτουργία (π.χ. Στα μοντέρνα αυτοκίνητα, ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να δει στην έξυπνη οθόνη τη θερμοκρασία, εάν όλες οι πόρτες είναι κλειστές, την πίεση των ελαστικών κλπ.

- **Μεγαλύτερη ευελιξία στην εφαρμογή.**

- **Φιλικότερα προς το περιβάλλον.**

Ένα μηχανικό σύστημα είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον απ' ό,τι ένα μηχανικό, διότι χρησιμοποιεί τεχνολογία όπου μειώνονται οι ρύποι που παράγουν τα εργοστάσια, τα αυτοκίνητα κ.α.

- **Περισσότερη ασφάλεια.**

Όταν ένα σύστημα το κάνουμε 'έξυπνο', το κάνουμε αυτόματα και πιο ασφαλές. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας μπορεί να μας προειδοποιήσει τότε θα υπερθερμανθεί ένα σύστημα ώστε να το θέσουμε εκτός λειτουργίας.

- **Μεγαλύτερη αξιοπιστία.**

Τα μηχανικά συστήματα είναι πιο αξιόπιστα από τα αντίστοιχα μηχανικά διότι δε φθείρονται εύκολα λόγω της συνεχούς χρήσης τους και άρα θα λειτουργούν σωστά και με ακρίβεια για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

- **Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.**

Τα μηχανικά συστήματα, με τη βοήθεια μικροελεγκτών και αισθητήριων μπορούν να φέρουν εις πέρας μία εργασία που τους έχει ανατεθεί πολύ πιο εύκολα και γρήγορα σχετικά με άλλα συστήματα.

- **Μικρότερος όγκος.**

Η προσθήκη ενός μικροελεγκτή στο σύστημα, βοηθάει στο να μειωθεί ο όγκος του, διότι ο μικροελεγκτής αυτός μπορεί να εκτελεί την ίδια λειτουργία (με την ίδια αποτελεσματικότητα) που εκτελούσε μία μεγαλύτερο σε όγκο διάταξη του συστήματος.

- **Καλύτερη απόδοση.**

Στα μηχανικά συστήματα, πολλά μέρη τους μπορούν να παραμένουν εκτός λειτουργίας όταν δεν χρησιμοποιούνται το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ώστε να μη σπαταλούν ενέργεια είτε ένας μικροελεγκτής να κάνει καλύτερη χρήση της διαθέσιμης ενέργειας.

- **Προσαρμοστικός σχεδιασμός - επαναπρογραμματισμός.**

Σε μία εταιρεία, συχνά οι προδιαγραφές ενός προϊόντος είναι δυνατό να αλλάξουν

πριν την ολοκλήρωση της σχεδιάσής του. Για ένα μηχανικό σύστημα αυτό θα αποτελούσε πρόβλημα ενώ για ένα ηλεκτρονικό όχι, αφού οποιαδήποτε παράμετρος γίνεται να αλλάξει εύκολα και γρήγορα χωρίς να πρέπει να σχεδιαστεί από την αρχή το προϊόν αυτό. Αυτό πραγματοποιείται με μία μόνο αλλαγή στο λογισμικό. Ο προσαρμοστικός σχεδιασμός-επαναπρογραμματισμός θεωρείται και το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των ηλεκτρονικών συστημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ



Εικόνα 5 Διάφοροι αισθητήρες.

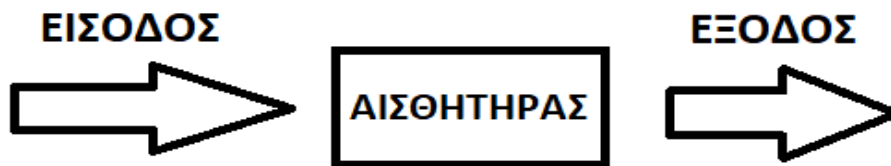
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία των αισθητήρων για τον άνθρωπο είναι πολύ σημαντική, διότι ήρθε σε επαφή με αυτούς από τη μέρα που δημιουργήθηκε. Οι πρώτοι αισθητήρες που εμφανίστηκαν, ήταν τα όργανα των έμβιων όντων. (Π.χ. Το αυτί ενός ανθρώπου ή ζώου, είναι και αυτός ένας αισθητήρας που ανιχνεύει τον ήχο). Με την πάροδο του χρόνου, ο άνθρωπος συνειδητοποίησε ότι για να επιλύσει καθημερινά πρακτικά προβλήματα, έπρεπε να χρησιμοποιήσει διάφορα όργανα μέτρησης. Οι αισθητήρες, στη σημερινή εποχή βρίσκουν εφαρμογή σε καθημερινά αντικείμενα, όπως στα κινητά αφής και τα κλιματιστικά, αλλά υπάρχουν πάρα πολλές ακόμη χρήσεις τους. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τη συνεχή πρόοδο των επιστημών, οι χρήσεις και οι εφαρμογές των αισθητήρων συνεχώς αυξάνονται. Γενικά, εφαρμογές τους συναντάμε στις αυτοκινητοβιομηχανίες, στην αεροναυπηγική, την ιατρική, τη βιομηχανία, τη ρομποτική και σε άλλους πολλούς τομείς.

Τέλος, οι αισθητήρες είναι το βασικό υποσύστημα της Μηχατρονικής, που φέρνει σε επαφή τον μικροελεγκτή με το φυσικό περιβάλλον. Στην παρούσα ενότητα, θα ορίσουμε τι είναι οι αισθητήρες, θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά της λειτουργίας τους και θα αναπτυχθούν όλα τα είδη τους με τη βοήθεια παραδειγμάτων.

4.2 ΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Οι **Αισθητήρες**, είναι συσκευές οι οποίες έχουν σα κύριο σκοπό να μετρούν μια φυσική ποσότητα, να αποκτούν χρήσιμες πληροφορίες και στη συνέχεια να τις στέλνουν μέσω σημάτων σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που είναι συμβατές με τις ηλεκτρονικές αυτές συσκευές. Ουσιαστικά, οι σύγχρονοι αισθητήρες θεωρούνται συσκευές οι οποίες δέχονται αρχικά ένα ερέθισμα και "απαντούν" σε αυτό με ένα ηλεκτρικό σήμα.



Γενικό διάγραμμα ενός αισθητήρα

Οι περισσότεροι αισθητήρες έχουν σαν **είσοδο**, φυσικά μεγέθη (κατά κανόνα αναλογικό σήμα) και σαν **έξοδο** μια επίσης αναλογική ηλεκτρική τάση, η οποία στα ψηφιακά συστήματα μετατρέπεται τελικά σε ψηφιακό σήμα μέσω ενός μετατροπέα. Υπάρχουν βέβαια και ψηφιακοί αισθητήρες των οποίων η έξοδος είναι ψηφιακό σήμα που μπορεί να επεξεργαστεί αμέσως.

4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων είναι πολλά, μερικά σημαντικότερα από τα άλλα. Κατά τη σχεδίαση ή την επιλογή ενός αισθητήρα, ο μηχανικός είναι σημαντικό να γνωρίζει τα βασικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα που θέλει να χρησιμοποιήσει. Επίσης, θα πρέπει να λάβει υπόψη του τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, την υγρασία, τις δονήσεις ακόμα και τη συχνότητα της πηγής τροφοδοσίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται και επεξηγούνται τα χαρακτηριστικά αυτά, τα οποία είναι κοινά για όλα τα είδη των αισθητήρων.

- **Εύρος τιμών εισόδου:** Η κατώτατη και ανώτατη τιμή του μετρούμενου φυσικού μεγέθους, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας.
- **Εύρος τιμών εξόδου:** Ορίζει τις τιμές που μπορεί να πάρει το ρεύμα εξόδου ή η τάση του αισθητήρα.
- **Ακρίβεια:** Η εγγύτητα της τιμής εισόδου προς τη τιμή εξόδου.
- **Μέγεθος:** Οι διαστάσεις του αισθητήρα.
- **Βάρος:** Το βάρος του αισθητήρα.
- **Σχήμα:** Το σχήμα του αισθητήρα, καθορίζεται από το χώρο που θα τοποθετηθεί.
- **Κόστος:** Το συνολικό κόστος για την παραγωγή και τοποθέτηση του αισθητήρα.
- **Σφάλμα:** Η διαφορά που παρουσιάζεται μεταξύ της μετρούμενης και της πραγματικής τιμής.
- **Ανοχή:** Η μέγιστη τιμή σφάλματος, που είναι αποδεκτό να δημιουργήσει ο αισθητήρας.
- **Διακριτική ικανότητα:** Η ελάχιστη αλλαγή στην τιμή εισόδου που μπορεί να ανιχνευθεί από τον αισθητήρα.
- **Ευαισθησία:** Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς τη αλλαγή εισόδου. Είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.

- **Βαθμονόμηση**: Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε διάφορες μονάδες.
- **Νεκρή ζώνη**: Η μέγιστη αλλαγή της τιμής εισόδου που δεν επηρεάζει την τιμή στην έξοδο.
- **Θόρυβος**: Όλοι οι αισθητήρες παράγουν κάποιο θόρυβο. Το φάσμα του θορύβου όμως, είναι διαφορετικό σε κάθε αισθητήρα. (Ο θόρυβος είναι αριθμητικές τιμές οι οποίες προσθαφαιρούνται στα δεδομένα).
- **Γραμμικότητα**: Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει ευθεία ως προς την είσοδο του αισθητήρα.
- **Απόκριση**: Ο χρόνος που χρειάζεται για τη λήψη της τιμής εξόδου.
- **Καθυστέρηση**: Η καθυστέρηση που δημιουργείται στην αλλαγή της εξόδου σε σχέση με την είσοδο.
- **Ευστάθεια**: Ο βαθμός μεταβολής της τιμής εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς να αλλάζουν οι συνθήκες και η τιμή της εισόδου.
- **Συντελεστής κορεσμού**: Το σημείο στο οποίο ο αισθητήρας παρουσιάζει στην έξοδό του κατάσταση κορεσμού.
- **Υστέρηση**: Η διαφορά που παρουσιάζεται κατά την έξοδο όταν αντιστραφεί η κατεύθυνση της μεταβολής εισόδου.
- **Διέγερση**: Η σταθερή ένταση ρεύματος που είναι απαραίτητη, για να λειτουργήσει ένας αισθητήρας.
- **Επαναληψιμότητα**: Το αποτέλεσμα παραμένει ίδιο, εφαρμόζοντας την ίδια είσοδο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.
- **Ολίσθηση**: Η αλλαγή των χαρακτηριστικών ενός αισθητήρα με τη πάροδο του χρόνου και τις αλλαγές του περιβάλλοντος.
- **Στατικό σφάλμα**: Το σφάλμα παραμένει σταθερό σε όλο το εύρος λειτουργίας του αισθητήρα.
- **Χρόνος προθέρμανσης**: Ο χρόνος που απαιτείται για τη σωστή λειτουργία ενός αισθητήρα.
- **Χρόνος λειτουργίας**: Ο χρόνος που εκτιμάται να λειτουργεί ένας αισθητήρας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του.

4.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι αισθητήρες ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα τα κριτήρια που πληρούν. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι ένας αισθητήρας μπορεί να ανήκει σε πολλές κατηγορίες ταυτόχρονα. Παρακάτω παρουσιάζονται οι κατηγορίες αυτές με παραδείγματα.

1) Αναλογικοί ή Διακριτοί

- **Αναλογικοί:** Για παράδειγμα, αναλογικοί αισθητήρες είναι το θερμοστοιχείο, οι μετρητές τάσης κ.α.
- **Διακριτοί:** Οι διακριτοί αισθητήρες, χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες:
 - α) **Δυαδικοί (ON/OFF)** (π.χ. Οριακός διακόπτης, φωτοηλεκτρικός διακόπτης).
 - β) **Ψηφιακοί** (π.χ. μετρητής παλμών).

2) Παθητικοί ή Ενεργοί

Οι αισθητήρες, ανάλογα με το εάν χρησιμοποιούν ή όχι κάποια βοηθητική πηγή ενέργειας, διαχωρίζονται σε αυτές τις δύο κατηγορίες.

- **Παθητικοί:** Στους αισθητήρες αυτούς, δε παρέχεται ενέργεια από μία άλλη εξωτερική ηλεκτρική πηγή. Αντίθετα, παράγουν μόνοι τους το σήμα εξόδου μέσω της μετατροπής της μηχανικής, θερμικής ή φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική.
- **Ενεργοί:** Αντίθετα, στα ενεργά αισθητήρια, είναι απαραίτητη η κατανάλωση ενέργειας από κάποια εξωτερική πηγή, για τη παραγωγή του ίδιου σήματος εξόδου.

3) Επαφής ή Μη Επαφής

Εάν υπάρχει πραγματική επαφή ή όχι του αισθητήρα με το μέγεθος που μετράει.

- **Επαφής:** Οι αισθητήρες επαφής είναι αυτοί, που πραγματικά εφάπτονται με το μετρούμενο μέγεθος.

- **Μη επαφής:** Τα αισθητήρια μη επαφής, δεν εφάπτονται πραγματικά με το μέγεθος που μετρούν. Παραδείγματα τέτοιων αισθητήρων είναι οι οπτικοί, οι ηλεκτρομαγνητικοί κ.α. Το βασικό πλεονέκτημα αυτών των αισθητήρων, είναι ότι με το να μην έρχονται σε επαφή με το μετρούμενο μέγεθος, δεν δημιουργούνται και τριβές ανάμεσά τους.

4) Απόλυτοι ή Σχετικοί

Η κλίμακα που αναφέρεται ο αισθητήρας με τις μετρήσεις του.

- **Απόλυτος:** Το σήμα του αισθητήρα αναφέρεται σε μία απόλυτη φυσική κλίμακα, που δεν εξαρτάται από τις συνθήκες μέτρησης.
- **Σχετικός:** Αυτός που το σήμα του, αναφέρεται σε μία ειδική κλίμακα τιμών, όπως το μανόμετρο το οποίο είναι όργανο μέτρησης της πίεσης ρευστών.

5) Ένα άλλο κριτήριο σύμφωνα με το οποίο χωρίζονται σε κατηγορίες, αφορά τις φυσικές ποσότητες που μπορούν να αντιληφθούν οι αισθητήρες. Μερικές από τις κατηγορίες αυτές είναι οι παρακάτω:

- **Μηχανικοί** (π.χ. αισθητήρας θέσης, ταχύτητας, μετατόπισης, επιτάχυνσης, απόστασης, πίεσης κ.α.)
- **Ρευστών** (π.χ. αισθητήρας πυκνότητας, μάζας ρευστών, παροχής κ.α.)
- **Ηλεκτρικοί** (π.χ. αισθητήρας ηλεκτρικής τάσης, ηλεκτρικού ρεύματος, αντίστασης, ηλεκτρικού πεδίου, χωρητικότητας κ.α.)
- **Θερμικοί** (π.χ. αισθητήρας θερμοκρασίας, ακτινοβολίας, θερμότητας κ.α.)
- **Οπτικοί** (π.χ. αισθητήρας ανάκλασης, διάχυσης, πόλωσης, φάσματος κ.α.)
- **Ακουστικοί** (π.χ. αισθητήρας έντασης ήχου, συχνότητας ήχου κ.α.)
- **Χημικοί** (π.χ. αισθητήρας οξύτητας, οξειδοαναγωγής, ιόντων κ.α.)

Καθώς και πολλές άλλες.

6) Τέλος, οι αισθητήρες ανάλογα με το μέγεθος που μπορούν να μετρήσουν, χωρίζονται τους παρακάτω.

- Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας
 - Αισθητήρας πίεσης
 - Αισθητήρας ταχύτητας
 - Αισθητήρας ακτινοβολίας
 - Αισθητήρας ηλεκτρικού ρεύματος
- Καθώς και πολλά ακόμη.



Περιβάλλοντος



Χώρου / Απόστασης



Δύναμης



Κίνησης



Ήχου / Φωνής



Αναγνώρισης



Χρώματος / Φωτός



Βιομετρικοί



Ρεύματος



Υπερύθρων



Υγρών / Στάθμης



Αφής



Αερίων



Πίεσης



Μαγνητικού Πεδίου

Εικόνα Διάφορα είδη αισθητήρων

4.5 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Ο αριθμός των διαφορετικών αισθητηρίων που έχουν κατασκευαστεί από τον άνθρωπο είναι τεράστιος. Στη καθημερινότητά μας, χρησιμοποιούμε πληθώρα αισθητήρων, πολλούς από τους οποίους δε γνωρίζουμε καν ότι υπάρχουν και ότι τους θέτουμε σε λειτουργία όταν εκτελούμε μία απλή εργασία (π.χ. κινητό τηλέφωνο, αυτοκίνητο κ.α).

Παρακάτω, θα μελετήσουμε συνοπτικά μερικούς αισθητήρες, διαφορετικών ειδών καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους.

- **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**



Η Θερμοκρασία, είναι πολύ σημαντικό να μετράται με ακρίβεια, διότι είναι μια από τις φυσικές παραμέτρους που επηρεάζουν τη καθημερινή ζωή του ανθρώπου σε διάφορους τομείς. Οι αισθητήρες αυτοί, καταγράφουν τη θερμοκρασία, συνήθως μέσω μίας αντίστασης που είναι ευαίσθητη στην αλλαγή της θερμοκρασίας. Οι αισθητήρες αυτοί, είναι ουσιαστικά απλά θερμόμετρα.

1) Θερμοζεύγη



Εικόνα 6 Θερμοζεύγη

Τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη ή θερμοζεύγη, είναι αναλογικές συσκευές μέτρησης θερμοκρασίας με βάση το θερμοηλεκτρικό φαινόμενο με υψηλή ακρίβεια και πολύ χαμηλό κόστος. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, αποτελούνται από δύο σύρματα διαφορετικών μετάλλων που ενώνονται σε δύο σημεία. Όταν λοιπόν, έρθουν σε επαφή τα δύο αυτά μέταλλα, αναπτύσσεται μεταξύ τους μια διαφορά δυναμικού. Η τάση αυτή, εξαρτάται κυρίως από την θερμοκρασία T , αλλά και το είδος των μετάλλων.

Τα πιο συνηθισμένα είδη θερμοζευγών είναι τα θερμοζεύγη Σιδήρου ή Τύπου J, Χαλκού ή Τύπου T και Νικελίου ή Τύπου K.

2) Θερμίστορς



Εικόνα 7 Θερμίστορς

Τα θερμίστορς (thermistor=**thermal**+**resistor**), είναι αναλογικές συσκευές μέτρησης της θερμοκρασίας με βάση την αλλαγή στην ηλεκτρική αντίσταση ενός ημιαγωγίμου υλικού καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία. Είναι αντιστάσεις οι οποίες είναι κατασκευασμένες από οξείδια του σιδήρου, όπως το χρώμιο, ο σίδηρος, το νικέλιο και άλλα. Η αντίστασή των θερμίστορ μεταβάλλεται εύκολα με την αλλαγή της θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας όμως με τη χρήση αυτών, δεν έχουν την ακρίβεια των άλλων μεθόδων, διότι τα θερμίστορ έχουν υψηλά όρια ανοχής. Το βασικό πλεονέκτημά τους από τη άλλη, είναι ότι η ισχυρή μεταβολή της αντίστασης, δίνει τη δυνατότητα στα θερμίστορς να λειτουργούν ως διακόπτες ή περιοριστές του ρεύματος. Τα θερμίστορ είναι δύο αντίθετων θεμελιωδών τύπων, NTC και PTC και είναι πολύ οικονομικά σε σχέση με άλλα μέσα μέτρησης της θερμοκρασίας.

3)Ανιχνευτές Θερμοκρασίας Αντίστασης ή RTDs (Resistance Temperature Detector)



Εικόνα 8 Ανιχνευτές Θερμοκρασίας Αντίστασης

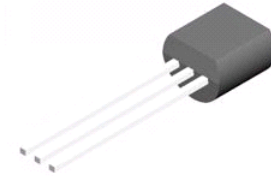
Είναι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Τα RTDs αποτελούνται από ένα λεπτό σύρμα τυλιγμένο γύρω από έναν κεραμικό ή γυάλινο πυρήνα, αλλά χρησιμοποιούνται και άλλες κατασκευές. Το σύρμα είναι ένα καθαρό υλικό, συνήθως πλατίνα, νικέλιο ή χαλκός. Το υλικό έχει μια ακριβή σχέση αντίστασης / θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται για να παρέχει ένδειξη θερμοκρασίας.

4) Ολοκληρωμένο Κύκλωμα LM35

Το Ολοκληρωμένο Κύκλωμα LM35

Το κύκλωμα LM35 μετρά θερμοκρασίες μεταξύ -55 και $+150$ °C και αποδίδει έξοδο περίπου 10.0 mV ανά βαθμό Κελσίου.

Είναι γραμμικό αισθητήριο.



Εικόνα 9 Ολοκληρωμένο Κύκλωμα LM35

Το κύκλωμα αυτό, είναι ένας πολύ διαδεδομένος αισθητήρας μέτρησης της θερμοκρασίας. Λειτουργεί αποτελεσματικά, λόγω της επαφής p-n. Συγκεκριμένα, ένωση p-n ή επαφή p-n, δημιουργείται στην επιφάνεια επαφής ενός ημιαγωγού-p με έναν ημιαγωγό-n. Όταν σε αυτή την επαφή p-n υπάρχει ανάστροφη πόλωση, τότε το ανάστροφο ρεύμα κόρου είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας της.

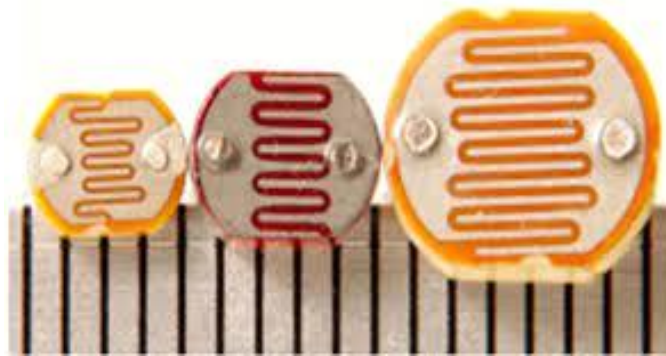
- ΟΠΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ



Εικόνα 10 Προηγμένη φωτογραφική μηχανή

Γενικά, οι οπτικοί αισθητήρες, μετρούν τις μεταβολές στο φως. Για να γίνει αυτό, μετράται η μεταβολή που προκαλείται από την αλλαγή του μεγέθους του φωτός στον αισθητήρα, π.χ ένταση του φωτός. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν οι τρόποι λειτουργίας των φωτοαντιστάσεων, των φωτοδιόδων αλλά και των φωτοτρανζίστορ.

1)Φωτοαντιστάσεις ήLDRs (Light Dependent Resistors)



Εικόνα 11 Φωτοαντιστάσεις

Αρχικά, στις φωτοαντιστάσεις, η μεταβολή που παρουσιάζεται στο φως, μεταβάλλει το ίδιο την τιμή της αντίστασης στο υλικό που υπάρχει στον αισθητήρα. Όπως είναι γνωστό, η μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος εντός ενός υλικού, είναι δυνατή λόγω των ελεύθερων ηλεκτρονίων που μπορούν να κινηθούν μέσα σε αυτό το υλικό. Ονομάζονται επίσης “ηλεκτρόνια αγωγιμότητας”. Συγκεκριμένα, όσο περισσότερα είναι τα ηλεκτρόνια αυτά σε ένα υλικό, τόσο μικρότερη αντίσταση στη ροή του ρεύματος εμφανίζει, λόγω της αυξημένης αγωγιμότητας.

Όταν προσπίπτει φως σε ένα φωτοαγώγιμο υλικό, αυξάνεται ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων του, επειδή τα φωτόνια που προσπίπτουν στην επιφάνεια του υλικού, καθιστούν τα δεσμευμένα ηλεκτρόνια σε ελεύθερα. Έτσι, η αντίσταση του φωτοαγώγιμου υλικού μειώνεται.

2) Φωτοдиодοι και φωτοτρανζίστορ



Εικόνα 12 Φωτοδιόδος



Εικόνα 13 Φωτοτρανζίστορ

Οι φωτοδιόδους και τα φωτοτρανζίστορ, αποτελούν τα βασικά είδη φωτοβολταϊκών ανιχνευτών. Τα φωτοτρανζίστορ έχουν ίδια αρχή λειτουργίας με τις φωτοδιόδους. Η μόνη διαφορά τους είναι ότι ενισχύουν το ρεύμα που δημιουργείται. Ο όρος φωτοδιόδος, περιλαμβάνει συχνά μέχρι και τις και τις ηλιακές μπαταρίες.

Η **φωτοδιόδος**, αποτελείται από μία απλή επαφή θετικών και αρνητικών φορτίων. Η μία της περιοχή είναι καλυμμένη με ηλεκτρόνια, όπου έχουμε αρνητικό φορτίο και στην άλλη περιοχή υπάρχουν πολλά "κενά" στο χώρο, έχουμε δηλαδή απουσία ηλεκτρονίων. Έτσι επιτυγχάνεται η ελεύθερη ροή του ρεύματος προς τη μία κατεύθυνση, ενώ αποκόβεται προς την άλλη κατεύθυνση.

Για να γίνει πιο κατανοητό, θα χρησιμοποιήσουμε τη βασική αρχή ότι τα αντίθετα έλκονται και τα ομώνυμα απωθούνται. Συγκεκριμένα, εάν στο αρνητικό άκρο της εφαρμόσουμε θετική τάση, τότε θα περάσει από μέσα της ένα ρεύμα με φορά προς την άλλη επαφή. Από την άλλη, εάν εφαρμόσουμε μία αρνητική τάση, δε θα λειτουργήσει η φωτοδιόδος, επειδή δεν θα αφήσει να περάσει το ρεύμα από μέσα της λόγω του αρνητικού φορτίου.

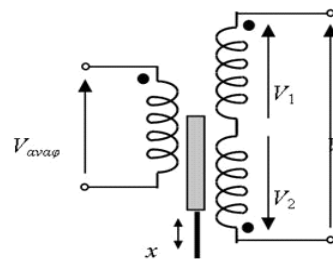
- **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΗΣ**

Οι επαγωγικοί και οι χωρητικοί αισθητήρες, είναι οι πιο σύγχρονες και διαδεδομένες μέθοδοι μέτρησης της μετατόπισης και της θέσης. Παρακάτω θα του δούμε αναλυτικά:

1) Επαγωγικοί Αισθητήρες Μετατόπισης

Η διάταξη LVDT

Η διάταξη αυτή ονομάζεται γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής (*linear variable differential transformer, LVDT*) και παράγεται ως εμπορικό προϊόν για τη μέτρηση θέσεων και γραμμικών μετατοπίσεων.



Εικόνα 14 Αρχή λειτουργίας επαγωγικού αισθητήρα.

Οι επαγωγικοί αισθητήρες μετατόπισης, στηρίζονται σε έναν μετασχηματιστή. Ο πυρήνας σιδήρου του μετασχηματιστή αυτού, συνδέεται στο αντικείμενο που θέλουμε να εξετάσουμε και όταν μετατοπίζεται το αντικείμενο, μετατοπίζεται ταυτόχρονα και ο πυρήνας.

2) Χωρητικοί αισθητήρες μετατόπισης

Αυτοί οι αισθητήρες μετατόπισης, λειτουργούν μέσω της μεταβολή της χωρητικότητας C ενός επίπεδου πυκνωτή.

- **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ**

Για να μετρήσουμε τις κινήσεις ενός αντικειμένου, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αισθητήρες ακτίνας laser, ραδιοκυμάτων και υπερήχων (radar). Συγκεκριμένα με αυτές τις τεχνικές, από μία συσκευή εκπέμπεται προς το κινούμενο αντικείμενο ένα κύμα (π.χ. ραδιοκύμα), το οποίο ανακλάται από το αντικείμενο αυτό. Τελικά, ένα τμήμα του κύματος, με μήκος ελάχιστα διαφορετικό από το αρχικό (φαινόμενο Doppler), επιστρέφει προς τη συσκευή εκπομπής. Με τη μέτρηση αυτής της διαφοράς στο μήκος κύματος μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα του αντικειμένου.

1) Αναζήτηση Ακτίνας Laser



Εικόνα 15 Αισθητήρας ακτίνας Laser

Αυτές οι συσκευές, έχουν πολύ καλή ανάλυση, αλλά το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό. Μερικές από αυτές έχουν τη δυνατότητα να κάνουν 3D σάρωση, δηλαδή και στις 3 διαστάσεις του χώρου. Οι αισθητήρες laser βρίσκουν πλέον καθημερινά εφαρμογή στις περισσότερες βιομηχανικές διατάξεις και χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές, όπου το μέγεθος του αντικειμένου που θέλουμε να ανιχνεύουμε είναι πολύ μικρό ή όταν αυτό βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση.

2) Αισθητήρες Υπερήχων



Εικόνα 16 Αισθητήρες Υπερήχων

Στους συγκεκριμένους αισθητήρες, η λειτουργία τους είναι απλή. Συγκεκριμένα, εκπέμπεται ένα υπερηχητικό κύμα από ένα σημείο στο χώρο προς μία επιφάνεια. Έπειτα, ανακλάται στην επιφάνεια αυτή και επιστρέφει τελικά το ανακλώμενο κύμα στο σημείο όπου γίνεται η λήψη του. Το κύμα αυτό, εκπέμπεται σε μορφή παλμών και γίνεται μέτρηση του χρονικού διαστήματος μεταξύ εκπομπής και λήψης του.

Ο αισθητήρας υπερήχων είναι πολύ διαδεδομένος και χρησιμοποιείται στα κινούμενα ρομποτικά μέρη, κυρίως επειδή είναι οικονομικά, εύχρηστα και τοποθετούνται εύκολα σε μία διάταξη. Από την άλλη, είναι ευαίσθητος σε αλλαγές στις συνθήκες του αέρα και υπάρχουν ανακρίβειες με την επιστροφή του ανακλώμενου κύματος ήχου, όταν ο στόχος δεν έχει καθαρή ή λεία επιφάνεια.

3) Ραντάρ



Εικόνα 17 Ραντάρ

Τα ραντάρ, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί αισθητήρες κίνησης, κυρίως για μετρήσεις κινήσεων σε μεγάλες αποστάσεις. Λειτουργούν σε πολύ υψηλές συχνότητες (5-24 GHz) και μπορούν να μετρήσουν κινήσεις αποτελεσματικά ακόμα και σε δυσμενείς συνθήκες, όπως για παράδειγμα μέσα από καπνό, βροχή, σκόνη, ακόμα και ομίχλη. Το βασικό μειονέκτημά τους είναι το πολύ υψηλό κόστος και ο τεράστιος όγκος που έχουν οι μεγάλες συσκευές λήψης και ανάλυσης του σήματος τους.

Υπάρχουν βέβαια και ραντάρ, τα οποία είναι μικρά, με χαμηλή ισχύ και είναι ικανά να ανιχνεύσουν κίνηση μέχρι και στα 6 μέτρα

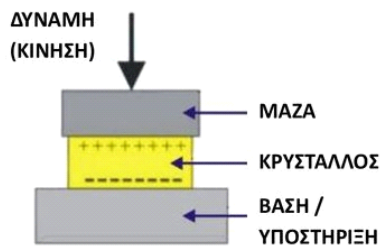
- **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ**

Η λειτουργία των αισθητηρίων αυτών βασίζεται στη μέτρηση της δύναμης της αδρανείας που εφαρμόζεται σε μια μάζα. Έτσι, αυτό μπορεί να μας δείξει αν πραγματοποιείται μια αύξηση ή μια μείωση της ταχύτητας. Τα όργανα που μετράμε την επιτάχυνση ονομάζονται **επιταχυνσιόμετρα**, ενώ στα αγγλικά είναι γνωστά ως Accelerometers και G -Sensors. Τα επιταχυνσιόμετρα είναι αναλογικές συσκευές, που δεν ανιχνεύουν μονάχα επιταχύνσεις αλλά και δονήσεις, κρούσεις. Όπως προαναφέραμε, διαθέτουν μία μάζα m , η οποία λόγω της αδράνειας που εμφανίζει, τείνει να κινηθεί αντίθετα από την κατεύθυνση της επιτάχυνσης. Αυτή η μάζα είναι γνωστή και ως “σεισμική μάζα”.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι για να αξιοποιήσουμε το φαινόμενο αυτό και να παραχθεί ένα ανάλογο ηλεκτρική σήμα εξόδου. Στον πρώτο, η σεισμική μάζα πιέζει έναν πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο και στον δεύτερο, επιμηκύνει ένα ελατήριο.

1) Λειτουργία με πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο

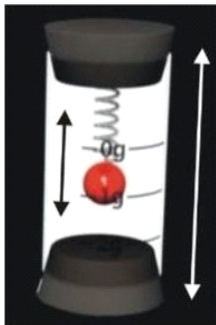
Πιεζοηλεκτρισμό ονομάζουμε την ιδιότητα ορισμένων υλικών να **παράγουν ηλεκτρική τάση** όταν δέχονται **μηχανική πίεση** ή **ταλάντωση**.



Κινήσεις από τον αισθητήρα εξαναγκάζουν την αδρανή μάζα να ασκήσει πίεση στον κρύσταλλο, ο οποίος και αλλάζει τη δομή του. Έτσι, χάρη στις πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες του κρυστάλλου, παράγεται ηλεκτρική τάση η οποία είναι ανάλογη της πίεσης που ασκήθηκε στον κρύσταλλο. Η πίεση αυτή, με τη σειρά της, είναι και αυτή ανάλογη της επιτάχυνσης που δέχτηκε ο αισθητήρας.

Εικόνα 18 Λειτουργία με πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο

2) Λειτουργία με ελατήριο



ΕΝΑΣ ΚΕΝΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΜΕ ΜΙΑ ΣΦΑΙΡΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ

Η σφαίρα κρέμεται από ένα ελατήριο και μπορεί να κινηθεί πάνω ή κάτω μέσα στον κύλινδρο. Εάν μετακινήσετε τον κύλινδρο πάνω ή κάτω, ασκείτε μία δύναμη η οποία εκτοπίζει τη σφαίρα. Η απόσταση της μετατόπισης είναι ανάλογη της δύναμης που ασκήθηκε, η οποία με τη σειρά της, είναι ανάλογη με την επιτάχυνση του κυλίνδρου.

Εικόνα 19 Λειτουργία με ελατήριο

- **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΥΣ**

Η πίεση μετράει τη δύναμη ή τη μηχανική τάση, που ασκείται από έναν εξωτερικό παράγοντα στην εξωτερική επιφάνεια ενός σώματος. Από την άλλη, με τον όρο “βάρος” εννοούμε τη σταθερή προς τα κάτω δύναμη, που ασκεί η Γη σε ένα σώμα. Όταν ένα σώμα οποίο εφάπτεται με έναν αισθητήρα πίεσης, ο αισθητήρας αυτός έχει την δυνατότητα να μετρά τη δύναμη που δέχεται το σώμα από ένα εξωτερικό αίτιο ή από την ίδια τη Γη. Η μέτρηση επηρεάζεται από τη σχετική θέση του σώματος αλλά και τον αισθητήρα.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι η μέτρηση του βάρους ανάγεται στη μέτρηση της πίεσης και γι αυτό, για τη μέτρηση της πίεσης και του βάρους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε με κοινούς αισθητήρες.

Τα βασικότερα είδη αισθητήρων πίεσης-βάρους είναι τα παρακάτω:

1) Μανόμετρα υγρού και αερίου.



Εικόνα 20 Μανόμετρο στήλης υγρού



Εικόνα 21 Μανόμετρο αερίου

Ένα μανόμετρο μετρά τη διαφορά στην πίεση αέρα ή υγρού, συγκρίνοντάς το με μια εξωτερική πηγή, συνήθως ένα δείγμα της ατμόσφαιρας της Γης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μανομέτρων. Τα πιο κοινά μανόμετρα έχουν σχήμα U και έχουν διασυνδεδεμένους σωλήνες. Χρησιμοποιούνται σε μετεωρολογικές μελέτες, αναλύσεις αερίων και έρευνα της ατμόσφαιρας άλλων πλανητών. Είναι συνήθως κατασκευασμένα από γυαλί ή πλαστικό και διακρίνονται σε αναλογικά και ψηφιακά μανόμετρα.

2) Χωρητικοί και επαγωγικοί αισθητήρες



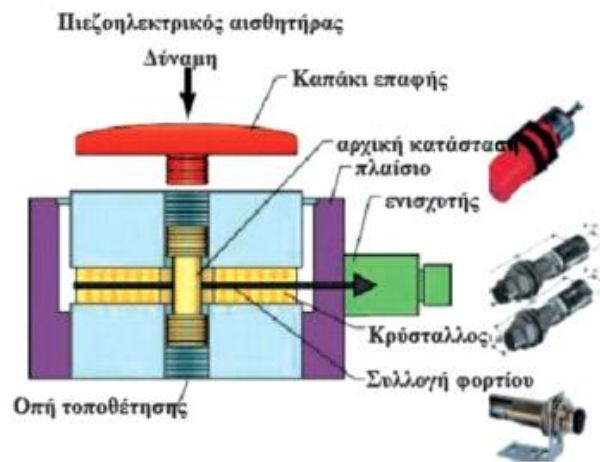
Εικόνα 22 Χωρητικός αισθητήρας



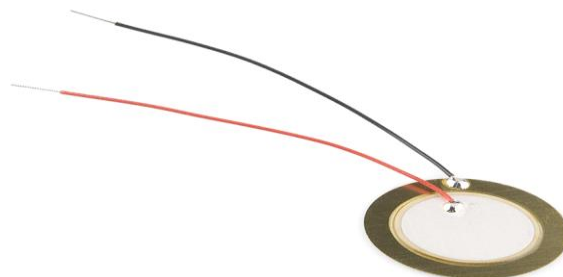
Εικόνα 23 Επαγωγικοί αισθητήρες

Η λειτουργία των αισθητήρων αυτών, στηρίζεται στο διαχωρισμό ενός κλειστού χώρου σε δύο ημιχώρους, μέσω ενός ελαστικού διαφράγματος. Όταν στην πίεση που θέλουμε να μετρήσουμε βρίσκεται ο ένας ημιχώρος και ταυτόχρονα ο άλλος σε μία συγκεκριμένη πίεση αναφοράς (π.χ. ατμοσφαιρική πίεση), τότε το διάφραγμα μετατοπίζεται προς μία κατεύθυνση. Η μετατόπιση που περιγράψαμε είναι δυνατό να αλλοιώσει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός πυκνωτή και συνεπώς να αλλάξει τη χωρητικότητά του και τελικά την ηλεκτρεγερτική δύναμη που παρουσιάζουν στα άκρα τους.

3) Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης.



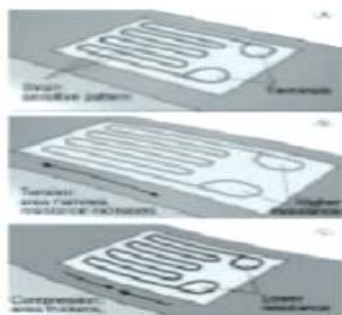
Εικόνα 24 Σχηματική αναπαράσταση πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα



Εικόνα 25 Πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας

Όταν συμπιέζεται ή εφελκύεται ένας κρύσταλλος, μετατοπίζονται οι θέσεις των θετικών και αρνητικών φορτίων του, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται στα άκρα του διαφορά δυναμικού ή αλλιώς ηλεκτρική τάση. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως “πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο”, (piezoelectric effect) και ισχύει για όλα τα κρυσταλλικά υλικά.

4) Αισθητήρες πιεζοαντίστασης.



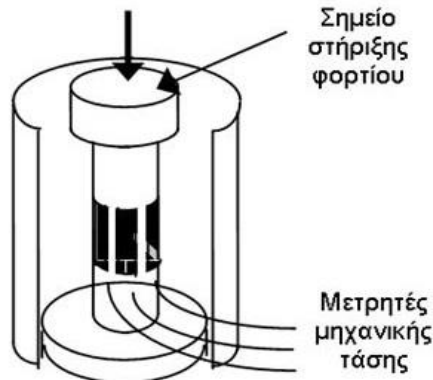
Η παραμόρφωση του μεταλλικού φύλλου, προκαλεί μεταβολές στην ηλεκτρική αντίσταση.



Εικόνα 26 Αισθητήρας πιεζοαντίστασης

Οι αισθητήρες πιεζοαντίστασης, μετρούν το πόσο μεταβάλλεται η τιμή της αντίστασης ενός μεταλλικού σύρματος, όταν σε αυτό ασκηθεί πίεση κατά μήκος τους.

5) Κυψελίδες φορτίου.



Εικόνα 27 Αναπαράσταση κυψελίδας φορτίου

Οι κυψελίδες φορτίου (load cells), είναι μικρές συσκευές που περιέχουν μετρητές μηχανικής τάσης για να προσδιορίσουν τη τιμή μιας μάζας ή δύναμης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται τέσσερις μετρητές, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στο σημείο στήριξης φορτίου, όπου φαίνεται στην παραπάνω εικόνα και εκεί δέχονται τη δύναμη.

Όταν το στοιχείο στο σημείο στήριξης φορτίου, βρίσκεται υπό μηχανική τάση, αμέσως προκαλείται μικρή μεταβολή στην αντίσταση του κάθε ένα εκ των τεσσάρων μετρητών.

- **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΟΓΚΟΥ**

1) Χωρητικοί Αισθητήρες Στάθμης

Η μέτρηση της στάθμης αποτελεί μία πολύ σημαντική διαδικασία ελέγχου και βρίσκει εφαρμογή σε πολλές βιομηχανίες. Οι αισθητήρες στάθμης αποτελούνται από έναν πυκνωτή κυλινδρικού σχήματος, όπου στο κενό μεταξύ των οπλισμών του υπάρχει απουσία διηλεκτρικού και έτσι γεμίζει με υγρό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η χωρητικότητά του.



Εικόνα 28 Χωρητικός Αισθητήρας Στάθμης

- **ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ**

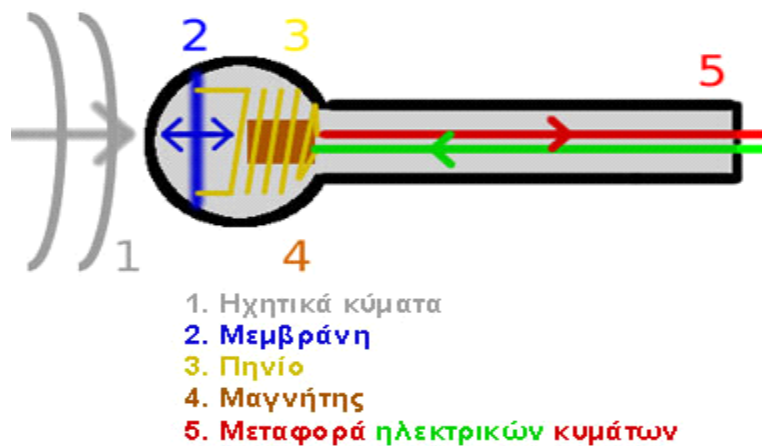


Εικόνα 29 Η διάταξη ενός μικροφώνου

Ο ήχος, είναι άλλο ένα χαρακτηριστικό του ανθρώπου όπου μπορούμε να τον ανιχνεύσουμε και να πραγματοποιήσουμε μετρήσεις. Το **μικρόφωνο**, είναι ο πιο γνωστός σε όλους μας ακουστικός αισθητήρας και είναι χαμηλού κόστους. Πώς λειτουργεί όμως ένα μικρόφωνο;

Καταρχάς, όταν μιλάμε μπροστά από ένα μικρόφωνο, τα ηχητικά κύματα κινούνται προς μία λεπτή μεμβράνη και την πάλλουν. Πίσω αλλά και πάνω σε αυτή τη μεμβράνη, είναι ένα πηνίο συνδεδεμένο. Στο πηνίο, υπάρχει ένας ανεξάρτητος και σταθερός μαγνήτης, ο οποίος δημιουργεί μαγνητικό πεδίο γύρω του. Έτσι, καθώς πάλλεται η μεμβράνη, πάλλει με τη σειρά του το πηνίο στο μαγνητικό πεδίο που έχει δημιουργηθεί από τον μαγνήτη με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ηλεκτρικά κύματα.

Αυτά τα κύματα μέσω ενός καλωδίου, τελικά οδηγούνται στη συσκευή που έχουμε συνδέσει το μικρόφωνο. Συγκεκριμένα, τα ηλεκτρικά αυτά κύματα είναι ουσιαστικά η φωνή μας. Βέβαια, αυτά τα κύματα είναι πολύ ασθενή, γι' αυτό και η συσκευή όπου συνδέουμε το μικρόφωνο έχει έναν ενισχυτή ο οποίος τα ενισχύει. Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας ενός μικροφώνου.



Εικόνα 30 Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας ενός μικροφώνου-ακουστικού αισθητήρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ



Εικόνα 31 Διάφορα είδη ενεργοποιητών

5.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ενεργοποιητές (actuators), ονομάζονται τα στοιχεία μιας μηχανής, μέσω των οποίων είναι δυνατή η μετακίνηση και ο έλεγχος ενός μηχανισμού ή συστήματος, όπως για παράδειγμα να λειτουργήσει μια βαλβίδα, ένα αμορτισέρ ή ένας διακόπτης. Ουσιαστικά, οι ενεργοποιητές είναι στην πραγματικότητα "κινητήρες".

Για να λειτουργήσουν οι "κινητήρες" αυτοί, χρειάζονται ένα σήμα ελέγχου και μια πηγή ενέργειας. Το σήμα ελέγχου είναι μικρής κλίμακας ενέργεια και μπορεί να είναι πνευματική ή υδραυλική πίεση, ηλεκτρικό ρεύμα ή ηλεκτρική τάση ακόμα και ανθρώπινη ισχύς. Γενικά, όταν ένα σήμα ελέγχου σταλεί στον ενεργοποιητή, αυτός ανταποκρίνεται με τη σειρά του, με την μετατροπή της ενέργειας του σήματος σε μηχανική κίνηση.

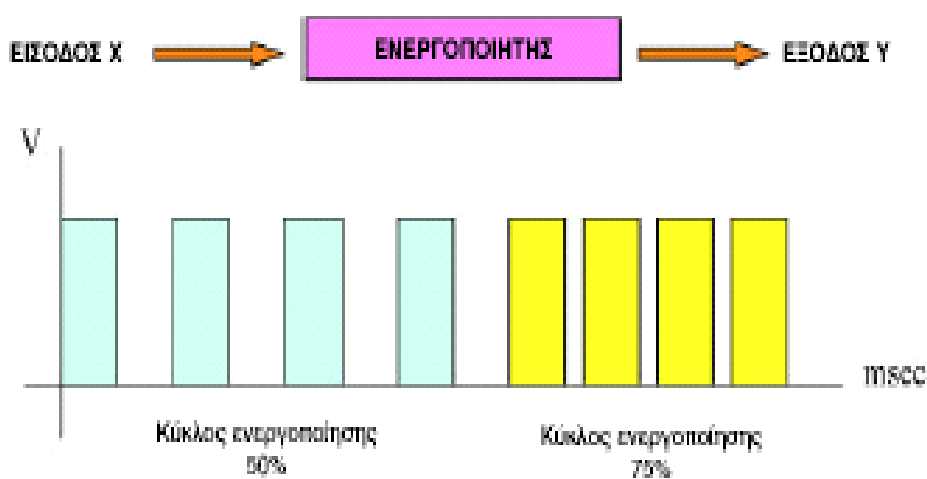
Σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι ένας ενεργοποιητής είναι ταυτόχρονα και μετατροπέας, διότι έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει έναν τύπο φυσικής ποσότητας σε κάποια εναλλακτική μορφή (π.χ. ηλεκτρικό ρεύμα σε περιστροφική ταχύτητα ηλεκτρικού κινητήρα).

5.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ

Στο εμπόριο είναι διαθέσιμοι πολλοί και διάφοροι ενεργοποιητές με διαφορετικές ιδιότητες και δυνατότητες. Για την επιλογή του κατάλληλου ενεργοποιητή για μία συγκεκριμένη λειτουργία, θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας τις μηχανικές απαιτήσεις της ελεγχόμενης συσκευής, τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου, αλλά και να είναι κατάλληλο για το εργασιακό περιβάλλον που θα λειτουργήσει, κυρίως για λόγους ασφαλείας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ενεργοποιητών που μας βοηθούν για την επιλογή αυτή είναι τα εξής:

- Η καμπύλη ρύθμισης
- Η ευαισθησία
- Η διαφορά φάσης
- Η ακρίβεια
- Η επαναληψιμότητα
- Ο κύκλος ενεργοποίησης



Εικόνα 32 Ο κύκλος ενεργοποίησης ενός ενεργοποιητή

5.3 ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ

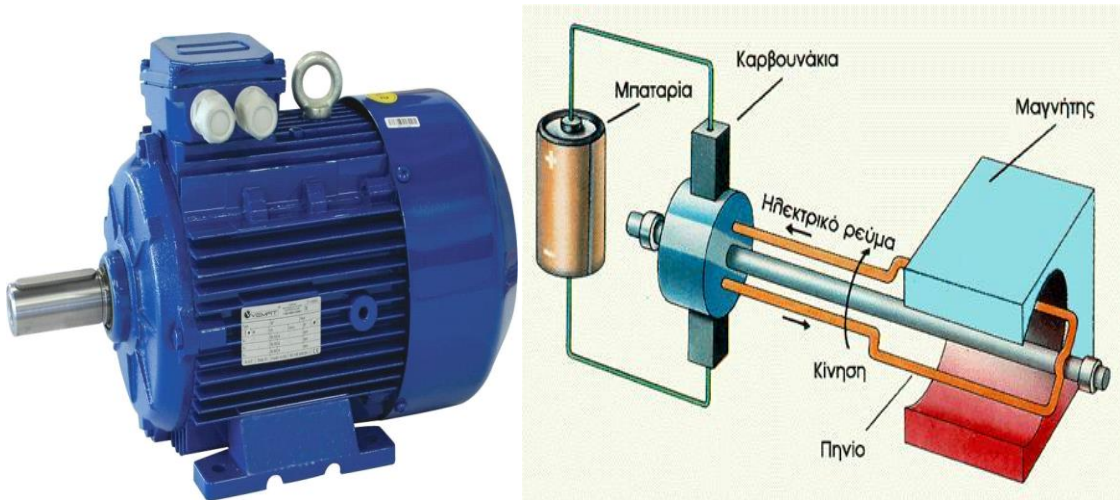
Οι ενεργοποιητές ποικίλουν, ανάλογα τις δυνατότητές τους, τον τρόπο λειτουργίας τους, τη μορφή τους, τα χαρακτηριστικά τους κ.α. Παρακάτω αναγράφονται τα διάφορα είδη των ενεργοποιητών, καθώς και πληροφορίες για το κάθε ένα από αυτά.

1) ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ένας ηλεκτρικός ενεργοποιητής τροφοδοτείται από έναν κινητήρα που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ροπή. Η ηλεκτρική αυτή ενέργεια ενεργοποιεί διάφορους μηχανισμούς όπως είναι οι βαλβίδες πολλαπλών στροφών. Επίσης, σημαντική είναι η τοποθέτηση ενός φρένου πάνω από τον κινητήρα για να αποτρέψει το άνοιγμα της βαλβίδας. Διαφορετικά, ο ενεργοποιητής θα αποκαλύψει την ανοιχτή βαλβίδα και θα την περιστρέψει στην κλειστή θέση, κάτι που μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή του κινητήρα και του ενεργοποιητή. Η μορφή αυτή ενεργοποιητή είναι πολύ φιλική προς το περιβάλλον, αλλά και εύκολα διαθέσιμη, αφού δεν περιλαμβάνει πετρέλαιο ή άλλα ορυκτά καύσιμα όπως άλλοι ενεργοποιητές.

Οι ηλεκτρικοί ενεργοποιητές, χωρίζονται σε **Ηλεκτροκινητήρες** (Σερβοκινητήρες DC, AC Κινητήρες, Βηματικοί κινητήρες), **Σωληνοειδή** και **Ηλεκτρομηχανικά Ρελέ**. Παρακάτω θα μιλήσουμε συνοπτικά για τον καθένα απ' αυτούς.

- **Ηλεκτροκινητήρες (Γραμμικοί ή Περιστροφικοί)**



Εικόνα 33 Ηλεκτροκινητήρας και ο τρόπος λειτουργίας του

Ο ηλεκτρικός κινητήρας ή αλλιώς ηλεκτροκινητήρας (μοτέρ), είναι το σπουδαιότερο είδος ηλεκτρικής μηχανής, δηλαδή μηχανισμός που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική. Οι περισσότεροι ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν ως εξής: Δυο φορείς ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που έχουν την τάση να προσανατολίζονται μεταξύ τους, αλληλεπιδρούν με αποτέλεσμα τη δημιουργία δύναμης και τελικά ροπής πάνω στον άξονα του ηλεκτροκινητήρα.

Οι ηλεκτροκινητήρες χωρίζονται σε "Συνεχούς ρεύματος" ή DC motors, (π.χ. από μια μπαταρία) και σε "Εναλλασσόμενου ρεύματος" ή AC motors, (π.χ. από ηλεκτρική γεννήτρια). Οι ηλεκτροκινητήρες βρίσκουν εφαρμογή και είναι πολύ αποτελεσματικοί σε όλα τα φάσματα της βιομηχανίας, με όλα τα είδη τους.

A) Ηλεκτροκινητήρες DC



Εικόνα 34 Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος - DC

Οι κινητήρες αυτής της κατηγορίας, τροφοδοτούνται από μία πηγή συνεχούς τάσης. Βασικό πλεονέκτημά τους αποτελεί η ευκολία ελέγχου λειτουργιών ενός μηχανήματος σε ένα μεγάλο εύρος τιμών. Για τον έλεγχο της ταχύτητας χρησιμοποιείται ένας βρόχος ανατροφοδότησης.

Ένας ειδικός τύπος κινητήρων συνεχούς ρεύματος, είναι ο **Σερβοκινητήρας**, ο οποίος είναι περιστροφικός κινητήρας, όπου σε συνδυασμό με έναν κατάλληλο ρυθμιστή στροφών, καταφέρνει να ελέγχει με μεγάλη ακρίβεια σε ένα πολύ μεγάλο εύρος ταχυτήτων της γωνιακής θέσης, της ροπής, της ταχύτητας κ.α.

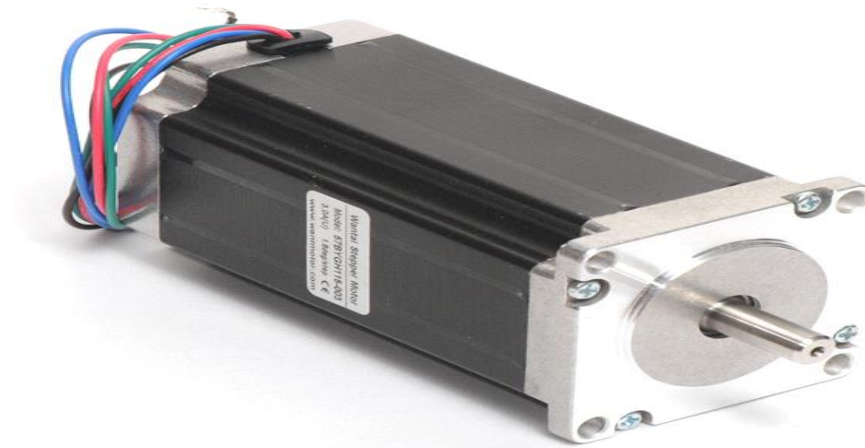
B) Ηλεκτροκινητήρες AC



Εικόνα 35 Ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος - AC

Κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος, είναι κάθε μηχανή η οποία μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική και είναι συνδεδεμένη σε εναλλασσόμενο δίκτυο. Ανάλογα με την κατασκευή και με τη λειτουργία τους οι κινητήρες αυτοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Σύγχρονους και Ασύγχρονους ή Επαγωγικούς. Τα δύο βασικά πλεονεκτήματα των κινητήρων αυτών, είναι η υψηλότερη ισχύς και η ευκολία συντήρησης.

Γ) Βηματικοί Κινητήρες (stepper motors)



Εικόνα 36 Βηματικός κινητήρας

Πρόκειται για έναν κινητήρα επαγωγής ο οποίος είναι σταδιακών βημάτων. Για να είναι λειτουργικός ο κινητήρας, πρέπει να τροφοδοτείται με παλμούς από ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα. Κάθε παλμός ισούται με ένα ή μισό βήμα, ανάλογα τη λειτουργία του. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι ότι δεν κινείται ανεξέλεγκτα στο χώρο αλλά σε διακριτές θέσεις και τα βήματα είναι η μονάδα μέτρησης των θέσεων.

Ανάλογα με την κατασκευή τους, οι βηματικοί κινητήρες μπορούν να χωριστούν σε: α) Βηματικός κινητήρας μεταβλητής μαγνητικής αντίδρασης, β) Βηματικός κινητήρας μόνιμου μαγνήτη και γ) Υβριδικός βηματικός κινητήρας.

- **Σωληνοειδή**



Εικόνα 37 Σωληνοειδές

Το σωληνοειδές, είναι ένα ακόμη είδος ηλεκτρικού ενεργοποιητή. Συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα πηνίο, του οποίου το μήκος πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με τη διάμετρό του, ενώ ταυτόχρονα είναι ένας τύπος ηλεκτρομαγνήτη, που δημιουργεί ομογενές και ισχυρό μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του. Τον όρο «σωληνοειδές», τον χρησιμοποίησε για πρώτη φορά ο Γάλλος φυσικός Αντρέ-Μαρί Αμπέρ ώστε να περιγράψει ένα ελικοειδές πηνίο το 1823.

- **Ηλεκτρονόμος ή Ρελέ**



Εικόνα 38 Ρελέ ισχύος

Ο ηλεκτρονόμος ή ρελέ (relay), είναι ουσιαστικά ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοιγοκλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα υπό τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος και βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε αυτοματισμούς.

Όταν το πηνίο του ηλεκτρονόμου διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, το μαγνητικό πεδίο που παράγεται έλκει έναν οπλισμό που είναι συνδεδεμένος σε μια επαφή που κινείται. Μόλις διακοπεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στο πηνίο, ο οπλισμός αυτός επιστρέφει στην αρχική του θέση λόγω της δύναμης επαναφοράς του ελατηρίου. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο δημιουργεί ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο "επαγωγικό" ρεύμα.

2) ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

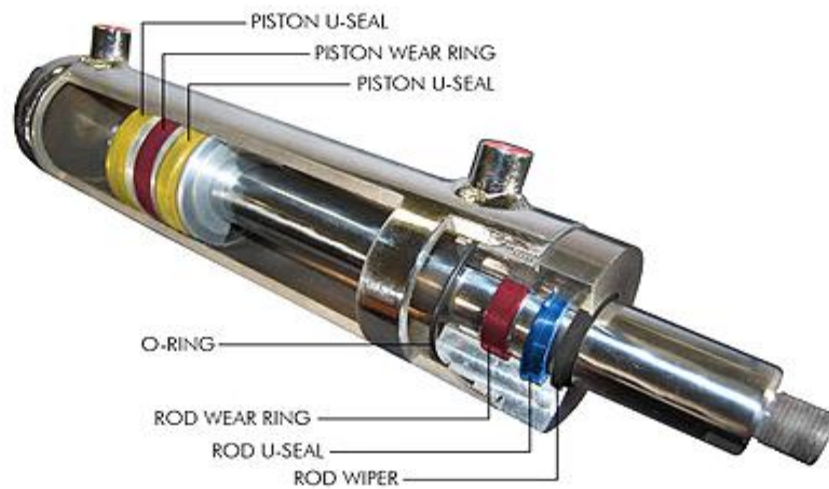


Εικόνα 39 Υδραυλικός Ενεργοποιητής

Ο υδραυλικός ενεργοποιητής, περιέχει έναν κινητήρα κυλίνδρου ή κινητήρα ρευστού ο οποίος κάνει χρήση υδραυλικής ισχύος για να διευκολύνει τη μηχανική του λειτουργία. Η αναγκαιότητα ενός υδραυλικού ενεργοποιητή φαίνεται, όταν συμπιέζει τα υγρά με τις τεράστιες δυνάμεις που ασκεί, κάτι το οποίο δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί χωρίς τη βοήθεια του ενεργοποιητή αυτού. Το μόνο μειονέκτημα του είναι η επιτάχυνση η οποία είναι περιορισμένη.

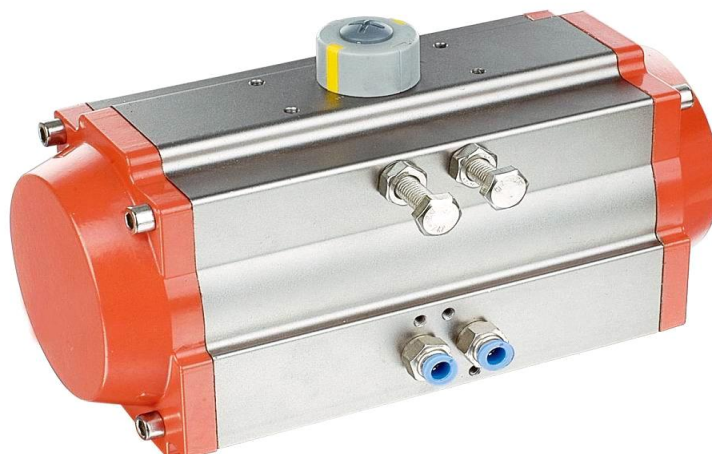
Όταν το ρευστό πιέζει μόνο τη μία πλευρά του εμβόλου, στο γεγονός αυτό αναφερόμαστε με τον όρο "μονής δράσης". Συγκεκριμένα, το έμβολο έχει τη δυνατότητα να κινηθεί μόνο προς μία κατεύθυνση, ενώ χρησιμοποιείται ένα ελατήριο για την επιστροφή του πιστονιού.

Αντίθετα, ο όρος "διπλής ενέργειας", χρησιμοποιείται όταν εφαρμόζεται πίεση από το ρευστό σε όλες τις πλευρές του εμβόλου. Κάθε διαφορά πίεσης που υπάρχει μεταξύ των δύο πλευρών του εμβόλου, έχει σαν αποτέλεσμα να μετακινεί το έμβολο σε μία από τις δύο πλευρές.



Εικόνα 40 Το εσωτερικό ενός υδραυλικού ενεργοποιητή

3) ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

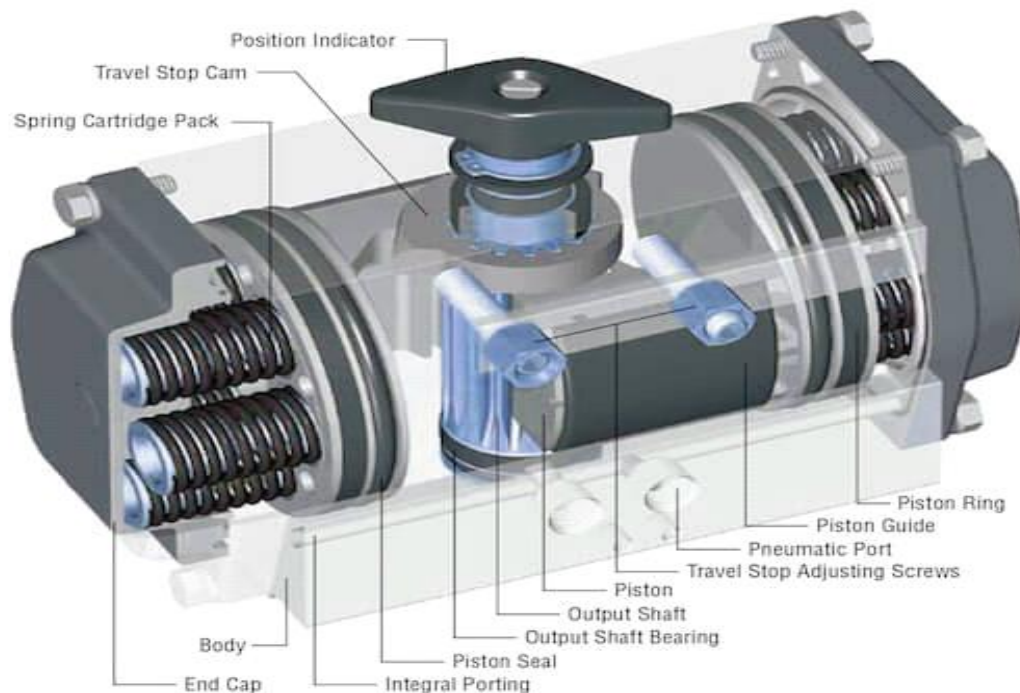


Εικόνα 41 Πνευματικός Ενεργοποιητής

Ένας πνευματικός ενεργοποιητής, μετατρέπει την ενέργεια που παράγεται από κενό ή από συμπιεσμένο αέρα υψηλής πίεσης, σε γραμμική ή περιστροφική κίνηση. Η πνευματική ενέργεια εφαρμόζεται αποτελεσματικά στα κύρια χειριστήρια ενός κινητήρα, επειδή μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα στην εκκίνηση αλλά και στη διακοπή, αφού η πηγή ενέργειας δεν είναι αναγκαίο να αποθηκευτεί στο αποθεματικό.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι, οι πνευματικοί ενεργοποιητές, παρέχουν υψηλότερη ασφάλεια, είναι φθηνότεροι και συνήθως πιο αξιόπιστοι και ισχυροί από τους υπόλοιπους ενεργοποιητές.

Γενικά, οι ενεργοποιητές με πεπιεσμένο αέρα είναι ικανοί να παράγουν μεγάλες δυνάμεις από σχετικά μικρές αλλαγές πίεσης. Αυτές οι δυνάμεις χρησιμοποιούνται συχνά με βαλβίδες ώστε να μετακινήσουν τα διαφράγματα που επηρεάζουν τη ροή του υγρού μέσω της βαλβίδας.



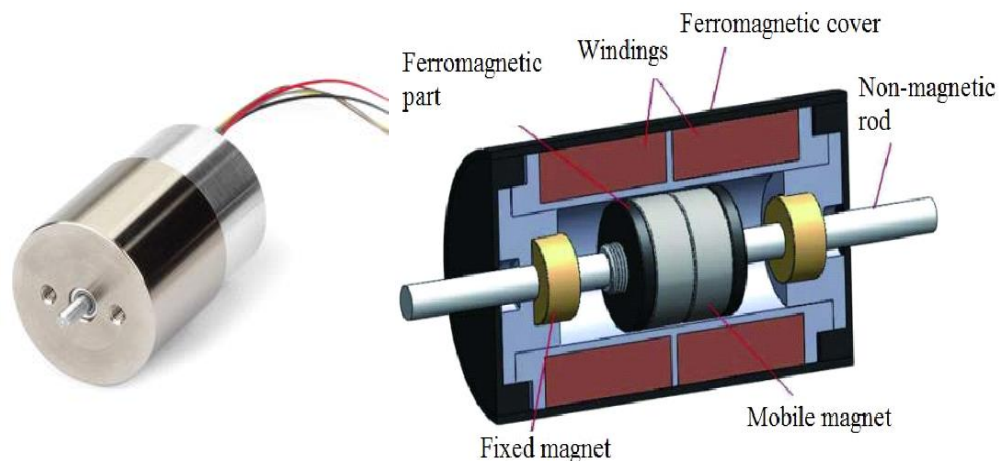
Εικόνα 42 Τα μέρη ενός πνευματικού ενεργοποιητή

4) ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Αυτοί οι ενεργοποιητές ο οποίοι ενεργοποιούνται με εφαρμογή θερμικής ή μαγνητικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται καθημερινά σε πολλές εφαρμογές. Οι θερμικοί ενεργοποιητές έχουν συνήθως χαμηλό βάρος, είναι οικονομικοί και συμπαγείς, με μεγάλη πυκνότητα ισχύος και τέλος χρησιμοποιούν υλικά μνήμης.



Εικόνα 43 Θερμικοί ενεργοποιητές και το εσωτερικό τους.



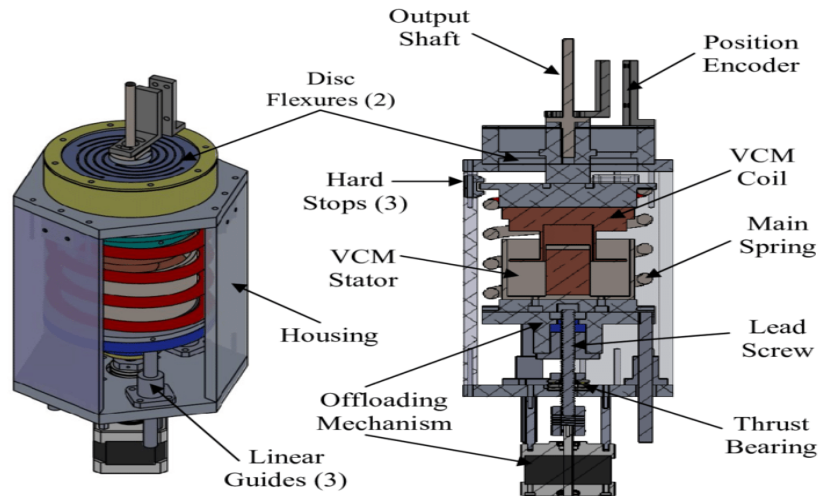
Εικόνα 44 Μαγνητικός ενεργοποιητής και τα μέρη του.

5) ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ

Οι μηχανικοί ενεργοποιητές, μπορούν να μετατρέψουν ένα είδος κίνησης σε ένα άλλο είδος, όπως από γραμμική σε περιστροφική κίνηση. Ένα παράδειγμα μηχανικού ενεργοποιητή είναι η βίδα όπως φαίνεται παρακάτω. Επίσης, μηχανικοί ενεργοποιητές βρίσκονται και σε συνδυασμούς κατασκευαστικών στοιχείων, όπως τροχαλίες, αλυσίδες, γρανάζια, σιδηροτροχιές και άλλα.



Εικόνα 45 Μηχανικός ενεργοποιητής (βίδα)



Εικόνα 46 Το εσωτερικό ενός μηχανικού ενεργοποιητή

5.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΩΝ

Τα διάφορα είδη ενεργοποιητών, τα συναντάμε στην καθημερινή μας ζωή, χωρίς όμως να το καταλαβαίνουμε διότι βρίσκουν εφαρμογή "κρυμμένα" σε πολλές διατάξεις και συστήματα που χρησιμοποιούμε για την επίτευξη των διάφορων στόχων μας.

Οι ενεργοποιητές χρησιμοποιούνται για παράδειγμα για τη ρύθμιση του καθίσματος του αυτοκινήτου, στις συρόμενες πόρτες, σε ρομποτικούς εξοπλισμούς, στις κυλιόμενες σκάλες, σε μηχανήματα γυμναστικής, στους υαλοκαθαριστήρες, στους ηλεκτρικούς ανεμιστήρες, στα προσθετικά άκρα και άλλα πολλά.



Εικόνα 47 Κυλιόμενες σκάλες



Εικόνα 48 Πολυμηχάνημα γυμναστικής



Εικόνα 49 Υαλοκαθαριστήρες αυτοκινήτου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Ο όρος "πιεζοηλεκτρισμός", σχετίζεται ετυμολογικά με τις λέξεις "πίεση" και "ηλεκτρισμός". Ο πιεζοηλεκτρισμός, είναι ουσιαστικά η ιδιότητα κυρίως των κρυσταλλικών αλλά και μερικών κεραμικών υλικών, να παράγουν ηλεκτρική τάση όταν αυτά δέχονται κάποια μηχανική τάση ή ταλάντωση.

Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο και εξηγείται ποιοτικά μέσω της μεταφοράς ελεύθερων φορτίων στα άκρα του κρυσταλλικού πλέγματος. Σημαντικό είναι να αναφερθεί και το αντίστροφο φαινόμενο, σύμφωνα με το οποίο το υλικό παραμορφώνεται, όταν ασκείται σε αυτό ηλεκτρική τάση. Το φαινόμενο αυτό, εφαρμόζεται σε πολλές και διάφορες εφαρμογές της ακουστικής (π.χ ηλεκτροακουστική, ηλεκτροακουστικοί μορφοτροπείς), τη γνωστή βιοϊατρική και σε άλλους τομείς.

Γνωστά παραδείγματα υλικών με πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες, είναι ο χαλαζίας, το άλας Rochelle (τρυγικό καλιονάτριο), ο τουρμαλίνης, το ένυδρο θεικό λίθιο, το συνθετικό πολυμερές PVDF κτλ. Πέραν όμως από τα υλικά που αναφέραμε, τη δεκαετία του 1950, παρατηρήθηκε ότι και τα οστά του ανθρώπου εμφανίζουν πιεζοηλεκτρικό δυναμικό μετά από φόρτιση.

6.2 Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Το 1880, το φαινόμενο του πιεζοηλεκτρισμού ανακαλύφθηκε από τ' αδέρφια Pierre και Jacques Curie. Η περίεργη όμως συμπεριφορά του ορυκτού τουρμαλίνη (εικόνα 51), ήταν από πιο νωρίς γνωστή στην Ινδία και την Κεϋλάνη. Συγκεκριμένα, το ορυκτό αυτό, όταν το τοποθετούσαν μέσα σε ζεστή τέφρα, απ' τη μια πλευρά προσέλκυε τα σωματίδια τέφρας ενώ απ' την αντίθετη πλευρά τα απωθούσε. Μετά από λίγο καιρό, το φαινόμενο της έλξης και της απώθησης γινόταν πλέον αντίστροφα. Στις αρχές του 18ου αιώνα, οι κρύσταλλοι τουρμαλίνη εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην Ευρώπη λόγω του εμπορίου.

Το 1747, ο Linne έδωσε τον όρο "lapis electricus" σαν ονομασία στους κρυστάλλους τουρμαλίνη. Έπειτα, στις αρχές και τα μέσα του επόμενου αιώνα, πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να βρουν μια σχέση μεταξύ των φαινομένων της μηχανικής πίεσης και του ηλεκτρισμού, ώσπου τελικά ο Λόρδος Kelvin κατάφερε να αποδείξει τη σχέση μεταξύ πυροηλεκτρισμού και πιεζοηλεκτρισμού το 1877. Η απόδειξη αυτή, σχετίζεται με το ότι το μεγαλύτερο μέρος του πυροηλεκτρικού φορτίου του τουρμαλίνη, αποδίδεται στο σχηματισμό πιεζοηλεκτρικής φόρτισης της επιφάνειας, η οποία προκαλείται απ' την ελαστική παραμόρφωση του κρυστάλλου μετά από μεταβολή της θερμοκρασίας.

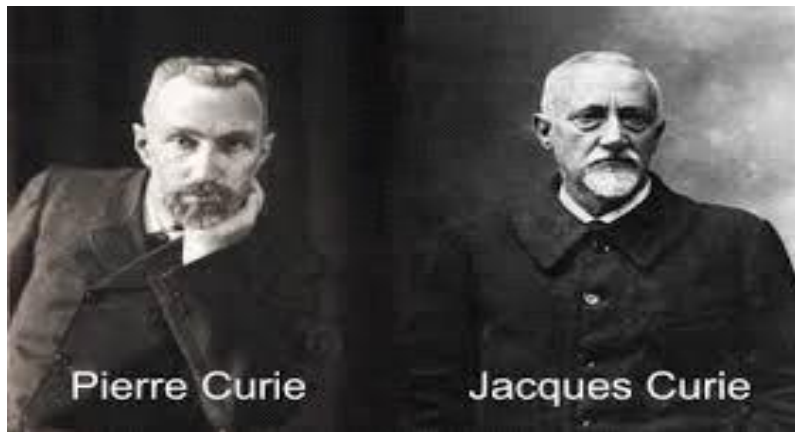


Εικόνα 50 Το ορυκτό "Τουρμαλίνης"

Τα αδέρφια Curie, ανακάλυψαν αρχικά το ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο στους κρυστάλλους τουρμαλίνη. Συγκεκριμένα, διαπίστωσαν ότι μια παραμόρφωση

μηχανικής φύσης σε μερικές διευθύνσεις, προκαλεί ηλεκτρικές επιφανειακές φορτίσεις αντίθετης φοράς σε κρυσταλλικές όψεις, οι οποίες φορτίσεις είναι ανάλογες της μηχανικής παραμόρφωσης. Το παραπάνω φαινόμενο, όπου παρατηρήθηκε και στον χαλαζία αλλά και σε άλλους κρυστάλλους χωρίς κέντρο συμμετρίας, είναι γνωστό ως «ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο».

Όσον αφορά το αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, παρατηρήθηκε αρχικά από τον Lippmann, ο οποίος βασίστηκε σε μελέτες θερμοδυναμικής και στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τους αδερφούς Curie. Στην παρακάτω παράγραφο, θα αναλυθούν τα δύο αυτά φαινόμενα.

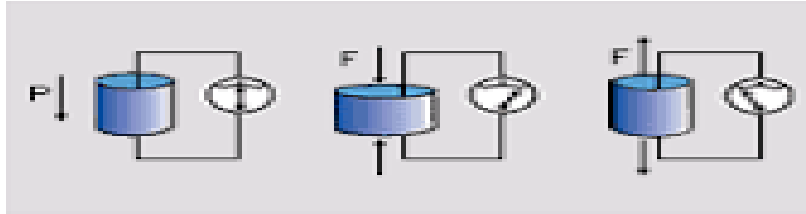


Εικόνα 51 Αδέλφια Pierre και Jacques Curie

6.3 ΕΥΘΥ & ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Τα στοιχεία με πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες, ως τμήματα σύνθετων κατασκευών έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ως αισθητήρες, σύμφωνα με το ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο και ως ενεργοποιητές, σύμφωνα τώρα με το αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.

- **Ευθύ Πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο**



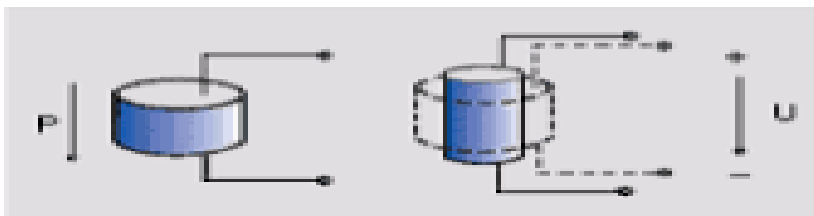
Εικόνα 52 Ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο

Όταν η εφαρμογή μηχανικής τάσης στο υλικό έχει σαν αποτέλεσμα την πόλωση του, περιγράφεται το ευθύ πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Η εξωτερική δύναμη που δρα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ηλεκτρικών φορτίων στις επιφάνειες του κρυστάλλου, ο οποίος τελικά παραμορφώνεται. Αυτό συμβαίνει διότι η εφαρμογή μηχανικής τάσης προκαλεί διαχωρισμό του «κέντρου βάρους» των θετικών και αρνητικών ιόντων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ηλεκτρικής διπολικής ροπής. Άρα, οι κρύσταλλοι που εμφανίζουν κέντρο συμμετρίας, δεν είναι δυνατό να παρουσιάσουν το φαινόμενο του πιεζοηλεκτρισμού αφού δεν καταφέρνουν να διαχωρίσουν τα «κέντρα βάρους» των φορτίων.

Στην παραπάνω εικόνα, στο πρώτο σχέδιο φαίνεται ένα πιεζοηλεκτρικό υλικό πριν δράσει σε αυτό κάποια δύναμη. Σύμφωνα με τη δεύτερη εικόνα, αν το υλικό συμπιεστεί, τότε μια τάση ίδιας πολικότητας με την τάση πόλωσης θα εμφανιστεί μεταξύ των ηλεκτροδίων. Τέλος, εάν το υλικό επιμηκυνθεί (τρίτο σχέδιο εικόνας 53), εμφανίζεται τάση ανάστροφη ως προς την πόλωση.

- **Αντίστροφο Πιεζοηλεκτρικό Φαινόμενο**

Αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό, ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο εμφανίζεται μηχανική τάση μετά από την ηλεκτρική πόλωση του υλικού. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, μια τάση ανάστροφης πόλωσης ως προς την τάση πόλωσης προκαλεί διαστολή του υλικού (αριστερό σχέδιο), ενώ αντίθετα μια τάση ίδιας πολικότητας, συμπιέζει το υλικό.

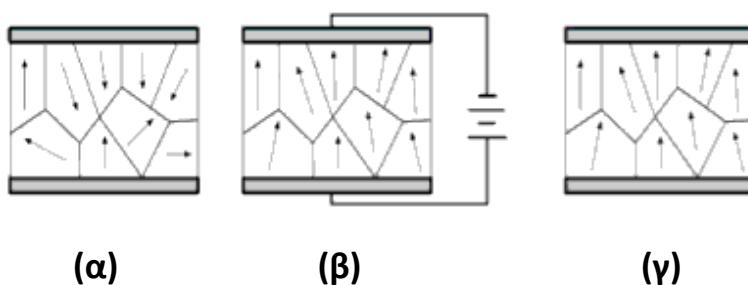


Εικόνα 53 Αντίστροφο Πιεζοηλεκτρικό Φαινόμενο

6.4 ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥΣ

Συνοψίζοντας, τα πιεζοηλεκτρικά υλικά όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν τη μηχανική τάση σε ηλεκτρικό φορτίο και αντίστροφα, κάτι που εκφράζεται από τα δυο πιεζοηλεκτρικά φαινόμενα. Είναι δηλαδή πυκνωτές, που είτε τους βρίσκουμε στη φύση (π.χ χαλαζίας), είτε κατασκευάζονται τεχνητά εφαρμόζοντας ηλεκτρικό πεδίο στο υλικό.

Κάθε μόριο έχει μια πολικότητα εφόσον το ένα άκρο του έχει συγκεντρωμένα περισσότερα ηλεκτρόνια (αρνητικά φορτισμένο). Εφόσον το άλλο άκρο είναι φορτισμένο θετικά δημιουργείται ένα δίπολο. Καθώς υπάρχουν διαφορετικές περιοχές πολικότητας, η κατανομή της συνολικής πολικότητας είναι ασύμμετρη, όπως φαίνεται στο σχέδιο (α) της παρακάτω εικόνας.

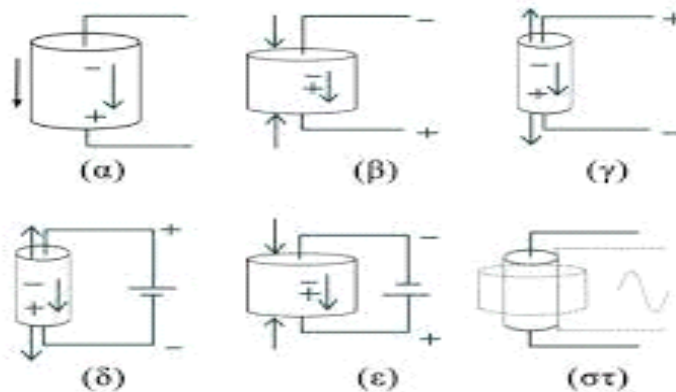


Εικόνα 54 Αναδιάταξη κρυσταλλικού πλέγματος λόγω θέρμανσης του υλικού από ηλεκτρικό πεδίο.

Για να εμφανιστεί το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, το πολυκρυσταλλικό υλικό συνδέεται με ένα ηλεκτρικό πεδίο και θερμαίνεται (σχέδιο β). Η κίνηση των μορίων λόγω της

θερμότητας γίνεται πιο έντονη και τελικά όλα τα δίπολα αποκτούν την ίδια διεύθυνση (σχέδιο γ).

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στις λειτουργίες των πιεζοηλεκτρικών υλικών. Στα παρακάτω σχήματα, διακρίνουμε τις πιθανές αντιδράσεις που μπορεί να έχει ένας πιεζοηλεκτρικός κρύσταλλος ανάλογα με τη δράση που θα του επιβληθεί.



Εικόνα 55 Πιθανές καταστάσεις πιεζοηλεκτρικών υλικών.

- **Σχέδιο (α):** Απεικονίζεται το υλικό στην αρχική του κατάσταση χωρίς να υπόκειται σε καμία διαδικασία.
- **Σχέδιο (β):** Ασκείται θλίψη και τότε μεταξύ των ηλεκτροδίων παρουσιάζεται μια τάση ίδιας πολικότητας με την τάση πόλωσης.
- **Σχέδιο (γ):** Ασκείται εφελκυσμός, επομένως υπάρχει τάση ανάστροφη προς την πόλωση.
- **Σχέδιο (δ):** Η τάση ανάστροφης πόλωσης ως προς την τάση πόλωσης προκαλεί διαστολή του υλικού.
- **Σχέδιο (ε):** Συστολή-συμπίεση προκαλείται από μια τάση ίδιας πολικότητας.
- **Σχέδιο (στ):** Τέλος, στην περίπτωση που εφαρμοστεί εναλλασσόμενο ρεύμα, για κάθε χρονική στιγμή, το σώμα θα διαστέλλεται ανάλογα προς την πολικότητα της τάσης τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Όπως είδαμε, ο πιεζοηλεκτρικός κρύσταλλος συστέλλεται ή διαστέλλεται σε διαφορετικές συχνότητες και με διαφορετικούς τρόπους. Επειδή θέλουμε να καταφέρουμε να δονείται το υλικό με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, παράγονται πιεζοκρύσταλλοι σε διάφορα σχήματα.

Την τελευταία 15ετία, υπάρχει τεράστια ζήτηση αλλά και χρήση των πιεζοηλεκτρικών υλικών λόγω των πολυάριθμων λειτουργιών τους. Με την τοποθέτησή τους ως τμήματα δομικών στοιχείων σε ελαφρές κατασκευές, δίνεται η δυνατότητα στην κατασκευή αυτή να αντιλαμβάνεται διάφορες καταστάσεις με τη λειτουργία του ως αισθητήρας, και να μεταβάλλει τη συμπεριφορά της, ως ενεργοποιητής-διεγέρτης. Η κατασκευή, δηλαδή γίνεται “ευφυής”.

6.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

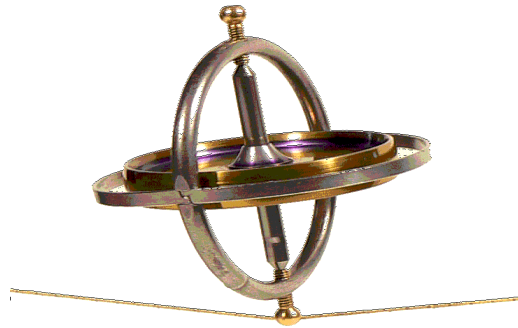
Το φαινόμενο του πιεζοηλεκτρισμού χρησιμοποιείται στη σημερινή εποχή σε πάρα πολλές εφαρμογές, σε διάφορους τομείς ενώ έχει ακόμα τεράστια περιθώρια ανάπτυξης των δυνατοτήτων του. Μελλοντικά, όπως όλα δείχνουν το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο θα βρει εφαρμογή σε ακόμη περισσότερα πεδία.

Μερικές από τις πολλές εφαρμογές του πιεζοηλεκτρισμού σήμερα είναι οι παρακάτω:

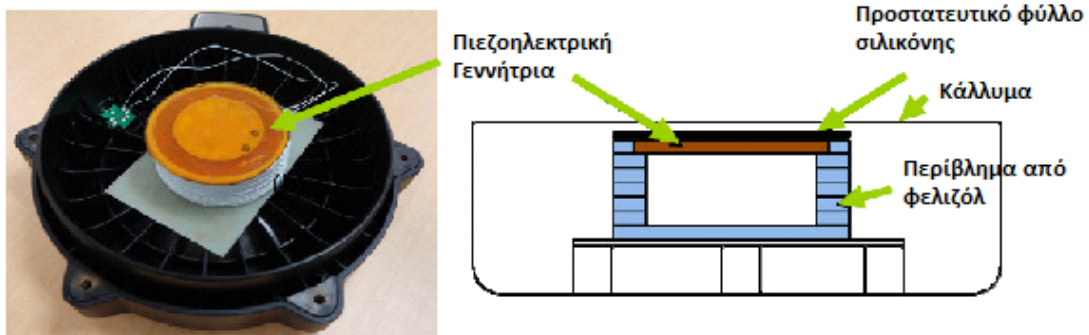
- 1) Ιατρικές συσκευές υπερήχων.
- 2) Τεχνολογία κατασκευής πυραύλων για την αεροδιαστημική έρευνα.
- 3) Βιοϊατρική: Εργονομία, καρδιολογία, νευρολογία, αλλά και αποκατάσταση υγείας.
- 4) Βαλλιστικές μελέτες: Καύση, έκρηξη, εκπυρσοκρότηση και κατανομή ηχητικής πίεσης.
- 5) Έλεγχος μηχανών: Καύση, εναλλαγή αερίων και ψεκασμός.
- 6) Βιομηχανία και εργοστάσια: Κοπή μετάλλων, αυτοματοποίηση διαδικασιών συναρμολόγησης, παρακολούθηση λειτουργίας μηχανών κ.α.
- 7) Έλεγχος και συλλογή ενέργειας.
- 8) Αισθητήρες επιτάχυνσης και γυροσκόπια (εικόνα 56).

9) Διάφορες εφαρμογές της ακουστικής (π.χ. Ηλεκτρονικά ντραμς, εικόνα 57).

10) Έλεγχος , αίσθηση και μείωση δονήσεων σε δομές.



Εικόνα 56 Γυροσκόπιο



Εικόνα 57 Ηλεκτρονικά ντράμς με πιεζοηλεκτρική γεννήτρια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



Εικόνα 58 Διάφορα πνευματικά συστήματα

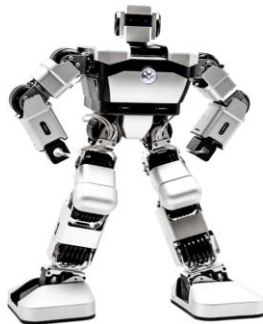
7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στη σημερινή εποχή, στη βιομηχανία χρησιμοποιούνται τέσσερα διαφορετικά είδη συστημάτων αυτοματισμού: Τους πνευματικούς αυτοματισμούς, τους υδραυλικούς, τους ηλεκτρικούς και τέλος, τους ηλεκτρονικούς αυτοματισμούς. Πολλές φορές, γίνεται χρήση δύο ή και περισσότερων ειδών, ανάλογα με τις ανάγκες. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, θα ασχοληθούμε με τους πνευματικούς αυτοματισμούς αναλύοντάς τους.

Τα πνευματικά συστήματα, είναι μηχανισμοί που χρησιμοποιούν ως ενεργειακό μέσο τον πεπιεσμένο αέρα για την παραγωγή ωφέλιμου έργου με τελικό αποτέλεσμα μηχανική κίνηση, όπως για παράδειγμα την παλινδρομική κίνηση ενός εμβόλου, την περιστροφή ενός άξονα κ.α.

Ο λόγος που τα συναντάμε παντού, είναι η ικανότητα που έχουν να συσσωρεύουν

την ενέργεια και στη συνέχεια να τη δίνουν σε άλλα συστήματα. Τα συναντάμε κυρίως σε μηχανικά συστήματα που για την ενεργοποίηση, έχουν ανάγκη πολύ μεγάλες δυνάμεις και ροπές. Στη σημερινή εποχή, έχουν μεγάλες εφαρμογές στη βιομηχανία, σε πρέσες, μηχανήματα πλαστικών, κατασκευή εργαλειομηχανών, μεταλλοβιομηχανία, ανυψωτικά και αγροτικά οχήματα(εικόνα 62), σε ρομπότ (εικόνα 60) κ.α. Εφαρμογή πνευματικών συστημάτων συναντάμε ακόμη και σε αεροσκάφη (υδραυλικά φρένα, πηδάλια κλίσης) (εικόνα 61) και άλλα.



Εικόνα 59 Ρομπότ



Εικόνα 60 Πηδάλιο κλίσης



Εικόνα 61 Ανυψωτικό όχημα

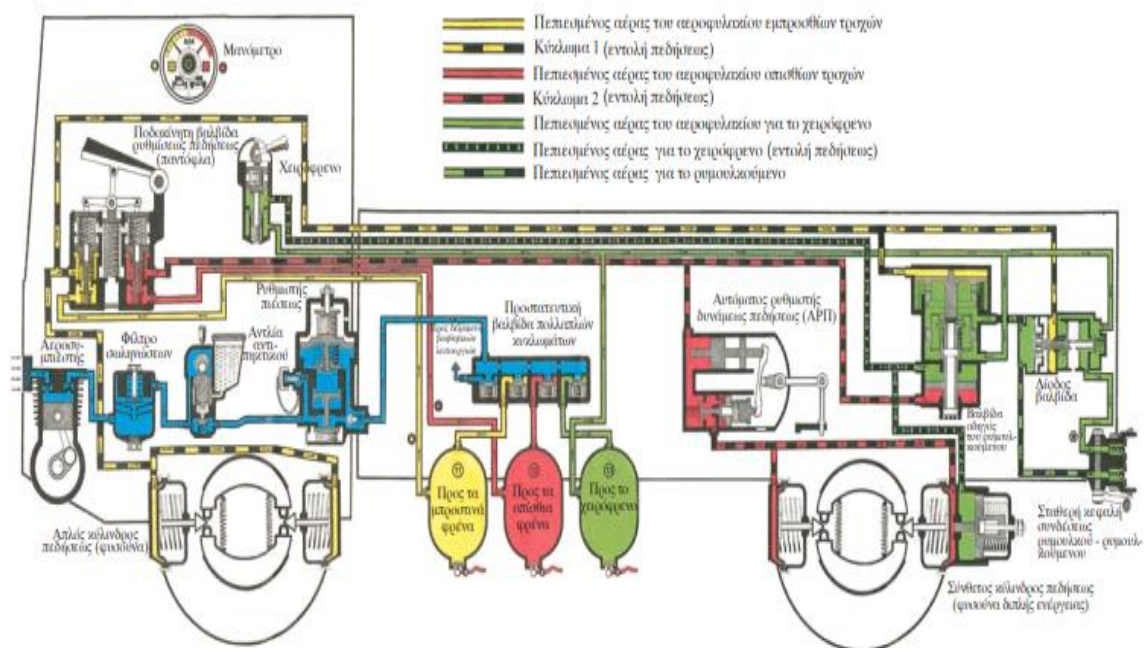
Μία ακόμη εφαρμογή των πνευματικών συστημάτων, όχι και τόσο γνωστή στον κόσμο, είναι αυτή στο σύστημα πεδήσεως των βαρέων οχημάτων (μεγάλων φορτηγών, συρμών κ.α). Στα οχήματα αυτά, χρησιμοποιείται ένα σύστημα πεδήσεως με πεπιεσμένο αέρα, διότι η φυσική-μυϊκή δύναμη του οδηγού δεν είναι αρκετή.

Συγκεκριμένα, ο οδηγός ελέγχοντας τις κινήσεις του ποδομοχλού, ταυτόχρονα ρυθμίζει τη πίεση του αέρα που κατευθύνεται στα όργανα των φρένων κι έτσι ελέγχει τη δύναμη που εφαρμόζεται στους τροχούς για την αποτελεσματική πέδηση του οχήματος.

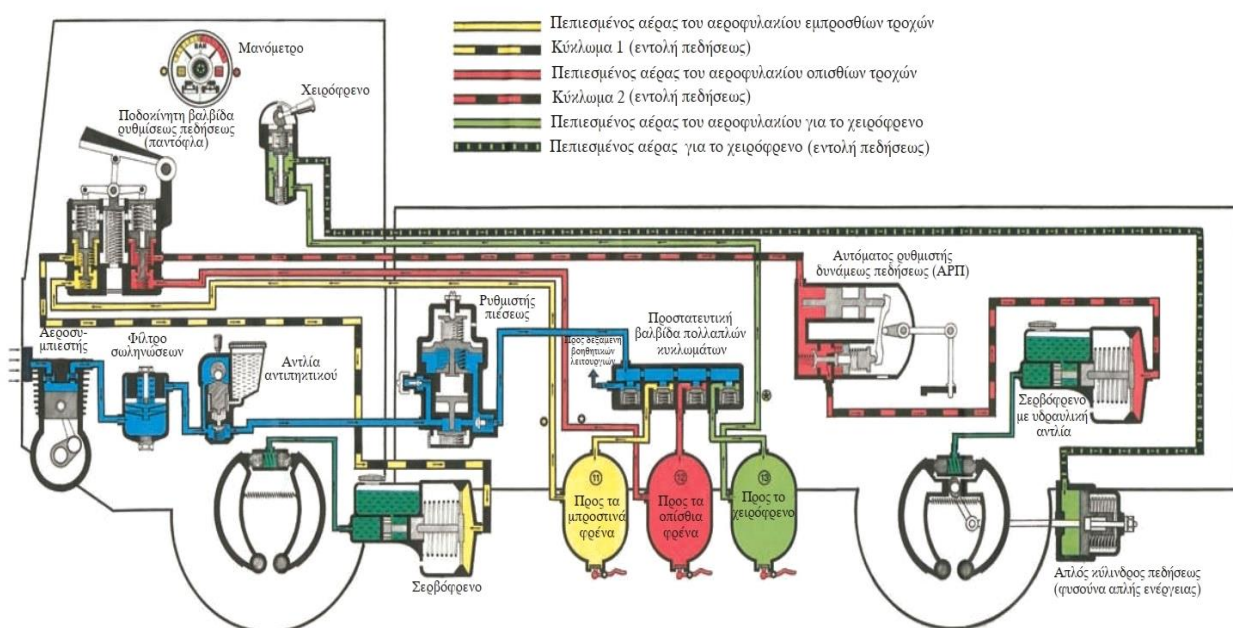
Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων φρένων που περιγράψαμε, το οποίο λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα και είναι οι παρακάτω:

α)Αμιγές πνευματικό σύστημα, όπου ο αέρας φτάνει μέχρι και τα στοιχεία που επιδρούν στις σιαγόνες των φρένων.

β)Υδραυλικό-Πνευματικό σύστημα, όπου ο αέρας φτάνει μέχρι το σερβομηχανισμό όπου λειτουργεί μία υδραυλική αντλία.



Εικόνα 62 Σχεδιάγραμμα αμιγούς πνευματικού συστήματος πεδήσεως



Εικόνα 63 Σχεδιάγραμμα υδραυλικού-πνευματικού συστήματος πεδήσεως

Τα **βασικά χαρακτηριστικά** των πνευματικών συστημάτων είναι τα εξής:

α) Η αποθήκευση και η μεταφορά ενέργειας είναι απλή και εύκολη διαδικασία.

β) Είναι εύκολη η ρύθμιση της ταχύτητας και της δύναμής τους.

γ) Λειτουργούν κάτω από όλες τις συνθήκες, μέχρι και σε χώρους που υπάρχει κίνδυνος αναφλέξεων και εκρήξεων.

δ) Το κόστος κίνησης είναι πολύ μικρό για τις υψηλές ταχύτητες που παράγουν (1-2 m/sec) και έχουν μέγιστη δύναμη τα 3000 Kp, ενώ μέγιστη απόσταση τα 2m.

Τα συστήματα αυτά, έχουν τα πολλά πλεονεκτήματα αλλά και μερικά μειονεκτήματα, τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

Πλεονεκτήματα

- 1.Εύκολη & οικονομική χρήση
- 2.Διαθεσιμότητα ατμοσφαιρικού αέρα
- 3.Δεν εκρήγνυνται
- 4.Δεν μολύνουν το περιβάλλον
- 5.Ικανότητα ανάπτυξης μεγάλων δυνάμεων
- 6.Διαθεσιμότητα & χαμηλό κόστος εξαρτημάτων
- 7.Εύκολη συντήρηση
- 8.Εύκολος έλεγχος
- 9.Μεγάλη αξιοπιστία
- 10.Δυνατότητα χρήσης σε όλα τα περιβάλλοντα

Μειονεκτήματα

- 1.Υψηλό κόστος παραγωγής πεπιεσμένου αέρα
- 2.Αργή μετάδοση σήματος
- 3.Μεγάλος όγκος εξαρτημάτων
- 4.Μικρή ακρίβεια

Εικόνα 64 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα πνευματικών συστημάτων

7.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Τα πνευματικά συστήματα, πήραν την ονομασία τους από τη λέξη «πνεύμα» που στην αρχαία Ελληνική γλώσσα σημαίνει αέρας. Από τα αρχαία χρόνια, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν πεπιεσμένο αέρα για τη μεταφορά ενέργειας. Βασικό παράδειγμα ήταν η συντήρηση της φλόγας του καμινιού με φυσερό και χρησιμοποιούνταν κυρίως για την επεξεργασία των μετάλλων. Άλλο ένα παράδειγμα εφαρμογής πνευματικών συστημάτων, ήταν τα πανιά ως μέσο πρόωσης για τις σχεδίες τους που χρησιμοποιούσαν οι άνθρωποι της Μεσοποταμίας γύρω στο 4000 π.Χ. Πολύ αργότερα, τον 1ο αιώνα μ.Χ, ο Ήρωνας της Αλεξάνδρειας που σύμφωνα με τα στοιχεία ήταν ο πρώτος μηχανικός στην ιστορία που χρησιμοποίησε πεπιεσμένο αέρα σε μηχανικές συσκευές. Κατάφερε τελικά να πραγματοποιήσει μηχανική κίνηση του τροχού και σχεδίασε τον ανεμόμυλο όπως φαίνεται στην εικόνα 66.

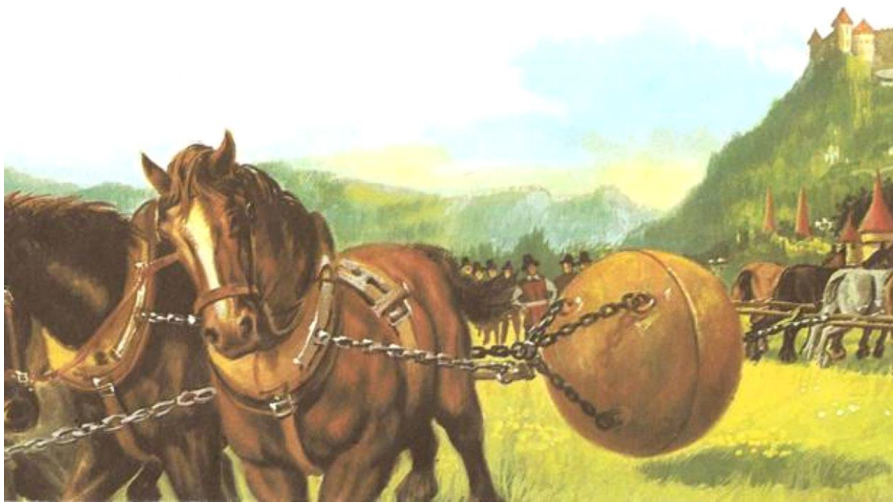


Εικόνα 65 Ο ανεμόμυλος του Ήρωνα

Αργότερα, το 1650 ο Γερμανός επιστήμονας Otto von Guericke εφεύρε την πρώτη αντλία κενού. Συγκεκριμένα, στην αντλία κενού υπήρχαν ένα έμβολο και ένας κύλινδρος όπου μπορούσαν να αφαιρέσουν τελείως τον αέρα μέσα από δοχεία. Το 1654 μέσω του γνωστού πειράματός του, απέδειξε την ύπαρξη της ατμοσφαιρικής πίεσης. Αρχικά, ένωσε 2 κοίλα ημισφαίρια με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια σφαίρα, ενώ με ένα δερμάτινο δακτύλιο εξασφάλισε ότι η ένωση ανάμεσα στα 2 ημισφαίρια θα είναι αεροστεγής και με τη βοήθεια της αντλίας κενού αφαίρεσε τον υπόλοιπο αέρα που υπήρχε ανάμεσά τους.

Έπειτα, έδεσε το κάθε ημισφαίριο σε μια ομάδα 8 αλόγων τα οποία, παρά την τεράστια δύναμη που άσκησαν, δε κατάφεραν να διαχωρίσουν τα δυο ημισφαίρια.

Οι εφευρέσεις όμως δε σταμάτησαν εκεί. Το 1871 εφευρέθηκε το πρώτο πνευματικό εργαλείο και συγκεκριμένα το πνευματικό τρυπάνι. Ένα χρόνο μετά, το 1872 έκαναν την εμφάνισή τους οι πρώτοι υδρόψυκτοι συμπιεστές αέρος. Από τον 20ο αιώνα μέχρι και τη σημερινή εποχή οι άνθρωποι ανακάλυψαν και συνεχίζουν να ανακαλύπτουν πολλές συσκευές οι οποίες λειτουργούν με αέρα.



Εικόνα 66 Το πείραμα του Otto von Guericke (1654 μ.Χ.)

7.3 ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

• 7.3.1 ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Οι αεροσυμπιεστές, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη σωστή λειτουργία των πνευματικών συστημάτων, αφού είναι υπεύθυνοι για την παροχή της πίεσης που χρειάζεται ο αέρας. Δηλαδή, ο πεπιεσμένος αέρας παράγεται από τους αεροσυμπιεστές.

Οι βασικές κατηγορίες αεροσυμπιεστών είναι τρεις και είναι οι εξής: **α)εμβολοφόροι, β)περιστροφικοί και γ)αεροσυμπιεστές ροής.** Στην πρώτη κατηγορία, στους εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές, ο αέρας συσσωρεύεται σε έναν θάλαμο του οποίου ο όγκος σιγά-σιγά μειώνεται με αποτέλεσμα ο αέρας να συμπιέζεται.

Όσον αφορά τους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές, η κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε στατική πίεση συνήθως μέσω μιας φτερωτής.

Τέλος, οι αεροσυμπιεστές ροής, συμπιέζουν τον αέρα επιταχύνοντας τη μάζα τους.



Εικόνα 67 Εμβολοφόρος αεροσυμπιεστής



Εικόνα 68 Περιστροφικός αεροσυμπιεστής



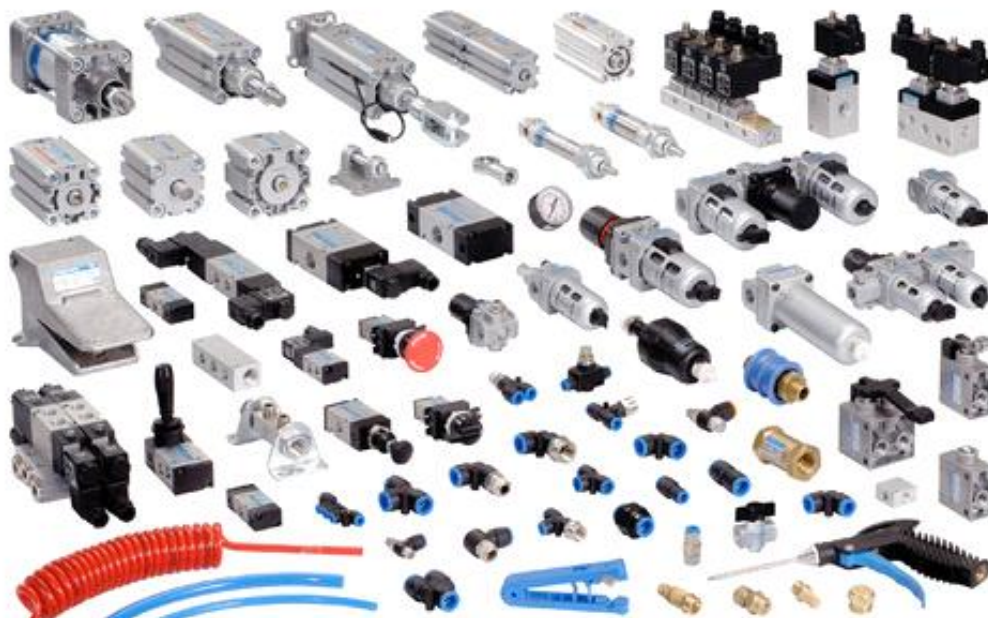
Εικόνα 69 Αεροσυμπιεστής ροής

Στη σημερινή εποχή, πιο πολύ χρησιμοποιούμε τους εμβολοφόρους και περιστροφικούς αεροσυμπιεστές. Ο αέρας που εισέρχεται μέσα στους αεροσυμπιεστές, είναι απαραίτητο να είναι ξηρός, ψυχρός και χωρίς σκόνη σκόνη, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για την διάρκεια λειτουργία τους.

Ο **αεροθάλαμος** ή αλλιώς συσσωρευτής αέρος που είναι συνδεδεμένος με τον αεροσυμπιεστή, λειτουργεί σαν αποθήκη του πεπιεσμένου αέρα για το δίκτυο. Συνήθως έχει κυλινδρικό σχήμα, είναι κατασκευασμένο από χάλυβα, ενώ η μεγάλη του επιφάνεια διευκολύνει την ψύξη του αέρα.

Οι **αγωγοί** πεπιεσμένου αέρα έχουν εσωτερική διάμετρο μερικά χιλιοστά (mm) και είναι κατασκευασμένοι από ελαστικό ή μέταλλο. Το δίκτυο αέρος μπορεί να είναι σταθερό ή κινητό. Πολλές φορές, ο αέρας που υπάρχει μέσα στο δίκτυο του αεροσυμπιεστή, μπορεί να περιέχει ακαθαρσίες, οι οποίες είτε έχουν εισέλθει μέσω του συμπιεστή μετά από απορρόφηση αέρα, είτε μέσω των σωληνώσεων μεταφοράς του αέρα. Τα παραπάνω, καθώς και το υψηλό ποσοστό υγρασίας αλλά και η υπερβολική χρήση λιπαντικού, θα μπορούσαν να προκαλέσουν πρόβλημα στον εξοπλισμό του συστήματος και βλάβες στα δομικά στοιχεία του.

Γι' αυτό το λόγο, χρησιμοποιούμε μία μονάδα συντήρησης, η οποία αποτελείται από τον **ρυθμιστή πίεσης**, το **φίλτρο** και τον **λιπαντήρα**. Αρχικά, ο ρυθμιστής πίεσης είναι υπεύθυνος να διατηρεί σταθερή την πίεση του συστήματος ανεξάρτητα από την κατανάλωση. Το φίλτρο είναι επίσης πολύ σημαντικό, καθώς αφαιρεί τις ακαθαρσίες του πεπιεσμένου αέρα αλλά και του νερού που διέρχονται μέσα στο δίκτυο. Τέλος, ο λιπαντήρας τροφοδοτεί το πνευματικό σύστημα με λιπαντικό μέσο με σκοπό να μειώνονται σημαντικά οι τριβές και να περιορίζονται οι φθορές των κινούμενων στοιχείων του συστήματος.



Εικόνα 70 Διάφορα εξαρτήματα αεροσυμπιεστών

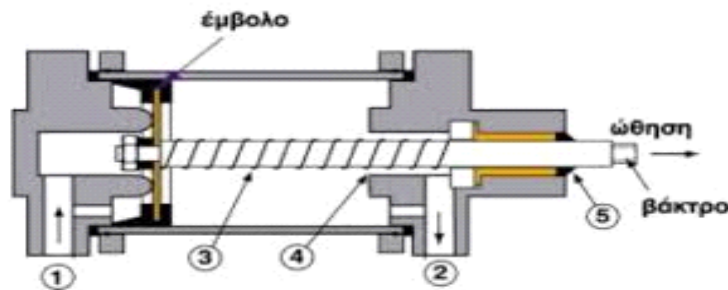
- 7.3.2 ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ



Εικόνα 71 Γενική μορφή ενός κυλίνδρου

Οι πνευματικοί κύλινδροι ή έμβολα αέρος, μετατρέπουν την πνευματική ισχύ του πεπιεσμένου αέρα, σε μηχανική ισχύ. Τέτοια παραδείγματα είναι η ενεργοποίηση μοχλών, η ανύψωση, η έλξη-ώθηση αντικειμένων. Οι πνευματικοί κύλινδροι χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: α) Απλής ενέργειας, β) Διπλής ενέργειας και γ) Ειδικοί κύλινδροι όπου θα τους δούμε αναλυτικά παρακάτω

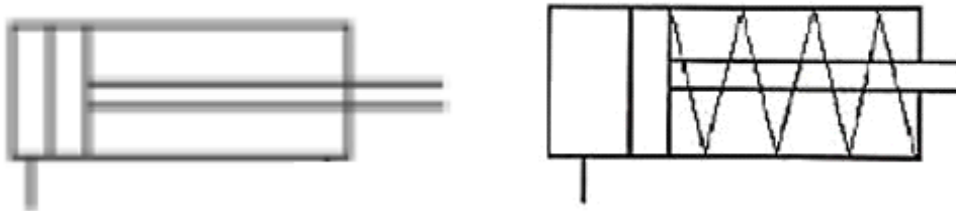
A) Απλής Ενέργειας



Εικόνα 72 Πνευματικός κύλινδρος απλής ενέργειας

1 & 2: Στόμια αέρος, 3: Ελατήριο, 4: Χώρος συμπίεσης ελατηρίου, 5: Στεγάνωση

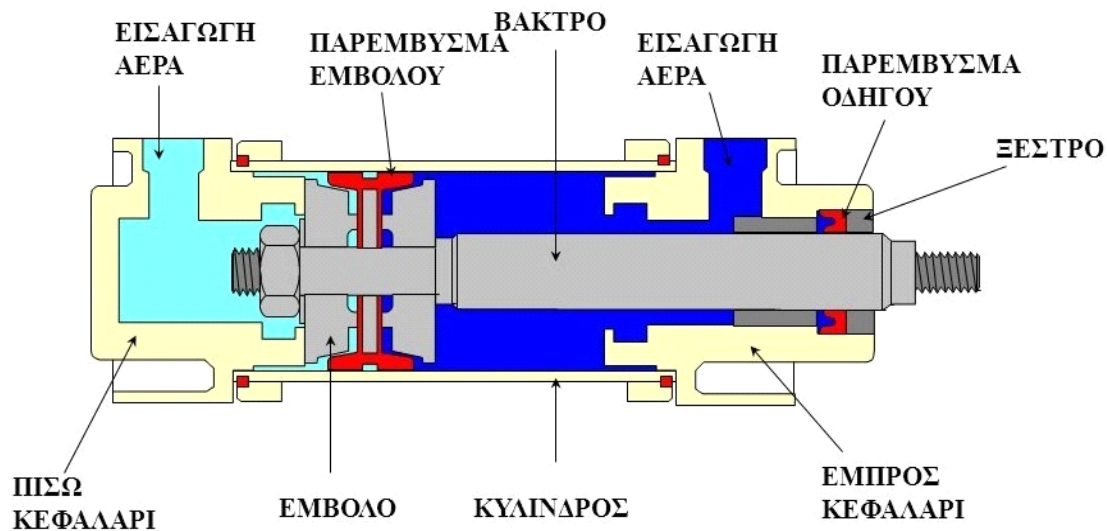
Μέσα στους κυλίνδρους υπάρχει ένας άξονας, που πραγματοποιεί ευθύγραμμη κίνηση μόνο προς μια κατεύθυνση λόγω του πεπιεσμένου αέρα. Κίνηση και προς την αντίθετη κατεύθυνση είναι δυνατή μέσω ενός ελατηρίου που υπάρχει στο εσωτερικό του κυλίνδρου, χωρίς όμως να παράγεται έργο.



Εικόνα 73 Συμβολισμός κυλίνδρου απλής ενέργειας (αριστερά) και με ελατήριο επαναφοράς (δεξιά)

Αρχικά, ο αέρας εισέρχεται με πίεση στο εσωτερικό του κυλίνδρου σπρώχνοντας το έμβολο και συμπιέζοντας το ελατήριο. Το έμβολο είναι στεγανοποιημένο κι έτσι ο αέρας παραμένει στο χώρο συμπίεσης μέχρι να εκτονωθεί και στη συνέχεια το ελατήριο βοηθάει το έμβολο να επανέλθει στην αρχική του θέση. Επίσης, στην άκρη του εμβόλου είναι συνδεδεμένο ένα βάκτρο. Όσον αφορά τη δύναμη $F_{εμβ.}$ που ασκεί το έμβολο, αυτή ισούται με τη διαφορά ανάμεσα στην ατμοσφαιρική πίεση P_{atm} και την πίεση του πεπιεσμένου αέρα P_{air} , πολλαπλασιαζόμενο με την επιφάνεια A του εμβόλου και αφαιρώντας την δύναμη του ελατηρίου $F_{ελ.}$

Β) Διπλής Ενέργειας



Εικόνα 74 Τομή κυλίνδρου διπλής ενέργειας

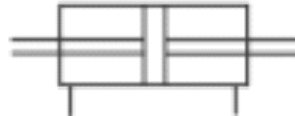
Ονομάζονται πνευματικοί κύλινδροι διπλής ενέργειας, διότι παράγεται έργο με την κίνηση του εμβόλου, με τη χρήση του πεπιεσμένου αέρα και προς τις δύο κατευθύνσεις. Στους κυλίνδρους αυτούς, όπως καταλαβαίνουμε το έμβολο πραγματοποιεί παλινδρομική κίνηση και προς τις δυο κατευθύνσεις κι έτσι ο αέρας εισέρχεται από το ένα στόμιο και εκτονώνεται από το άλλο εναλλάξ.

Για να μην χτυπάει το έμβολο στις κεφαλές του πνευματικού κυλίνδρου κάτι που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε αυτό, χρησιμοποιούνται αποσβέστηρες ή διατάξεις επιβράδυνσης. Αυτή τη κατηγορία κυλίνδρων, την συναντάμε συχνότερα από τις υπόλοιπες, διότι έχουμε παραγωγή έργου και στις δυο κατευθύνσεις αλλά και μεγαλύτερες διαδρομές που θα διανύσει το έμβολο.

Κύλινδρος διπλής ενέργειας με απλό βάκτρο



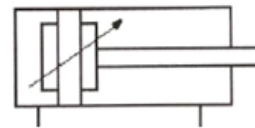
Κύλινδρος διπλής ενέργειας με διπλό βάκτρο



Κύλινδρος διπλής ενέργειας, τηλεσκοπικός



Κύλινδρος διπλής ενέργειας με διάταξη επιβράδυνσης



Εικόνα 75 Συμβολισμός κυλίνδρων διπλής ενέργειας

Γ) Ειδικοί Κύλινδροι



Εικόνα 76 Ειδικός κύλινδρος

Ένας τύπος ειδικού κυλίνδρου, είναι ο Tandem. Στον κύλινδρο αυτό, υπάρχουν συνδεδεμένοι σε σειρά δύο ή περισσότεροι κύλινδροι διπλής ενέργειας με κοινό σωλήνα κι καταφέρνουν έτσι να αθροίζονται οι δυνάμεις τους και να έχουμε διπλάσια, τριπλάσια κλπ δύναμη στο βάκτρο που εξέρχεται.

Άλλοι ειδικοί κύλινδροι, είναι οι κύλινδροι **κρούσης**, ο **περιστροφικός** καθώς και ο κύλινδρος **πολλαπλών θέσεων**.

• 7.3.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ

Η κατανάλωση του αέρα στους πνευματικούς κυλίνδρους, εξαρτάται από την επιφάνεια του εμβόλου, την συμπίεση αλλά και τη διαδρομή που ακολουθεί το έμβολο προς την έξοδο. Έτσι στις παρακάτω περιπτώσεις, ο αέρας που καταναλώνεται υπολογίζεται από τους τύπους:

- Στους κυλίνδρους απλής ενέργειας

$$Q = \kappa \lambda \ q$$

- Στους κυλίνδρους διπλής ενέργειας

$$Q = 2\kappa \lambda \ q \quad \text{όπου,}$$

Q: Η κατανάλωση αέρα σε NI/min.

q: Η κατανάλωση αέρα ανά εκατοστά (cm) εμβολισμού.

κ: Ο εμβολισμός σε εκατοστά (cm).

λ: Η εναλλαγή ζεύξης ανά λεπτό.

Η ταχύτητα που αποκτά το έμβολο, εξαρτάται από την πίεση του αέρα, την ονομαστική διάμετρο της βαλβίδας που ρυθμίζεται, τις διατομές και το μήκος των αγωγών ανάμεσα στη βαλβίδα και τον κύλινδρο αλλά και την αντίρροπο δύναμη. Επίσης, για να αποφευχθεί η καταστροφή του βάκτρου, η έδρα κατασκευάζεται μεγαλύτερη από τον εμβολισμό του κυλίνδρου.

Τα περισσότερα στοιχεία που αποτελούν τον κύλινδρο, είναι κατασκευασμένα από χάλυβα όπως τα έμβολα, το βάκτρο, τα καπάκια και άλλα. Από την άλλη, οι οδηγοί είναι κατασκευασμένοι από ορείχαλκο.

Γενικά, στα πνευματικά συστήματα που οι πιέσεις φτάνουν μέχρι και τα 10 bar, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την **εξίσωση των τέλειων αερίων**, η οποία είναι η παρακάτω:

$$P = p R T, \quad \text{όπου:}$$

P: Η απόλυτη πίεση

p: Ο πυκνωτής

R: Η σταθερά του αερίου

T: Η απόλυτη θερμοκρασία

• 7.3.4 ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Οι βαλβίδες, είναι στοιχεία με τις οποίες μπορούμε να εκκινήσουμε ή να σταματήσουμε ένα έμβολο, αλλά και να καθορίσουμε τη διεύθυνση ροής του πεπιεσμένου αέρα. Οι βαλβίδες, ανάλογα με τη λειτουργία τους χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

A) Βαλβίδες ελέγχου, B) Βαλβίδες σημάτων ή διόδου και Γ) Ρυθμιστικές βαλβίδες.

Επίσης, τα στοιχεία ενός πνευματικού συστήματος, τα ομαδοποιούμε ως εξής:

I. **Παροχής και επεξεργασίας σήματος.**

II. **Βαλβίδες σήματος παροχής αέρα.**

- III. Βαλβίδες επεξεργασίας σήματος (ρυθμιστής πίεσης).
- IV. Κεντρικές βαλβίδες κατεύθυνσης.
- V. Έμβολα αέρα, τα οποία παρέχουν την κίνηση του αέρα στο σύστημα.

Πνευματικά διαγράμματα, είναι αυτά τα οποία απεικονίζουν τα στοιχεία ενός πνευματικού συστήματος και η γενική τους μορφή φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 77 Πνευματικό Διάγραμμα

Το έμβολο, μαζί με τον αέρα του συστήματος, αποτελούν τα πιο σημαντικά στοιχεία του στοιχείου. Εκτός όμως από αυτά, απαραίτητη είναι και η χρήση βαλβίδας ελέγχου για το κάθε έμβολο αέρα ξεχωριστά η οποία βαλβίδα ενεργοποιείται μέσω σημάτων από τις βαλβίδες σήματος.

Μεταξύ του εμβόλου και της βαλβίδας ελέγχου, είναι τοποθετημένες βαλβίδες ελέγχου ροής και ανεπίστροφες βαλβίδες, όπου ρυθμίζουν την παροχή του αέρα προς τα έμβολα.

A) Βαλβίδες Ελέγχου

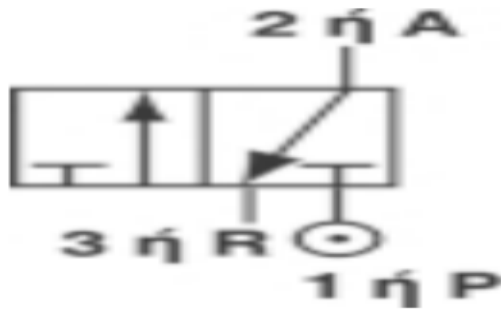


Εικόνα 78 Βαλβίδα Ελέγχου 3/2

Αυτές οι βαλβίδες, ελέγχουν την κατεύθυνση της ροής του αέρα προς το έμβολο αλλά και την επιστροφή του βάκτρου του εμβόλου.

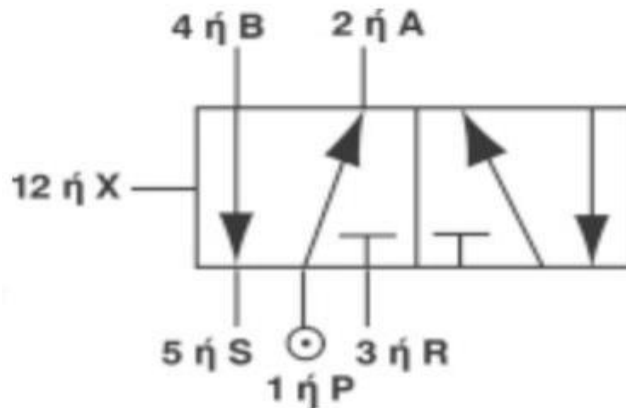
Κατασκευάζονται διάφορα είδη βαλβίδων ελέγχου, όπως για παράδειγμα **βαλβίδες με έμβολο** το οποίο κινείται με τέτοιο τρόπο που επιτρέπει ή απαγορεύει τη διόδου του αέρα από τις διόδους του σώματος. Υπάρχουν επίσης και οι **βαλβίδες με έδρες**, οι οποίες ονομάζονται 4/2 τετραδικές βαλβίδες ελέγχου και χρησιμοποιούνται κυρίως όπου απαιτείται μεγάλη παροχή αέρα. Τέλος, οι **βαλβίδες δίσκου** είναι 4/2 ή 5/2 και έχουν ως κινούμενο μέρος ένα μεταλλικό δίσκο που περιστρέφεται μέσω ενός χειροκίνητου μοχλού.

- Σε ένα απλής ενέργειας έμβολο, όπου έχουμε παραγωγή έργου μόνο από την μια κατεύθυνση κίνησης του βάκτρου, ιδανική είναι η χρήση μιας βαλβίδας τριών διόδων και δυο θέσεων, ή αλλιώς βαλβίδα 3/2, όπως φαίνεται στην εικόνα 79.



Εικόνα 79 Βαλβίδα 3/2 ή τρίοδη

- Από την άλλη, σε ένα έμβολο διπλής ενέργειας, πρέπει να υπάρχει διπλός έλεγχος, διότι το βάκτρο μετακινείται λόγω του πεπιεσμένου αέρα και προς τις δυο κατευθύνσεις. Συγκεκριμένα, όταν ο αέρας εισέρχεται στη μία πλευρά του εμβόλου, απαραίτητο είναι ταυτόχρονα να αδειάσει από αέρα η άλλη του πλευρά. Αυτή η κίνηση, ελέγχεται από μία βαλβίδα με πέντε διόδους και δύο θέσεις ή πενταδική (βαλβίδα 5/2), όπως φαίνεται στην εικόνα 81.



Εικόνα 80 Βαλβίδα 5/2 ή πενταδική

Αναλυτικά, στο σημείο **1 ή Ρ**, είναι συνδεδεμένος ο σωλήνας μεταφοράς του πεπιεσμένου αέρα.

Στα σημεία **2 ή Α** και **4 ή Β** είναι συνδεδεμένο το έμβολο αέρα και στα σημεία **3 ή Ρ** και **5 ή Σ** είναι οι δίοδοι γνωστές ως "ανακουφίσεις", οι οποίες παραμένουν ανοικτές για την ομαλή εξαγωγή του αέρα.

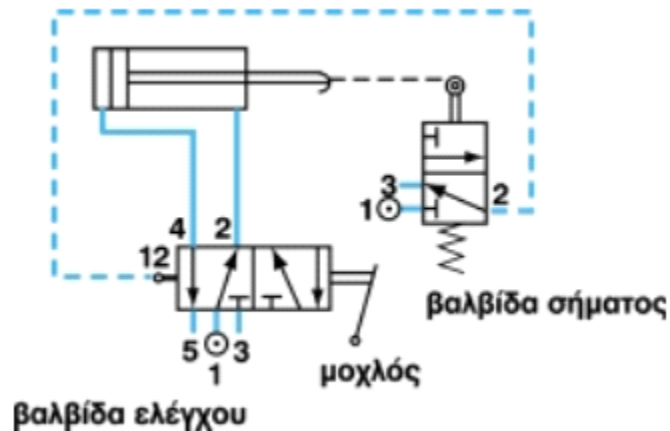
Τέλος, το **12 ή Χ** μας δείχνει τη θέση της βαλβίδας όπου είναι συνδεδεμένες οι παροχές της η παροχή στη δίοδο 1 συνδέεται με την δίοδο 2.

B) Βαλβίδες Σημάτων ή Διόδου

Όπως προαναφέραμε, οι βαλβίδες σημάτων ή διόδου, χρησιμοποιούν μικρή ποσότητα πεπιεσμένου αέρα και ενεργοποιούν τις βαλβίδες ελέγχου. Συνήθως, σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε τις βαλβίδες 3/2. Στο παρακάτω παράδειγμα, παρατηρούμε μια πενταδική βαλβίδα με μοχλό.

Αρχικά, πατώντας τον μοχλό που φαίνεται στην εικόνα 82, ενεργοποιείται με τη σειρά του ο κύλινδρος, κάτι που κινεί το βάκτρο, το οποίο τελικά ακουμπάει το μοχλό μιας άλλης τριοδικής βαλβίδας ή **βαλβίδας σήματος**. Όταν όμως ακουμπήσει το βάκτρο τον

μοχλό, αλλάζει η κατάσταση της βαλβίδας σήματος και από τις διόδους 1-2 αρχίζει να περνάει πεπιεσμένος αέρας όπου κινείται τώρα προς τις διόδους 1-2 της βαλβίδας ελέγχου, επιστρέφοντας το βάκτρο στην αρχική του θέση. Τέλος, ο αέρας εκτονώνεται αποτελεσματικά στην ατμόσφαιρα μέσω της διόδου 3.



Εικόνα 81 Παράδειγμα λειτουργίας βαλβίδας σήματος

Γ) Βαλβίδες Ελέγχου-Ρύθμισης Πίεσης



Εικόνα 82 Βαλβίδες ελέγχου πίεσης

Είναι οι βαλβίδες οι οποίες όπως το λέει η ονομασία τους, πραγματοποιούν έλεγχο στο μέγεθος της πίεσης και τη ρυθμίζουν ανάλογα.

A) Βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης

Μέσω αυτών των βαλβίδων, η πίεση διατηρείται σταθερή σε όλα τα σημεία του κυκλώματος, χωρίς να μεταβάλλεται. Απαραίτητο βέβαια είναι, η ελάχιστη πίεση που εισέρχεται, να είναι μεγαλύτερη από την πίεση που εξέρχεται από το κύκλωμα.

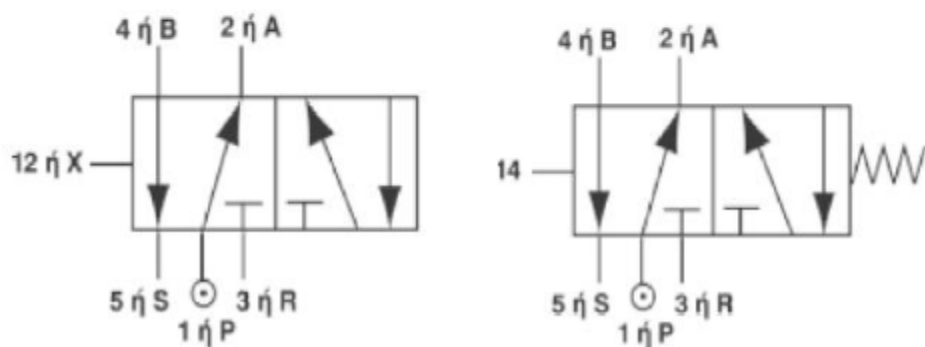
B) Βαλβίδες περιορισμού της πίεσης

Είναι ουσιαστικά βαλβίδες ασφαλείας, οι οποίες διατηρούν την πίεση σε τιμές μικρότερες από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο. Εάν η τιμή της πίεσης υπερβεί το όριο, τότε ανοίγει η βαλβίδα και ο αέρας εκτονώνεται στην ατμόσφαιρα. Η βαλβίδα παραμένει ανοιχτή μέχρι να μειωθεί η τιμή της πίεσης και τελικά την κλείνει ένα ελατήριο που είναι ενσωματωμένο.

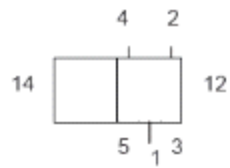
- **7.3.5 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ**

Στις παρακάτω εικόνες, παρατηρούμε τί συμβολίζει ο κάθε αριθμός, γράμμα και σχέδιο που εμπεριέχονται στο κεφάλαιο των βαλβίδων.

ΣΥΜΒΟΛΟ	κατά DIN/ISO 1219	κατά CETOP RP 68
Είσοδος πίεσης, παροχή αέρος, γραμμή πίεσης	P	1
Γραμμές εργασίες	A,B,C,...	2,4,6,...
Γραμμή εκτόνωσης αέρα	R,S,T,...	3,5,7,...
Γραμμή διαρροής	L	9
Γραμμές ελέγχου	Z,X,Y,...	12,14,16,...



Εικόνα 83 Συμβολισμοί Βαλβίδων 1



4 = A ← Πόρτες εργασίας
2 = B

1 = P ← Πόρτα παροχής

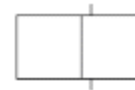
3 = S ← Πόρτες εξαέρωσης
5 = R

14 = Z ← Πόρτες ελέγχου
12 = Y

Πόρτες →

3 / 2 Βαλβίδα

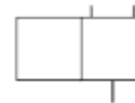
↑ Δυνατές θέσεις



Πόρτες →

5 / 2 Βαλβίδα

↑ Δυνατές θέσεις



Εικόνα 84 Συμβολισμοί Βαλβίδων 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ

8.1 ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ



Στη σημερινή εποχή, οι ανάγκες του ανθρώπου σε όλους τους τομείς συνεχώς αυξάνονται, ενώ ταυτόχρονα η τεχνολογία και τα συστήματα παραγωγής παρουσιάζουν ραγδαία ανάπτυξη. Προϊόν της τεχνολογικής αυτής ανάπτυξης είναι τα ολοένα και "εξυπνότερα" ρομποτικά συστήματα. Στον θαυμαστό κόσμο της ρομποτικής, υπάρχουν ρομπότ που έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται ελεύθερα, να παρατηρούν, να μιλάνε και γενικά να κάνουν ενέργειες που απαιτούν νοημοσύνη και επιδεξιότητα. Ο κόσμος της ρομποτικής συνεχώς αναπτύσσεται και βοηθάει σε μεγάλο βαθμό τον άνθρωπο στην εργασία του, την ενημέρωση, την υγεία, την ψυχαγωγία και άλλα πολλά.

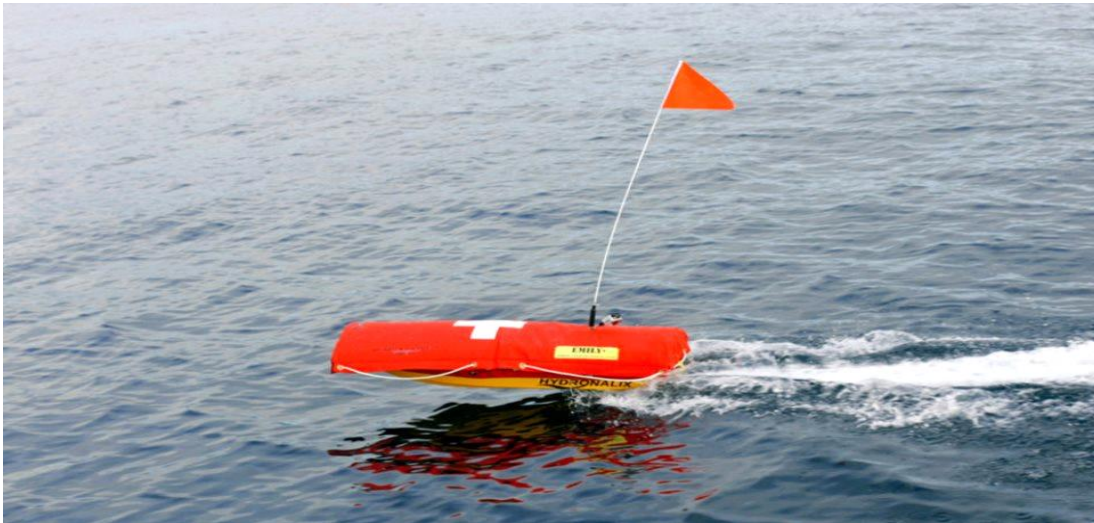
Τα ρομπότ, είναι ουσιαστικά συσκευές που έχει δημιουργήσει ο άνθρωπος τα οποία μέσω της τεχνητής νοημοσύνης που τους έχει δοθεί, μπορούν να υποκαθιστούν τον άνθρωπο σε πολλές εργασίες. Τα ρομπότ, μπορούν είτε να λειτουργήσουν έχοντας τον έλεγχο τους οι άνθρωποι, είτε να λειτουργήσουν αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός υπολογιστή που έχει προγραμματιστεί.

- **Ρομπότ - Ναυαγοσώστης**

Η EMILY, είναι μια ρομποτική συσκευή που χρησιμοποιείται από ναυαγοσώστες για τη διάσωση ανθρώπων που βρίσκονται σε κίνδυνο. Δημιουργήθηκε από την Hydronalix, μια ναυτιλιακή ρομποτική εταιρεία. Η EMILY λειτουργεί με ισχύ μπαταρίας και

τηλεκατευθύνεται μέσω ενός τηλεχειριστηρίου. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να πέσει στο νερό από την ακτή, από μια βάρκα, μία γέφυρα, ακόμα και από ελικόπτερο.

Χρησιμοποιώντας έναν κινητήρα φτερωτής για να ταξιδέψει μέσα στο νερό, είναι σε θέση να προσεγγίσει τα θύματα πολύ πιο γρήγορα από ό,τι ένας άνθρωπος-ναυαγοσώστης κολυμπώντας. Είναι πιο συμπαγής και λιγότερο δαπανηρή στη συντήρηση από τα άλλα σκάφη διάσωσης. Μπορεί επίσης να λειτουργεί σε ακραίες καιρικές συνθήκες που καθιστούν αδύνατες άλλες προσπάθειες διάσωσης. Μόλις φτάσει στα θύματα, ο αφρώδης πυρήνας του, επιτρέπει να λειτουργεί ως συσκευή επίπλευσης για τέσσερα έως έξι άτομα που κρατούν τα πλαϊνά σχοινιά ή χειρολαβές. Σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι ο "Ερυθρός Σταυρός", χρησιμοποίησε την EMILY στην Ελλάδα για τη διάσωση προσφύγων στο Αιγαίο.



Εικόνα 85 EMILY, το ρομπότ ναυαγοσώστης

- **Ηλεκτρική σκούπα - Ρομπότ**

Η Navibot, είναι ρομποτική ηλεκτρική σκούπα, η οποία αποτελεί τη τελευταία λέξη στον τρόπο οικιακής καθαριότητας. Αποτελείται από 38 διαφορετικούς αισθητήρες και ένα εξελιγμένο πρόγραμμα χαρτογράφησης με τη βοήθεια του οποίου η σκούπα ουσιαστικά "απομνημονεύει" τη διαρρύθμιση των χώρων που κινείται αλλά και το σημείο που βρίσκεται η βάση επαναφόρτισής της.

Όλα αυτά τα καταφέρνει με τη βοήθεια μιας κάμερας που διαθέτει, η οποία παίρνει φωτογραφίες από τον χώρο γύρω της με συχνότητα 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Στη συνέχεια, ενώνει έξυπνα τις εικόνες αυτές και δημιουργεί έναν εικονικό χάρτη των

χώρων που επισκέφτηκε με αποτέλεσμα να γνωρίζει την ακριβή θέση των εμποδίων, κάτι που είναι χρήσιμο ώστε να ακολουθεί την πιο “γρήγορη διαδρομή” και να μειώνει τον χρόνο που καθαρίζει.



Εικόνα 86 Navibot, η σκούπα ρομπότ

8.2 ΙΑΤΡΙΚΗ



Μια από τις πιο χρήσιμες και σημαντικές εφαρμογές των ασύρματων αισθητήρων αφορούν την ιατρική. Συγκεκριμένα, σε νοσοκομεία ή σε κλινικές με καλές υποδομές, μπορούν να τοποθετηθούν στον ασθενή μικροί, φορητοί αισθητήρες για να

καταγράφουν οποιαδήποτε στιγμή τις ζωτικές παραμέτρους του, κάτι που δίνει τη δυνατότητα στους γιατρούς να παρακολουθούν την κατάσταση του ασθενή εξ' αποστάσεως και να επεμβαίνουν εγκαίρως.

- **Αισθητήρες για την καταπολέμηση όγκων**

Ένας πολύ μικρός αισθητήρας, τοποθετείται κοντά σε έναν όγκο και μετρά τη ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου σε κοντινό υγρό ιστού. Εάν η ποσότητα αυτή μειωθεί, μπορεί να σημαίνει ότι ο όγκος είναι "επιθετικός", κάτι που πρέπει να γνωρίζουν οι γιατροί ώστε να είναι έτοιμοι για τυχόν επιπλοκές. Τα στοιχεία που συγκεντρώνει ο αισθητήρας, στέλνονται συνεχώς σε έναν εξωτερικό δέκτη που κουβαλά ο ασθενής πάνω του και τελικά καταλήγουν στον γιατρό για να πάρει τις σωστές αποφάσεις. Έτσι, τα άτομα με όγκο δε χρειάζεται να επισκέπτονται συνέχεια το νοσοκομείο για να κάνουν εξετάσεις. Μελλοντικά, ειδικοί σχεδιάζουν να προστεθεί ένας μηχανισμός στον αισθητήρα ο οποίος θα μπορεί να απελευθερώνει φάρμακα χημειοθεραπείας κοντά σε έναν όγκο.

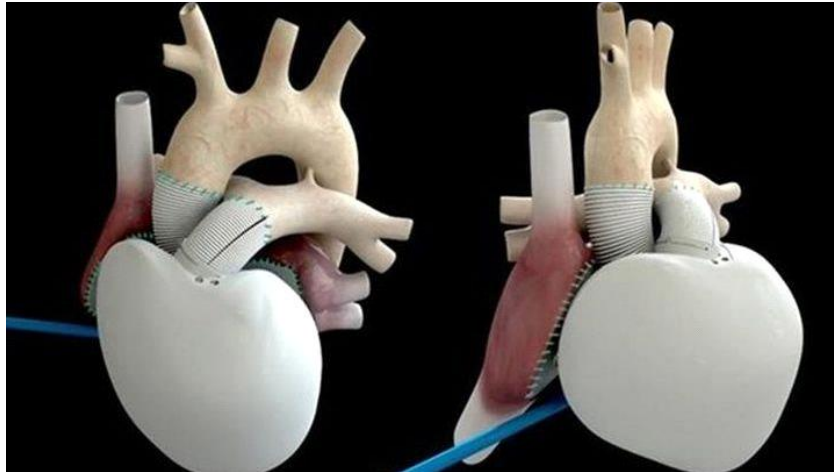


Εικόνα 87 Τοποθέτηση αισθητήρα στον εγκέφαλο

- **Τεχνητή καρδιά**

Η τεχνητή καρδιά είναι σχεδιασμένη να μοιάζει σχεδόν με μία κανονική καρδιά. Εισάγεται στους κόλπους της καρδιάς του ασθενή και έπειτα συνδέεται με τα μεγάλα

αγγεία για την αποτελεσματική μεταφορά του αίματος. Η καρδιά λειτουργεί με μπαταρίες λιθίου, όπου πρέπει να φορτίζονται ανά περίπου τέσσερις ώρες. Η μικρή πρίζα για τη φόρτιση των μπαταριών, εμφυτεύεται στο πίσω μέρος του αφτιού, ενώ η συσκευή τροφοδοσίας των μπαταριών είναι φορητή και σχετικά ελαφριά καθώς ζυγίζει 3 κιλά.



Εικόνα 88 Τεχνητή καρδιά

8.3 ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ



Στη σημερινή εποχή, οι περισσότερες εφαρμογές της μηχανικής βρίσκονται με μεγάλη διαφορά στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Μηχανικά συστήματα ήδη χρησιμοποιούνται από πολλές μεγάλες εταιρείες που κατασκευάζουν οχήματα, με γνωστά παραδείγματα το σύστημα ABS (σύστημα αντιμπλοκαρίσματος φρένων), το EBDS (ηλεκτρική κατανομή ισχύος πέδησης) αλλά και το τιμόνι ηλεκτρικής υποβοήθησης EPAS, που αντικαθιστά το υδραυλικό τιμόνι.

- **Αερόσακος για τους πεζούς**

Το σύστημα αυτό, είναι πρωτοποριακό και αλλάζει τα δεδομένα για την ασφάλεια των πεζών. Συγκεκριμένα, διαθέτει δυο πρωτοποριακά συστήματα ασφαλείας που με προηγμένες κάμερες και αισθητήρες. Το ένα σύστημα ελέγχει το χώρο γύρω από το όχημα, εντοπίζει τυχόν πεζούς οι οποίοι βρίσκονται κοντά στο όχημα και αμέσως ειδοποιεί τον οδηγό ώστε να αντιδράσει και να μειώσει την ταχύτητά του οχήματος. Αν αυτός δεν κάνει έγκαιρα τις ενέργειες αυτές, το σύστημα μειώνει αυτόματα την ταχύτητά του. Στην περίπτωση που η σύγκρουση του οχήματος με τον πεζό είναι αναπόφευκτη, ένα άλλο σύστημα ενεργοποιεί τον αερόσακο ο οποίος είναι τοποθετημένος στο καπό του αυτοκινήτου.

Πως όμως λειτουργεί ακριβώς το σύστημα αυτό; Αρχικά, ανασηκώνει το πίσω μέρος του καπό, ώστε να μειωθεί η ισχύς της σύγκρουσης και ταυτόχρονα ανοίγει ο αερόσακος μπροστά από το παρμπρίζ για να πέσει ο πεζός πάνω σε αυτόν. Μετά από πολλές δοκιμές, φαίνεται ότι το σύστημα με τον εξωτερικό αερόσακο μειώνει δραματικά τις πιθανότητες να υποστεί ο πεζός βαρύ τραυματισμό ή ακόμη και να χάσει τη ζωή του από τη σύγκρουση.



Εικόνα 89 Αερόσακος για τους πεζούς

- **Νυχτερινή όραση στο αυτοκίνητο**

Τη νύχτα που δεν υπάρχει φυσικό φως του ήλιου, είναι αυξημένος ο κίνδυνος ατυχήματος, διότι τα φώτα του αυτοκινήτου φωτίζουν μέχρι ένα σημείο και μέχρι κάποια γωνία, με αποτέλεσμα κάποια εμπόδια και άλλα επικίνδυνα σημεία, όπως γκρεμοί και στροφές, να μη γίνονται εύκολα αντιληπτά. Έρευνες δείχνουν, όπως είναι λογικό ότι σχεδόν το 50% των σοβαρών ατυχημάτων συμβαίνουν τη νύχτα, αν και η κίνηση την ημέρα είναι σαφώς μεγαλύτερη.

Τη λύση στο πρόβλημα της όρασης στη νύχτα, δίνει ένα σύστημα νυχτερινής όρασης με υπέρυθρες. Συγκεκριμένα, δύο προβολείς με υπέρυθρο φως, φωτίζουν το δρόμο σε ίδια απόσταση με τα κανονικά μεγάλα φώτα του οχήματος, χωρίς όμως να ενοχλούν τους οδηγούς που οδηγούν στο αντίθετο ρεύμα αφού το φως αυτό δεν είναι ορατό με γυμνό μάτι. Επίσης, μία ειδική κάμερα βιντεοσκοπεί το δρόμο μπροστά από το όχημα μέχρι και 150 μέτρα μακριά και η εικόνα εμφανίζεται μέσα στο αυτοκίνητο όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 90 Νυχτερινή όραση στο αυτοκίνητο

8.4 Η ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ...ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΜΑΧΗΣ



- Έξυπνο στρατιωτικό κράνος

Στο πεδίο της μάχης, πολλές φορές οι στρατιώτες μπορεί να έχουν υποστεί τραύματα, σοβαρά ή μη στο κεφάλι, αλλά δεν γίνονται άμεσα αντιληπτά από τους τραυματίες, κάτι που μπορεί τελικά να αποβεί μοιραίο. Η εταιρεία λοιπόν BAE, για να αποφευχθεί αυτό κατασκεύασε αισθητήρες με την ονομασία "HEADS" (**H**eadborne **E**nergy **A**nalysis and **D**iagnostic **S**ystem) και τους χρησιμοποιεί ήδη ο Αμερικανικός στρατός.

Μικροί αισθητήρες είναι τοποθετημένοι στο εσωτερικό του στρατιωτικού κράνους και ο οποίοι καταγράφουν κάθε δύναμη που ασκείται στο κεφάλι του στρατιώτη που το φοράει είτε από έκρηξη, είτε από βλήμα κλπ. Οι τιμές των δυνάμεων αποστέλλονται σαν πληροφορίες σε ιατρικό προσωπικό για την έγκαιρη διάγνωση του πιθανού εγκεφαλικού τραύματος. Αυτό γίνεται εύκολα από το πεδίο της μάχης με ειδική συσκευή που έχει πάνω του ο στρατιώτης.



Εικόνα 91 "Έξυπνο" στρατιωτικό κράνος

- **Έξυπνα άρματα μάχης**

Προκειμένου να βελτιωθούν οι επιχειρησιακές δυνατότητες του τεθωρακισμένου Σώματος στο σύγχρονο πεδίο μάχης, το Ισραήλ ανέπτυξε το Merkava Mark 4 Barak. Τα νέα στοιχεία του άρματος μάχης περιλαμβάνουν τεχνητή νοημοσύνη, ενημερωμένους αισθητήρες και δυνατότητες εικονικής πραγματικότητας VR . Το νέο αυτό άρμα, έχει σχεδιαστεί με δεκάδες αισθητήρες και έναν κεντρικό υπολογιστή που θα παρουσιάζει όλες τις πληροφορίες τόσο στο πλήρωμα που βρίσκεται στο εσωτερικό του, όσο και στα άλλα άρματα μάχης και οχήματα που βρίσκονται στο πεδίο. Η προηγμένη αυτή τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης, μειώνει τον φόρτο εργασίας των μελών της ομάδας και τα βοηθάει να εντοπίσουν και να χτυπήσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια στόχους.

Οι πολυάριθμοι αισθητήρες του τανκ, μαζί με μια κάμερα 360 μοιρών τοποθετημένη έξω από το τανκ, επιτρέπουν στα στρατεύματα να παραμείνουν εντός του τανκ για όσο χρονικό διάστημα χρειαστεί και ένα έξυπνο κράνος VR, επιτρέπει στον διοικητή του τανκ να δει ακριβώς τι συμβαίνει έξω από το άρμα ανά πάσα στιγμή.



Εικόνα 92 Άρμα μάχης Merkava Mark 4 Barak

8.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



Η τεχνολογία της μηχανικής, με τα δίκτυα αισθητήρων βοηθάνε σημαντικά στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων. Για παράδειγμα, τα έξυπνα κτίρια και οι έξυπνες βιομηχανικές διαδικασίες ελέγχου, μειώνουν κατά πολύ τις εκπομπές αερίων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου αλλά και άλλες βλαβερές ουσίες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί διάφορα μηχανικά συστήματα παρακολούθησης και αποφυγής καταστροφικών φυσικών φαινομένων.

- **Μέθοδος προειδοποίησης για τσουνάμι**

Το 2004, συνέβη στον Ινδικό ωκεανό, μια από τις πιο θανατηφόρες φυσικές καταστροφές στην ιστορία. Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν πολλά τεράστια κύματα τσουνάμι ύψους έως και 30 μέτρων λόγω των σεισμών που έγιναν υποθαλάσσια. Προκλήθηκαν τεράστιες καταστροφές, κυρίως στις κοινότητες κοντά στις ακτές του Ινδικού Ωκεανού και δυστυχώς υπολογίζεται ότι έχασαν τη ζωή τους 227.898 άτομα από 14 διαφορετικές χώρες.

Μετά από αυτό το καταστροφικό γεγονός, οι περισσότερες κυβερνήσεις του κόσμου, διέθεσαν πολλά χρήματα για συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης για κύματα τσουνάμι. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο σύστημα αφορά σηματοδότες με αισθητήρες διάσπαρτες στην επιφάνεια των ωκεανών, ώστε να ανιχνεύσουν τα τσουνάμι πριν να είναι αργά. Αισθητήρες επίσης τοποθετούνται στο βυθό των ωκεανών και μετρούν μεταβολές στην πίεση.

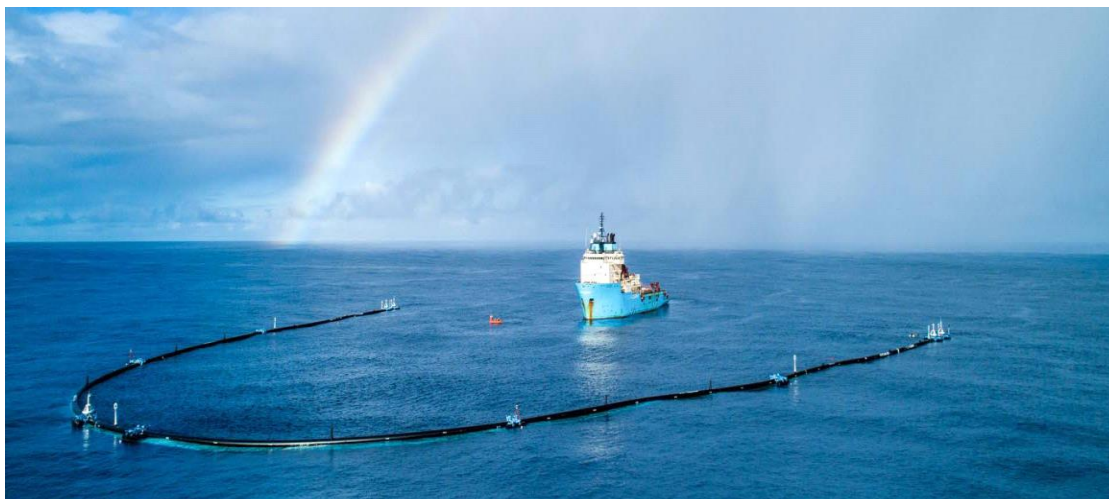


Εικόνα 93 Τσουνάμι ,Ινδικός ωκεανός,2004

- **Καθαρισμός ωκεανών**

Ο μη κερδοσκοπικός οργανισμός Ocean Cleanup της Ολλανδίας, κατασκεύασε ένα τεράστιο σύστημα συλλογής απορριμμάτων, το οποίο καθαρίζει τους ποταμούς, λίμνες, θάλασσες και ωκεανούς από τα απορρίμματα.

Όπως δήλωσε ο ιδρυτής και διευθύνων σύμβουλος του CAN Cleanup, Boyan Slat, το μηχάνημα μπορεί να εγκλωβίσει από απομεινάρια τεράστιων αλιευτικών εργαλείων μέχρι τα πιο μικροσκοπικά σκουπίδια που δεν ξεπερνούν το 1 χιλιοστό. Το σύστημα καθαρισμού βρίσκεται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του νερού και μετακινείται με τα ρεύματα ενώ συλλέγει τα πλαστικά που επιπλέουν και στη συνέχεια περνάει ένα πλοίο να τα μεταφέρει για ανακύκλωσή. Τέλος, δεν υπάρχει κίνδυνος για τα ψάρια και τα υπόλοιπα ζώα, αφού μπορούν να κολυμπούν κανονικά από κάτω.



Εικόνα 94 Καθαρισμός ωκεανών

8.6 ΆΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ

- **Αυτόματα συστήματα προσγείωσης αεροπλάνων**

Για να καταστούν πλήρως αυτόματες οι προσγειώσεις, έχει σχεδιαστεί ένα σύστημα οπτικής αναφοράς που αποτελείται από μια κανονική προηγμένη κάμερα και μια υπέρυθρη οι οποίες μπορούν να παρέχουν δεδομένα υπό συνθήκες ομίχλης, δυνατής βροχής κ.α. Το εξειδικευμένο του λογισμικό επεξεργάζεται την εικόνα που στέλνουν οι κάμερες και επιτρέπει στο σύστημα να υπολογίζει τη θέση του αεροπλάνου σχετικά με τον διάδρομο προσγείωσης. Για να γίνουν δυνατές οι αυτόματες προσγειώσεις, στο λογισμικό προστέθηκαν και άλλες λειτουργίες, όπως η σύγκριση των δεδομένων από τις κάμερες με σήματα GPS, αλλά και ο υπολογισμός μιας εικονικής πορείας προσγείωσης.



Εικόνα 95 Αυτόματη προσγείωση αεροπλάνου

- **Φωτοτυπικά μηχανήματα**

Ένα φωτοαντιγραφικό μέσο, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι λειτουργεί με βάση μια βασική φυσική διαδικασία, αυτή της έλξης των αντίθετων φορτίων ενώ ταυτόχρονα απαιτείται στατικός ηλεκτρισμός.

Αρχικά, αφού τοποθετηθεί το έγγραφο προς αντιγραφή, χάρη στο σύστημα φακών, μια γρήγορη δέσμη φωτός περνά μέσα από τις λευκές περιοχές του χαρτιού και "πέφτει" στον κάτω κύλινδρο τυμπάνου. Η επιφάνεια του κυλίνδρου τυμπάνου, η οποία καλύπτεται από φωτοαγωγίμο στρώμα, είναι υπεύθυνη για τη φόρτισή του με θετικό στατικό ηλεκτρισμό. Καθώς η εικόνα προβάλλεται στον κύλινδρο, οι σκοτεινές περιοχές δεν εκφράζουν το φως, ενώ το θετικό φορτίο παραμένει. Στις άλλες περιοχές, όπου το φως "χτυπάει", το θετικό φορτίο εξουδετερώνεται.

Στη συνέχεια, μια ξηρή χρωστική ουσία με αρνητικό φορτίο που ονομάζεται τόνερ, απλώνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του τυμπάνου και προσκολλάται στις περιοχές που αποθηκεύουν το θετικό φορτίο. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια εικόνα πανομοιότυπη με το αρχικό έγγραφο. Τέλος, ο κύλινδρος τήξης είναι υπεύθυνος για την παραγωγή θερμότητας για τήξη και στερέωση του γραφίτη στο φύλλο.



Εικόνα 96 Φωτοτυπικό μηχάνημα

- **Μία διαφορετική μπάλα ποδοσφαίρου**

Ο λόγος για την iBall, η οποία λειτουργεί με ένα σύστημα γνωστό ως GoalRef και έχει πάρει την έγκριση να χρησιμοποιείται και σε επίσημα παιχνίδια ποδοσφαίρου. Σε αυτή τη μπάλα, είναι τοποθετημένοι αισθητήρες που επικοινωνούν με τις κεραίες που υπάρχουν στα τέρματα και ενημερώνουν τον διαιτητή για το αν η μπάλα έχει περάσει τη γραμμή του γκολ.



Εικόνα 97 "Εξυπνη" μπάλα ποδοσφαίρου

- **Συστήματα ελέγχου "έξυπνων" κατοικιών και κτηρίων**

Τα «έξυπνα σπίτια» είναι το μέλλον, αφού μπορούν να πάρουν πρωτοβουλίες, όπως να διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία τους, να απενεργοποιήσουν τα κλιματιστικά και τα σώματα τους όταν υπάρχει κάποιο παράθυρο ή πόρτα ανοικτή και γενικά να ενημερώνουν τον ιδιοκτήτη ανά πάσα στιγμή μέσω διαδικτύου, σχετικά με τη θερμοκρασία του σπιτιού, τα αποθέματα του ζεστού νερού, του πετρελαίου, μέχρι και αν ξεχάστηκε αναμμένο κάποιο φως.

Μερικά από τα αυτόματα συστήματα έξυπνης κατοικίας που θα ήταν περισσότερο χρήσιμα για έναν ιδιοκτήτη αναφέρονται παρακάτω:

- Κεντρικός ελεγκτής αυτοματισμού
- Έλεγχος φωτισμού
- Σύστημα συναγερμών
- Σύστημα θέρμανσης
- Κεντρικό σύστημα διανομής εικόνας και ήχου
- Αυτόματο σύστημα ποτίσματος
- Σύστημα καμερών
- Έλεγχος θερμοκρασίας νερού
- Έλεγχος ηλεκτρικών συσκευών
- Έλεγχος καιρικών συνθηκών κ.α.



Εικόνα 98 "Εξυπνο" σπίτι

- **"Εξυπνες" κάλτσες για μωρά**

Έχουν αναπτυχθεί κάλτσες για μωρά, που ελέγχουν και ειδοποιούν τους γονείς τους για το αν είναι καλά στην υγεία τους και αναπνέουν σωστά. Είναι κατασκευασμένες από υποαλλεργικό υλικό και διαθέτουν ειδικούς αισθητήρες που μετράνε τους παλμούς της καρδιάς τους και τα επίπεδα οξυγόνου. Στη συνέχεια, σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποια ανωμαλία στην υγεία του μωρού, ενημερώνουν με μήνυμα ή ηχητική κλήση του γονείς.



Εικόνα 99 "Εξυπνες" κάλτσες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ



9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως όλοι γνωρίζουμε, μέσα σε λίγες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και άρα της επιστήμης της μηχανικής. Μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα, αναπτύχθηκε η τεχνολογία των αυτοματισμών, των αισθητήρων, των συστημάτων παραγωγής κ.α. Η ανθρωπότητα γνώρισε το διαδίκτυο, η χρήση του οποίου έκανε και συνεχίζει να κάνει τη ζωή του πιο εύκολη. Έκαναν την εμφάνισή τους τα πρώτα κινητά αφής καθώς και τα "έξυπνα κινητά" ή smartphone μέσω των οποίων, ένα άτομο έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τις κάμερες του σπιτιού του, να πληρώσει ένα λογαριασμό, να βρει το κοντινότερο σούπερ μάρκετ και άλλα πολλά.

Πλέον, η ανθρωπότητα έχει καταφέρει πράγματα, τα οποία πριν από 10-20 χρόνια θεωρούνταν προϊόν επιστημονικής φαντασίας. Εμφανίστηκαν τα πρώτα αυτόνομα αυτοκίνητα τα οποία μπορούν να πάρουν πολλές πρωτοβουλίες από μόνα τους χωρίς να χρειάζεται η παρέμβαση του οδηγού (π.χ. Tesla). Είδαμε επίσης, τις πρώτες εικόνες από την επιφάνεια του πλανήτη Άρη με τη βοήθεια του ρομπότ Perseverance που προσεδαφίστηκε εκεί το 2021, χρησιμοποιούμε ρομπότ - γιατρούς για πολύωρα και απαιτητικά χειρουργεία αλλά και σχεδιάζονται "έξυπνες" μπλούζες οι οποίες μας ενημερώνουν για την κατάσταση της υγείας μας.

Όπως δείχνουν τα γεγονότα, η τεχνολογία θα συνεχίσει να αναπτύσσεται σε πολύ γρήγορους ρυθμούς κάτι που θα έχει σαν αποτέλεσμα, τις επόμενες δεκαετίες η καθημερινότητά μας να είναι τελείως διαφορετική με αυτή του σήμερα. Η τεράστια ποσότητα δεδομένων που παράγονται (2,5 πεντάκις εκατομμύρια bytes δεδομένων καθημερινά), η γρηγορότερη ισχύς των υπολογιστών (έχει αυξηθεί πάνω από 1 τρισ. φορές από την εποχή του Apollo 11 του 1969) και η άνοδος της τεχνητής νοημοσύνης (οι μηχανές έχουν ήδη τη νοημοσύνη ενός 6χρονου παιδιού σήμερα), φέρνουν την γρηγορότερη ανάπτυξη των τεχνολογιών στην ιστορία.

Οι ειδικοί πιστεύουν ότι, στο κοντινό μέλλον, είναι πιθανό ο παγκόσμιος πληθυσμός να περιλαμβάνει δισεκατομμύρια ανθρώπων και δισεκατομμύρια ρομπότ, με τα τελευταία να κάνουν σχεδόν όλη τις δουλειές ρουτίνας ή τις βαριές εργασίες. Οι άνθρωποι θα εργάζονται για τη βελτίωση του λογισμικού των ρομπότ και η βιομηχανία της Πληροφορικής θα αποτελεί το «σπίτι» των εταιρειών που αναπτύσσουν προγράμματα για ρομπότ. Παρακάτω, θα αναφερθούν μερικές -εξωπραγματικές για την ώρα- εφαρμογές της τεχνολογίας της Μηχατρονικής όπου πιστεύεται ότι θα γίνουν πραγματικότητα στο άμεσο μέλλον.

9.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗΣ...ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

- **«Τα ασύρματα συστήματα 6ης γενιάς ή 6G»**

Το 2G έφερε τα SMS, το 3G τις υπηρεσίες δεδομένων, το 4G έκανε δυνατή τη σύνδεση των κινητών με το διαδίκτυο, ενώ το 5G είναι η συνέχεια των προηγούμενων τεχνολογιών με ακόμα υψηλότερες ταχύτητες σύνδεσης στο διαδίκτυο και μεγαλύτερη χωρητικότητα.

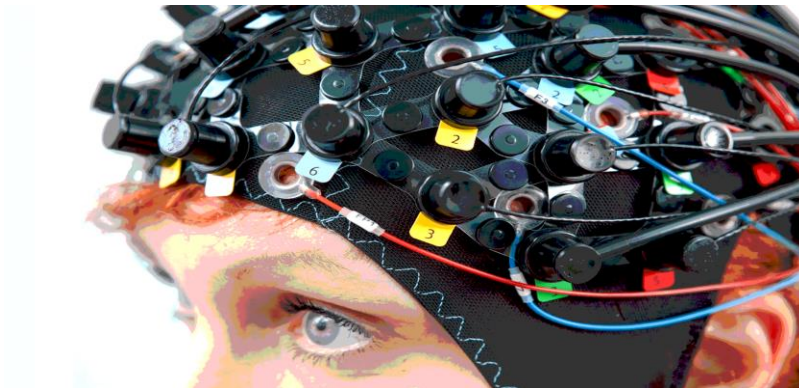
Με το 6G η ανθρωπότητα θα ζει ανάμεσα σε άυλα ή μηχανικά ρομπότ. Είναι η γενιά των τηλεπικοινωνιακών δικτύων, που θα είναι πολύ γρηγορότερη από το 5G, με ταχύτητες που θα φτάνουν το 1TBps (1 Terabyte ανά δευτερόλεπτο). Το 6G θα χρησιμοποιεί πιο προηγμένο ραδιοεξοπλισμό με δυνατότητα μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και χρησιμοποίηση του φάσματος Extreme High Frequency που παρέχει εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες και τεράστια χωρητικότητα σε μικρές αποστάσεις. Πιστεύεται ότι μέχρι το 2030, η τεχνολογία 6G θα χρησιμοποιείται στα περισσότερα σημεία της γης.



Εικόνα 100 Ασύρματο δίκτυο 6G

- **BCI (Brain-Computer Interface) ή διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή**

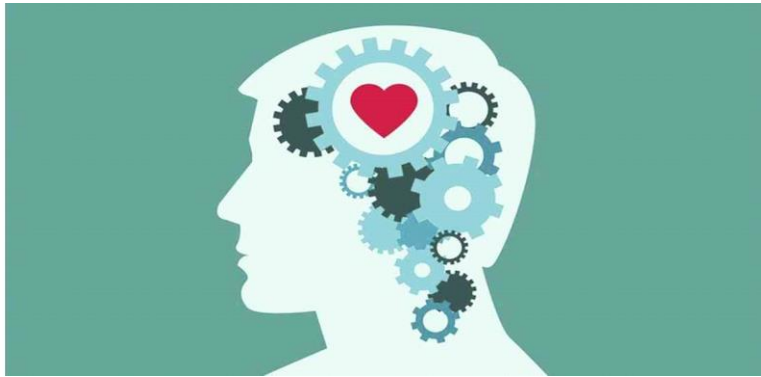
Πρόκειται για τη σύνδεση του ανθρωπίνου εγκεφάλου με τον υπολογιστή, για να ενισχύσει την σκέψη και γενικά τη γνωστική λειτουργία του ανθρώπου. Από το 2021, βρίσκονται σε εξέλιξη οι πρώτες δοκιμές σε ανθρώπους.



Εικόνα 101 Διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή

- **Συναισθηματική Τεχνητή Νοημοσύνη**

«Συναισθηματικοί» υπολογιστές εντοπίζουν και αναλύουν τα ανθρώπινα συναισθήματα μέσω της τεχνητής νοημοσύνης.



Εικόνα 102 Συναισθηματική Τεχνητή Νοημοσύνη

- **Αθανασία**

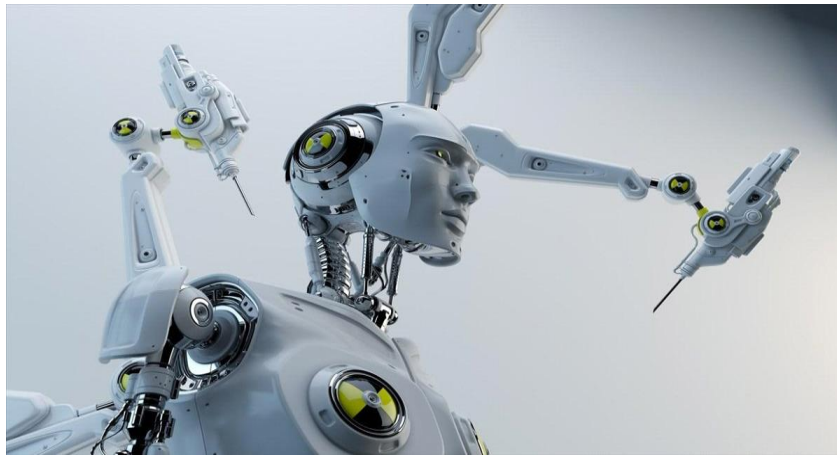
Στη Βιολογία, η αθανασία δεν είναι μια φυσική διαδικασία του ανθρώπινου οργανισμού, αλλά υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να μην είναι πλέον αδύνατη. Με την ανάπτυξη της γενετικής, της νανοϊατρικής π.χ(αντιγηραντικά φάρμακα), των νευροεπιστημών σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας η δημιουργία ενός αθάνατου ανθρώπου μπορεί να σταματήσει να είναι προϊόν επιστημονικής φαντασίας.



Εικόνα 103 Αθανασία

- **Βιονικοί άνθρωποι**

Πρόκειται για τεχνολογία η οποία ενισχύει τις φυσικές ικανότητες του ανθρώπου, όπως π.χ. μέσω εξωσκελετών και εμφυτευμάτων. Βιονικοί τένοντες, τεχνητό δέρμα που επαναφέρει την αίσθηση της αφής, τεχνητός εγκέφαλος και μικροτσιπ που αποκαθιστούν την όραση των τυφλών είναι μερικά από τα τελευταία επιστημονικά επιτεύγματα που συνθέτουν τον βιονικό άνθρωπο. Μέλη και ιστοί που έχουν καταστραφεί ανεπανόρθωτα μπορούν να επιδιορθωθούν χάρη στη προηγμένη τεχνολογία της εποχής μας, σώζοντας ή ακόμα και βελτιώνοντας την ποιότητα της ζωής των ασθενών. Για παράδειγμα, το 2021 πραγματοποιήθηκε εμφύτευση του πρώτου τεχνητού κερατοειδούς χιτώνα.



Εικόνα 104 Βιονικός άνθρωπος

- **eVTOL**

Ένα ηλεκτρικό αεροσκάφος κάθετης απογείωσης και προσγείωσης είναι μια ποικιλία αεροσκαφών VTOL που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για να αιωρείται, να απογειώνεται και να προσγειώνεται κατακόρυφα. Τα ηλεκτρικά αυτά οχήματα, θα προσφέρουν μία εναλλακτική λύση στις οδικές μετακινήσεις. Το 2023, υπολογίζεται ότι θα κυκλοφορήσουν τρία τέτοια αεροσκάφη που έχουν πάρει έγκριση για εμπορική χρήση παγκοσμίως.



Εικόνα 105 eVTOL

- **Πλήρως αυτόνομα αυτοκίνητα**

Ένα παράδειγμα αυτόνομων αυτοκινήτων, αποτελεί το όχημα της Google με το Self – Driving Car Project που έχουμε δει στους δρόμους των πόλεων μας. Το project αυτό αποτελείται από 58 ειδικά διαμορφωμένα οχήματα που συνολικά έχουν διανύσει πάνω από 3 εκατομμύρια χιλιόμετρα οδήγησης παγκοσμίως. Τα οχήματα αυτά, είναι τελείως αυτόνομα, θα πρέπει όμως για λόγους ασφαλείας να κινούνται σε συγκεκριμένες “γνωστές” για το σύστημα τους περιοχές, όπως το κέντρο μίας πόλης.

Στο μέλλον, σκοπός των αυτοκινητοβιομηχανιών είναι τα πλήρως αυτόνομα οχήματα νέας γενιάς. Σε αυτή τη μορφή, το αυτοκίνητο θα μπορεί να ακολουθήσει οποιαδήποτε διαδρομή, σε όλους τους δρόμους, βατούς ή δύσβατους, χωρίς να παρέμβει ο οδηγός.



- **Ολογράμματα**

Όπως όλα δείχνουν, δε θα είναι αναγκαία σε λίγα χρόνια η φυσική παρουσία μας αλλά η παρουσία του ολογράμματός μας. Χρήση ολογραμμάτων, γινόταν μέχρι τώρα σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας. Πλέον, τα ολογράμματα είναι γεγονός, αν και σε αρχικό ακόμα στάδιο, καθώς το 2021 πραγματοποιήθηκε το πρώτο δείπνο με ολογράμματα.



Εικόνα 107 Ολόγραμμα ανθρώπου

- **Αποχέτευση χωρίς υπονόμους**

Έρευνες δείχνουν ότι τα βλαβερά για την υγεία μας αποχετευτικά λύματα οδηγούν σε θάνατο ένα στα εννέα παιδιά παγκοσμίως. Οι εγκαταστάσεις αποχέτευσης που δεν χρειάζονται υπονόμους, μειώνουν τις ασθένειες και βοηθούν στη μετατροπή των λυμάτων σε χρήσιμα προϊόντα, όπως λιπάσματα.



Εικόνα 108 Αποχέτευση χωρίς υπονόμους

- **Μετασύμπαν (Metaverse)**

Το Metaverse ή μετασύμπαν, έρχεται μετά το πραγματικό σύμπαν στο οποίο ζούμε. Συγκεκριμένα, είναι ένα ψηφιακό δίκτυο εικονικών κόσμων όπου ζούμε και αλληλεπιδρούμε με άλλα άτομα όπως στην πραγματική ζωή, αλλά δεν είναι απλά ένα βιντεοπαιχνίδι ή ένας ψηφιακός κόσμος. Πρόκειται για ένα συνδυασμό όλων των ψηφιακών μας κόσμων σε μια εικονική διάσταση, όπου έχουμε πρόσβαση χάρη στις τεχνολογίες του Internet, της εικονικής πραγματικότητας, αλλά και των social media, των κρυπτονομισμάτων και του blockchain που επιτρέπουν να δημιουργηθεί αυτή η νέα πραγματικότητα.

Το Metaverse δε θα είναι ποτέ ανενεργό, αλλά θα είναι ένας κόσμος που θα λειτουργεί διαρκώς, ακόμη κι όταν οι χρήστες του δε θα είναι συνδεδεμένοι.



Εικόνα 109 Μετασύμπαν

Βιβλιογραφία

ΚΕΙΜΕΝΑ

[1]

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, 12/7/2022

https://mechatronics.uowm.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=130&lang=el

[2]

Π.Καλογεράκος, 2^ο Λύκειο Αλίμου

<https://blogs.sch.gr/2lykalim/files/2016/03/%CE%91%CE%99%CE%A3%CE%98%CE%97%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%95%CE%A3.pdf>

[3]

Πάρις Ζερβός, 2017 <https://docplayer.gr/23995894-Pneumatika-systimata.html>

[4]

Κεφάλαιο 9, Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

<https://maredu.hcg.gr/modules/document/file.php/ASP335/09.pdf>

[5]

Ζαμπακλής Γεώργιος, Μηχατρονική και εκπαιδευτικό υλικό

<https://apothesis.lib.teicrete.gr/bitstream/handle/11713/2142/ZampaklisGeorgios2015.pdf?sequence=1>

[6]

Σφυράκη Λυδία, Διερεύνηση πιεζοηλεκτρικών κυκλωμάτων παραδιακλάδωσης σε κατασκευές, 2018

file:///C:/Users/%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%82/Downloads/Sfyraki_Lydia_Dip_2018.pdf

[7]

Τμήμα ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών, Κοζάνη 2020

<https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/BSMM115/%CE%98%CE%95%CE%A9%CE%A1%CE%99%CE%91/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82%20%26%20%CE%95%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B7%CF%84%CE%AD%CF%82%20%20Sensors%20%26%20Actuators.pdf>

[8]

Χριστάκης Κωνσταντίνος, Αισθητήρια συστημάτων που περιλαμβάνουν γραμμικούς ενεργοποιητές, Αιγάλεω Ιούνιος 2018

http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4462/auto_38671.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[9]

Στέφανος Οικονόμου Μηχατρονική Γ' ΕΠΑΛ, 2016

http://www.iep.edu.gr/images/IEP/EPISTIMONIKI_YPIRESIA/Epist_Monades/B_Kyklos/Tee/2016/GEpal/2016_GEpal_Mixatroniki_BM.pdf

[10]

Διακάκης Δημήτρης-Φουστέρης Ιωάννης, Είδη αυτοματισμού στα πνευματικά συστήματα, Αιγάλεω Ιούνιος 2018

<http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4398/%CE%A0%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%86%CF%83%CE%BA%CE%B7%CF%83%CE%B7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[11]

Μεϊμαράκης Θεόδωρος, Τάλως: Το πρώτο ρομπότ στην ιστορία ,Γυμνάσιο Λιμένος Χερσονήσου, 2015

<https://arduinobots.wordpress.com/%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B7/>

[12]

Εφαρμογές της Μηχατρονικής στα Γεωργικά Μηχανήματα, Ιωάννης Γράβαλος-Δημήτριος Κατέρης, 2015

[13]

Κωνσταντής Μιχαήλ Οι αισθητήρες στο αυτοκίνητο, Ηράκλειο Μάρτιος 2013

[14]

Δουλγέρης Γεώργιος-Ζαραγκούλιας Νικόλαος-Κουτσούκος Βλάσης, Τεχνολογία ελέγχων & Διαγνώσεων, Α' Τεύχος, Αθήνα 2001

[15]

Στέφανος Ν. Μανιάς- Γ. Κωστάκης, Η τεχνολογία της μηχανικής ως εξειδίκευση του ηλεκτρολόγου μηχανικού, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

[16]

Robert H.Bishop, The Mechatronics Handbook, Texas 2002

[17]

Γ. Χαμηλοθώρης, Εισαγωγή στη μηχανική, ΤΕΙ Πειραιά

[18]

Ευφυή Σύνθετα Υλικά (Μηχανική των πιεζοηλεκτρικών υλικών)

[19]

Ονούφριος Β. Μαρκάκης, Ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης ενέργειας πιεζοηλεκτρικών υλικών, Χανιά Ιούνιος 2014

[20]

ΜΗΧΑΤΡΟΝΙΚΗ, Dan Nesculescu. εκδόσεις Τζιόλα, 2019

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: <https://el.lambdageeks.com/robot-evolution/>

Εικόνα 2:

<https://www-engineering.blogspot.com/2019/08/mechatronics-engineering-salary-in.html>,
Mechatronics Engineering Salary In Pakistan

Εικόνα 3,4: [Manzoore Elahi M Soudagar](#),

https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-Mechatronics-system_fig1_317562817

Εικόνα 5: <https://www.mouser.in/new/ccs/ccs-sensors-kit/>, mouser electronics

Εικόνα 6: Αμπατζόγλου Γιάννης, Ηλεκτρονικός Μηχανικός,

http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/robotiki_G_2018_final/_0.html

Εικόνα 7,8: <https://www.pcbest.gr/product/universal>, PCBest.gr

Εικόνα 9:

<https://businessviewcaribbean.com/pharmaceutical-services-installations-llc-psi-buildin-g-relationships-trust/>, businessviewcaribbean.com

Εικόνα 10,15,19,20: <https://electronicroom.eu/el/.html>

Εικόνα 11:

https://www.plaisio.gr/fotografia-ixos/fotografikes-mixanes/compact/sony-digital-camera-sony-dsc-rx100-iii-mauro_2198312?gclid, Πλάισιο.gr

Εικόνα 12:

<https://www.openpr.com/news/2218326/photoresistors-market-competitive-dynamics-global-outlook>, GLOBAL INFO RESEARCH

Εικόνα 13: <https://ijcrt.org/papers/IJCRT2008417.pdf>, 2020 IJCRT | Issue 8 August 2020

Εικόνα 14: <https://www.kr4.us/optical-detector-phototransistor-qrd1114.html>, Karlsson Robotics

Εικόνα 16: <https://www.tequipment.net/Autonics/BD-065/General-Accessories/>

Εικόνα 17:

<https://www.zigsley.top/products.aspx?cname=makeblock+ultrasonic+sensor&cid=10>,
Shop local

Εικόνα 18: <https://indicator.gr/rosia-rantar-se-24ori-vasi-gia-ton-entopismo-pyrinikon-ekrixeon>,
4 Ιουλίου 2022

Εικόνα 21: <https://www.nanasupplier.com/trirung-int/p-131169>

Εικόνα 22:

<https://www.afriso.com/en/PM/Domestic-technology/Pressure-measuring-instruments-domestic-technology/Standard-capsule-pressure-gauges-Type-D4>

Εικόνα 23,24:

<https://lampini.gr/biomixaniko-yliko/aisthithires-anichneftes/choritikoi-aisthithires/choreti-kos-aistheteras-start-0-8mm-npn-15-30v-dc-200ma-no>

Εικόνα 25: <https://technobilim.com/basinc-gerilme-transduserleri>

Εικόνα 26:

https://hdelectronicseg.com/products/piezo-sensor-element-1?pr_prod_strat=collection_fallback&pr_rec_pid=6614824222892&pr_ref_pid=6614830547116&pr_seq=uniform

Εικόνα 27: <https://www.scribd.com/presentation/487136063/ppt>

Εικόνα 28: https://eclass.uowm.gr/modules/document/file.php/ECE350/LN4_01-04-2022.pdf

Εικόνα 29: <https://www.ifm.com/ch/fr/product/LR7020>

Εικόνα 30:

<https://www.amazon.es/reconocimiento-4-5-5-5V-Componentes-control-micr%C3%B3fono/dp/B09JW4ZRRR>

Εικόνα 31: <https://coolweb.gr/leitourgia-mikrofonou/>

Εικόνα 32: <https://dir.indiamart.com/kolkata/linear-actuators.html>

Εικόνα 33: Από βιβλιογραφία

Εικόνα 34:

<http://gr.hanzelmotor.org/asynchronous-motor/ie2-motor/ye2-series-high-efficiency-three-phase.html>

Εικόνα 35:

<https://234hypes.com/%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%83-%CE%B8%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B7-k.html>

Εικόνα 36: https://tr.wikipedia.org/wiki/AC_motor

Εικόνα 37: <https://grobotronics.com/57bygh115-30kg.cm-200-steps-rev.html>

Εικόνα 38: <https://www.dreamstime.com/photos-images/electromagnetic-coil.html>

Εικόνα 39:

https://www.bestprice.gr/cat/5626/electrical-fuses/f/1_29268/adeleq.html?q=%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B5+%CE%BC%CE%B5+%CE%B2%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82+%CE%B5%CF%80%CE%B1%CF%86%CE%B5%CF%82

Εικόνα 40:

<https://www.powermotiontech.com/technologies/cylinders-actuators/article/21887837/cylinder-sizing-considerations-for-precision-system-control>

Εικόνα 41,43:

<https://www.justdial.com/Hyderabad/Double-Acting-Hydraulic-Cylinder-Dealers/nct-12001810>

Εικόνα 42: <https://masspneumatech.co.th/product/rfs-actuator/>

Εικόνα 44: <https://lt.bestsalecheap.ru/category?name=thermal%20actuator> ,
<https://www.scopeproject.org/thermal-actuation-issue-8>

Εικόνα 45,47:

<https://www.directindustry.es/prod/sensata-technologies/product-37684-1869745.html> ,
https://www.researchgate.net/figure/Prototype-drawing-of-MMARMF_fig5_289873367

Εικόνα 46:

<https://www.industrysearch.com.au/duff-norton-machine-screw-mechanical-actuator/p/57792>

Εικόνα 48: <https://kleemannlifts.com/el/products/escalators-moving-walks/escalators>

Εικόνα 49: <https://www.tights.no/butikk/bh-global-gym-plus-multigym/>

Εικόνα 50:

<https://www.saboco.ro/products/stergator-parbriz-sofer-alfa-romeo-brera-01-2006-cod-art33-23>

Εικόνα 51: http://www.geo.auth.gr/106/8_silicates/cyclo/tourmaline.htm

Εικόνα 52: <https://docplayer.es/87401439-Piezoelectricidad-smart-twins.html>

Εικόνα 53,54,55,56: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΜΕΤΑΞΑΣ, ΧΑΝΙΑ 2016

Εικόνα 57: <https://www.bluedot.gr/2013/06/gyroscope/>

Εικόνα 58:

https://www.researchgate.net/figure/Electronic-drum-pad-with-piezoelectric-generator-a-photograph-and-b-crosssectional_fig1_286478592

Εικόνα 59: <https://www.nicolopoulos.gr/en/pneumatics-en/>

Εικόνα 60: <https://www.alibaba.com/product-detail/TonyPi-Pro-Humanoid-Robot-AI-Robot>

Εικόνα 61: <https://handwiki.org/wiki/Engineering:Aileron>

Εικόνα 62:

<https://www.kidslife.gr/product/8554/paixnidia-gia-agoria-oximata-kai-alla-anypsotiko-linde-ht160-me-paleta-kai-3-kloybia,-bruder,-klark-oxima-paixnidi-agori-doro/>

Εικόνα 63,64: Θεωρητική εκπαίδευση υποψήφιων οδηγών φορτηγών, Υπουργείο μεταφορών και επικοινωνιών, 2004

Εικόνα 66: <https://slideplayer.gr/slide/12144816/> , Πόπη Κανάκη

Εικόνα 67:

<http://www.zimzamphysics.gr/tag/%CF%86%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7/> , 2006

Εικόνα 68,69,70:

https://www.tecnopneumatic.gr/en/product-category/aerosympiestes_kai_diktya_aeros/

Εικόνα 71: <https://www.indiamart.com/sujathaelectronics/other-products.html>

Εικόνα 72:

<https://www.ipsilipiesi.com/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CF%80%CE%BD%CE%B5%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%85%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/>

Εικόνα 73: ΔΙΑΚΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ, ΦΟΥΣΤΕΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΕΙΔΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, 2018

Εικόνα 74,75,76: <https://docplayer.gr/23995894-Pneumatika-systimata.html>

Εικόνα 77: <https://www.eckart-hydraulics.com/de/produkte/alle-produkte.html>

Εικόνα 79:

<https://cnkailing.en.made-in-china.com/product/dsInZINHfVI/China-4r210-Series-5-2-Way-Mini-Manual-Air-Control-Valve.html>

Εικόνα 80,81,82,84,85: <https://docplayer.gr/23995894-Pneumatika-systimata.html>

Εικόνα 86: <https://gr.pinterest.com/pin/335236765992502652/>

Εικόνα 87: <https://www.productreview.com.au/listings/samsung-sr8845>

Εικόνα 88: <https://www.gettyimages.com/photos/brain-implant>

Εικόνα 89:

<https://www.gnomionline.com.cy/index.php/component/k2/item/3183-ekklhsh-pros-yp-ygeas-kai-kybernhsh-apo-pasyno-me-polla-aithmata>

Εικόνα 90: <https://www.carzine.gr/deite-ton-ejoteriko-aerosako-gia-pevous-tis-subaru/>

Εικόνα 91:

<https://www.crsautomotive.com/connected-cars-how-will-safety-features-change-the-driving-experience/>

Εικόνα 92: <https://www.sitarango.org/special-forces-helmet-camera>

Εικόνα 93: <http://stuff89.blogspot.com/2018/03/israeli-made-merkava-ivm-windbreaker.html>

Εικόνα 94: <https://gemquery.com/content/by-tag/9822>

Εικόνα 95:

<https://www.travelmonitor.com.au/category/news/todays-news/globus-family-of-brands-announces-raft-of-sustainability-initiatives/> , 6/6/2019

Εικόνα 96:

<https://www.onlarissa.gr/2019/02/06/anastatosi-sto-aerodromio-toy-irakleioy-aeroplano-evgale-kapnoys-logo-tis-afrikanikis-skonis/> ,6/2/2019

Εικόνα 97: <https://inturda.ro/tag/xerox-campia-turzii/>

Εικόνα 98: <https://santacruzdaibaixaverde.pe.leg.br/puce-ballon-de-foot-k.html>

Εικόνα 99:

<https://vymaps.com/GR/Easy-Smart-Homes-Accommodation-Thessaloniki-339018589512866/>

Εικόνα 100: <https://www.mama365.gr/list/65-agores.html?p=11>

Εικόνα 101: <https://www.scmp.com/knowledge/topics/5g/news>

Εικόνα 102:

<https://www.thisisbrainy.com/a-brain-computer-interface-successfully-interpreted-responses-from-patients-with-locked-in-syndrome/> , Ron J.

Εικόνα 103: <https://www.therapia.gr/beltiosi-synaisthimatikis-noimosinis/>

Εικόνα 104:

https://medium.com/@arshah_46853/the-science-of-immortality-the-ancient-quest-for-eternal-life-883976bb7e94 , Aryan Shah

Εικόνα 105: <https://techxb.com/category/social-media-applications/>

Εικόνα 106: <https://www.abc.com.py/tag/automoviles-voladores/> ,6/7/2022

Εικόνα 107: <https://9to5google.com/2018/03/27/waymo-jaguar-self-driving-all-electric-i-pace/>

Εικόνα 108:

<https://news.rambler.ru/scitech/36086339-time-warner-vlozhila-27-mln-v-kompaniyu-razrabatyvayuschuyu-3d-gologrammy/>

Εικόνα 109:

<https://www.pronews.gr/epistimes/865937-diethnis-omada-ereyniton-kataskeyase-toyaleta-poy-entopizei-apo-diaviti/> ,7/4/2020

Εικόνα 110: <https://www.china-files.com/realta-aumentata-lavanguardia-arriva-dalloriente/>