



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Πτυχιακή Εργασία

**«Διατάξεις αισθητήρων – μετατροπέων για τη
μελέτη και καταγραφή περιβαλλοντικών
μεγεθών»**



Του φοιτητή
Γκόγκας Προκόπιος
Αρ. Μητρώου: 41547

Επιβλέπων Καθηγητής
Παναγιώτης Σινιόρος

Αιγάλεω 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	2
2.1 Ιστορική Αναδρομή	3
2.2 Χαρακτηριστικά των αισθητήρων.....	4
2.2.1 Στατικά χαρακτηριστικά	4
2.2.2 Δυναμικά χαρακτηριστικά.....	9
2.3 Κατηγορίες αισθητήριων – μετατροπέων.....	10
2.3.1 Ταξινόμηση με βάση το σύστημα τροφοδοσίας	10
2.3.2 Ταξινόμηση με βάση την αρχή λειτουργίας.....	11
2.3.3 Ταξινόμηση με βάση το μετρούμενο μέγεθος.....	24
2.3.4 (Βιο)χημικοί Αισθητήρες	44
2.4 Εφαρμογές Αισθητήρων	50
2.4.1 Περιβαλλοντικές εφαρμογές.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ - ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ.....	53
3.1 Αισθητήρες Θερμοκρασίας – Υγρασίας	53
3.1.1 Γενικά για την θερμοκρασία.....	53
3.1.2 Σημεία αναφοράς και κλίμακες θερμοκρασίας	54
3.1.3 Μετεωρολογικά θερμόμετρα.....	55
3.1.4 Σφάλματα και πηγές σφαλμάτων στη μέτρηση της θερμοκρασίας.....	60
3.1.5 Γενικά για ατμοσφαιρική υγρασία	63
3.1.6 Παράμετροι προσδιορισμού υγρασίας.....	64
3.1.7 Ψυχρόμετρα	65
3.1.8 Υγρόμετρα τριχός	67
3.1.9 Φασματοσκοπικά υγρόμετρα	68
3.1.10 Αρχές λειτουργίας άλλων υγρομέτρων.....	69
3.2 Αισθητήρες Ανέμου.....	69
3.2.1 Γενικά για τον άνεμο	69
3.2.2 Κλίμακες και μονάδες.....	70
3.2.3 Ανεμόμετρα	71
3.2.4 Χαρακτηριστικά ανεμομέτρων.....	75
3.2.5 Ανεμοδείκτες	76
3.2.6 Υπολογισμός της κατακόρυφης κατανομής του ανέμου	77

3.3 Αισθητήρες Κατακρημνίσεων – Εξάτμισης	78
3.3.1 Βροχοπτώσεις.....	78
3.3.2 Χιονοπτώσεις.....	79
3.3.3 Εξάτμιση	79
3.4 Αισθητήρες Ατμοσφαιρικής Πίεσης.....	80
3.4.1 Γενικά για την ατμοσφαιρική πίεση.....	80
3.4.2 Μονάδες πίεσης.....	82
3.4.3 Μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης.....	82
3.5 Αισθητήρες Ακτινοβολίας – Ηλιοφάνειας.....	86
3.5.1 Γενικά για την ακτινοβολία	86
3.5.2 Όργανα μέτρησης ακτινοβολίας	87
3.5.3 Φασματοφωτόμετρα.....	93
3.5.4 Ακτινόμετρα.....	98
3.5.5 Ανιχνευτές ακτινοβολίας.....	101
3.5.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τα όργανα ακτινοβολίας.....	102
3.5.7 Αισθητήρες ηλιοφάνειας.....	104
3.6 Αισθητήρες Αερίων	106
3.6.1 Διοξείδιο του Θείου (SO ₂)	106
3.6.2 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	108
3.6.3 Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	110
3.6.4 Οξείδια του Αζώτου (NO _x)	112
3.6.5 Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂)	114
3.6.6 Μεθάνιο (CH ₄)	116
3.6.7 Αναλυτής Όζοντος	118
3.6.8 Αιωρούμενα Σωματίδια	120
3.7 Αισθητήρες υδάτων.....	122
3.7.1 Θερμοκρασία.....	122
3.7.2 Αγωγιμότητα	123
3.7.3 Διαλυμένο οξυγόνο	126
3.7.4 pH	128
3.7.5 Θολερότητα	130
3.7.6 Αισθητήρας μέτρησης διαλυμένων ιόντων	132
3.8 Αισθητήρες για μέτρηση παραμέτρων εδάφους.....	133
3.8.1 Εισαγωγή	133

3.8.2 Σημασία Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας	135
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	137

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας, έχει υπολογιστεί, ότι στις οικονομικές, τεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες μιας ανεπτυγμένης χώρας, ένα ποσοστό έως 6-7% του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος της (ΑΕΠ), δαπανάται σε διάφορες μετρήσεις. Οι μετρήσεις αφορούν τους ελέγχους στις ποσότητες των συναλλαγών, την ποιότητα των προϊόντων, τις διεργασίες παραγωγής, καθώς και σε μετρήσεις που πραγματοποιούνται για την ασφάλεια της υγείας, της εργασίας και του περιβάλλοντος. Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα συστήματα μέτρησης (measurement systems). Οι μετρήσεις των φυσικών και των χημικών φαινομένων αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα πολλών ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Ιστορικά ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τη μέτρηση για να μπορέσει να εκφράσει διάφορες ποσότητες (πχ. του λαδιού, της απόστασης), ώστε να μπορέσει να επικοινωνήσει με άλλους ανθρώπους και να διεξάγει πλήθος δραστηριοτήτων (πχ εμπόριο προϊόντων). Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και της βιομηχανίας, οι μετρήσεις εκτός από την έκφραση του μεγέθους μιας ποσότητας άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρέως στα λεγόμενα συστήματα αυτόματου ελέγχου (automatic control systems). Στα συστήματα αυτά μετριέται ένα μέγεθος, η μέτρηση συγκρίνεται με μια επιθυμητή τιμή και στη συνέχεια η διαφορά τους χρησιμοποιείται για να ελέγξει μια διαδικασία, έτσι ώστε το μετρούμενο μέγεθος να έχει την ίδια τιμή τελικά με την επιθυμητή τιμή. Στο παρελθόν, πολλά συστήματα μέτρησης βασιζόταν σε χειροκίνητες, μηχανικές ή άλλες διαδικασίες για την πραγματοποίηση της μέτρησης. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών, η πλειοψηφία των μετρήσεων βασίζεται πλέον στην μετατροπή ενός φυσικού μεγέθους (πχ. θερμοκρασία, πίεση, κλπ.) στο αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα (συνήθως τάση). Ο λόγος είναι ότι το ηλεκτρικό σήμα είναι εύκολο να ενισχυθεί (στην περίπτωση μέτρησης μικρών μεγεθών), να φιλτραρισθεί (στην περίπτωση που επιδρούν διαταραχές στη μέτρηση του μεγέθους), να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις (στην περίπτωση που η λήψη της μέτρησης πρέπει να γίνει σε απομακρυσμένο σημείο), να απεικονιστεί εύκολα και ευανάγνωστα, καθώς και να αποθηκευτεί σε κατάλληλα μέσα για μελλοντική επεξεργασία και χρήση.

Τη μετατροπή του φυσικού μεγέθους στο αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα αναλαμβάνει συνήθως μια μονάδα που ονομάζεται αισθητήρας (sensor). Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί αισθητήρες για πολύ μεγάλο αριθμό φυσικών μεγεθών. Επακόλουθο της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας των αναλογικών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων ήταν η ραγδαία ανάπτυξη των ψηφιακών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (hardware) και του αντίστοιχου λογισμικού (software). Εξαιτίας των σημαντικών πλεονεκτημάτων που παρέχουν τα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα,

το μεγαλύτερο μέρος των συστημάτων μέτρησης σήμερα βασίζεται σε ψηφιακά ηλεκτρονικά (CPUs, μικροεπεξεργαστές, μικροελεγκτές, PCs, κλπ).

Οι αισθητήρες και οι μετατροπείς, αποτελούν ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο και βελτιούμενο πεδίο στην ερευνητική διαδικασία, λόγω της πληθώρας των καθημερινών και σημαντικών εφαρμογών τους. Η τεχνολογία κάνει άλματα προόδου, με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση στην απόδοσή τους, τη μείωση στο κόστος παραγωγής, αγοράς και συντήρησής τους και στην ποικιλία των χρήσεων και των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν.