



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Διπλωματική εργασία

Θέμα:

Παρακολούθηση υποδομών ανανεώσιμων πηγών
ενέργειας με συστήματα αισθητήρων



Του φοιτητή

Βολάκη Αργύρη

11 Ιουνίου 2022

Επιβλέπων καθηγητής

Δρ. Καλκάνης Κωνσταντίνος

Επίκουρος Καθηγητής

Τμήμα Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών

Σχολή Μηχανικών - Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

(Καλκάνης Κωνσταντίνος), (Επίκουρος Καθηγητής)	(Ψωμόπουλος Κωνσταντίνος), (Καθηγητής)	(Ιωαννίδης Γεώργιος), (Καθηγητής)
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και (Ονοματεπώνυμο Φοιτητή/ήτριας),
Μήνας, Έτος**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Βολάκης Αργύρης του Ευαγγέλου με αριθμό μητρώου 46335 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 12/07/2022 και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος/ουσας καθηγητή/ήτριας.»

Ο/Η Δηλών/ούσα
(Βολάκης Αργύρης)

(Υπογραφή φοιτητή/ήτριας)



Να δημιουργείς και δημιουργώντας να δημιουργήσαι και να μην είσαι τίποτε άλλο από την δημιουργία σου.

Αριστοτέλης

Αυτός που αγωνίζεται μπορεί να χάσει, όμως αυτός που δεν αγωνίζεται έχει χάσει ήδη.

Bertolt Brecht

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου, οι οποίοι με υποστήριξαν καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης, πέραν από το οικογενειακό και φιλικό περιβάλλον μου θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου και επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας Δρ. Καλκάνη Κωνσταντίνο, ο οποίος ήταν δίπλα μου όλο αυτό το διάστημα που χρειάστηκε καθώς με καθοδήγησε και με συμβούλεψε για την εκπόνηση της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους υπόλοιπους καθηγητές μου που όλα αυτά τα χρόνια με βοήθησαν και μου μετέδωσαν τις γνώσεις τους στον τομέα της ηλεκτρολογίας .

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως θέμα την παρακολούθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τη χρήση αισθητήριων συστημάτων. Αρχικά, γίνεται περιγραφή των κυριότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και τις τεχνικές με τις οποίες θα μπορούσαν να συντηρηθούν χωρίς την αξιοποίηση αισθητήρων καθώς και το κόστος παρακολούθησης και συντήρησης. Στην συνέχεια, γίνεται περιγραφή των κατηγοριών και των χαρακτηριστικών των αισθητήρων που θα χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των υποδομών ΑΠΕ . Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα οφέλη της χρήσης των αισθητήρων ξεχωριστά για κάθε περίπτωση διαφορετικής εφαρμογής και μέτρησης για την αποφυγή βλαβών σε εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παρουσιάζονται συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από τη χρήση των αισθητήρων σε τέτοιες υποδομές ενέργειας .

Abstract

This thesis is dealing with the monitoring of renewable energy sources through sensory systems. Firstly, the main renewable energy sources are described as well as the technics through which they can be maintained and their monitoring and maintenance cost. Then the main categories and the most important characteristics of sensors are described which are used for the monitoring of infrastructures of renewable energy sources. Lastly, the benefits of the use of these sensors are presented, separately for each different application and measurement, to avoid damages in a renewable energy sources installation. Also, the conclusions from the use of the sensors in these kinds of infrastructures are presented.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ	1
1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	3
2. ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	5
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	5
2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	5
2.3. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	6
2.3.1. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	6
2.3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ.....	7
3.ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	10
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
3.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	12
3.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	12
3.3.1. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	12
3.3.2. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	18
3.3.3. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	22
3.3.4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	25
3.3.5. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	27
3.3.6. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΥΜΑΤΩΝ.....	29
4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	30
4.1. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	30
4.2. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	32
4.3. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	35
4.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	36
4.5. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ	37
5. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	39
5.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	39
5.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	40
5.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	41

5.3.2. ΚΛΙΜΑΚΑ ΕΙΣΟΔΟΥ	42
5.3.3. ΕΥΡΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΥΡΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΞΟΔΟΥ	43
5.3.4. ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ	43
5.3.5. ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΑΙ Η ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ	43
5.3.6. ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ	44
5.3.7. ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ	44
5.3.8. ΥΣΤΕΡΗΣΗ	45
5.3.9. ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΤΗΤΑ	45
5.3.10. ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	46
5.3.11. ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ	46
5.3.12. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ	47
5.3.13. ΝΕΚΡΗ ΖΩΝΗ	48
5.3.14. Η ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ	49
5.3.15. ΔΙΕΓΕΡΣΗ	49
5.3.16. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	49
5.3.17. ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΣΗΜΑ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ	49
5.3.18. ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ	50
5.3.19. ΘΟΡΥΒΟΣ	50
5.3.20. ΟΛΙΣΘΗΣΗ	51
5.3.21. ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	52
5.4 ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	52
6. ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΑΠΕ	53
6.1. ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	53
6.1.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ	53
6.1.2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	56
6.1.3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ	58
6.1.4. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	63
6.1.5. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΟΗΣ	74
6.1.6. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ	76
6.1.7. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗΣ	78
6.1.8. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ	82
6.1.9. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΑΙ ΥΨΗΛΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	83
6.1.10. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	84

6.1.11. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	86
6.1.12. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ	89
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	95
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	97

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1 Παράδειγμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος

ΕΙΚΟΝΑ 2 Μια απλή αυτόνομη διάταξη φωτοβολταϊκών οικιακής χρήσης

ΕΙΚΟΝΑ 3 Ανεμογεννήτριες λειτουργούν μακριά από κατοικήσιμες περιοχές πάνω σε λόφο

ΕΙΚΟΝΑ 4 Τα βασικά μέρη των δύο τύπων ανεμογεννητριών , α) οριζοντίου άξονα και β) κάθετου άξονα.

ΕΙΚΟΝΑ 5 Τα βασικά μέρη ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου

ΕΙΚΟΝΑ 6 Εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας για τη θέρμανση κτηρίων

ΕΙΚΟΝΑ 7 Η διαδικασία επεξεργασίας του σήματος εισόδου ενός αισθητήρα

ΕΙΚΟΝΑ 8 Αποτελέσματα ακρίβειας και επαναληψιμότητας (Μπισδούνης, 2020)

ΕΙΚΟΝΑ 9 Σύστημα αισθητήρα μέτρησης στάθμης

ΕΙΚΟΝΑ 10 Μανόμετρο υοειδούς σωλήνα ή τύπου U

ΕΙΚΟΝΑ 11 Σύστημα λειτουργίας αισθητήρα Bourdon

ΕΙΚΟΝΑ 12 Αισθητήρας Bourdon

ΕΙΚΟΝΑ 13 Δομή πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα

ΕΙΚΟΝΑ 14 Δομή αισθητήρα πιεζοαντίστασης σε συνδυασμό με τη χρήση της γέφυρας Wheatstone

ΕΙΚΟΝΑ 15 Δείγμα μεταλλικού θερμόμετρου

ΕΙΚΟΝΑ 16 Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας με αντίσταση (Pt1000)

ΕΙΚΟΝΑ 17 Κ Τύπος θερμοζεύγους

EIKONA 18 Αισθητήρας ανεμόμετρου χωρίς προσδιορισμό διεύθυνσης ανέμου

EIKONA 19 Αισθητήρας ανεμόμετρου με προσδιορισμό διεύθυνσης ανέμου

EIKONA 20 Αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου

EIKONA 21 Αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας

EIKONA 22 Αισθητήρας θερμοκρασίας πλαισίου

EIKONA 23 Εγκατάσταση αισθητήρα θερμοκρασίας πλαισίου

EIKONA 24 Οπτικός ανιχνευτής – Φωτοτρανζίστορ

EIKONA 25 Δομή οπτικής ίνας

EIKONA 26 Δοκιμή ελέγχου λεπίδας της ανεμογεννήτριας

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά καύσιμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Εκτίμηση διείσδυσης ΑΠΕ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 Πίνακας ανάλυσης λειτουργικής αξιοπιστίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 Παραδείγματα αισθητήρων και ανιχνευτών μορφών ενέργειας

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 Τύποι θερμοζευγών

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 Τα είδη οπτικών ινών

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

ΕΞΙΣΩΣΗ 1 Εξίσωση προσδιορισμού κλίμακας ενός αισθητήρα

ΕΞΙΣΩΣΗ 2 Εξίσωση προσδιορισμού εύρους πλήρους κλίμακας εισόδου ενός αισθητήρα

ΕΞΙΣΩΣΗ 3 Εξίσωση προσδιορισμού εύρους πλήρους κλίμακας εξόδου ενός αισθητήρα

ΕΞΙΣΩΣΗ 4 Εξίσωση προσδιορισμού ακρίβειας

ΕΞΙΣΩΣΗ 5 Εξίσωση προσδιορισμού επαναληψιμότητας

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1. Πρόβλεψη ανάπτυξης χρήσης ενεργειακών υποδομών

ΣΧΗΜΑ 2 Παρουσίαση γραφικής , γραμμικής και μη γραμμικής συνάρτηση μεταφοράς

ΣΧΗΜΑ 3 Τρισδιάστατη γραφική παράσταση συνάρτηση μεταφοράς αισθητήρα θερμικής ακτινοβολίας σε άξονα xyz (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

ΣΧΗΜΑ 4 Γραφική παράσταση πραγματικής και βαμονομημένης γραμμής

ΣΧΗΜΑ 5 Το σημείο εμφάνισης κορεσμού ενός αισθητήρα

ΣΧΗΜΑ 6 Καμπύλη με εμφάνιση νεκρής ζώνης

ΣΧΗΜΑ 7 Η καμπύλη χρόνου απόκρισης (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

ΣΧΗΜΑ 8 Ολίσθηση λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

ΣΧΗΜΑ 9 Σύστημα αισθητήρα κίνησης και μετατόπισης

ΣΧΗΜΑ 10 Απεικόνιση χωρητικού αισθητήρα απόλυτης πίεσης: (α) Η κατασκευή (β) Η γέφυρα μέτρησης

ΣΧΗΜΑ 11 Αρχή λειτουργίας πιεζοηλεκτρικού επιταχυνσιόμετρου

ΣΧΗΜΑ 12 Μέτρηση , μεταφορά και έλεγχος δεδομένων με τη χρήση πιεζοαντιστάσεων

ΣΧΗΜΑ 13 Βασικός σχεδιασμός ενός πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια είναι από τα πιο διαδεδομένα φυσικά μεγέθη καθώς ταυτόχρονα όμως είναι και δύσκολο να την αντιληφθούμε με τις αισθήσεις μας. Η ενέργεια συνδυάζεται άμεσα με την καθημερινότητα της ζωής των ανθρώπων αφού παρατηρούμε καθημερινά ότι μέσα από τις δραστηριότητες μας από την πιο απλοϊκή μέχρι και την πιο περίπλοκη δεσμεύει, αποθηκεύει, παράγει ενέργεια, καταναλώνει ενέργεια, μετατρέπει και υποβαθμίζετα μεγάλα ποσά ενέργειας. Γενικά ότι κινείται ή προκαλεί κίνηση διαθέτει ενέργεια. Μπορεί να πάρει πολλές μορφές η ενέργεια όπως είναι η θερμότητα, η κίνηση, η ενέργεια χημικών δεσμών ή ηλεκτρισμός ενώ μπορεί να προέρθει από διάφορες πηγές όπως είναι ο άνεμος, η ξυλεία, ο άνθρακας ή τα τρόφιμα. Ο μόνος τρόπος για να αντιληφθούμε την ενέργεια είναι μέσα από τα αποτελέσματά της (Περιβάλλον και Διαχείρισης Ενέργειας).

Πιο ειδικά ως ορισμός της ενέργειας είναι:

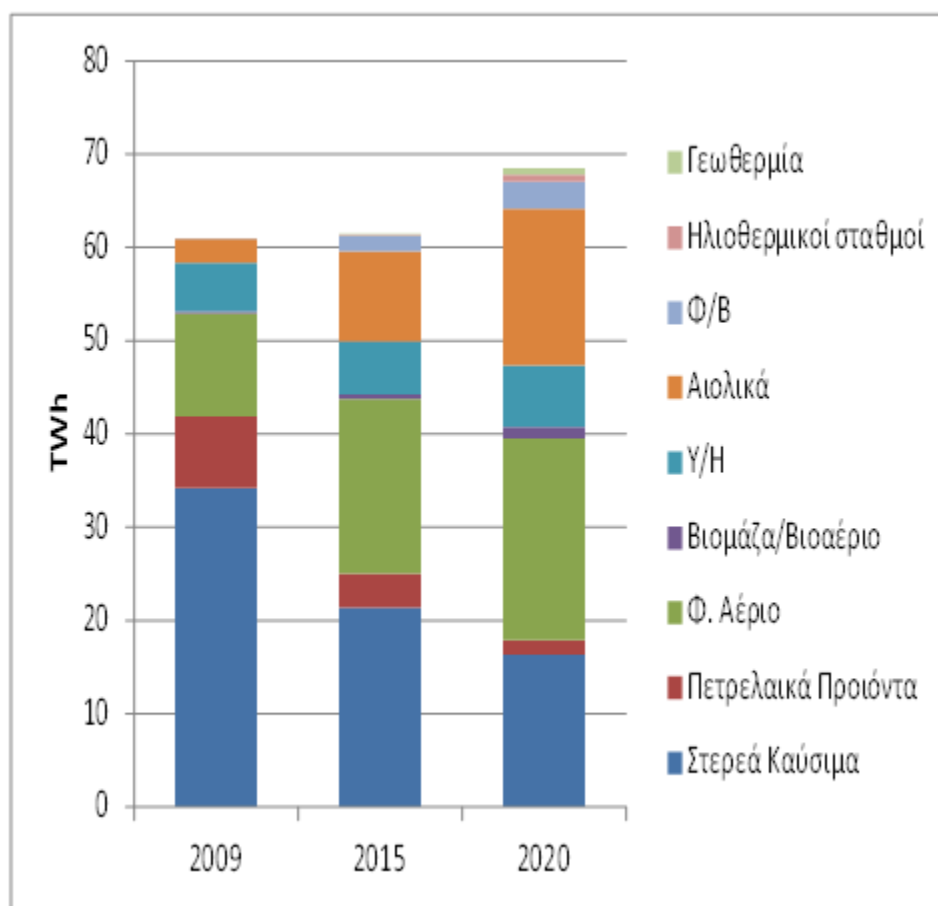
‘Η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο’.

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε το ποσό της ενέργειας χρησιμοποιούμε μονάδες μέτρησης σύμφωνα με το διεθνές σύστημα μετρητικών μονάδων (S.I), καθώς η ενέργεια έχει ως μονάδα μέτρησης το 1 Joule (Τζάουλ).

Η ενέργεια μπορεί όμως να πάρει πολλές και διαφορετικές μορφές, όπως είναι (Κατσή, 2014):

- Θερμική ενέργεια
- χημική ενέργεια
- υδραυλική ενέργεια
- η δυναμική ενέργεια
- η ηλεκτρική ενέργεια
- η αιολική ενέργεια
- η πυρηνική ενέργεια
- η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια
- η μηχανική ενέργεια

Στη σημερινή εποχή ο άνθρωπος για να καλύψει τις ενεργειακές του ανάγκες καταναλώνει κατά μεγάλο μέρος ηλεκτρική ενέργεια ενώ η παραγωγή της σε ορισμένες εγκαταστάσεις είναι αρκετά δύσκολη και περίπλοκη καθώς σε παγκόσμιο επίπεδο καταφεύγουν στην χρήση ορυκτών καυσίμων. Τα τελευταία χρόνια, η ανάγκη για παραγωγή ηλεκτρισμού με γνώμονα τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και μαζί με την βοήθεια της τεχνολογίας, η εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατάφερε να αυξήσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ταυτόχρονα την μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος καθώς σε βάθος χρόνου η ζήτηση της ενέργειας συνεχώς αυξανόταν. Έτσι όπως θα δούμε και στο παρακάτω πίνακα με την εισαγωγή των ΑΠΕ υπάρχει αύξηση παραγωγής ενέργεια ενώ με την μείωση της χρήσης καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος .



ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Εξέλιξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά καύσιμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων έως το 2020

Πηγή : (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια συναντάται από την αρχή του χρόνου και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εξέλιξη του ανθρώπου. Αρχικά, η παρουσία της γίνεται αισθητή με την εμφάνιση των ανθρώπων στην γη, αφού για την επιβίωσή τους έπρεπε να βασιστούν στην δύναμή τους, δηλαδή στην μυϊκή ενέργεια, αλλά και σε αυτή των ζώων (Sorensen, 2004).

Η ανάγκη αυτή ήταν που τους οδήγησε στην ανακάλυψη της φωτιάς η οποία αποτέλεσε την αρχή για την εύρεση και χρήση άλλων δύο μορφών ενέργειας, της ηλεκτρικής και της θερμικής. Καθώς, η βασική ανάγκη για επιβίωση καλύφθηκε, άλλες ανάγκες αναβίωσαν που οδήγησαν τον άνθρωπο στην ανάπτυξη μικρών κοινωνιών. Για την ομαλή λειτουργία των κοινωνιών αυτών έπρεπε να βρεθεί τρόπος για την καλλιέργεια των απαραίτητων τροφίμων (ύδρευση και άρδευση) και για την μεταφορά μέσω θαλάσσης. Αυτό επετεύχθη με την εκμετάλλευση της δύναμης του ανέμου, δηλαδή την αιολική ενέργεια, και με της δύναμης του νερού, δηλαδή την υδραυλική ενέργεια. Το επόμενο στάδιο για τον άνθρωπο ήταν να βρει τρόπους που θα του επέτρεπαν λιγότερη χρήση της μυϊκής του δύναμης θα εκμεταλλευόταν άλλες πηγές ενέργειας. Οι πρώτες μηχανές λοιπόν το 300 π.Χ., με τον Αρχιμήδη, ο οποίος θεωρείται από τους πρώτους εφευρέτες, το 212 π.χ. να κατασκευάζει τα κοίλα κάτοπτρα, τα οποία εκμεταλλεύονταν την ηλιακή ενέργεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 130 π.χ. κατασκευάστηκε η πρώτη θερμική μηχανή, η οποία ήταν μία περιστρεφόμενη σφαίρα με δύο ακροφύσια και λειτουργούσε με τη δύναμη του ατμού, από τον Έρωνα τον Αλεξανδρινό.

Επόμενος, σημαντικός σταθμός στην ιστορία και την εξέλιξη της ενέργειας είναι ο 17ος αιώνας όπου συναντάμε την εκτεταμένη εξόρυξη του άνθρακα καθώς και του εμπορίου του. Το επίκεντρο αυτών των δραστηριοτήτων ήταν η Αγγλία, η οποία από τότε άρχισε να αντιμετωπίζει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας του άνθρακα. Όμως, η αναγκαία χρήση της ξυλείας για την παραγωγή γαιάνθρακα επέφερε την πρώτη παγκόσμια ενεργειακή κρίση, αφού από το 1630 το κώκ παραγόμενο από ξύλο δεν επαρκούσε για την κάλυψη των καταναλωτικών αναγκών ενώ το κώκ με βάση τον άνθρακα δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Συνεπώς, μεγάλες δασικές εκτάσεις στην Αγγλία αλλά και στη Βόρεια Ευρώπη μετατράπηκαν σε κώκ, ώστε να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες που υπήρχαν.

Με την εξόρυξη του άνθρακα σε τόσο υψηλά επίπεδα ήταν φυσικό επακόλουθο η ανακάλυψη της πρώτης ατμομηχανής τον 18ο αιώνα από τον Thomas Newcomen, όπου η μηχανή αυτή



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

χρησιμοποιήθηκε για την άντληση νερού από τα υπόγεια ορυχεία εξόρυξης άνθρακα. Αργότερα, συγκεκριμένα το 1765, ο James Watt καταφέρνει να τροποποιήσει την ατμομηχανή να την κάνει το ορόσημο της βιομηχανικής ιστορίας, αφού κατάφερε να γενικεύσει τη χρήση της. Έτσι πέρα από αυτήν της άντλησης νερού κατάφερε να εισάγει την έννοια της κίνησης των μηχανών. Εξέλιξη όμως δεν είχαμε μόνο στην κινητική ενέργεια. Τον 18ο αιώνα επίσης, το 1799, ο Ιταλός εφευρέτης Alessandro Volta ανακάλυψε την πρώτη μπαταρία παρέχοντας έτσι δυνατότητα ηλεκτρικής ενέργειας οποιαδήποτε στιγμή.

Ο 19ος αιώνας είναι και ο γνωστός ως ο αιώνας της βιομηχανικής επανάστασης, διότι η βιομηχανική παραγωγή-χάρης των ατμομηχανών- ήταν ο λόγος για οικονομικές και κοινωνικές αλλαγές. Πλέον η ενέργεια βρισκόταν έτοιμη για χρήση την οποιαδήποτε στιγμή, στο οποιοδήποτε μέρος και σε οποιαδήποτε ποσότητα. Η χρήση της ατμομηχανής δεν σταμάτησε όμως στην βιομηχανική παραγωγή. Επεκτάθηκε και στα μέσα μεταφοράς, το 1804 στον σιδηρόδρομο και το 1807 στη ναυτιλία. Σημαντικά, επίσης γεγονότα, ήταν το 1880 η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στην Wall Street και στις εγκαταστάσεις της New York Times με την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα ιδιοκτησίας Thomas Alva Edison, ενώ η πρώτη εξόρυξη πετρελαίου λαμβάνει χώρα το 1859 στη Βόρεια Αμερική

Ο 20^{ος} αιώνας σηματοδοτήθηκε με την ανακάλυψη του πετρελαίου. Η νέα πηγή αυτή καυσίμου είχε ως αποτέλεσμα την εφεύρεση μηχανικών συστημάτων ικανών να την αξιοποιήσουν. Το 1860 ο Γάλλος μηχανικός Etienne Lenoir κατασκευάζει την πρώτη μηχανή εσωτερική καύσης και στην συνέχεια ο Γερμανός μηχανικός Nikolaus August Otto, το 1876, την τελειοποιεί. Έντεκα χρόνια αργότερα (1885) ο Γερμανός μηχανικός Carl Benz προσαρμόζει την μηχανή του Otto σε αμάξωμα, με αποτέλεσμα να φτιάξει το πρώτο εύχρηστο αυτοκίνητο με τρεις τροχούς και ανώτατη ταχύτητα 15 χιλιόμετρα την ώρα. Ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας λειτούργησε στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1942, ο οποίος είχε σχεδιαστεί από τον Ιταλό φυσικό Enrico Fermi. Το 1954 η ΕΣΣΔ τεθεί σε λειτουργία το πρώτο πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κανείς τον 20^ο αιώνα δεν σκεφτόταν τα προβλήματα που θα δημιουργούσε η τεράστια κατανάλωση ενέργειας. Όμως, σήμερα τον 21^ο αιώνα αντιμετωπίζουμε περιβαλλοντολογικά προβλήματα, καθώς δραστηριότητες όπως η εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου, η εξόρυξη και η καύση άνθρακα, έχουν αποβεί καταστροφικές για το περιβάλλον. Ενώ την ίδια στιγμή αντιμετωπίζουμε και την εξάντληση των ενεργειακών πηγών, αφού οι επόμενες γενιές θα αντιμετωπίσουν σημαντική έλλειψη.



2. ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Ως υποδομή χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε επένδυση που έχει εκφραστεί σε φυσικό κεφάλαιο δηλαδή σταθερό στο έδαφος και σχετικά μεγάλης κλίμακας, με σκοπό στην ικανοποίηση διαφόρων συλλογικών ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και αναγκών (Σκαγιάννης Π, 1994).

Ειδικότερα είναι το σύστημα δημόσιων έργων μιας χώρας , ενός κράτους ή μιας περιοχής καθώς συγκαταλέγονται τα οδικά δίκτυα, τα δίκτυα υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και τα δημόσια έργα. Οι υποδομές αυτές εξυπηρετούν ποικίλες ανάγκες στην καθημερινότητα μας είτε είναι κοινωνικές αλλά είτε είναι παραγωγικές καθώς επίσης δεν εντάσσεται στους νόμους της αγοράς και για αυτό τον λόγο η χορηγία τους μπορεί να είναι δωρεάν ή ακόμα και σε τιμές υπό τον έλεγχο δημόσιας ρύθμισης (Σκαγιάννης Π, 1994).

Επίσης, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε και την ύπαρξη και άλλων σταθερών στο έδαφος όπως για παράδειγμα είναι ένα συγκρότημα κτιρίων που ικανοποιεί επίσης τις συλλογικές ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως είναι ένα πολυκατάστημα που εξυπηρετεί το λιανικό εμπόριο, ένα κτιριακό συγκρότημα με τη μορφή ξενοδοχείου που εξυπηρετεί την εστίαση και την αναψυχή) (Πλασκοβίτης, 2000).

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως η υποδομή είναι κατά βάση φυσικό κεφάλαιο το οποίο αναφέρεται σε δραστηριότητες που πρέπει να υπάρχουν έτσι ώστε να υπάρξει ανάπτυξη στο επίπεδο της κοινωνίας αλλά και της οικονομίας ενώ μία υποδομή θεωρείται αποτελεσματική από την αντοχή της σε ακραία καιρικά φαινόμενα όπως οι σεισμοί , οι πλημμύρες αλλά και σε τρομοκρατικές ενέργειες (Radvanovsky, 2009).

2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Στην διεθνή βιβλιογραφία ο όρος “υποδομές” χρησιμοποιείται τουλάχιστον από το 1927 με την έννοια των εγκαταστάσεων που αποτελούν την βάση λειτουργίας ενός συστήματος. Επίσης, το 1970 η έννοια «υποδομές» εισήλθε στην σύγχρονη επιστημονική ορολογία του αστικού



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

σχεδιασμού (Atlas, 2008), ενώ ο όρος ήρθε στις Η.Π.Α. το 1980, λόγω χαμηλών επενδύσεων και μη σωστής συντήρησης των δημόσιων έργων.

2.3. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

2.3.1. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Αναφορικά με τις υποδομές παρουσιάζονται ορισμένες ιδιότητες οι οποίες είναι οι εξής (Biehl, 1991):

- **Γεωγραφική ακινησία.** Οι υποδομές, οι οποίες δεν μπορούν να μεταφερθούν ή να μετακινηθούν, είτε ολόκληρες είτε τμήμα τους, έχουν, δηλαδή, σταθερή θέση στο χώρο.
- **Αδαιρετότητα στην παραγωγή-κατασκευή και στην κατανάλωση-χρήση.** Η περίπτωση απόκλισης ορισμένων καταναλωτών από τη χρήση μιας υποδομής θεωρείται αρκετά δύσκολο. Η υψηλή κεφαλαιακή ζήτηση και η χαμηλή απόδοση των κοινωνικών αναγκών μαζί με την αδαιρετότητα, αιτιολογούν ότι οι υποδομές από πάντα αποτελούσαν αντικείμενο ενασχόλησης του δημόσιου τομέα.
- **Μη υποκαταστασιμότητα.** Η αδυναμία ή η ελάχιστη δυνατότητα αντικατάστασης των υποδομών, όταν δεν υπάρχουν ή όταν εξαντληθούν. Παρατηρείται μονοπώλιο στις υποδομές, αφού πολλές υπηρεσίες δεν μπορούν να εισαχθούν, με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο ανταγωνισμός.
- **Πολυσθένεια.** Αρκετές υποδομές έχουν ως σκοπό εξυπηρέτησης ένα εύρος αναγκών και όχι εξατομικευμένες ή εξειδικευμένες ανάγκες. Οι ανάγκες αυτές είναι αποτέλεσμα παραγωγικών και καταναλωτικών δραστηριοτήτων αρκετά μεγάλο, έτσι, ώστε να δημιουργηθούν εξωτερικές οικονομίες στο χώρο. Η παροχή τους είναι δωρεάν ή σε προσιτές τιμές, αφού επρόκειτο για υποδομές εξυπηρέτησης κοινωνικών αναγκών που δεν υπάγονται στην αγορά.

2.3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Σε γενικό πλαίσιο οι υποδομές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες (Διαφάνειες Πολιτικής Υποδομών Μεταφορών):

- Τις Οικονομικές υποδομές , που διακρίνεται σε
 - ❖ Περιφερειακές υποδομές , όπου περιλαμβάνει τα δίκτυα μεταφορών, τις υποδομές των επικοινωνιών, τις υποδομές ύδρευσης και τις υποδομές αποχέτευσης
 - ❖ Βιομηχανική υποδομή, όπου συμπεριλαμβάνονται οι βιομηχανικές και επιχειρηματικές περιοχές, τα επιχειρηματικά πάρκα, τα συγκροτήματα τυποποιημένων βιοτεχνικών κτιρίων.
- Κοινωνικές υποδομές, η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις οικιστικές υποδομές ή τις αστικές υποδομές , τις υγειονομικές , τις υποδομές της εκπαίδευσης, τις πολιτιστικές υποδομές , τις επιστημονικές καθώς και τεχνολογικές υποδομές.

Η αντιμετώπιση των υποδομών ως ένα στοιχείο αρκετά αποτελεσματικό για την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης αλλά και για τη σημαντική μείωση των οικονομικών διαφορών μεταξύ των περιφερειών (Πολύζος, 2003).

Επίσης ένας χρήσιμος τρόπος διαχώρισης των υποδομών ο οποίος παρατηρείται σε διάφορες έρευνες αναπτυξιακού χαρακτήρα τοποθετεί τις υποδομές σε τρεις ξεχωριστές κατηγορίες , οι οποίες είναι οι εξής :

- 1) Κοινωνικές υποδομές, δηλαδή οι υποδομές εκπαίδευσης, υγείας, πρόνοιας, πολιτισμού, αναψυχής, αθλητισμού, ελεύθερου χρόνου (Πετράκος & Ψυχάρης, 2004) κ.λπ.
- 2) Επιχειρηματικές υποδομές. Αναφέρονται τις οργανωμένες υποδομές στήριξης των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και περιλαμβάνουν τις Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές Περιοχές (ΒΕΠΕ) τις διάφορες μορφές τις (Βιομηχανικές Περιοχές, Βιομηχανικά Πάρκα, Πάρκα Εμπορίου και Διοίκησης, Εμπορευματικά Κέντρα κ.ά.), καθώς και ειδικά διαμορφωμένους χώρους συγκέντρωσης δραστηριοτήτων με θέμα την υψηλή τεχνολογία (Διαφάνειες Πολιτικής Υποδομών Μεταφορών).
- 3) Τεχνικές υποδομές. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τα δίκτυα μεταφορών και επικοινωνιών, τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης, τις περιβαλλοντικές υποδομές (Πετράκος & Ψυχάρης, 2004)κ.ά.

Ειδικότερα των τεχνικών υποδομών ανήκουν οι ενεργειακές υποδομές. Ως ενεργειακή υποδομή ορίζεται ως μια μεγάλη κλίμακα που δίνει την δυνατότητα στις τεχνολογίες να μεταφέρουν ενέργεια από την παραγωγή στον καταναλωτή και να διαχειρίζονται άμεσα την ροή της ενέργειας.

Η Ενεργειακή Υποδομή περιλαμβάνει φυσικά τις παραδοσιακές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας που σχετίζονται με τη μεταφορά και τη διαχείριση ενέργειας (αμαξοστοιχίες μεταφοράς άνθρακα, αγωγούς φυσικού αερίου, ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς κ.λπ.) Ωστόσο, το πεδίο καλύπτει επίσης τεχνολογία διαχείρισης ενέργειας μεγάλης κλίμακας, όπως προηγμένα συστήματα μέτρησης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, έξυπνες τεχνολογίες κτιρίων και σύγχρονα συστήματα ελέγχου εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας.

Το σχήμα 1 δείχνει ότι η ενεργειακή υποδομή είναι ουσιαστικά η διασύνδεση μεταξύ παραγωγής ενέργειας και κατανάλωσης ενέργειας.

Στις ενεργειακές υποδομές περιλαμβάνονται (Κοϊνάκης, 2010):

- Υποδομή Πετρελαίου
- Υποδομή Φυσικού Αερίου
- Υποδομή Ηλεκτρικής Ενέργειας
 - ❖ Τεχνολογίες από πλευράς παραγωγής
 - ❖ Υποδομή Πλευρικής Κατανάλωσης
- Ορυχεία
- Συστήματα τηλεθέρμανσης , μεταφοράς ατμού και νερού



ΣΧΗΜΑ 1. Πρόβλεψη ανάπτυξης χρήσης ενεργειακών υποδομών



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Η συνεχόμενη κατανάλωση ενεργείας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου διαβίωσης. Καθημερινά δαπανώνται μεγάλα ποσά ενέργειας για την κάλυψη των διαφορετικών αναγκών των ανθρώπων. Οι βασικές πηγές ενέργειας στις μέρες μας αποτελούνται από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικά αέρια), καθώς και από την ενέργεια των υδάτων. Συνεπώς, ήταν αναγκαίο να βρεθούν άλλες πηγές ενέργειας που είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία εναλλακτικών ενεργειακών υποδομών. Την τελευταία δεκαετία ως τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν αρχίσει και χρησιμοποιούνται πιο διαδεδομένα οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας με αποτέλεσμα να κατασκευαστούν και οι ανάλογες υποδομές. Τέτοιες υποδομές είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες έπαιξαν σημαντικό ρολό στην εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

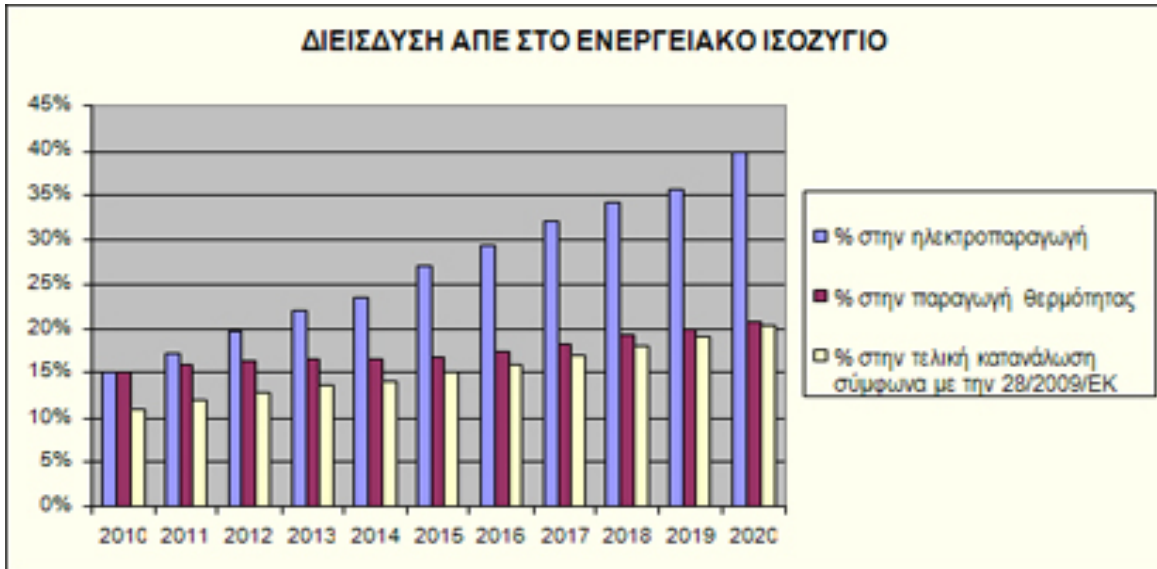


3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πρόβλημα παραγωγής ενέργειας καθώς και η συνεχής μόλυνση του περιβάλλοντος έχει ως αποτέλεσμα να πάρει μεγάλες διαστάσεις για αυτό και η ανάγκη επίλυσης τους αποτελεί παγκόσμιο ζήτημα. Κάνοντας σημαντικές προσπάθειες με την πάροδο των χρόνων με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από συμβατικά καύσιμα τα οποία άμεσα έχουν ως αποτέλεσμα την ρύπανση της ατμόσφαιρας ενώ ταυτόχρονα αποτελούν και σημαντικό παράγοντα της κλιματικής αλλαγής.(ΚΑΠΕ)

Γνωρίζοντας πως η εξοικονόμηση της ενέργειας είναι βασικό για όλους τους τομείς της καθημερινότητας μας με την βοήθεια της τεχνολογίας κατάφεραν να αναπτυχθούν σε παγκόσμιο επίπεδο οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), καταφέραμε όχι μόνο να εξοικονομήσουμε μεγάλα ποσά ενέργειας αλλά και να μην μειώσουμε το βιοτικό επίπεδο μας. Σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ , αναφέρεται στις εκτιμήσεις σχετικά με την εξέλιξη του ενεργειακού τομέα καθώς και την διείσδυση των τεχνολογιών των ΑΠΕ μέχρι το έτος 2020 όπου αναφέρεται στη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για την εκμετάλλευση της παραγόμενης ενέργειας για τον οικιακό τομέα και στη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές. Συμπεριλαμβάνονται, μέτρα για την αύξηση της αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς και στοιχεία για τις βασικές διοικητικές δομές που θα επιταχύνουν τη διείσδυση αυτή (Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20) (Πηγή : Διπλωματική εργασία «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας» Καλατζίδου Κ.) .



ΠΙΝΑΚΑ 2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ ΑΠΕ
(ΠΗΓΗ): ιστοσελίδα Υ.Π.Ε.Κ.Α., 2012

Σύμφωνα με τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι με την εισαγωγή των ΑΠΕ παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση ζήτησης παραγωγής ενέργειας στον τομέα της θερμότητας αλλά και στην ηλεκτρική ενέργεια με την πάροδο των χρόνων .

Ειδικότερα , οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα εκλυόμενα αέρια τα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ.

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σύμφωνα με τον Ν 2773/1999 μπορεί να είναι προερχόμενη από αποτέλεσμα εξελιγμένης τεχνολογίας εκμετάλλευσης φυσικών και μη ανεξάντλητων πόρων όπως είναι:

1. Η Αιολική ή Ηλιακή Ενέργεια ή βιομάζα ή Βιοαέριο.
2. Η Γεωθερμική Ενέργεια, εφόσον το δικαίωμα εκμετάλλευσης του σχετικού Γεωθερμικού Δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διατάξεις.
3. Η χρήση της Ενέργειας από την Θάλασσα.
4. Του Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 10 MW.
5. Σε συνδυασμό όσων αναφέρθηκαν παραπάνω



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

6. Τη Συμπαράγωγή, με χρήση των Πηγών Ενέργειας, των (1) και (2) και συνδυασμό τους

3.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μεγάλο ενδιαφέρον με στόχο την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δημιουργήθηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά την αναγνώριση των σοβαρών παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων τα τελευταία δέκα χρόνια. Μπορούμε να πούμε ότι η πρώτη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που εντοπίστηκε παγκοσμίως ήταν πριν 2000 χρόνια στην Ευρώπη με την χρήση των νερόμυλων, οι οποίοι μιμούνταν την λειτουργία της υδροηλεκτρικής ενέργειας που γνωρίζουμε σήμερα. Η επόμενη μορφή εντοπίζεται χρόνια αργότερα, πάλι στην Ευρώπη και συγκεκριμένα στην Ολλανδία, με την χρήση των ανεμόμυλων να είναι στο μέγιστο. Αυτοί οι ανεμόμυλοι αποτέλεσαν την βάση για την δημιουργία των ανεμογεννητριών σήμερα. Αργότερα, στο Λονδίνο, παρουσιάζεται για πρώτη φορά το πως μπορούμε με την χρήση κυττάρων σεληνίου να αξιοποιήσουμε τις ακτίνες από τον ήλιο και να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτές είναι οι πρώιμες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας, όπου στην συνέχεια βασίστηκαν διάφοροι επιστήμονες, για να καταλήξουμε στην σύγχρονη μορφή τους.

Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση Δ6/Φ1/2000 του 2002 αποφασίστηκε η έκδοση αδειών για την εγκατάσταση και τη λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τη αξιοποίηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και τη χρήση μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών καθώς και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας.

3.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.3.1. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο ήλιος έχει την ικανότητα να εκπέμπει μεγάλα ποσά ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας η ακτινοβολία του φωτός και της θερμότητας προς στη Γη απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και τα μετατρέπει σε άλλες μορφές



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ενέργειας. Η ενέργεια του ήλιου που εκπέμπεται σε σχέση με τις υπόλοιπες μορφές ενέργειας είναι πιο διαδεδομένη καθώς είναι και η πλέον πιο ανεπτυγμένη εμπορικά τεχνολογία.

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αξιοποιηθεί είτε με άμεσο τρόπο είτε με έμμεσο τρόπο και εκμεταλλεύεται τόσο για οικιακούς σκοπούς (θέρμανση), όσο και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας . Ένα πολύ γνωστό σε όλους μας σύστημα εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας που τοποθετείται και σε οικίες είναι οι θερμικοί ηλιακοί γνωστοί και ως θερμοσίφωνες όπου η χρήση τους είναι αρκετά αναγκαία στην καθημερινότητα μας καθώς θερμαίνει το νερό για οποιαδήποτε χρήση του ή και σε συνδυασμό με μηχανήματα απορρόφησης για την παραγωγή ψύξης.

3.3.1.1. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΗΛΙΟΣ

Η Ελλάδα θεωρείται ως μια ευνοούμενη χώρα διότι οι περισσότερες ώρες της ημέρας υπάρχει μεγάλη ακτινοβολία στον ήλιο ειδικά τους θερινούς μήνες (έχουμε σημαντική ηλιοφάνεια) για αυτό το λόγο έχει αναπτυχθεί ένα πρόγραμμα γνωστό ως πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ το οποίο έχει ως σκοπό την τροφοδοσία καθαρής ενέργειας από την Ελλάδα προς τις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης . Ειδικότερα σύμφωνα με το Άρθρο 10 Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ αποσκοπεί (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας Άρθρο 10):

- 1) Στην ανάπτυξη, παραγωγή και εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ηλιακή ακτινοβολία στην ελληνική επικράτεια στο πλαίσιο υλοποίησης συνεργασίας μεταξύ της Ελληνικής Δημοκρατίας και ενός ή περισσότερων κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή τρίτων χωρών σύμφωνα με τις διατάξεις της οδηγίας 2009/28/ΕΚ (EEL 140/2009) και ιδιαίτερα των άρθρων 6, 7, 9 και 11, όπως αυτά ενσωματώνονται με την παρ.2 του άρθρου 16 του παρόντος.
- 2) Στην προώθηση και υποστήριξη σχεδίων ανάπτυξης υποδομών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε εθνικό και διευρωπαϊκό επίπεδο σύμφωνα με τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας και τη διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .
- 3) Στην αξιοποίηση του ηλιακού δυναμικού των δημοσίων ακινήτων προς όφελος της εθνικής οικονομίας και προς εξυπηρέτηση του εθνικού στόχου της αποπληρωμής του δημοσίου χρέους.

Κατά την κατάρτιση του Προγράμματος ΗΛΙΟΣ λαμβάνονται υπόψη οι διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας για έργα Α.Π.Ε., οι κατευθύνσεις και οι κανόνες χωροθέτησης που προσδιορίζονται



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

στο εκάστοτε ισχύον Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής μπορεί να προσδιορίζονται και να εξειδικεύονται τα στάδια ανάπτυξης του Προγράμματος καθώς και οι τεχνικές λεπτομέρειες που αφορούν στη διαδικασία χάραξης, κατάρτισης και εφαρμογής των επιμέρους σταδίων του Προγράμματος.

Κατά την κατάρτιση των μελετών ανάπτυξης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Ε.Σ.Μ.Η.Ε.) σύμφωνα με το ν. 4001/2011 (Α' 179), ο αρμόδιος διαχειριστής του Συστήματος λαμβάνει υπόψη του την ανάπτυξη σε στάδια των σταθμών παραγωγής του Προγράμματος ΗΛΙΟΣ. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας Άρθρο 10).

3.3.1.2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται με άμεσο τρόπο, δηλαδή τα ενεργητικά συστήματα, και με έμμεσο, δηλαδή τα παθητικά συστήματα.

3.3.1.3. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Αυτά τα συστήματα συμπεριλαμβάνουν πολλούς τύπους ηλιακών συλλεκτών, όπως για παράδειγμα τους απλούς επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες (θερμοσίφωνες). Αυτοί αποτελούνται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δύο βασικά μέρη, το τμήμα συλλογής και το τμήμα αποθήκευσης ενώ διακρίνονται σε δύο είδη τα οποία εξαρτούνται από το κύκλωμα του θερμαινόμενου μέσου, το ανοικτό κύκλωμα και το κλειστό κύκλωμα. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και στην συνέχεια μεταφέρεται με την μορφή θερμότητας αέρα, νερού ή άλλου ρευστού.

3.3.1.4. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Από την άλλη τα παθητικά συστήματα αφορούν τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται έτσι ώστε να εκμεταλλευτούμε τη μέγιστη απευθείας δυνατή συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας είτε για θέρμανση αλλά είτε και για το δροσισμό των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου. Αυτό για να είναι εφικτό δεν αρκεί μόνο η μελέτη του προσανατολισμού, του



σχεδιασμού ή της τοποθέτησης αλλά και των δομικών και αρχιτεκτονικών στοιχείων ενός κτηρίου. Ειδικότερα πρέπει οι εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου να σχεδιάζονται με συγκεκριμένο τρόπο και να συνδυάζονται με χώρους του εσωτερικού τους σπιτιού για να δροσίζει και να θερμαίνει τους χώρους ανάλογα την εποχή. Προφανώς για να είναι αποτελεσματικές τέτοιες πρακτικές πρέπει να συνδυάζονται με ενέργειες και επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (Αλεξάνδρου , 2005).

3.3.1.5. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ένα ακόμα σημαντικό σύστημα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά. Τα συστήματα αυτά είναι πλέον το πιο διαδεδομένο ηλιακό σύστημα παγκοσμίως που χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς είτε εργασιακούς αλλά είτε και για οικιακούς σκοπούς. Τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν με βάση το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, όπου οι φωτοβολταϊκές διατάξεις μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική , σε ηλιακούς συλλέκτες κατασκευασμένους από υλικό στο οποίο , λόγω της μοριακής τους σύστασης , η πρόσπτωση και απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής τάσης. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις φωτοβολταϊκές διατάξεις αποθηκεύεται σε συσσωρευτές μεγάλης χωρητικότητας (Κυριακαράκος και Παπαδάκης, 2005).

Τα φωτοβολταϊκά αποτελούνται από:

1. Τους ηλιακούς συλλέκτες ή αλλιώς φωτοβολταϊκά πάνελ
2. Τα συστήματα στήριξης
3. Τους συσσωρευτές
4. Το inverter (αντιστροφής τάσης)
5. Τους μετρητές ενέργειας και
6. Τους ρυθμιστές φόρτισης

Ειδικότερα, η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ως εξής, αρχικά οι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν την ακτινοβολία του ήλιου ποσό ύψους 7% - 15% και αυτό κυμαίνεται ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους . Στη συνέχεια παράγεται ηλεκτρική ενέργεια με την μετακίνηση θέσης των ηλεκτρονίων. Με την σειρά τους οι μετρητές παρακολουθούν – μετράνε την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται και το inverter μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο ενώ οι μπαταρίες – συσσωρευτές αποθηκεύουν ενέργεια σε περίπτωση που το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν καταφέρει να φορτιστεί πλήρη λόγο καιρικών συνθηκών και ο ρυθμιστής φόρτισης που ελέγχει την φόρτιση της μπαταρίας.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

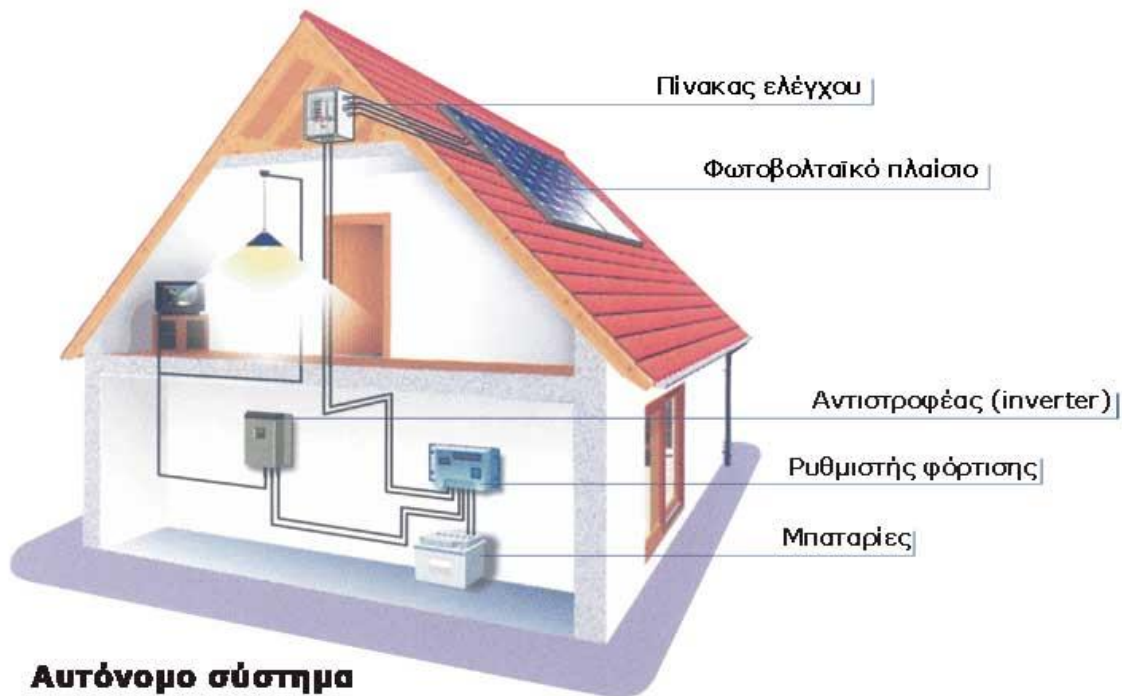
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Γενικά, τα φωτοβολταϊκά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα οποία είναι τα αυτόνομα συστήματα, δηλαδή είναι τα συστήματα τα οποία καταναλώνουν απευθείας την ενέργεια που παράγουν ενώ δεν είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο και τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο και παρέχουν ρεύμα για κατανάλωση αλλά και για την τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο.



Εικόνα 1. Παράδειγμα αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος
(Πηγή) : Olympic engineering & consulting



Εικόνα 2. Η παραπάνω φωτογραφία είναι μια απλή αυτόνομη διάταξη φωτοβολταϊκών οικιακής χρήσης
(Πηγή) : Ενεργειακές λύσεις

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των φωτοβολταϊκών είναι (Αργυροπούλου Α., 2008):

1. Μηδενική ρύπανση του περιβάλλοντος κατά τη λειτουργία
2. Αθόρυβη λειτουργία
3. Αξιοπιστία κατά τη λειτουργία τους και μεγάλη διάρκεια ζωής
4. Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
5. Δυνατότητα επέκτασης των συστημάτων ανάλογα τις ανάγκες
6. Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας – ελάχιστο κόστος για την συντήρησή τους
7. Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα)
8. Άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε μικρή κλίμακα

Μπορεί να είναι αρκετά χρήσιμα τα φωτοβολταϊκά αλλά δεν παύουν να έχουν και μειονεκτήματα, τα οποία βασικά είναι το υψηλό κόστος κατασκευής και εγκατάστασης, δεσμεύει αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους και υπάρχει πιθανότητα προβλήματος κατά



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η απόδοση τους είναι ακόμα αρκετά μικρή (15%) ενώ τα αυτόνομα συστήματα απαιτούν τη χρήση μπαταριών (Μαμάσης Ν., 2012).

3.3.2. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα καθώς οφείλεται στη θέρμανση της Γης από τον ήλιο και αυτό αποδίδεται σε τρεις λόγους, στην διαφορά της θερμοκρασίας, στην διαφορά της ατμοσφαιρικής πίεσης και στην περιστροφή της Γης. Για αυτούς τους λόγους προκαλείται μετακίνηση αέριων μαζών από περιοχή σε περιοχή δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο τους ανέμους. Αν υπήρχε η τεχνολογική ανάπτυξη για να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι σε ένα χρόνο η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα (Αιολική ενέργεια, ΚΑΠΕ 1998).

Είναι γνωστό από την αρχαιότητα, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με σκοπό την κίνηση ιστιοφόρων πλοίων και ανεμόμυλων καθώς επίσης και για την άντληση νερού (Μητούλα και Στεφάνου, 2002)

Ωστόσο, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται με τη χρήση των ανεμογεννητριών, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου που κινεί τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας σε ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 3. Ανεμογεννήτριες λειτουργούν μακριά από κατοικήσιμες περιοχές πάνω σε λόφο

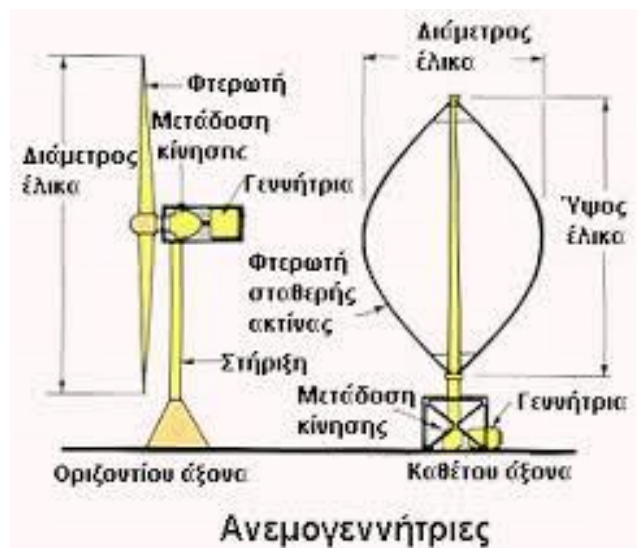
Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες (βλ. Εικόνα 4):

- i. Τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο
- ii. Τις ανεμογεννήτριες καθέτου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός

Εκείνες που επικρατούν στην αγορά είναι οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα λόγω μεγαλύτερης απόδοσης τους. Αυτές αποτελούνται από τα εξής μέρη (Πηγή :ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ Γαλανού Ζ. Αικατερίνη) :

- Τον δρομέα, όπου αποτελείται από τον ρότορα και τα πτερύγια
- Το σύστημα μετάδοσης
- Την ηλεκτρική γεννήτρια

- Το σύστημα προσανατολισμού
- Τον πυλώνα ή πύργο, που υποστηρίζει τα υπόλοιπα μέρη της ανεμογεννήτριας
- Τον ηλεκτρικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου
- Τα συστήματα ελέγχου και ασφάλειας



Εικόνα 4. Η παραπάνω φωτογραφία παρουσιάζει τα βασικά μέρη των δύο τύπων ανεμογεννητριών , α) οριζοντίου άξονα και β) κάθετου άξονα Πηγή : <http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/12-31.pdf>

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργήσουν είτε αυτόνομα, δηλαδή είτε με άμεση τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας στον καταναλωτή είτε με την τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. Αυτό χαρακτηρίζεται ως ένα μικρό σύστημα καθώς σε συνδυασμό με τα φωτοβολταϊκά ή με ντιζελομηχανές έχουν την δυνατότητα χρήσης σε άλλες εφαρμογές ενώ αντίθετα μεγάλα συστήματα έχουν την ικανότητα να τροφοδοτήσουν οικισμούς. Όταν η ζήτηση είναι μικρότερη από την παραγωγή η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας αποθηκεύεται στους συσσωρευτές για μεταγενέστερη χρήση. Ο συνδυασμός πολλών ανεμογεννητριών, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα αιολικό πάρκο που λειτουργεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια στην χώρα μας καθίσταται σημαντική λόγω του υψηλού αιολικού δυναμικού σε συνδυασμό με τα οικονομικά κίνητρα τα οποία παρέχονται καθώς έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση της αξιοποίησης της (Παρασκευόπουλος, 2005).



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Επίσης με την συνεχή ανάπτυξη της τεχνολογίας θα καταφέρουμε να μειώσουμε της εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα καθώς με την παραγωγή και αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει σημαντική μείωση της καύσης των ορυκτών καυσίμων.

3.3.2.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Ένα πλεονέκτημα της αιολικής ενέργειας μέσα από την αξιοποίηση της από τις ανεμογεννήτριες είναι ότι συνδέονται απευθείας με τον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας (δηλαδή το δίκτυο) και έτσι υπάρχει απευθείας εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. Επίσης πολύ σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι δεν μολύνει το περιβάλλον σε όλη την διάρκεια όπου βρίσκεται σε λειτουργία ενώ έχει υπολογιστεί ότι μέσα από την λειτουργία των αιολικών πάρκων ισχύος 10 MW έχει ως αποτέλεσμα την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ κατά 28.450 t (IDAE: στο ΚΑΠΕ, 1996: 29).

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την αποτελεσματική μείωση των ορυκτών καυσίμων καθώς η περίσσεια της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με την τροφοδότηση του πάροχου έχει χρηματικό όφελος. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι ότι με την αύξηση 1 MW του αιολικού πάρκου έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία 14 νέων θέσεων εργασίας.

Βέβαια πάντα με την κατασκευή τέτοιων υποδομών έχουμε και τις ανάλογες αποκλίσεις όπως είναι αυτή του υψηλού κόστους. Το απρόβλεπτο αυτό φαινόμενο μπορεί να αντιμετωπιστεί, καθώς θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη χωροθέτηση τυχόν προστατευόμενες περιοχές και να εξετάζεται η τοποθέτηση συστήματος υπερήχων για την απώθηση τους (Μπινόπουλος Ε., Χαβιαρόπουλος Π., 2012).

Ένα μειονέκτημα είναι ότι κατά την λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας υπάρχει πιθανότητα σύγκρουσης με πτηνά με αποτέλεσμα τον τραυματισμό των ίδιων αλλά και την δημιουργία φθοράς στην ανεμογεννήτρια καθώς υπάρχει κόστος επισκευής της. Επίσης βασικό είναι ότι κατά την διάρκεια της περιστροφής των πτερυγίων παράγεται θόρυβος κάτι που το καθιστά πρόβλημα για τις κατοικήσιμες γύρω περιοχές (Δέσποινα Μ. Γαρυφαλλίδου).

Αυτό βέβαια μπορεί να αποφευχθεί τοποθετώντας τις ανεμογεννήτριες μακριά από κατοικίες αλλά έπειτα το πρόβλημα μπορεί να είναι αισθητικό. Υπάρχουν και άλλα μειονεκτήματα από μηχανικής φύσης, όπως είναι ο σχηματισμός πάγου τους χειμερινούς μήνες του χρόνου ο οποίος προκαλεί διάβρωση στους μηχανισμούς με αποτέλεσμα να επέλθει μείωση της απόδοσης της. Αντίθετα σε πιο ξηρές περιοχές οι δυνατοί άνεμοι μπορούν να μεταφέρουν στερεά σωματίδια προερχόμενα από το έδαφος τα οποία μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές φθορές και



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

αντίστοιχα μείωση της απόδοσης αλλά και μειώνοντας τον χρόνο ζωής των εξαρτημάτων. Τέλος και πολύ σημαντικό είναι το μεγάλο κόστος της κατασκευής και της συντήρησης των ανεμογεννητριών. Βέβαια αυτό θα πάψει να είναι μειονέκτημα στο μέλλον με την εξέλιξη της τεχνολογίας.

3.3.3. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Την αξιοποίηση της ενέργειας του νερού την συναντάμε από τα αρχαία χρόνια και αυτό μπορούμε να το δούμε μέσα από τις εφαρμογές για την παραγωγή μηχανικού έργου, όπως είναι για παράδειγμα ο νερόμυλος, όπου η αξιοποίηση της ενέργειας αυτής ήταν χρήσιμη για τοπικές ανάγκες. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την πάροδο των χρόνων και τις κατάλληλες υποδομές αξιοποιώντας τη δυναμική και της κινητική ενέργεια του νερού καταφέραμε όχι μόνο την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών αλλά και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην σύγχρονη εποχή η κινητική ενέργεια του νερού αξιοποιείται με την εφαρμογή των υδροηλεκτρικών έργων. Για την δημιουργία ενός υδροηλεκτρικού έργου συγκεκριμένα ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου αποτελεί βασική προϋπόθεση η ύπαρξη φράγματος για την έμμεση δημιουργία μηχανικής ενέργειας του νερού η οποία στη συνέχεια γίνεται ηλεκτρική ενέργεια. Η εγκατάσταση του φράγματος γίνεται στην κοίτη ενός ποταμού (για να αποφεύγουμε όσο το δυνατό περισσότερο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον) έτσι ώστε με την αποθήκευση του νερού μέσα από τους ταμιευτήρες νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελλοντική χρήση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο. Η λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού έργου βασίζεται στην ενέργεια του νερού μέσω της κινητικής του ενέργειας και με τη βοήθεια του φράγματος αυξάνεται η δυναμική του ενέργειας λόγω του ύψους που του προσφέρει.

Τα μικρά υδροηλεκτρικά κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την διαθέσιμη υψομετρική διαφορά τα οποία είναι:

- Τα μεγάλου ύψους πτώσης και
- Τα μικρού ύψους πτώσης

Τα βασικά μέρη που αποτελείται ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο είναι τα ακόλουθα (Πέτρου Στέλλα.):

- Το φράγμα
- Τον ταμιευτήρα, για την αποθήκευση του νερού με σκοπό την μελλοντική του χρήση
- Τον αγωγό πτώσης του νερού
- Τον υδροστρόβιλο ή τουρμπίνα
- Την γεννήτρια
- Τον μετασχηματιστή
- Το σύστημα απαγωγής του εισερχόμενου νερού
- Οι αναγκαίες ρυθμιστικές διατάξεις και
- Το δίκτυο σύνδεσης του Σταθμού με το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής



Εικόνα 5. Η παραπάνω φωτογραφία παρουσιάζει τα βασικά μέρη ενός μικρού υδροηλεκτρικού έργου
(Πηγή) : Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

Με την δημιουργία του φράγματος επιτυγχάνεται αύξηση του ύψους της υδατοπτώσεως ενώ στη συνέχεια με τους κατάλληλους σωλήνες το νερό οδηγείται στην τουρμπίνα (ή στον υδροστρόβιλο) και με την βοήθεια της γεννήτριας γίνεται η μετατροπή της κινητικής – δυναμικής ενέργειας του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Μετά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η μονάδα συνδέεται με τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδότηση του δικτύου (Δέσποινα Μ. Γαρυφαλλίδου).



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από ένα μικρό υδροηλεκτρικό έργο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό μετά την παραγωγή ενέργειας κατά την εκροή νερού μπορεί να αξιοποιηθεί για αρδευτικές ανάγκες. Το οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό των μικρών υδροηλεκτρικών εκτιμάται σε 1.600 MW για μεγέθη μικρότερα των 5 MW. Το αντίστοιχο τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό υπερβαίνει τις 30.000 MW (Ζερβός, 1998).

Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακών έργων τα οποία είναι (Μαμάσης Ν., Στεφανάκος Ι., 2012):

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί λειτουργούν αμέσως σε σχέση με άλλους σταθμούς όπου χρειάζεται αρκετός χρόνος προετοιμασίας
- Η παροχή νερού στην υποδομή αυτή είναι ανανεώσιμη και ανεξάντλητη
- Είναι φιλικό προς το περιβάλλον καθώς δεν αποβάλλει ρύπους κατά την εκροή των νερών
- Το μικρό λειτουργικό κόστος
- Η μεγάλη διάρκεια ζωής
- Η αξιοπιστία τους
- Η δημιουργία νέων διόδων και έργων διάβασης των υδατορευμάτων
- Με την εγκατάσταση μιας τέτοιας υποδομής δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας καθώς υπάρχει και ανάπτυξη της τοπικής κοινωνίας αφού ικανοποιούνται και άλλες ανάγκες όπως είναι η άρδευση

Βέβαια πάντα εμφανίζονται κάποια μειονεκτήματα ειδικότερα στο περιβάλλον τα οποία είναι:

- Κακός σχεδιασμός με αποτέλεσμα να υπάρχουν πιθανόν αισθητικά προβλήματα
- Η μεγαλύτερη ζήτηση ενέργειας αποδίδεται στους θερινούς μήνες ενώ αντίθετα στα μικρά υδροηλεκτρικά η μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας συνήθως γίνεται τους χειμερινούς μήνες καθώς η βροχή την ενισχύει
- Για την δημιουργία φράγματος τεχνητή λίμνη έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, κοπή δένδρων, αλλά και αλλαγή βοσκότοπου
- Κατάργηση της φυτικής ζώνης, αλλαγή τόπου πολλαπλασιασμών των ψαριών
- Πιθανόν θόρυβος από την λειτουργία του υδροστρόβιλου



3.3.4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί έναν ήπιο και κοινωνικά αποδεκτό ενεργειακό όρο (Ανδρίτσος 2005)

Ειδικότερα είναι η ενέργεια η οποία προέρχεται από την θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται τη γη, συγκεκριμένα από το εσωτερικό της και αναδύεται στην επιφάνεια καθώς μπορούμε να την παρατηρήσουμε με την μορφή θερμού νερού ή αέρα. Επίσης είναι μια ήπια μορφή ενέργειας και ανεξάντλητη ενέργεια ανάλογα με το δυναμικό της περιοχής και για αυτό τον λόγο μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Αρχικά εμφανίζεται με την θέρμανση ρευστού προερχόμενο από ηφαιστειακή και γεωλογικής φύσης δραστηριότητες ή από πυρηνικούς διαχωρισμούς ραδιενεργών υλικών στο εσωτερικό πετρωμάτων. Τα πετρώματα με την σειρά τους μετά την θέρμανση τους, θερμαίνουν το νερό με το οποίο έρχονται σε επαφή ενώ αυτό αναδύεται στην επιφάνεια της Γης με την μορφή θερμού νερού ή ατμού.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους ανάλογα με το δυναμικό γεωθερμικό πεδίο, είτε είναι για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος αλλά είτε για θέρμανση. Τα γεωθερμικά φορτία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα ξηρά θερμικά πετρώματα και στα υγρά πορώδη πετρώματα (ΜΠΑΛΑΡΑΣ Κ. Α.).

Ανάλογα με την θερμοκρασία των ρευστών, η γεωθερμική ενέργεια χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες είναι, η υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασία μεγαλύτερες από 150 °C), η μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες από 100 °C έως 150 °C) και η χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες από 25 °C έως 100 °C). (Ανδρίτσος και Φυτίκας, 2005)

Η χαμηλής ενθαλπίας γεωθερμικά ρευστά αξιοποιούνται για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης για θερμοκήπια και ιχθυοκαλλιέργειες ή θέρμανση κτηρίων. Από την άλλη η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους όπως είναι (Πηγή: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ Γαλανού Ζ. Αικατερίνη) :

1. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
2. Εξυπηρετεί τις ανάγκες στη γεωργία και στην αλιεία, ακόμη και στην θέρμανση θερμοκηπίων, ιχθυοκαλλιέργεια
3. Με τις κατάλληλες υποδομές μπορεί να προσφέρει θέρμανση χώρων και νερού σε κτήρια
4. Για βιομηχανικές χρήσεις



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Η συστηματική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας προσφέρει πολλά και σημαντικά οφέλη όπως είναι:

- Αρχικά η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί καθαρή μορφή ενέργειας εφόσον η τελική διάθεση των γεωθερμικών αποβλήτων πραγματοποιείται κατάλληλα καθώς έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία για την προστασία του περιβάλλοντος (ΚΑΠΕ, 1996)
- Με την παραγωγή της γεωθερμικής ενέργειας έχουμε αύξηση των φυσικών πόρων καθώς μειώνεται η καύση του λιγνίτη αλλά και γενικά την καύση μη πρωτογενών καυσίμων
- Το περιβάλλον είναι σχετικά καθαρότερο με την παραγωγή λιγότερων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα
- Δεν ελαττώνουν την χλωρίδα καθώς δεν καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο στις εγκαταστάσεις υποδομών άντλησης
- Σημαντικό επίσης είναι και το χαμηλό κόστος λειτουργίας

Παρόλα αυτά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει και τα μειονεκτήματά της όπως είναι:

- Η απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών μπορεί να προκαλέσει δυσοσμία με αποτέλεσμα την δημιουργία παραπόνων από τις τοπικές περιοχές
- Η άντληση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα διάβρωσης στις σωληνώσεις μεταφοράς ρευστών
- Ανάλογα με τη σύσταση των γεωθερμικών ρευστών έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία προβλήματος στο περιβάλλον

Το τελευταίο βέβαια μπορεί και να αντιμετωπιστεί με την προϋπόθεση ότι υπάρχει σωστή μελέτη της περιοχής, ο σχεδιασμός, η εγκατάσταση και η λειτουργία της μονάδας ώστε να αποφύγουν τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.



Εικόνα 6. Εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας για τη θέρμανση κτηρίων
(Πηγή) : Energy press Μιχάλης Καϊταντζίδης 2013

3.3.5. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Με τον όρο συμπαραγωγή εννοούμε την δυνατότητα συνδυασμού της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και της θερμότητας από τη ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Μεγάλα ποσά θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον με άλλες μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είτε λόγω των ψυκτικών κυκλωμάτων όπως για παράδειγμα είναι οι συμπυκνωτές, πύργοι ψύξης κλπ. , είτε λόγω των καυσαερίων όπως αεροστρόβιλοι κλπ. . Με τη χρήση της μεθόδου της συμπαραγωγής, ένα σημαντικό μέρος της θερμότητας που αποβάλλεται από αυτή ανακτάται και με τη χρήση κατάλληλης τεχνολογίας χρησιμοποιείται για την κάλυψη ανθρώπινων αναγκών (ΚΑΠΕ, 1996).



Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας & θερμότητας (ΣΗΘ) είναι μία διαδικασία που παράγεται ταυτόχρονα θερμική και ηλεκτρική ή και μηχανική ενέργεια (Νόμο 3468, 2006).

Συμπαράγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ, σύμφωνα με τον Ν 3468/2006) είναι η εγκατάσταση, με ικανότητα εξασφάλισης αποθέματος πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 10 %, σε σχέση με τη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών. Ίδια δυνατότητα εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας μπορεί να εξασφαλιστεί και από Μονάδες Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας.

Πολλά συστήματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως συστήματα κορυφής τα οποία χρησιμοποιούν ρευστό αρκετά υψηλής θερμοκρασίας με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ αντίθετα η θερμότητα που αποβάλλεται είναι χαμηλής θερμοκρασίας η οποία εκμεταλλεύεται για διάφορες ανάγκες όπως, θέρμανση και για πρόσθετη παραγωγή ηλεκτρισμού καθώς και για θερμικές διεργασίες . Επίσης μπορούν να χαρακτηριστούν και ως συστήματα βάσης τα οποία αρχικά παράγουν ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας ενώ τα θερμά αέρια που αποβάλλονται μπορούν μέσω του λέβητα να γίνει αξιοποίηση και στη συνέχεια παραγωγή ατμών που θα κινήσουν ατμοστροβιλογεννήτρια ή να διοχετευθούν απευθείας σε ατμοστρόβιλο χωρίς λέβητα για την λειτουργία ηλεκτρογεννήτριας.

Οι κυριότερες σύγχρονες τεχνικές Συμπαράγωγής είναι οι εξής:

- Τα συστήματα ατμοστρόβιλου , τα οποία χωρίζονται σε:
 1. Το σύστημα συμπαράγωγής με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης
 2. Το σύστημα συμπαράγωγής με ατμοστρόβιλο απομάστευσης
 3. Το σύστημα συμπαράγωγής με ατμοστρόβιλο σε κύκλο βάσης
- Τα συστήματα αεριοστρόβιλου , τα οποία χωρίζονται σε:
 1. Συστήματα αεριοστρόβιλου ανοιχτού κύκλου
 2. Συστήματα αεριοστρόβιλου κλειστού κύκλου
- Τα συστήματα συνδυασμένου κύκλου
- Τα συστήματα εμβολοφόρου κινητήρα εσωτερικής καύσης
- Τις μηχανές Stirling
- Τις Κυψέλες καυσίμου

Εφαρμόζοντας την συμπαράγωγή με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει την ίδια στιγμή ζήτηση ηλεκτρισμού και θερμικής ενέργειας καταφέρνουμε να μειώσουμε το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθιστώντας την οικονομικά αξιοποιήσιμη σχεδόν από όλους αλλά και γενικά οικονομικά βιώσιμη . Αντισταθμίζουμε έτσι ότι αφού μπορούν και ικανοποιούν όλες τις τελικές ενεργειακές ανάγκες όπως είναι ο ηλεκτρισμός, το θερμό νερό, ο ατμός, ο θερμός



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

αέρας και η ψύξη, μπορούν να ονομαστούν ως ολοκληρωμένα ενεργειακά συστήματα. Ένας ικανοποιητικός βαθμός απόδοσης των εγκαταστάσεων των συστημάτων συμπαραγωγής έχει τη δυνατότητα να φθάνει το 85% (ΚΑΠΕ,1996).

Τα πλεονεκτήματα που μπορούν να προκύψουν από την αξιοποίηση των συστημάτων συμπαραγωγής είναι τα εξής:

- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων , κάτι το οποίο είναι αρκετά σημαντικό αφού είναι και ένας από τους κύριους σκοπούς κατασκευής μιας ΑΠΕ
- Με την καύση φυσικού αερίου η τεχνολογία της συμπαραγωγής γίνεται η πιο οικονομική
- Υπάρχει σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης κατά την παραγωγή ενέργειας
- Μία εγκατάσταση συμπαραγωγής καθίσταται φιλική προς το περιβάλλον , αφού μειώνονται οι ατμοσφαιρικοί ρύποι

Βέβαια υπάρχει η πιθανότητα αντιμετώπισης μειονεκτημάτων των συστημάτων συμπαραγωγής καθώς επικεντρώνονται στις τοπικές επιπτώσεις όπως ότι δεν προβλέπεται αν πάντα η ξεχωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και ρεύματος με την χρήση τεχνολογιών συμπαραγωγής μειώνουν την παραγωγή ρύπων.

3.3.6. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΥΜΑΤΩΝ

Εκτός από ότι έχουμε αναφέρει από τα προηγούμενα ΑΠΕ υπάρχει μία ακόμη περίπτωση, αυτή της αξιοποίησης της ενέργειας των κυμάτων. Η κυματική ενέργεια, έχει τη δυνατότητα να αξιοποιεί διαφορετικούς τύπους θαλάσσιας ροής όπως παλίρροιες, ρεύματα, κ.α. όπου αποτελεί μια μεγάλη αποθήκη ηλεκτρισμού καθώς η προσφορά αυτής στην παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας , θα μπορούσε να είναι αρκετά σημαντική , σε διεθνές επίπεδο. Σύμφωνα με μελέτες , έχει αποδειχθεί ότι η κυματική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να καλύψει μέχρι και το 10% της ζήτησης σε ηλεκτρισμό στην Ευρώπη, ως το 2030. Παρέχει όλα τα πλεονεκτήματα των υπόλοιπων ΑΠΕ καθώς επίσης έχει μηδενικές εκπομπές προϊόντων καύσης (CO₂) αλλά και το πλεονέκτημα στη μη αναγκαιότητα από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα κ.λπ. (Δελτίο Τύπου Ημερίδα του ΚΑΠΕ, 2010).

Η αξιοποίηση της ενέργειας αυτής γίνεται μέσα από δύο τρόπους , την αξιοποίηση της ενέργειας από παλίρροιες και με την αξιοποίηση της ενέργειας από θαλάσσια κύματα. Η παλίρροια συμβαίνει πολλές φορές τον χρόνο και είναι η πλημμυρίδα και η άμπωτη της στάθμης της



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

θάλασσας και αυτό οφείλεται στην βαρυτική επίδραση που ασκείται στην υδρόσφαιρα της Γης η Σελήνη και ο Ήλιος (Μέμος και Ψαράς, 2005).

Η παλίρροια ειδικότερα επηρεάζεται από την συνεχή μετακίνηση θέσης η Σελήνη και του Ήλιου σε σχέση με τη Γη. Κατά την διάρκεια του φαινομένου αυτού καταφέρνουμε και αποθηκεύονται νερά σε φράγματα έτσι μετά την πτώση του νερού τα ήδη αποθηκευμένα νερά κινούν υδροστροβίλο. Το θαλασσινό νερό δεν μπορεί να αξιοποιηθεί με σκοπό τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως για παράδειγμα τα υδροηλεκτρικά γιατί δεν έχουν να κινηθούν από ένα συγκεκριμένο ύψος σε ένα πιο χαμηλό για αυτό και γίνεται η παραπάνω διαδικασία για την κίνηση του υδροστροβίλου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση της αξιοποίησης των κυμάτων η ενέργεια παρουσιάζεται να είναι περίπου δέκα φορές μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της παλίρροιας. Με την χρήση κατάλληλων πλωτήρων, εκμεταλλεύονται την κίνηση του νερού με την κατακόρυφη ταλάντωση (Κλαδάς, 2005).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης της ενέργειας των κυμάτων και των παλιρροιών είναι το μικρό κόστος που είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση του καθώς και η υψηλή απόδοση και η ικανότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση λόγω του θαλασσινού νερού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών είναι πλέον σε μεγάλη ανάπτυξη καθώς είναι μια αποδοτική, έξυπνη και φιλική προς το περιβάλλον επένδυση. Η αξιοπιστία και το κόστος είναι δύο πολύ σημαντικές πτυχές των φωτοβολταϊκών οι οποίες συνδέονται άμεσα καθώς για να μην υπάρξει αύξηση του κόστους πρέπει να υπάρχει αξιοπιστία κάτι το οποίο δεν το προσφέρει μια καλή και οργανωμένη μελέτη και εγκατάσταση. Η αξιοπιστία με αρχή την συντήρηση αποτελεί την βάση για την σωστή λειτουργία και την μέγιστη απόδοση τους. Πρέπει να εξασφαλίζεται μια σωστή συντήρηση – έλεγχος για την 100 % αξιοποίηση της ενέργειας γιατί ένα σύστημα το οποίο είναι σε συνεχή έκθεση με τον ήλιο και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε εγκατάσταση μπορεί να προκαλέσει την μείωση ζωής λειτουργίας του. Η συντήρηση περιλαμβάνει τον



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

καθιερωμένο έλεγχο κάθε εξαμήνου σύμφωνα με το πρότυπο EN 62446. Ειδικότερα, το πρότυπο αυτό, το οποίο είναι διαθέσιμο και ως IEC 62446:2009, προσφέρει τις αναγκαίες οδηγίες για:

- Επιθεώρηση της εγκατάστασης. Εμπεριέχει ελέγχους στα κυκλώματα υπό συνεχή ή εναλλασσόμενη τάση όπως για παράδειγμα οι ρυθμίσεις των παραμέτρων, προδιαγραφές υλικών καθώς και στα συστήματα προστασίας για την αποφυγή τυχόν ηλεκτροπληξίας όπως είναι οι διακόπτες διαρροής έντασης
- Διεξαγωγή δοκιμών. Αποτελείται από δοκιμές τόσο για εγκαταστάσεις εναλλασσόμενης τάσης όσο και για κυκλώματα συνεχούς τάσης όπως για παράδειγμα είναι ο έλεγχος πολικότητας, η μέτρηση αντίστασης μόνωσης καλωδίων, κλπ.
- Σύνταξη των αναφορών. Είναι τα υποδείγματα εκθέσεων από δοκιμές και αναφορές επιθεωρήσεων της εγκατάστασης

Οι λόγοι για τους οποίους πρέπει να συντηρούμε την εγκατάσταση μας είναι οι παρακάτω (Πηγή: Messaritis Ανανεώσιμες, 2017):

1. Εξασφαλίζεται η αέναη λειτουργία και η υψηλότερη παραγωγή μέσω της έγκαιρης διάγνωσης και του εντοπισμού τυχούσας βλάβης ή δυσλειτουργίας της εγκατάστασης.
2. Μειώνεται η πιθανότητα εμφάνισης ατυχημάτων, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της σωματικής ακεραιότητας και της ανθρώπινης ζωής (από κινδύνους όπως π.χ. η ηλεκτροπληξία).
3. Ύπαρξη επιβράδυνσης της φθοράς/γήρανσης του εξοπλισμού.
4. Για να ισχύουν οι εγγυήσεις του εξοπλισμού καθίσταται αναγκαία και απαραίτητη η ύπαρξη της.
5. Αποτελεί αναγκαία συνθήκη την αποζημίωση από τον ασφαλιστικό σας φορέα, σε περίπτωση αστοχίας λειτουργίας και άλλων γεγονότων όπως για παράδειγμα κλοπές, φυσικές καταστροφές, μηχανολογικές βλάβες.
6. Ύπαρξη οφέλους σε βάθος χρόνου λόγω συντήρησης, είναι αρκετά μεγάλο σε σχέση με το κόστος της.
7. Υπάρχει σημαντική μείωση χρόνου ενασχόλησης με την ήδη υπάρχων εγκατάσταση.
8. Η αξία της μετέπειτα πώλησης μιας εγκατάστασης αυξάνεται, με το αποδεικτικό συντηρήσεως από εξειδικευμένη εταιρία.



9. Ένα μεγάλο ποσοστό (το 80%) των βλαβών που αντιμετωπίζονται προέρχονται από την παντελή ή μεγάλου χρονικού διαστήματος απουσία συντήρησης καθώς επίσης από κακή συντήρηση.
10. Προβλέπεται από το νόμο με σκοπό την ασφάλεια και την αξιοπιστία της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης (άρθρο 5, ΦΕΚ 470).

Το κομμάτι της συντήρησης περιλαμβάνει τα εξής (Πηγή : Μελέτη και εγκατάσταση Φ/Β πάρκου ΜΑΜΑΚΗΣ Χ. ,ΣΚΛΗΒΑΣ Α. ,2008):

- Ηλεκτρολογικός έλεγχος
- Μηχανολογικός έλεγχος
- Καθημερινός έλεγχος παραγόμενης ισχύος
- Αντικατάσταση αναλώσιμων
- Καθαρισμός Φ/Β πλαισίων
- Χλοοκοψία

Τα οφέλη μιας σωστής συντήρησης είναι : (Πηγή : OLYMPIC ENGINEERING & CONSULTING, 2018)

- Η διασφάλιση του επενδυόμενου ποσού καθώς και η αύξηση του, και η υψηλή απόδοση ποιότητας μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης
- Η έγκαιρη πρόληψη σοβαρών βλαβών, το οποίο είναι και το πιο σημαντικό
- Σημαντική επίσης είναι η εξασφάλιση ασφαλούς λειτουργίας της εγκατάστασης
- Η βελτιστοποίηση της απόδοσης λειτουργίας και η μέγιστη δυνατή απόδοση στον καταναλωτή

Με την εφαρμογή του παραπάνω πρότυπου συντήρησης επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης αλλά και της λειτουργίας, καθώς βέβαια και η ικανοποίηση του πελάτη.

4.2. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Η συντήρηση μιας ανεμογεννήτριας περιλαμβάνει τον έλεγχο και την εγκατάσταση υλικών στα ηλεκτρικά μέρη και τα μηχανολογικά μέρη της εγκατάστασης καθώς μπορούμε να την διακρίνουμε σε τέσσερα βασικά μέρη τα οποία είναι:

- Η τρίμηνη συντήρηση
- Η εξάμηνη συντήρηση
- Η δωδεκάμηνη συντήρηση και



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

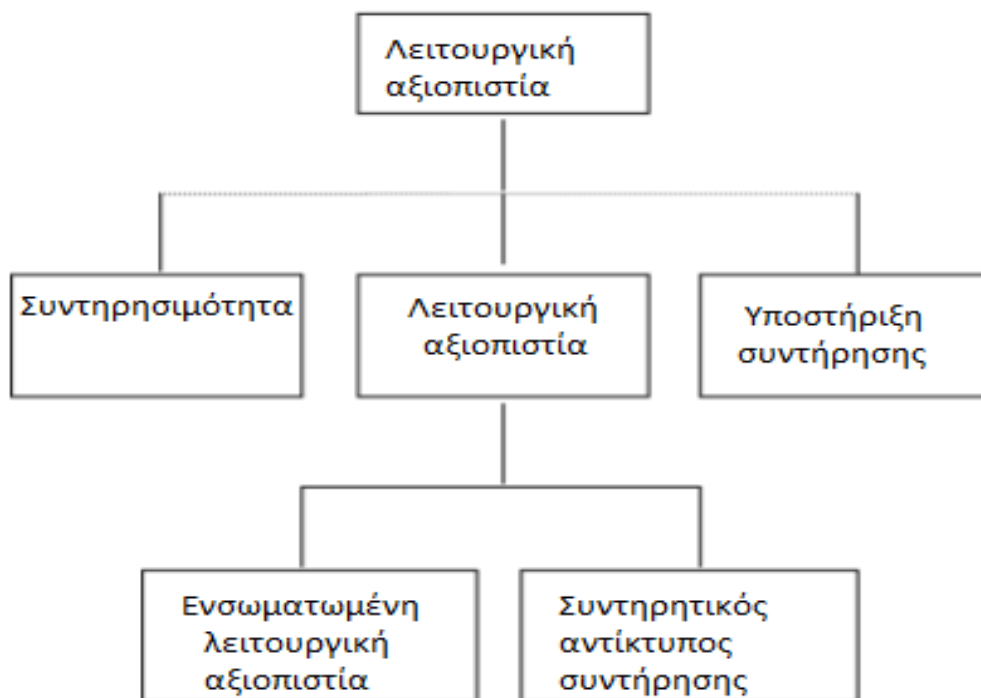
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

- Η συντήρηση των τεσσάρων ετών

Στην περίπτωση ενός αιολικού πάρκου η συντήρηση περιλαμβάνει την καθιερωμένη συντήρηση αλλά και στις αναγκαίες συντηρήσεις οι οποίες είναι(Πηγή : ANEMOΓΕΝΗΤΡΙΕΣ << ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΒΛΑΒΕΣ>> ΚΥΡΑΝΝΟΣ Α.):

- Η προληπτική συντήρηση, γίνεται για την εξάλειψη τυχών προβλημάτων και της μείωσης της πιθανότητας λειτουργικής αστοχίας
- Η έγκαιρη συντήρηση, είναι παρόμοια με την προληπτική συντήρηση με την ιδιαιτερότητα ότι γίνεται ανίχνευση των μεταβολών στις συνθήκες λειτουργίας αντλώντας σημαντικά στοιχεία για την εξέλιξη των μεταβλητών
- Η προαιρετική συντήρηση , γίνεται για την μελέτη των ήδη υπάρχων βλαβών έτσι ώστε να γίνει μελέτη και βελτίωση αυτών ώστε στο μέλλον να αποφευχθούν
- Η διορθωτική συντήρηση, έχει σκοπό την διόρθωση τυχών προβλημάτων σε προηγούμενες συντηρήσεις

Γενικά οι κύριοι στόχοι για τον λόγο τον οποίο γίνονται οι εργασίες συντήρησης γίνεται για προσωπική ασφάλεια, περιβαλλοντική ασφάλεια και επιχειρησιακή αξιοπιστία. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται και η λειτουργική αξιοπιστία, η οποία είναι πολύ βασική για την επιχειρησιακή αξιοπιστία. Η λειτουργική αξιοπιστία χωρίζεται στα επιμέρους μέρη:



Πίνακας 3. Πίνακας ανάλυσης λειτουργικής αξιοπιστίας
Πηγή : ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΕΣ << ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΒΛΑΒΕΣ>> ΚΥΡΑΝΝΟΣ Α. , 2008

Οι ανεμογεννήτριες πλέον μπορούν να παράγουν ηλεκτρισμό άριστης ποιότητας και ταυτόχρονα να λειτουργούν με αρκετά μικρές απαιτήσεις στο κομμάτι της συντήρησης. Για να μπορέσουμε να έχουμε μια ολοκληρωμένη οπτική για το κόστος συντήρησης μιας ανεμογεννήτριας πρέπει να λάβουμε υπόψιν την ετήσια παραγωγή ενέργειας, το κόστος ανάγκης για την υλοποίηση της εγκατάστασης ή αλλιώς το κόστος κεφαλαίου του, το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησης καθώς και τον χρόνο που χρειάζεται για την απόσβεση της εγκατάστασης. Επίσης αρκετά σημαντικό ρόλο παίζουν και τα υλικά-εξαρτήματα τα οποία αντικαθίστανται καθώς θεωρούνται ως αναλώσιμες ύλες σε μια καθιερωμένη συντήρηση μιας ανεμογεννήτριας. Ωστόσο όσο καλύτερες και τακτικές σε θέμα χρόνου



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

συντηρήσεις και οι αναγκαίες συντηρήσεις τόσο λιγότερο είναι το μελλοντικό κόστος συντήρησης λόγω της αποφυγής τυχόν βλαβών της εγκατάστασης.

Το κόστος συντήρησης και το κόστος λειτουργίας μιας εγκατάστασης ανεμογεννητριών αποτελείται από

- Το σταθερό κόστος, το οποίο συμπεριλαμβάνει το κόστος συντήρησης το οποίο θεωρείται άμεσο κόστος, το έμμεσο κόστος συντήρησης και λειτουργίας καθώς και το κόστος ασφάλισης της επένδυσης (Καλδέλης, 2005).
- Το μεταβλητό κόστος, κυρίως επικεντρώνεται στην αλλαγή των επιμέρους τμημάτων μιας εγκατάστασης τα οποία θεωρούντε βασικά για την λειτουργία της , καθώς προβλέπεται πως έχουν μικρή διάρκεια ζωής σε σχέση με ολόκληρη την επένδυση, όπως είναι για παράδειγμα τα πτερύγια της πτερωτής, το κιβώτιο μετάδοσης και ηλεκτρική γεννήτρια (Καλδέλης,2005).

Το συνολικό κόστος συντήρησης ενός αιολικού πάρκου, όπου σε αυτό συμπεριλαμβάνονται τα έξοδα για ανταλλακτικά, τα έξοδα εργασίας συντήρησης, μισθούς προσωπικού, τα έξοδα επισκευών, την αντικατάσταση αναλώσιμων υλικών κ.λ.π. έχει υπολογιστεί και ανέρχεται στα 0,012 Euro / kWh.

4.3. ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.3.1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για να εξασφαλιστεί η ομαλή και σωστή λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών και για να αντιμετωπιστούν έγκαιρα προβλήματα ή δυσλειτουργίες που μπορεί να υπάρξουν, είναι απαραίτητο η διαρκείς παρακολούθησή τους. Για την αποφυγή της εμφάνισης αυτών των προβλημάτων ή δυσλειτουργιών υπάρχουν κάποιες ενέργειες που μπορούμε να πράξουμε, ώστε να διατηρηθούν οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί ορθά συντηρημένοι.

Η πρώτη ενέργεια μας, λοιπόν, όταν συντηρούμε έναν υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι να αλλάζουμε συστηματικά την βελόνη των ακροφυσίων. Στα ακροφύσια ενός υδροστρόβιλου



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Pelton γίνεται η μεταβολή πίεσης με σκοπό την αύξηση της ταχύτητας της κίνησης του νερού. Συνεπώς, προκαλούνται φθορές στις βελόνες των ακροφυσίων, εξαιτίας των μεγάλων δυνάμεων που δημιουργούνται κατά την εκτόνωση του νερού, με αποτέλεσμα να χρειάζεται η αλλαγή των βελόνων με νέες.

Μια επιπλέον ενέργεια, που ναι μεν μπορεί να ανήκει στην λειτουργία ενός υδροηλεκτρικού εργοστασίου, αλλά είναι πολύ σημαντική και για την συντήρησή του, είναι η παραμονή νερού στον αγωγό. Με αυτήν την ενέργεια αποφεύγουμε, αρχικά, την εισροή αέρα στον αγωγό, βοηθάμε στην συντήρησή του και στην αποφυγή οξειδωσής του. Ακόμα, αποφεύγουμε τα υδραυλικά κενά, που έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν πτώση τιμής της απόδοσης της εγκατάστασης του συστήματος και φθορές στα ακροφύσια και στον στρόβιλο. Όμως, δεν πρέπει να ξεχνάμε την αλλαγή του νερού που υπάρχει στον αγωγό τις μέρες μη λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού, διότι η υψηλή θερμοκρασία του νερού που βρίσκεται σε ηρεμία ή αλλιώς σε ακινησία είναι ένα ιδανικό περιβάλλον για ανάπτυξη μικροοργανισμών που μπορούν να διαβρώσουν τον αγωγό.

Άλλη μια ενέργεια που χρειάζεται στην συντήρηση ενός υδροηλεκτρικού σταθμού είναι η λίπανση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Μακροχρόνια, μια ακόμα ενέργεια που μπορούμε να κάνουμε, ενώ συντηρούμε έναν υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι η αλλαγή των εδράνων, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στον άξονα ο οποίος περιστρέφεται. Με σκοπό την πραγματοποίηση αυτής της αλλαγής, χρειάζεται η βοήθεια ενός γερανού, ο οποίος θα κατεβάσει τον κατακόρυφο άξονα και θα τον φέρει σε οριζόντια θέση. Με την χρήση θέρμανσης συστέλλουμε τα παλιά έδρανα, ώστε να απελευθερωθούν, και με τον ίδιο τρόπο τοποθετούμε τα νέα.

4.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Με βάση τις πληροφορίες που παρέχει το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ένα γεωθερμικό κύκλωμα, όπως είναι οι σωληνώσεις και όλος ο εξοπλισμός που μεταφέρει το υπόγειο νερό, χρήζει απαραίτητη τη συντήρηση στην περίπτωση που το νερό περιέχει μεταλλικά άλατα με αποτέλεσμα την διάβρωση των σωληνώσεων αυτών (π.χ. ανθρακούχο ασβέστιο). Η συντήρηση ενός γεωθερμικού κυκλώματος σε μία παρόμοια εγκατάσταση περιλαμβάνει τον



καθαρισμό των σωληνώσεων από άλατα με μηχανικά ή χημικά μέσα, ή την αντικατάσταση μεταλλικών τμημάτων που έχουν υποστεί σημαντική διάβρωση. Η περισσότερη προσοχή στην συντήρηση δίνεται στον πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας, ενώ ο υπόλοιπος εξοπλισμός χρειάζεται μόνο προληπτική συντήρηση. Σχετικά με την συχνότητα της συντήρησης προτιμάται να γίνεται μια φορά τον χρόνο στο τέλος της εποχής αιχμής λειτουργίας του (ΚΑΠΕ, 1996).

Όμως, όσον αναφορά το κόστος της συντήρησης υπόψιν μας πρέπει να λάβουμε, εκτός από τον εξοπλισμό της παραγωγής, την επισκευή οδικών και κτιριακών υποδομών και την ανάγκη για ειδικευμένους εργάτες για την διεκπεραίωση εξειδικευμένων εργασιών συντήρησης, όπου οι δαπάνες υπολογίζονται ότι είναι 4,5-11€ ανά παραγόμενη MWh. Σε αυτό που πρέπει να δοθεί σημαντική προσοχή είναι ακόμα, ότι ως κόστος συντήρησης υπολογίζονται και τα έξοδα για την δημιουργία γεωτρήσεων συντήρησης, με σκοπό την αντιστάθμιση της φυσικής μείωσης της παραγωγικότητας των αρχικών φρεατίων παραγωγής. Οι δαπάνες αυτές υπολογίζονται ότι είναι 3,5-9€ ανά παραγόμενη MWh.

4.5. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η ωφέλιμη διάρκεια ζωής υπολογίζεται στα 15 – 20έτη. Υπάρχει όμως, ο κίνδυνος να μειωθεί σοβαρά κάνοντας χρήση μη αξιόπιστου καυσίμου που οδηγεί στη χρήση κακής ποιότητας καυσίμου ή την ανεπαρκή συντήρηση της εγκατάστασης και των συστημάτων που την απαρτίζουν. Το όριο λειτουργίας μιας μονάδας πολύ μικρής συμπαραγωγής μέχρι να έρθει η ώρα της πρώτης συντήρησης, ανέρχεται στις τέσσερις χιλιάδες ώρες, σε αντίθεση με τις μονάδες που είναι πάνω από τα 50 kWe, η πρώτη συντήρηση υπολογίζεται στις χίλιες πεντακόσιες ώρες λειτουργίας (Δ. Κατσαπρακάκης, 2015).

Συγκεκριμένα για τις μονάδες πολύ μικρής ΣΗΘ, εκείνα τα μέρη που θεωρούνται βασικά και που προβλέπονται για αντικατάσταση είναι τα ακόλουθα:

- Λάδια μηχανής
- Φίλτρα μηχανής
- Φίλτρα αέρος
- Αναφλεκτήρας (μπουζί)
- Καλώδια ανάφλεξης

Η διαδικασία οπτικού ελέγχου περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Το ψυκτικό υγρό ,συνήθως συμπληρώνεται στο ήδη υπάρχων λόγο μικρής απώλειας κατά την λειτουργία



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

- Πίνακας ηλεκτρονικού ελέγχου
- Τριοδικός καταλύτης
- Αντικραδασμικά, κατάλληλα για τη ελαχιστοποίηση και την απορρόφηση κάθε είδους κραδασμού
- Σύνδεση με καλώδια από τη συσκευή όπου οδηγούν στον πίνακα ελέγχου

Τα σημεία ρύθμισης είναι:

- Η ρύθμιση του αερίου και
- Οι ρυθμίσεις των εκπομπών καυσαερίων

Ένα αρκετά σημαντικό μέρος στο υδραυλικό σύστημα της πολύ μικρής ΣΗΘ θεωρούνται οι διαχωριστές σωματιδίων, όπου έχουν την ικανότητα της διαχώρισης των σωματιδίων με σκοπό την προστασία της φθωράς του υδραυλικού συστήματος (λάσπη). Αυτός είναι ένας από τους πιο βασικούς ελέγχους, ώστε οι εναλλακτικές να μην υποστούν εμπλοκή και επιφέρουν μόνιμη βλάβη στο σύστημα .

Ο προληπτικός έλεγχος της μηχανής ΣΗΘ ο οποίος καθίσταται βασικός, γίνεται στις 8.000 ώρες λειτουργίας, όπου γίνεται η ενδοσκόπηση. Ειδικότερα η διαδικασία αυτή αφορά τον έλεγχο του εσωτερικού της μηχανής για τυχόν εσωτερικές φθορές της με σκοπό την αποφυγή μόνιμης βλάβης στη μηχανή (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2010).

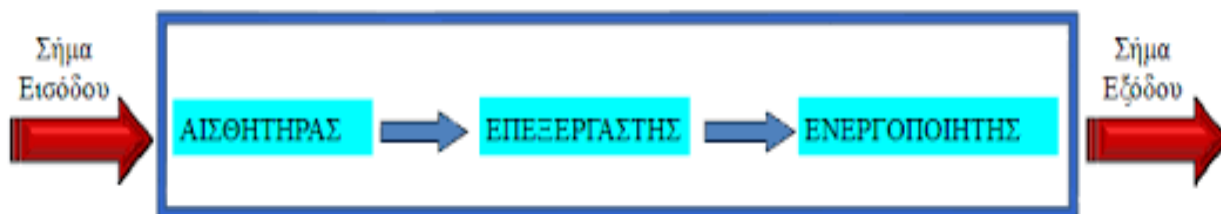
Βέβαια στα συστήματα συμπαραγωγής ο έλεγχος μπορεί να γίνεται και μέσω μικροεπεξεργαστών. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα της παρακολούθησης των ηλεκτρικών ή των θερμικών φορτίων και να λειτουργούν κατά ένα οικονομοτεχνικά βέλτιστο τρόπο καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί για την επίβλεψη της απόδοσης τους συστήματος συμπαραγωγής. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται και μείωση του κόστους συντήρησης ενώ ταυτόχρονα μπορεί να προγραμματιστεί η επόμενη συντήρηση του συστήματος.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας όχι μόνο μπορεί να γίνει πιο εύκολη η διαδικασία της συντήρησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και να αποφευχθούν σημαντικές αστοχίες σε μηχανολογικά μέρη καθώς και την προσαρμογή των συστημάτων αυτών σε αντίξοες καιρικές συνθήκες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση κατάλληλων αισθητήρων που ενημερώνουν τον χρήστη και αποθηκεύουν πληροφορίες χρήσιμες σχετικά με την λειτουργία των ΑΠΕ.

5. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Στα συστήματα μέτρησης ένα από τα βασικά μέρη είναι ο αισθητήρας. Ο αισθητήρας είναι μια συσκευή μέτρησης που μετατρέπει ένα σήμα που δέχεται στην είσοδο του σε ένα κατάλληλο μετρητικό σήμα στην έξοδο του.



Εικόνα 7. Διαδικασία επεξεργασίας του σήματος εισόδου ενός αισθητήρα
Πηγή : Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου 2^η Έκδοση Καλοβρέκτης και Κατέβας, 2017

Μία φυσική ποσότητα η οποία είναι υπεύθυνη για την διέγερση του αισθητήρα ή του μορφομετατροπέα ονομάζεται ερέθισμα ή σήμα. Ένας αισθητήρας, δηλαδή, ο οποίος βρίσκεται σε μία διάταξη που μπορεί να μετατρέψει ένα μακροσκοπικό μέγεθος, όπως το φως, η πίεση, η δύναμη κτλ, σε ένα ηλεκτρικά μετρήσιμο μέγεθος. Εφόσον, γίνει αυτή η επεξεργασία, το ηλεκτρικό σήμα θα μετατραπεί σε τυποποιημένο με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που είναι ανάλογα του αρχικού ορισμού λειτουργίας και της δυνατότητας του αισθητήρα.

Ενέργεια	Αισθητήρες
Ηλεκτρική	Ηλεκτρικού Φορτίου, ρεύματος τάσης, ηλεκτρικής αντίστασης και αγωγιμότητας, χωρητικότητας
Θερμική	Θερμοκρασίας, ροής θερμότητας και αερίων, θερμικής αγωγιμότητας
Μηχανική	Πίεσης, μηχανικής τάσης, γραμμική μετατόπιση θέσης, γωνιακή μετατόπιση θέσης, προσδιορισμού ταχύτητας και επιτάχυνσης, δύναμης, μάζας
Μαγνητική	Ανίχνευσης και έντασης μαγνητικού πεδίου, μαγνητικής διαπερατότητας
Ακτινοβολία	Υπεριώδους ακτινοβολίας, υπέρυθρης ακτινοβολίας, μικροκυμάτων, ακτινών X και ακτινών γ
Χημική	Συγκέντρωσης ατμοσφαιρικών αερίων, pH ,συγκέντρωσης ιόντων, ατμών

Πίνακας 4: Παραδείγματα αισθητήρων και ανιχνευτών μορφών ενέργειας
Πηγή : Γουγάρης, 2017

5.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι αισθητήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στους παθητικούς και τους ενεργούς αισθητήρες.

- Οι παθητικοί αισθητήρες με την χρήση εξωτερικής πηγής καταναλώνουν ενέργεια, ώστε να παράξουν σήμα εξόδου.
- Οι ενεργοί αισθητήρες μπορούν, χωρίς την χρήση ηλεκτρικής ισχύς, να παράξουν ένα ηλεκτρικό σήμα καταφέροντας να μετατρέψει την ενέργεια από ένα εισερχόμενο ερέθισμα στην μορφή του εξερχόμενου σήματος.

Επίσης, οι αισθητήρες μπορούν να χωριστούν και σε απόλυτους και σχετικούς αισθητήρες.

Ο απόλυτος αισθητήρας είναι αυτός που δίνει το σήμα παραγωγής σε μία απόλυτη φυσική κλίμακα ανεξάρτητη από τις συνθήκες μέτρησης.

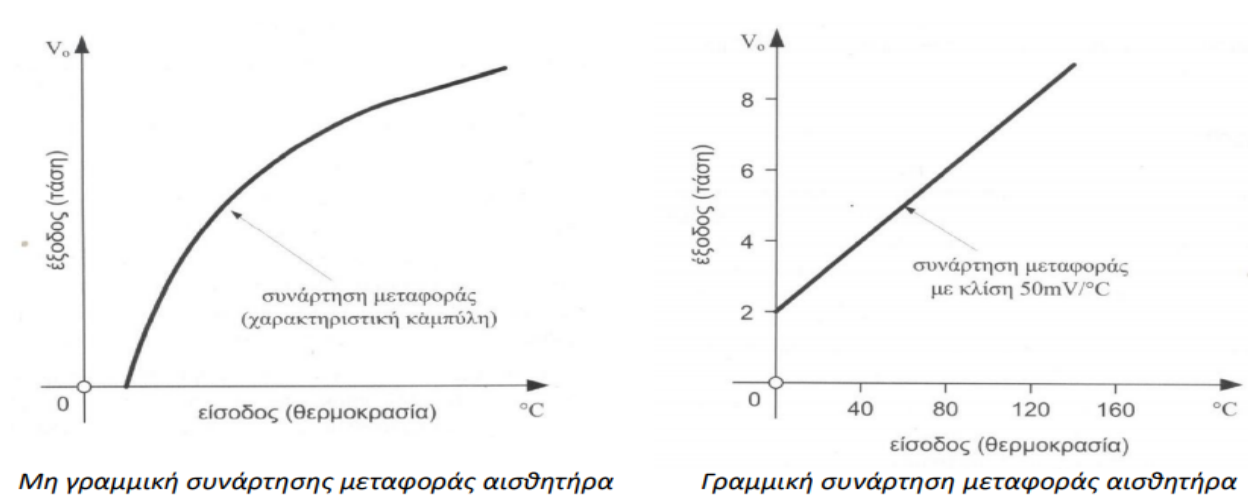
Ο σχετικός αισθητήρας είναι αυτός που σε μια ειδική κλίμακα τιμών , όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ενός μανομέτρου ,παράγει το σήμα. (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018).

5.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Κατά την κατασκευή των αισθητήρων ανάλογα την χρήση τους και το σύστημα μέτρησης που θα τοποθετηθούν έχουν και ανάλογα χαρακτηριστικά τα οποία είναι:

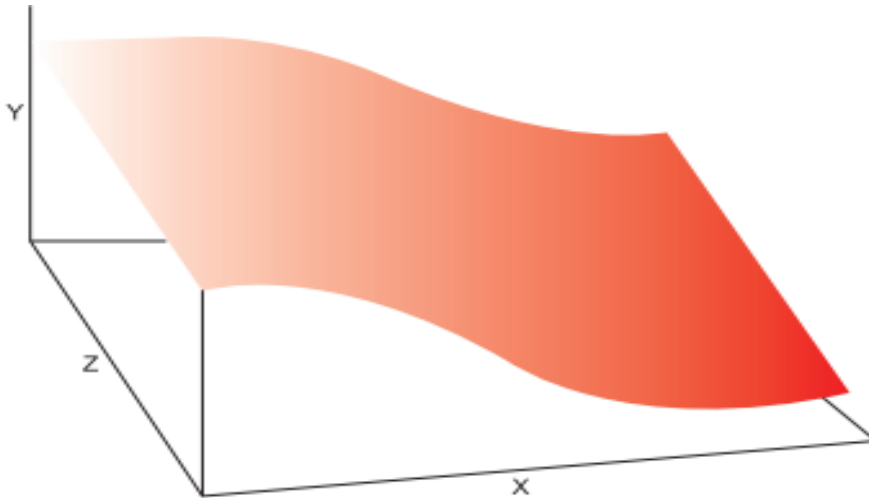
5.3.1. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Η συνάρτηση μεταφοράς είναι η σχέση του ηλεκτρικού σήματος στην έξοδο του αισθητήρα με την τιμή του φυσικού μεγέθους που μετριέται και μπορεί να είναι είτε γραμμική είτε μη γραμμική.



Σχήμα 2. Παρουσίαση γραφικής γραμμικής και μη γραμμικής συνάρτησης μεταφοράς
 Πηγή : 3^η ενότητα χαρακτηριστικά αισθητήρων ,Κωνσταντίνος Τσίγκας

Κάποιοι αισθητήρες όμως εξαρτώνται παραπάνω από ένα παράγοντα όπως είναι η επίδραση της ανίχνευσης θερμικού φαινομένου σε σχέση με την θερμοκρασία του ίδιου του στοιχείου για αυτό τον λόγο και η γραφική απεικόνιση της συνάρτησης αυτής χρειάζεται τρισδιάστατη απεικόνιση όπως είναι στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 3. Τρισδιάστατη γραφική παράσταση συνάρτηση μεταφοράς αισθητήρα θερμικής ακτινοβολίας σε άξονα xyz. Πηγή : (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

5.3.2. ΚΛΙΜΑΚΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Η κλίμακα είναι το πεδίο τιμών του ερεθίσματος του αισθητήρα που δέχεται με σκοπό την διέγερση του όπως είναι ο αισθητήρας πίεσης.

$$R_{ange} = (X_{min}, X_{max})$$

Εξίσωση 1. Εξίσωση προσδιορισμού κλίμακας ενός αισθητήρα
Πηγή : (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)



5.3.3. ΕΥΡΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΥΡΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΞΟΔΟΥ

Το εύρος πλήρους κλίμακας εισόδου ενός αισθητήρα ή ενός μορφομετατροπέα διαμορφώνεται από την διαφορά της μέγιστης τιμής του ερεθίσματος από την ελάχιστη τιμή:

$$S_{ran} = X_{max} - X_{min}$$

Εξίσωση 2. Εξίσωση προσδιορισμού εύρους πλήρους κλίμακας εισόδου ενός αισθητήρα
Πηγή : (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

Αντίθετα το εύρος πλήρους κλίμακας εξόδου είναι η αλγεβρική διαφορά ανάμεσα στο μέγιστο σήμα εξόδου και το ελάχιστο σήμα εξόδου του ερεθίσματος S του αισθητήρα:

$$FSO = Y_{max} - Y_{min}$$

Εξίσωση 3 Εξίσωση προσδιορισμού εύρους πλήρους κλίμακας εξόδου ενός αισθητήρα
Πηγή : (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

5.3.4. ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ

Ως εύρος λειτουργίας ορίζουμε τα όρια για τα οποία θεωρούμε ότι ο αισθητήρας λειτουργεί αξιόπιστα, δηλαδή εννοούμε την μέγιστη τιμή και την ελάχιστη τιμή που είναι ικανός ένας αισθητήρας για να μετρήσει.

5.3.5. ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΑΙ Η ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Ως ακρίβεια ορίζουμε τη διαφορά που παρουσιάζεται από το σήμα της εξόδου ενός αισθητήρα σε σχέση με την πραγματική τιμή του προσδιορίζοντας το μέγεθος του σφάλματος του, όπως δείχνει η παρακάτω σχέση:

$$A = 1 - \frac{\text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ} - \text{ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΤΙΜΗ}}{\text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ}} \times 100 \%$$



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Εξίσωση 4. Εξίσωση προσδιορισμού ακρίβειας

Πηγή : 3^η ενότητα χαρακτηριστικά αισθητήρων ,Κωνσταντίνος Τσίκνας

Σύμφωνα με την μετρολογία ως ακρίβεια προσέγγισης ενός αισθητήρα ονομάζουμε το πλήθος των δεκαδικών ψηφίων κατά την διαδικασία λήψης της μέτρησης ή κατά την διάρκεια λειτουργίας του αισθητήρα.

5.3.6. ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

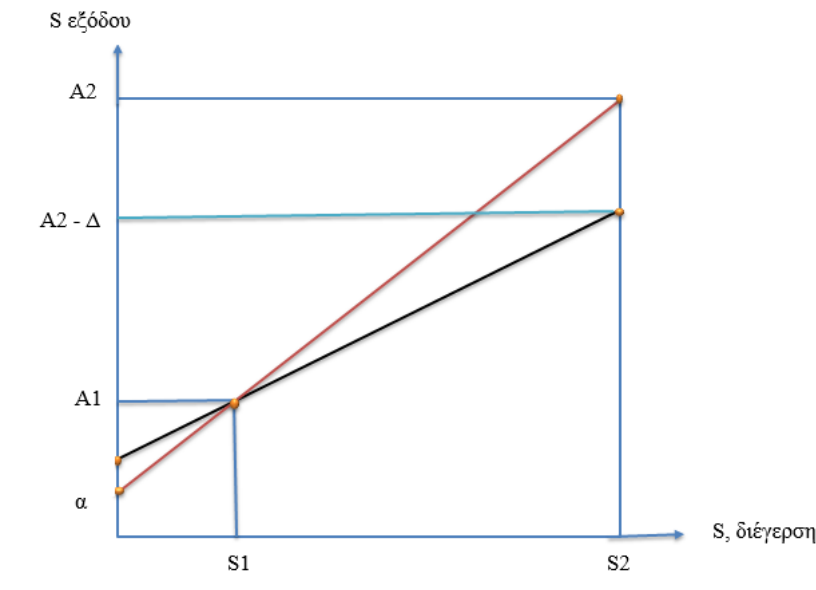
Με τον όρο βαθμονόμηση προσδιορίζουμε την απόδοση της ακρίβειας των φυσικών προτύπων σε σχέση με τον αισθητήρα, καθώς με την διαδικασία της βαθμονόμησης δίνεται η ικανότητα του ελέγχου της σωστής λειτουργίας ενός αισθητήρα για την εξασφάλιση αξιόπιστων μετρήσεων . Σύμφωνα με την μετρολογία υπάρχουν δύο τύποι βαθμονόμησης:

- Τη στατική και
- Τη δυναμική

Η διαφορά των δύο αυτών τύπων είναι ότι στην δυναμική βαθμονόμηση τα ερεθίσματα μεταβάλλονται στον χρόνο ενώ αντίθετα στην στατική βαθμονόμηση δεν μεταβάλλονται. Η διαδικασία της βαθμονόμησης καθιστά αναγκαίο και απαραίτητο τον προσεκτικό έλεγχο των παραμέτρων για την πιστοποίηση του αισθητήριου συστήματος. Σε περίπτωση όπου παρατηρείται μεγάλη μεταβολή του συντελεστή στατικής βαθμονόμησης του αισθητήρα παρουσιάζει φαινόμενα μη γραμμικότητας τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε σφάλματα δημιουργώντας μη αξιόπιστες μετρήσεις.

5.3.7. ΤΟ ΣΦΑΛΜΑ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ

Το σφάλμα προκύπτει από τη διαφορά δύο μετρήσεων όπως παρατηρούμε και στο παρακάτω διάγραμμα στις τιμές s_1 και s_2 ενώ η κλίση της καμπύλης μεταξύ των ερεθισμάτων S_1 και S_2 προσδιορίζει το σφάλμα της βαθμονόμησης . Για να μπορέσουν να θεωρηθούν οι μετρήσεις του αισθητήρα αξιόπιστες πρέπει ο κατασκευαστής να βαθμονομήσει τον αισθητήρα μετά το πέρασ κάποιων μηνών ή ετών.



Σχήμα 4. Γραφική παράσταση πραγματικής και βαθμονομημένης γραμμής
Πηγή : Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018

5.3.8. ΥΣΤΕΡΗΣΗ

Υστέρηση θεωρείται το φαινόμενο κατά το οποίο ο αισθητήρας δεν επιστρέφει την ίδια τιμή του σήματος εξόδου όταν το ερέθισμα του αισθητήρα κινείται και προς τις δύο κατευθύνσεις μεταξύ δύο σημείων του μεγέθους. Η συστηματική χρήση ενός αισθητήρα μπορεί να προκαλέσει φθορά του υλικού που αποτελείται, με αποτέλεσμα το φαινόμενο της υστέρησης που παρατηρείται να μην είναι σταθερό. Ειδικότερα όσο μεγάλωνει η φθορά του υλικού ανάλογη είναι και η αύξηση του φαινομένου της υστέρησης. Για το λόγο αυτό συνιστάται να γίνεται τακτικός έλεγχος και συντήρηση, η οποία αποτελείται από τη συνεχή λίπανση και τη συστηματική συντήρηση των μηχανικών τμημάτων με σκοπό τη μείωση του βαθμού υστέρησης. (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

5.3.9. ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΤΗΤΑ

Ως μη γραμμικότητα θεωρούμε, τις τιμές εξόδου ενός αισθητήρα που παρουσιάζουν την μέγιστη απόκλιση από την προσεγγιστική γραμμική απεικόνιση. Οι μέθοδοι αυτοί που βοηθούν στη προσέγγιση της πραγματικής συνάρτησης μεταφοράς από μια γραμμή (μέγιστη απόκλιση) είναι:



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

- Η μέθοδος τη χάραξης της ευθείας σύνδεσης των άκρων της μη γραμμικής καμπύλης
- Η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων
- Η μέθοδος των παράλληλων ευθειών που θα χαραχθούν εξωτερικά της μέγιστηστης μη γραμμικής καμπύλης

5.3.10. ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Η διακριτική ικανότητα μπορεί να παρουσιαστεί ως η μικρότερη είσοδος σήματος ή τη μικρότερη μεταβολή που μπορεί να γίνει αντιληπτή από τον αισθητήρα καθώς όσο μεγαλώνει η διακριτική ικανότητα τόσο μικραίνει αντίστοιχα το βήμα που μπορεί να γίνει αντιληπτό και να μετατραπεί σε μετρήσιμο μέγεθος. Ειδικότερα, όσο πιο μικρή είναι η διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα τόσο πιο ακριβείς είναι οι μετρήσεις, δηλαδή το μετρητικό αποτέλεσμα στην έξοδο του αισθητήρα. (Κωνσταντίνος Τσίγκνας).

5.3.11. ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ

Επαναληψιμότητα είναι όταν ο αισθητήρας για διαφορετικές χρονικές στιγμές δέχεται το ίδιο ερέθισμα και παράγει το ίδιο αποτέλεσμα κάθε φορά, αλλά μπορεί να υπάρξει σφάλμα κατά την διαδικασία μέτρησης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις δημιουργώντας έτσι χαμηλή ακρίβεια.

Το σφάλμα επαναληψιμότητας δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\delta_r = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

Εξίσωση 5. Εξίσωση προσδιορισμού επαναληψιμότητας
Πηγή : Καλοβρέκτες & Κατέβας, 2018

Κατά την παραγωγή αποτελεσμάτων ενός αισθητήρα μπορούμε να έχουμε τρία είδη αποτελεσμάτων:

- υψηλή ακρίβεια αλλά χαμηλή επαναληψιμότητα
- χαμηλή ακρίβεια αλλά υψηλή επαναληψιμότητα και
- υψηλή ακρίβεια και υψηλή επαναληψιμότητα



Υψηλή ακρίβεια,
χαμηλή επαναληψιμότητα



Υψηλή επαναληψιμότητα
χαμηλή ακρίβεια



Υψηλή ακρίβεια και
επαναληψιμότητα

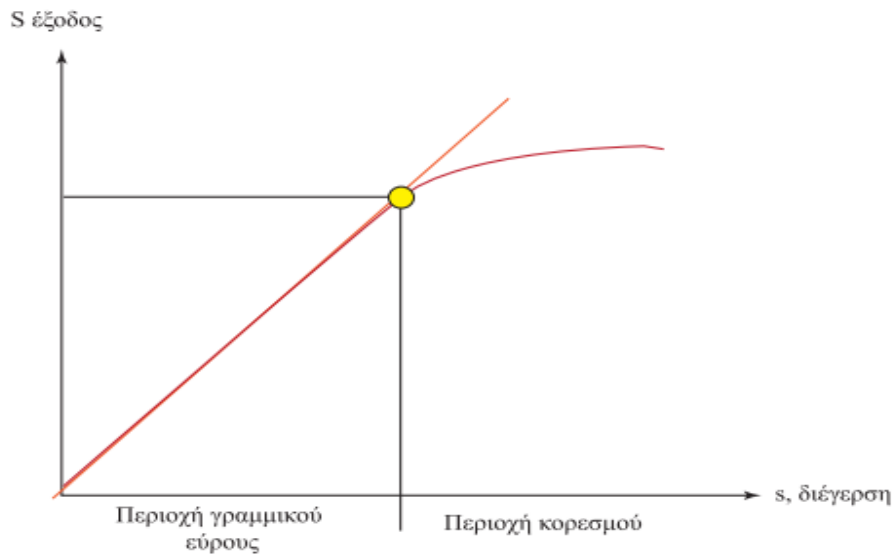
Εικόνα 8. Αποτελέσματα ακρίβειας και επαναληψιμότητας (Μπισδούνης, 2020)

Με αυτό μπορούμε να καταλάβουμε πως η ακρίβεια είναι διαφορετική σε σχέση με την επαναληψιμότητα.

5.3.12. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ

Στη περίπτωση όπου ένας αισθητήρας μετά από ένα συγκεκριμένο ερέθισμα που δέχεται υπερβεί το όριο μιας συγκεκριμένης περιοχής ανίχνευσης τότε έχεις σαν αποτέλεσμα η έξοδος του αισθητήρα να παραμείνει ίδια, δηλαδή θα σταθεροποιηθεί στη μέγιστη δυνατή τιμή και έτσι παρουσιάζει στην έξοδό του την τιμή κορεσμού στην κατάσταση που βρίσκεται και δεν μπορεί να παράγει αξιόπιστες μετρήσεις (Μαρκόπουλος, 2017).

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε το σημείο εμφάνισης του κορεσμού.

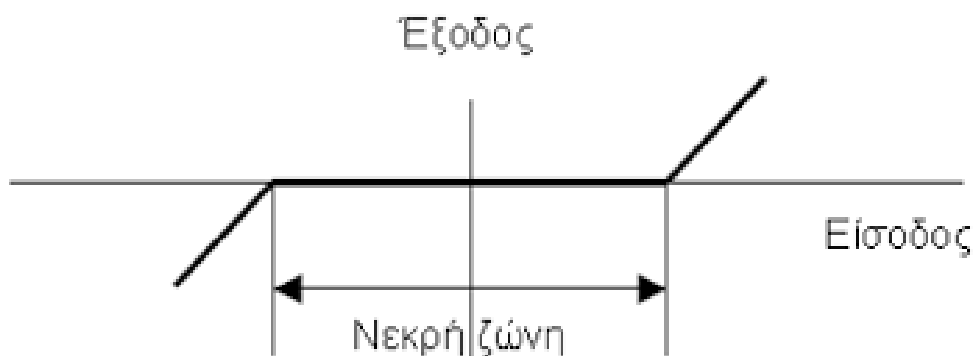


Σχήμα 5. Το σημείο εμφάνισης κορεσμού ενός αισθητήρα (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)

5.3.13. ΝΕΚΡΗ ΖΩΝΗ

Νεκρή ζώνη είναι η κατάσταση που βρίσκεται ένας αισθητήρας στην οποία αδυνατεί να ανιχνεύσει κάποιο ερέθισμα καθώς η έξοδος του δεν φέρει καμία μεταβολή, δηλαδή δεν παράγει κανένα σήμα στην έξοδό του (Καλαϊτζάκη & Κουτρούλη, 2010).

Αυτό για παράδειγμα συνήθως παρουσιάζεται όταν στη μηχανική δομή του αισθητήρα υπάρχουν τριβές.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Σχήμα 6. Καμπύλη με εμφάνιση νεκρής ζώνης
Πηγή : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ & ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ Λάμπρος Μπισσοδούνης

5.3.14. Η ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ

Για να καταφέρουμε να έχουμε τη μέγιστη μεταφορά ισχύος του σήματος πρέπει να τοποθετηθεί στην έξοδο της διάταξης μία σύνθετη αντίσταση εξόδου, το οποίο για να επιτευχθεί πρέπει να υπάρχει προσαρμογή της αντίστασης είσοδο του (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018).

5.3.15. ΔΙΕΓΕΡΣΗ

Για την ομαλή λειτουργία ενός αισθητήρα απαιτείται σταθερή τάση και σταθερή ένταση ρεύματος. Με τον όρο διέγερση εννοούμε το δυναμικό τάσης ή τη σταθερή ένταση ρεύματος που είναι απαραίτητη με σκοπό τη σωστή λειτουργία ενός ενεργού αισθητήρα (Χατζηπροκοπίου, 2006).

5.3.16. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Όπως αναφέραμε και παραπάνω για να μπορέσει να θεωρηθεί ένας αισθητήρας αξιόπιστος θα πρέπει να λειτουργεί για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς σφάλματα.

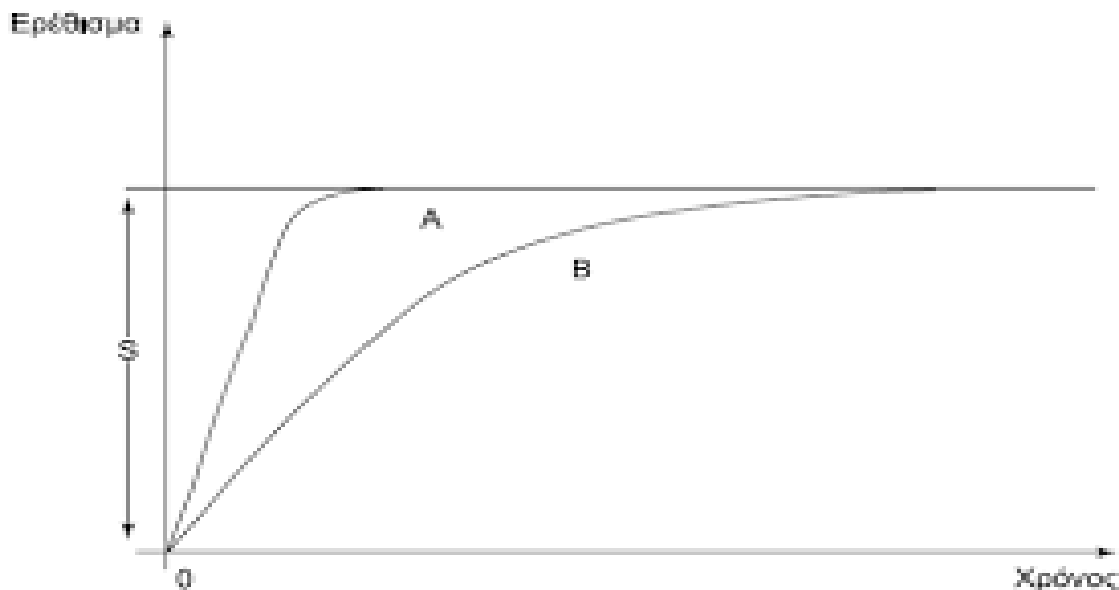
5.3.17. ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΣΗΜΑ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ

Η ελάχιστη τιμή ερεθίσματος που χρειάζεται για να μπορέσει να ανιχνεύσει κάποιο σήμα ο αισθητήρας ονομάζεται ελάχιστο σήμα κατωφλίου, δηλαδή αν δεν υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή ανάλογα την κατασκευή του δεν θα μπορέσει να ανταποκριθεί, πόσο άλλον να φέρει κάποιο αποτέλεσμα στην έξοδο του αισθητήρα (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018).

5.3.18. ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

Ο χρόνος που χρειάζεται για να μπορέσει να ανταποκριθεί ο αισθητήρας μέχρι να φτάσει το σημείο ερεθισμού ονομάζεται χρόνος απόκρισης (ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ & ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ Λάμπρος Μπισσούνης).

Ανάλογα την κατασκευή ενός αισθητήρα ο καθένας από αυτούς αντιδράει σε διαφορετικές χρονικές στιγμές δηλαδή έχουν διαφορετικό χρόνο απόκρισης.



Σχήμα 7. Η καμπύλη χρόνου απόκρισης
Πηγή : Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018

5.3.19. ΘΟΡΥΒΟΣ

Κατά την έξοδο του σήματος ενός αισθητήρα μπορεί να παράγεται και θόρυβος ο οποίος περιλαμβάνεται στο τελικό σήμα και διαφέρει ανάλογα με την κατασκευή του αισθητήρα. Αυτό σημαίνει ότι με αυτόν τον τρόπο προκαλείται αλλοίωση του σήματος κατά την διαδικασία μετρήσεων, άρα πρέπει ο θόρυβος να ελέγχεται αν το ενεργειακό του περιεχόμενο είναι συγκρίσιμο σχετικά με αυτο του σήματος εξόδου . Μια σημαντική αιτία δημιουργίας θορύβου μπορεί να είναι αυτή του θερμικού θορύβου. Πολλές πηγές θορύβου παράγουν μια λευκή

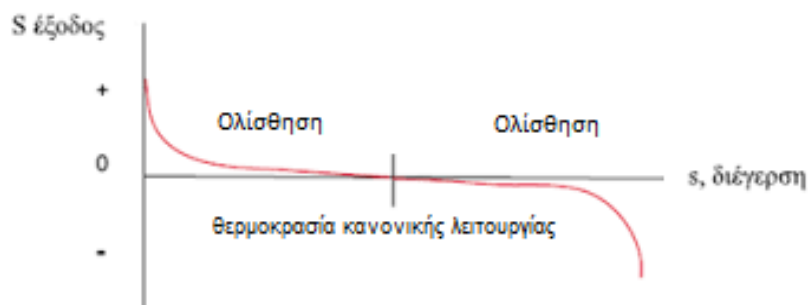
διανομή θορύβου, το οποίο σημαίνει ότι η φασματική πυκνότητα θορύβου είναι ίδια σε όλες τις συχνότητες (Καλκάνης, 2009).

5.3.20. ΟΛΙΣΘΗΣΗ

Η ολίσθηση είναι το φαινόμενο της φυσικής τάσης του αισθητήρα να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του, που επηρεάζεται άμεσα η ευαισθησία ενός αισθητήρα. Η μεταβολή αυτή μπορεί να προέρχεται από περιβαλλοντικές συνθήκες όπως είναι η θερμοκρασία, η πίεση και η υγρασία όπου επηρεάζουν τα υλικά ενός αισθητήρα καθώς υπάρχει αλλοίωση τους και κατά την λειτουργία τους επηρεάζουν τον μετρητικό σύστημα. Αυτό δηλαδή έχει ως αποτέλεσμα η έξοδος του αισθητήρα να μεταβάλλεται ενώ στην είσοδο δεν παρατηρείται καμία μεταβολή (Τσιίκνας Κ.).

Επίσης υπάρχει και η μηδενική ολίσθηση η οποία αναφέρεται στο γεγονός ότι δεν μεταβάλλεται η θέση ηρεμίας του οργάνου.

Τέλος είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως η κυρίως αιτία που προκαλεί αλλοίωση στα τεχνικά χαρακτηριστικά, τις προδιαγραφές των αισθητήρων είναι η θερμοκρασία.



Σχήμα 8. Ολίσθηση λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

5.3.21. ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ως χρόνος προθέρμανσης ορίζεται το χρονικό διάστημα το οποίο χρειάζεται για να μπορέσει ένας αισθητήρας να φτάσει σε κατάσταση λειτουργίας, δηλαδή να είναι ικανός να δεχτεί ένα ερέθισμα να ανταποκριθεί σε αυτό το ερέθισμα και να μεταβεί στη διαδικασία μέτρησης.

5.4 ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Ως δυναμικά χαρακτηριστικά είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα τα οποία μεταβάλλουν την κατάσταση τους με την πάροδο του χρόνου καθώς βέβαια μπορούν να ερμηνευτούν μέσα από διαφορικές εξισώσεις ανάλογα τον αισθητήρα και τη τάξη στην οποία βρίσκεται. Οι κατηγορίες που χωρίζονται οι αισθητήρες ανάλογα τα δυναμικά χαρακτηριστικά τους, είναι τρεις και είναι:

- Οι αισθητήρες μηδενικής τάξης
- Οι αισθητήρες πρώτης τάξης και
- Οι αισθητήρες δεύτερης τάξης

Οι αισθητήρες σε γενικό πλαίσιο μετά την ανίχνευση οποιουδήποτε ερεθίσματος έχει ως σκοπό την μεταφορά του σε μορφή δεδομένων για την αξιολόγηση τους. Στη συνέχεια μετά την επεξεργασία των δεδομένων αυτών, αποθηκεύονται και αναλύονται με σκοπό την παρακολούθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ανίχνευση τυχών βλαβών που έχουν ως αποτέλεσμα δημιουργία προβλημάτων λειτουργίας στο σύστημα.

Τέλος, είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε πως οι αισθητήρες μπορούν να αποδώσουν πολύ σημαντικές πληροφορίες για την κατάσταση μάς κατασκευής (Μακρουδάκης, 2017).



6. ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΑΠΕ

6.1. ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Οι αισθητήρες είναι ικανοί ανάλογα τα χαρακτηριστικά κατασκευής τους για την παρακολούθηση μιας υποδομής να αναγνωρίσουν χαρακτηριστικά όπως είναι:

- Μετακίνηση θέσης και μετατόπιση
- Θερμοκρασία
- Πυκνότητα και πίεση
- Μέτρηση στάθμης
- Επιτάχυνση
- Υγρασία
- Ηλεκτρικό δυναμικό
- Ακουστικά μεγέθη
- Επαφή
- Χρόνο
- Ακτινοβολία
- Περιβαλλοντικές συνθήκες
- Μαγνητικά πεδία κ.α.

6.1.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

Οι αισθητήρες αυτοί είναι ικανοί να μελετήσουν την αλλαγή της φυσικής θέσης ενός αντικειμένου, δηλαδή την κίνηση του. Οι μορφές που μπορεί να έχει η κίνηση είναι:

- Γραμμική μετατόπιση, είναι κίνηση σε ευθεία γραμμή
- Γωνιακή μετατόπιση, ονομάζεται η γωνία η οποία έχει περιστραφεί ένα σώμα γύρω από ένα δεδομένο άξονα περιστροφής
- Προσέγγιση, δηλαδή ανιχνεύει τη διεύρυνση της παρουσίας ενός αντικειμένου σε μια περιοχή κοντά σε αυτόν
- Επιτάχυνση



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Όπως και η γραμμική μετατόπιση μπορούν με αυτό το τρόπο να μετρήσουν την μετατόπιση ως προς τον χρόνο με σκοπό τη δυνατότητα να υπολογιστεί – μετρηθεί η ταχύτητα καθώς και η επιτάχυνση ενώ παρακάτω θα δούμε πως υπάρχουν και αισθητήρες που κάνουν το αντίθετο.

Οι αισθητήρες μετατόπισης και θέσης κατηγοριοποιούνται σε δύο κατηγορίες:

- Τους αισθητήρες μετατόπισης σε επαφή και
- Τους αισθητήρες μετατόπισης σε απόσταση

Για μία εγκατάσταση σαν τα φωτοβολταϊκά η επαφή είναι ένας αρκετά σημαντικός παράγοντας και για αυτό το λόγο οι αισθητήρες επαφής καθίστανται αναγκαίοι για την παρακολούθηση μιας τέτοιας διάταξης για την εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας και της επιθυμητής απόδοσης τους.

Οι αισθητήρες μετατόπισης σε επαφή ανάλογα με την μετατόπιση, δηλαδή το είδος της κίνησης του αντικειμένου που έρχονται σε επαφή είναι:

1. Ο τερματικός διακόπτης θέσης, ο οποίος δεν μετράει γραμμική μετατόπιση για αυτό ανήκει στην κατηγορία των αισθητήρων προσέγγισης αλλά αναφέρει την θέση του αντικειμένου όταν έρθουν σε επαφή με αυτόν. Η χρήση τους γενικά είναι για την αναφορά της θέσης ενός αντικειμένου που βρίσκεται σε επαφή μαζί του (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)
2. Ο αισθητήρας μεταβλητής αντίστασης ή ποντεσιόμετρο. Τα ποντεσιόμετρα ποντεσιόμετρα ανάλογα την κατασκευή τους χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, το γραμμικό ποντεσιόμετρο το οποίο μετράει την γραμμική μεταβολή ενός αντικειμένου και το περιστροφικό ποντεσιόμετρο το οποίο αντίστοιχα μετράει την γωνιακή μετατόπιση. Με το ποντεσιόμετρο είναι δυνατή η ένδειξη από απόσταση τη μεταβολής της τάσης εξόδου που την προκαλεί το αντικείμενο με το οποίο έρχεται σε επαφή και της απόλυτης θέσης του αντικειμένου αυτού (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)
3. Μαγνητικός διακόπτης με γλωσσίδα
4. Υδραργυρικός διακόπτης βαρύτητας, για την μέτρηση της γωνιακής μετατόπισης
5. Ο αισθητήρας κλίσης με ηλεκτρολύτη
6. Ο αισθητήρας κλίσης με φυσαλίδια
7. Ο γραμμικός και στροφικός επαγωγικός αισθητήρας μετατόπισης, ο αισθητήρας αυτός είναι διαφορετικός σε σχέση με τους προηγούμενους γιατί δεν χρησιμοποιείται μέθοδος στοιχείων αντίστασης για τον υπολογισμό της μετατόπισης ή της θέσης αλλά αντίθετα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

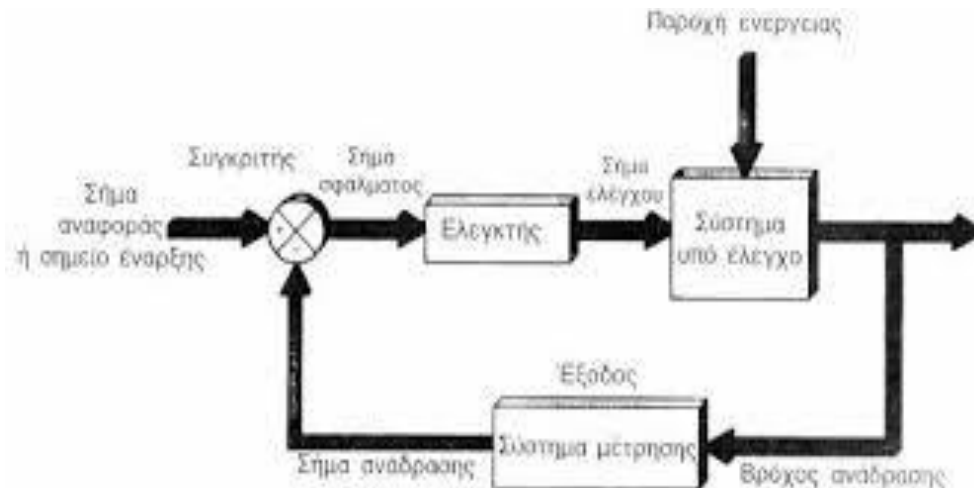
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

μεθόδους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ενώ επίσης έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύσουν μετατόπιση μεγέθους εκατομμυριοστού της ίντσας

8. Η πιεζοαντίσταση , όπου όταν παρουσιαστεί παραμόρφωση του αγωγού η αντίσταση μεταβάλλεται και πραγματοποιείται το φαινόμενο της πιεζοαντίστασης (Kelvin 1856).
9. Ο απόλυτος οπτικός κωδικοποιητής, για την μέτρηση της γωνιακής μετατόπισης
10. Ο συγχροεπαγωγός
11. Ο περιστροφικός αναλυτής, για την αναφορά της στιγμιαίας γωνιακής θέσης

Οι αισθητήρες μέτρησης μετατόπισης από απόσταση , δηλαδή την αναγνώριση της κίνησης ενός αντικειμένου χωρίς την μεταξύ επαφή τους είναι:

1. Οι αισθητήρες επαγωγής, είναι ένας αισθητήρας που ανήκει στην κατηγορία της προσέγγισης καθώς χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο ύπαρξης μεταλλικών αντικειμένων και τον έλεγχο πάχους αντικειμένων. (Καλοβρέκτης & Κατέβας, 2018)
2. Οι αισθητήρες αυτεπαγωγής, είναι ικανοί για την ανίχνευση της θέσης ενός σημείου χωρίς την ύπαρξη μαγνητικών ιδιοτήτων
3. Οι αισθητήρες φαινομένου Hall, αξιοποιώντας το φαινόμενο Hall δημιουργείται μία εγκάρσια τάση στα άκρα του αγωγού κατά την διάρκεια που αυτός διαπερνάται από ρεύμα και παρουσιάζεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο καθώς είναι ικανός να εντοπίσει ασθενή μαγνητικά πεδία και αρκετά μικρές αλλαγές της έντασης του μαγνητικού πεδίου
4. Οι χωρητικοί αισθητήρες μετατόπισης, αξιοποιώντας τις ιδιότητες των πυκνωτών έχει ως αποτέλεσμα την μέτρηση της μετατόπισης και της θέσης ενός αντικειμένου
5. Οι οπτικοί αισθητήρες μετατόπισης , αποτελούνται από μία πηγή φωτεινής ακτινοβολίας και έναν ανιχνευτή φωτεινής ακτινοβολίας καθώς με την ποσότητα της έντασης της ακτινοβολίας που επιστρέφει πίσω έχει την ικανότητα να μετρήσει την απόσταση και τη θέση του αντικειμένου
6. Οι φωτοδιακόπτες
7. Οι αισθητήρες φωτοανάκλασης θέσης
8. Οι αισθητήρες προσέγγισης με πολωμένο φως
9. Οι αισθητήρες οπτικής γέφυρας
10. Οι αισθητήρες δέσμης λέιζερ , ένα παράδειγμα είναι οι αισθητήρες φωτοκύταρων οι οποίοι έχουν την δυνατότητα εντοπισμού αντικειμένων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις καθώς η αρχή λειτουργίας τους είναι, η εκπεμπόμενη δέσμη φωτός που λαμβάνεται από έναν δέκτη μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα (Καραγιάννη, 1992).



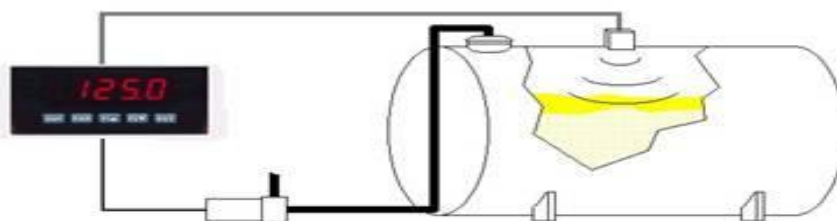
Σχήμα 9. Σύστημα αισθητήρα κίνησης και μετατόπισης
Πηγή : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ & ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ Λάμπρος Μπισοδούνης

6.1.2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Με τον όρο της στάθμης εννοούμε ο ύψος του υγρού που εμπεριέχεται μέσα σε ένα δοχείο, δεξαμενή, φρεάτια ή γενικά σε έναν κατάλληλο χώρο για μέτρηση της στάθμης. Προκειμένου να γίνει η μέτρηση της στάθμης γίνεται μέσα σε συγκεκριμένα όρια μέτρησης για να μπορούμε να ελέγχουμε την κατάσταση του υγρού. Για τον έλεγχο αυτό δίνεται η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί μέσα από αισθητήρες που είτε αναφέρουν την ακριβή ποσότητα του υγρού εντός μίας περιοχής είτε με αισθητήρες που ενημερώνουν αν το υγρό βρίσκεται πάνω από ένα συγκεκριμένο σημείο ανίχνευση ή κάτω από αυτό. Τέτοιοι αισθητήρες μπορεί να είναι οι παρακάτω:

1. Ο διακόπτης πλωτήρα, ο οποίος μετράει την στάθμη του νερού με την χρήση του πλωτήρα ο οποίος με την αύξηση της στάθμης του νερού ή την μείωση αντίστοιχα ανοιγοκλείνει τον διακόπτη με το οποίο είναι συνδεδεμένο το κύκλωμα ελέγχου αυτόματης εκκίνησης ή τερματισμού ηλεκτρικών διατάξεων
2. Ο πλωτός διακόπτης βύθισης
3. Ο διακόπτης στάθμης με πλωτό μαγνήτη, σκοπός τους να ενημερώσουν τον χρήστη για το ύψος της στάθμης του μετρούμενου υγρού με την χρήση μαγνήτη και μαγνητικής επαφής.
4. Ο μαγνητικός δείκτης στάθμης, έχει παρόμοια λειτουργία με τους μαγνητικούς διακόπτες
5. Ο αισθητήρας μέτρησης στάθμης με ποντεσιόμετρο

6. Ο χωρητικός αισθητήρας στάθμης, για την χρήση αυτού του αισθητήρα χρησιμοποιείται η μέτρηση της χωρητικότητας του αντικειμένου όπου βρίσκεται μέσα σε αυτό το υγρό όπως είναι μία δεξαμενή - δοχείο.
7. Η μέτρηση στάθμης με αισθητήρα αγωγιμότητας, όπου με την χρήση αγωγών δίνεται η δυνατότητα μέτρησης του επιπέδου της στάθμης του υγρού μέσα σε μία δεξαμενή
8. Η μέτρηση στάθμης με υπερήχους, με την χρήση ηχητικών κυμάτων είναι δυνατή η ανίχνευση θέσης του υγρού ανάλογα με την ποσότητα του ανακλώμενου κύματος καθώς λόγω της εύκολης εγκατάστασης τους και του ελάχιστου κόστους πλεονεκτούν έναντι άλλων αισθητήρων



Εικόνα 9. Σύστημα αισθητήρα μέτρησης στάθμης

1. Η μέτρηση στάθμης με οπτικούς αισθητήρες, όπου χωρίζεται σε οπτικούς αισθητήρες δέσμης λέιζερ, διάθλασης και πρίσματος
2. Ο αισθητήρας θολότητας, ο οποίος διαθέτει σύστημα αυτόματου καθαρισμού
3. Ο αισθητήρας μέτρησης στάθμης με φυσαλίδες, όπου τοποθετείται σωλήνας μέσα σε μια δεξαμενή και ρέει μέσα του αέρας οπότε ανάλογα την πίεση που μετριέται εμφανιστούν φυσαλίδες μέσα στον σωλήνα αυτό είναι και η αντίστοιχη στάθμη του μετρούμενου υγρού
4. Η μέτρηση της στάθμης μέσω υδροστατική πίεσης, όπου με την μέτρηση της πίεσης που ασκείται από μία στήλη υγρού μπορούμε να ανιχνεύσουμε την στάθμη του υγρού μέσα σε δεξαμενή – δοχείο
5. Ο ανιχνευτής δονούμενων ακίδων, όπου με την ταλάντωση του πομπού η λαμβανόμενη συχνότητα που δέχεται ο δέκτης καθιστά ικανό τον αισθητήρα στην εύρεση της στάθμης του υγρού
6. Ο αισθητήρας μέτρησης της στάθμης με συστοιχία θερμών νημάτων, όπου με την αλλαγή της στάθμης του υγρού αλλάζει και η τιμή της αντίστασης των στοιχείων του συστήματος λόγω της θερμοκρασίας του υγρού που διαρρέει μέσα σε μία δεξαμενή για αυτό και με την μεταβολή αυτή μπορεί να είναι γνωστή η στάθμη του υγρού



7. Ο ανιχνευτής στάθμης υπέρηχων με διάκενο σωλήνα
8. Ο ανιχνευτής θερμικής διάχυσης, ο αισθητήρας αυτός όταν δεν καλύπτεται από το υγρό η τάση εξόδου του είναι σταθερή, ενώ όταν καλύπτεται από αυτό τότε η τάση εξόδου μεταβάλλεται λόγω της αλλαγής θερμοκρασίας όπου χρησιμοποιείται για αναφορά και μέτρηση της στάθμης του υγρού

Μια από τις εφαρμογές που έχουν οι παραπάνω αισθητήρες είναι η παρακολούθηση όχι μόνο όλης της υποδομής ενός υδροηλεκτρικού έργου αλλά και στα κομμάτια που το απαρτίζουν. Σημαντικός έλεγχος είναι η στάθμη της επιφάνειας του νερού με σκοπό τη μη υπερχειλίση του νερού του φράγματος. Επίσης όπως αναφερθήκαμε και παραπάνω οι αισθητήρες στάθμης έχουν την δυνατότητα παρακολούθησης της κατάστασης του ταμιευτήρα, όπου γίνεται η αποθήκευση του νερού με σκοπό την μελλοντική του χρήση αλλά και των δεξαμεμών τροφοδοσίας νερού στην τουρμπίνα για την ανίχνευση τυχών ρωγμών στην δεξαμενή με σκοπό την έγκαιρη επιδιόρθωση τους.

6.1.3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ

Με τον όρο πίεση εννοούμε τη δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας ασκούμενη σε μία επιφάνεια ενός υγρού ή ενός αερίου που βρίσκεται σε επαφή. Η πίεση μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες, τη στατική πίεση όπου, μία σταθερή δύναμη ασκείται πάνω σε μία επιφάνεια, ενώ δυναμική πίεση είναι η δύναμη που ασκείται λόγω κίνησης σωματιδίων με κατεύθυνση μία επιφάνεια, η οποία μπορεί να είναι στερεό ή ρευστό που έρχεται σε επαφή με τη δύναμη που ασκείται σε αυτό (Μαρκόπουλος, 2017).

Ανάλογα από το περιβάλλον στο οποίο ασκούνται οι δυνάμεις αυτές μπορούμε να τις διακρίνουμε στις παρακάτω :

- Η ατμοσφαιρική πίεση
- Η υδροστατική πίεση
- Η υδροδυναμική πίεση και
- Η ωσμωτική πίεση

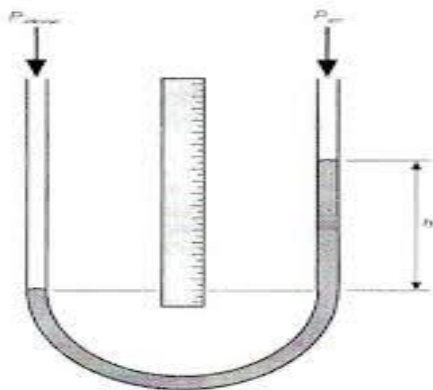
Για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε οποιαδήποτε εφαρμογή μέτρησης της πίεσης πολύ σημαντικό είναι να γνωρίζουμε την πυκνότητα των υγρών που θα μετρηθούν. Με τον όρο πυκνότητα εννοούμε την έκφραση πηλίκου της μάζας του υλικού ανά μονάδα όγκου. Για την εύρεση της πυκνότητας χρησιμοποιούμε τις παρακάτω μεθόδους:

- Το επαγωγικό πυκνόμετρο
- Το πυκνόμετρο δόνησης
- Το οπτικό πυκνόμετρο και
- Η μέτρηση πυκνότητας με τεχνική φυσαλίδων

Οι αισθητήρες πίεσης αποτελούνται από δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα λαμβάνει το ερέθισμα – φυσικό μέγεθος της πίεσης σε μετρούμενο μέγεθος, ενώ το δεύτερο τμήμα έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει αυτό το μέγεθος σε ηλεκτρικό σήμα.

Για την μέτρηση της πίεσης χρησιμοποιούμε τους παρακάτω αισθητήρες:

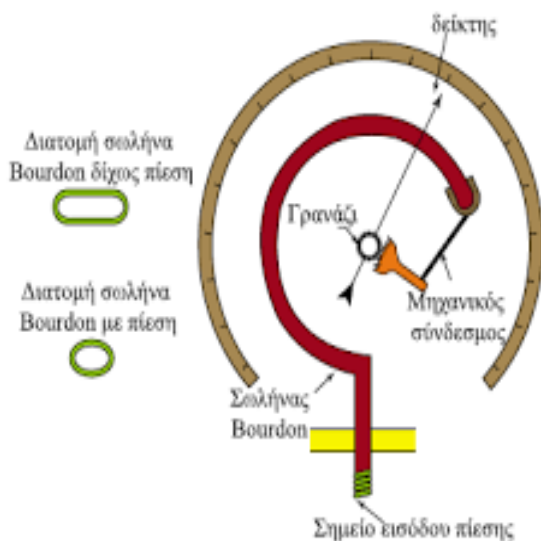
1. Το μανόμετρο υοειδούς σωλήνα ή τύπου U, στη περίπτωση όπου στα δύο άκρα του μανόμετρου παρουσιαστεί ατμοσφαιρική πίεση στο εμπειριεχόμενο υγρό που περιέχει μέσα το οποίο μπορεί να είναι νερό ή κάποια αλκοόλη, έρχεται σε ισορροπία. Όταν στο ένα άκρο βάλουμε στο αέριο την πίεση του οποίου αναμένεται να μετρηθεί τότε επειδή τα υγρά είναι ασυμπίεστα από την πλευρά της οποίας η πίεση δεν είναι γνωστή, η στάθμη του υγρού μειώνεται ενώ αντίθετα από την άλλη πλευρά του σωλήνα το υγρό αυξάνεται. Αυτή η διαφορά που δημιουργείται στην πλευρά της άγνωστης πίεσης σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση είναι ανάλογη της διαφοράς ύψους που παρατηρείται ανάμεσα στις δύο στάθμες του μανομέτρου



Εικόνα 10. Μανόμετρο υοειδούς σωλήνα ή τύπου U (Πηγή):Λάμπρος Μπισδούνης

2. Το μανόμετρο δεξαμενής και κεκλιμένου επιπέδου
3. Το ποντεσιόμετρο μετατροπέα πίεσης, όπου μετατρέπει τη μηχανική κίνηση σε ηλεκτρικό ρεύμα κάνοντας χρήση του ποντεσιόμετρου

4. Ο αισθητήρας μέτρησης πίεσης με κάψουλες, όπου με τη χρήση κατάλληλων μηχανικών στοιχείων αξιοποιεί την παραμόρφωση της κάψουλας με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλου μετρητικού σήματος
5. Ο αισθητήρας μέτρησης πίεσης θαλάμου, όπου ο αισθητήρας αυτός έχει παρόμοια κατασκευή και λειτουργία με τους αισθητήρες μέτρησης πίεσης με κάψουλες, αλλά με μόνη διαφορά ότι τα δύο μέρη όπου αποτελούνται δεν είναι ενωμένα
6. Ο αισθητήρας μέτρησης πίεσης με σωλήνες Bourdon, όπου ο σωλήνας του αισθητήρα έχοντας μία αρχική θέση ανάλογα με τη πίεση που του ασκείται προκαλείται μετατόπιση του καθώς με τον συνδυασμό ενός αισθητήρα μετατόπισης μπορούμε να μας δοθεί το μέτρο της πίεσης ανάλογα τη μετατόπιση του σωλήνα μετατρέποντας το σε ηλεκτρικό σήμα



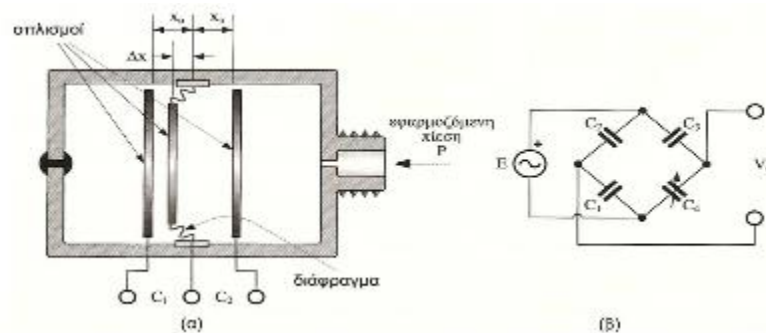
Εικόνα 11. Σύστημα λειτουργίας αισθητήρα Bourdon
(Πηγή):Μαρκόπουλος, 2017



Εικόνα 12. Αισθητήρας Bourdon

7. Ο αισθητήρας μέτρησης πίεσης τύπου κώδωνα, όπου η μετατόπιση του θαλάμου κινεί με τη σειρά του μηχανικό άξονα μετατρέποντας την κίνηση αυτή σε ηλεκτρικό σήμα
8. Ο αισθητήρας μέτρησης πίεσης με χωρητικούς αισθητήρες, το διάφραγμα είναι ανάμεσα από δύο οπλισμούς, έτσι το διάφραγμα και κάθε οπλισμός σχηματίζουν έναν πυκνωτή, οι οποίοι πυκνωτές συνδέονται σε γέφυρα. Η γέφυρα με τη σειρά της έρχεται σε ισορροπία όταν η εφαρμοσμένη πίεση ισούται με μηδέν. Η κίνηση που

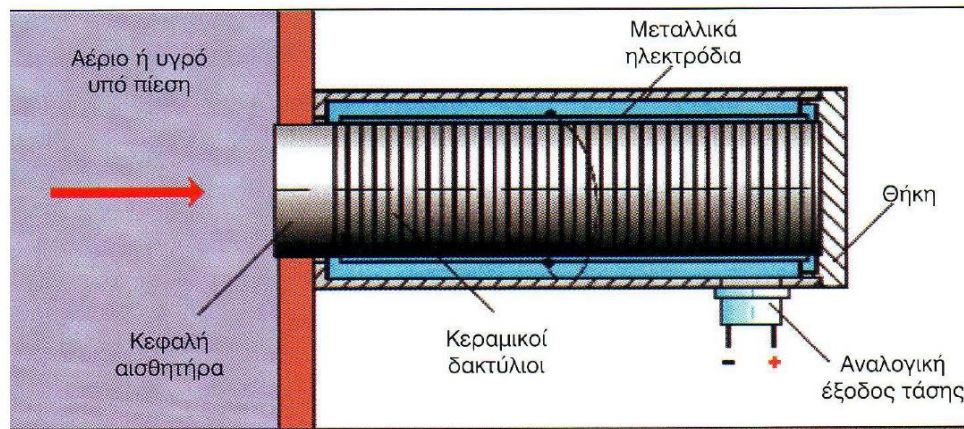
παρατηρείται από το διάφραγμα εξαιτίας της πίεσης που εφαρμόζεται έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη χωρητικότητα των πυκνωτών, καθώς η ισορροπία της γέφυρας διαταράσσεται και έτσι παρατηρείται αύξηση της τάσης όπου είναι ανάλογη της πίεσης (Καλαϊτζάκης, 2010).



ΣΧΗΜΑ 10. Απεικόνιση χωρητικού αισθητήρα απόλυτης πίεσης: (α) Η κατασκευή (β) Η γέφυρα μέτρησης (Καλαϊτζάκης, 2010)

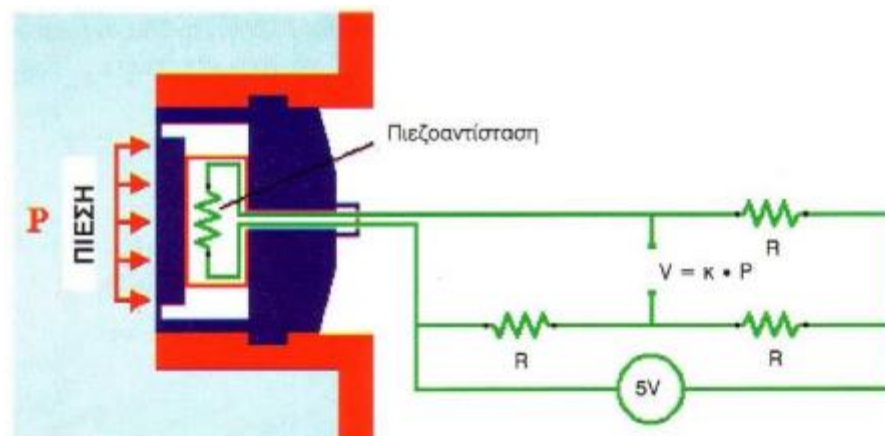
9. Ο επαγωγικός αισθητήρας πίεσης

10. Ο πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης, ένας πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας πίεσης απαρτίζεται από κεραμικούς δακτυλίους ενός κρυστάλλου και ηλεκτρόδια μεταλλικά τα οποία είναι κατάλληλα συνδεδεμένα. Όπως δείχνει και η εικόνα 13, η κεφαλή του αισθητήρα δέχεται πίεση από το υγρό ή το αέριο του οποίου προβλέπεται να μετρηθεί η πίεση και αυτή η πίεση στη συνέχεια μεταδίδεται στους δακτυλίους οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για να δώσουν μια συνολική διαφορά δυναμικού όπου είναι ανάλογη της πίεσης που ασκείται καθώς επίσης αυτοί μετατοπίζονται (National Instruments, 1998).



Εικόνα 13. Δομή πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα

11. Ο αισθητήρας πίεσης με μηχανοσκόπιο
12. Μέτρηση πίεσης με αισθητήρα συντονισμένου αγωγού
13. Ο αισθητήρας μέτρησης πίεσης με πιεζοαντιστάσεις, το φαινόμενο της πιεζοαντίστασης εξαρτάται από την μεταβολή της αντίστασης ενός υλικού-αγωγού μέσα από τη μηχανική τάση που εφαρμόζεται σε αυτό με σκοπό την επιμήκυνσή του, δηλαδή η ηλεκτρική αντίσταση αλλάζει υπό την επίδραση της εφαρμογής μηχανικής πίεσης λόγω της επιμήκυνσής του αισθητήρα και λόγω αυτού τον καθιστά κατάλληλο για την χρήση του σε υψηλές πιέσεις. Για την παραγωγή ενός σήματος τάσης μπορεί να συνδεθεί με γέφυρα Wheatstone εξαιτίας της μικρής αντίστασης του αισθητήρα όπου η τάση είναι ανάλογη της πίεσης (Μπισσούνης Λ., 2017).



Εικόνα 14. Δομή αισθητήρα πιεζοαντίστασης σε συνδιασμό με τη χρήση της γέφυρας Wheatstone

14. Ο αισθητήρας πίεσης με οπτικούς αισθητήρες, όπου η μέτρηση της πίεσης γίνεται με τη χρήση διαφράγματος ανιχνεύοντας την μετατόπιση τους με οπτικούς αισθητήρες
15. Μέτρηση πίεσης με αισθητήρες μαγνητικής ροής
16. Μέτρηση πίεσης με θερμό έλασμα, αξιοποιώντας την μεταφορά της θερμότητας του υλικού που εξαρτάται από την πυκνότητα του και ασκεί πίεση στο υλικό

Μία ακόμα κατηγορία αισθητήρων που είναι ικανά να μετρήσουν την ατμοσφαιρική πίεση είναι τα βαρόμετρα και χωρίζονται σε βαρόμετρα υδραργύρου, μεταλλικά βαρόμετρα και τα ηλεκτρονικά βαρόμετρα.

6.1.4. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούμε αισθητήρες οι οποίοι έχουν υψηλή θερμική αγωγιμότητα καθώς κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να προστατεύουν το αισθητήριο κομμάτι από εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες ώστε να μην επηρεάζεται η μέτρηση του. Τέτοιους αισθητήρες που συναντάμε στην καθημερινότητα μας είναι τα θερμόμετρα με ρευστό όπου το ρευστό τοποθετείται μέσα σε ένα γυάλινο σωλήνα, έτσι με την αύξηση της θερμοκρασίας το ρευστό λόγω της διαστολής του έχει την τάση να επεκτείνεται και έτσι μας δίνει τη δυνατότητα της μέτρησης της θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία μπορεί να μετρηθεί σε βαθμούς Κέλβιν (K), σε βαθμούς Φαρενάιτ (F) και σε βαθμούς Κελσίου (C).

Οι αισθητήρες όμως που χρησιμοποιούνται περισσότερο για πειραματικούς σκοπούς αλλά και σε συστήματα παραγωγής ενέργειας είναι οι παρακάτω:

1. Τα μεταλλικά θερμόμετρα, λειτουργούν με βάση την ίδια αρχή με τα θερμόμετρα υγρού όπου με τη βοήθεια της μεταβολής της πίεσης είναι δυνατή η αξιολόγηση της θερμοκρασίας



Εικόνα 15. Δείγμα μεταλλικού θερμόμετρου

2. Ο αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας με διμεταλλικά ελάσματα
3. Ο αισθητήρας ευθύγραμμου διμεταλλικού ελάσματος
4. Ο αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας μέσω πίεσης, ο τρόπος λειτουργίας της μέτρησης θερμοκρασίας ρευστού είναι με την αύξηση της θερμοκρασίας η μεταβολή του όγκου του ρευστού αυξάνεται ή αντίστοιχα μειώνεται η πίεση του αερίου μέσα στον μετρητικό χώρο και σύμφωνα με την μεταβολή της πίεσης μέσα στο σωλήνα Bourdon που διοχετεύεται με το υγρό, μεταβάλλει ανάλογα τον ειδικά βαθμονομημένο μετρητή κατάλληλο για την μέτρηση της θερμοκρασίας
5. Ο αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας μέσω ηλεκτρικής αντίστασης, αντίστοιχα και αυτή η περίπτωση κατά την διάρκεια της αύξησης της θερμοκρασίας παρατηρείται αύξηση της ηλεκτρικής αντίστασης του μετάλλου και το αντίθετο ενώ έτσι καθιστά ικανό τον αισθητήρα για την μέτρηση της θερμοκρασίας. Οι ανιχνευτές θερμοκρασίας με αντίσταση παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια και η κατασκευή τους είναι υψηλής αντοχής, για αυτό το λόγο προτιμάται η χρήση τους στους βιομηχανικούς χώρους και σε συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



Εικόνα 16. Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας με αντίσταση (Pt1000)

Οι προδιαγραφές του συγκεκριμένου αισθητήρα είναι για τη καταγραφή της θερμοκρασίας σε επιφάνειες. Η τοποθέτηση του αισθητήρα στην πίσω πλευρά ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου δίνει τη δυνατότητα να μετρήσει η θερμοκρασία της επιφάνειας φ/β πλαισίου. Είναι αρκετά σημαντικό να γνωρίζουμε τη θερμοκρασία των φ/β πλαισίων καθώς επηρεάζουν την απόδοσή τους. (Πηγή από FRONIUS SOLAR ENERGY,2017).

Οι αισθητήρες Pt1000 είναι ο δεύτερος πιο κοινός τύπος θερμομέτρου αντίστασης πλατίνης. (Πηγή από Peak Sensors temperature measurement & control)

6. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας στερεάς κατάστασης
7. Τα θερμίστορ, τα οποία παρουσιάζουν μη γραμμική μεταβολή της αντίστασης τους με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Η συνάρτηση της αντίστασης του θερμίστορ σε σχέση με την θερμοκρασία είναι είτε θετική είτε αρνητική το οποίο σημαίνει ότι η θερμική αντίσταση της μετρητικής διάταξης μπορεί είτε να αυξηθεί με την αύξηση της θερμοκρασίας είτε να μειωθεί η τιμή της αντίστασης με την αύξηση της θερμοκρασίας. Συνήθως τοποθετούνται μέσα σε υγρό ή αέριο για τη μέτρηση της θερμοκρασίας τους
8. Θερμοζεύγος, αποτελείται από δύο μη όμοιους μεταλλικούς αγωγούς που συνδέονται μεταξύ τους σε δύο σημεία και σχηματίζουν ένα κλειστό κύκλωμα καθώς η μία επαφή είναι προστατευμένη με θήκη και είναι ο μετρητής του οργάνου του σώματος με το οποίο έρχεται σε επαφή. Η λειτουργία τους βασίζεται στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο. Έτσι στην περίπτωση όπου η μία επαφή σε σχέση με την άλλη έχουν διαφορετική

θερμοκρασία δημιουργείται διαφορά δυναμικού και τότε έχουμε ροή ρεύματος και η θερμοκρασία του σώματος μπορεί να αξιολογηθεί (Τζούμας, 2010).

Το γεγονός ότι το μετρητικό όργανο είναι προστατευμένο το καθιστά ανθεκτικό σε οποιαδήποτε διάβρωση για αυτό και χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, σε συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης έχει εφαρμογές και στη ιατρική

Είδος Θερμοζεύγους	Θετικό άκρο (+)	Αρνητικό άκρο (-)	Περιοχή Λειτουργίας
B	Λευκόχρυσος 30% Ρόδιο	Λευκόχρυσος 6% Ρόδιο	1370 – 1700 °C
C	W5Re (Βολφράμιο 5% Ρήνιο)	W26Re (Βολφράμιο 26% Ρήνιο)	1650 – 2315 °C
E	Chromel	Κωνσταντάνη	95 – 900 °C
J	Σίδηρος	Κωνσταντάνη	95 – 760 °C
K	Chromel	Alumel	95 – 1260 °C
N	Nicrosil	Nisil	650 – 1260 °C
R	Λευκόχρυσος 13% Ρόδιο	Λευκόχρυσος	870 – 1450 °C
S	Λευκόχρυσος 10% Ρόδιο	Λευκόχρυσος	980 – 1450 °C
T	Χαλκός	Κωνσταντάνη	-200 – 350 °C

Πίνακας 5. Τύποι θερμοζευγών

Πηγή : ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ " ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΚΑΜΙΝΙ ΔΥΟ ΖΩΝΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ PLC"

9. Θερμοστοιχείο τύπου K για θερμοζεύκτες τύπου θερμοστάτη τύπου K συνήθως λειτουργούν στις περισσότερες εφαρμογές καθώς είναι με βάση το νικέλιο και παρουσιάζουν καλή αντοχή στη διάβρωση. Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος βαθμονόμησης αισθητήρα που παρέχει το ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών λειτουργίας. Για αυτό τον λόγο είναι αρκετά σημαντικός εξοπλισμός για τη μέτρηση της θερμοκρασίας σε ένα φωτοβολταϊκό καθώς χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες έως 1300 ° C. (Πηγή από SuperbHeater).



Εικόνα 17. Κ Τύπος θερμοζεύγους

10. Τα θερμομέτρα ακτινοβολίας, όπου χωρίζονται στα υπέρυθρα πυρόμετρα, θερμογράφος, υπερηχητικά θερμομέτρα, οπτικά πυρόμετρα και στα πυρόμετρα δύο χρωμάτων. Με την ακτινοβολία θερμότητας που εκπέμπεται από ένα άλλο υλικό αποβάλλεται και ένα ποσό ενέργειας το οποίο ονομάζεται συντελεστής εκπομπής, έτσι αν γνωρίζουμε τον συντελεστή εκπομπής του υλικού μπορούμε να προσδιορίσουμε την θερμοκρασία του. Η ακτινοβολία του συγκεκριμένου τύπου, συγκεντρώνεται μέσω ενός συστήματος φακών το οποίο είναι τοποθετημένο στην εστία του οπτικού συστήματος του οργάνου. Οι μετρητικές αυτές διατάξεις έχουν ως πλεονέκτημα τη δυνατότητα να μην επηρεάζονται από την απόσταση μεταξύ οργάνου και σώματος μέσα σε συγκεκριμένα όρια (Πτυχιακή εργασία Μαρκόπουλος Ν. Και Μαρκόπουλος Α. , 2017) .

Συγκεκριμένα στις προδομές των ανεμογεννήτριων χρησιμοποιούνται σημαντικοί αισθητήρες θερμοκρασίας όπως είναι οι παρακάτω :

Αισθητήρας υπερθέρμανσης γεννήτριας

Γίνεται εγκατάσταση δύο συγκεκριμένων αισθητήρων στη γεννήτρια, όπου ο ένας είναι τοποθετημένος στον δρομέα καθώς ο δεύτερος είναι τοποθετημένος στον στάτη . Η χρήση τους έχει ως σκοπό τον έλεγχο της θερμοκρασίας της γεννήτριας αλλά και την διατήρηση της σε επιθυμητά επίπεδα θερμοκρασίας για την ομαλή λειτουργία της καθώς σε οποιαδήποτε



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

κατάσταση σφάλματος ενεργοποιείται αυτόματα το φρένο του δρομέα και σταματάει τη λειτουργία της γεννήτριας.

Αισθητήρας υπερτάχυνσης

Ο αισθητήρας αυτός έχει ως σκοπό την ομαλή λειτουργία της ταχύτητας των πτερυγίων για την αποφυγή της υπέρβασης της ταχύτητας του δρομέα όπου με τη χρήση ενός ηλεκτρομηχανικού διακόπτη υπερτάχυνσης σε περίπτωση σφάλματος ενεργοποιείται και σταματά έγκαιρα την λειτουργία της ανεμογεννήτριας μέσω της διαδικασίας παύσης έκτακτης ανάγκης. Αργότερα για την εκκίνηση της ανεμογεννήτριας καθίσταται αναγκαία η μηχανική διάγνωση.

Αισθητήρας ταλάντωσης

Πολύ σημαντική πληροφορία για την αποφυγή τυχών σφαλμάτων μιας ανεμογεννήτριας είναι η συνεχή μέτρηση της ταλάντωσης της εγκατάστασης. Έτσι τοποθετείται αισθητήρας σε κατάλληλο σημείο της ατράκτου με σκοπό την συνεχή καταγραφή των ταλαντώσεων που δημιουργούνται. Σε περίπτωση που ο αισθητήρας καταγράψει μη αποδεκτές τιμές ταλάντωσης, δηλαδή τιμές που καθιστούν επικίνδυνη τη λειτουργία μιας εγκατάστασης ανεμογεννήτριας τότε απευθείας γίνεται άμεση ρύθμιση της γωνίας των πτερυγίων ενώ στη συνέχεια γίνεται παύση λειτουργίας της.

Αισθητήρας θερμοκρασίας μετασχηματιστή

Στη διαδικασία μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν μεγάλα ποσά απώλειας καθώς και η αύξηση της θερμοκρασίας στα επίμερους μέλη όπως είναι οι μετασχηματιστές ή ηλεκτρονικοί μετατροπείς. Είναι γνωστό πως η χρήση του λαδιού έχει ως σκοπό την μόνωση του μετασχηματιστή αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για την ψύξη του σε συνδυασμό με τον αέρα, γνωστά ως μέσα ψύξης. Για κάθε περίπτωση όπου το αισθητήριο μέρος δεν έχει την επιθυμητή λειτουργία και παρουσιάζεται αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τη προσωρινή διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας.

Αισθητήρας εξωτερικής θερμοκρασίας

Όπως αναφερθήκαμε λίγο παραπάνω η γεννήτρια σε περίπτωση υπερθέρμανσης της ενεργοποιείται το φρένο του δρομέα με σκοπό την ακινητοποίηση της ανεμογεννήτριας. Έτσι και ο αισθητήρας εξωτερικής θερμοκρασίας καταγράφει την εξωτερική θερμοκρασία της εγκατάστασης και στη περίπτωση όπου αντιλήφθει να ξεπερνά συγκεκριμένα όρια θερμοκρασίας με τον ίδιο τρόπο σταματά η λειτουργία της ανεμογεννήτριας.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Αισθητήρας θερμοκρασίας καμπινών ελέγχου

Στοιχεία όπως είναι ο μετασχηματιστής μιας ανεμογεννήτριας είναι τοποθετημένος μέσα σε καμπίνες ελέγχου όπου και εκεί παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας, έτσι με σκοπό την αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών τοποθετούνται στο εσωτερικό των καμπινών ανεμιστήρες κατάλληλοι για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σταθερή. Εάν σε οποιαδήποτε περίπτωση κάποιος από αυτούς τους ανεμιστήρες βγει εκτός λειτουργίας με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας ο αισθητήρας ενεργοποιείται και θέτει εκτός λειτουργίας τον μετασχηματιστή.

Αισθητήρας ανεμόμετρου

Πολύ σημαντική πληροφορία για τις ανεμογεννήτριες είναι η κατάσταση των πτερυγίων με σκοπό τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας καταγράφοντας την ταχύτητα καθώς και τη διεύθυνση του ανέμου με κατάλληλο αισθητήρα όπως είναι ο αισθητήρας ανεμόμετρου. Ο αισθητήρας αυτός μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες, στα ανεμόμετρα χωρίς προσδιορισμό διεύθυνσης ανέμου και στα ανεμόμετρα με προσδιορισμό διεύθυνσης ανάλογα το σκοπό της χρήσης τους. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των μετρήσεων αφού πρώτα διαπιστωθεί ότι η φτερωτή του αισθητήρα περιστρέφεται στη συνέχεια τοποθετείται ένας ακόμα αισθητήρας ειδικά βαθμονομημένος σε κοντινή απόσταση καθώς συνδέεται με το καταγραφικό σύστημα με σκοπό την σύγκριση των τελικών αποτελεσμάτων. Στη περίπτωση που παρατηρηθεί μεγάλη διαφορά στις μεταξύ τιμές των δύο αισθητήρων θα πρέπει να γίνει άμεση αντικατάσταση του ελαττωματικού αισθητήρα.



Εικόνα 18. Αισθητήρας ανεμόμετρου χωρίς προσδιορισμό διεύθυνσης ανέμου
Πηγή: www.solar-log.com



Εικόνα 19. Αισθητήρας ανεμόμετρου με προσδιορισμό διεύθυνσης ανέμου
Πηγή: www.meteorologyshop.eu



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Από την άλλη όμως κατασκευάζονται και άλλοι αισθητήρες για τη μέτρηση της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου οι οποίοι δεν αποτελούνται από κινούμενα μέρη καθώς η διεύθυνση του ανέμου μπορεί να μετρηθεί και να καταγραφθεί σε σχέση με τη θέση της ατράκτου της ανεμογεννήτριας. Επίσης πολύ σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι διαθέτει μια αντίσταση θέρμανσης με σκοπό την αντιμετώπιση της μεταβολής της θερμοκρασίας λόγω των έντονων καιρικών συνθηκών καθώς επίσης δεν χρειάζεται συντήρηση για να λειτουργεί. Επίσης έχει τη δυνατότητα να απορρίψει εισερχόμενα ηχητικά κύματα τα οποία μπορεί να έχουν παραχθεί από τον άνεμο αλλά και τις θερμοκρασιακές μεταβολές έτσι ώστε να μην επηρεάζονται οι μετρήσεις του.



Εικόνα 20. Αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου
Πηγή: www.environmental-expert.com/products/model-ft702-wind-sensor-578626

Στην περίπτωση εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ , κατάλληλοι αισθητήρες καταγραφής όχι μόνο των πάνελ αλλά και την θερμοκρασία του περιβάλλοντος όπου έχουν εγκατασταθεί είναι οι παρακάτω :

Αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας

Ο αισθητήρας αυτός τοποθετείται με κατάλληλα όργανα όπως το κλισίμετρο και πυξίδα έτσι ώστε να έχει την ίδια κλίση καθώς και τον ίδιο προσανατολισμό με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Για τη συντήρηση του συνιστάται ο καθαρισμός με ήπιο διάλυμα σαπουνιού και έπειτα να καθαρίζεται με ένα πανί. Στη περίπτωση μη αξιόπιστης ένδειξης του μετρητικού οργάνου τοποθετείται ένας ακόμα αισθητήρας με την ίδια κλίση ενώ στη συνέχεια συνδέεται με ειδικό καταγραφικό πρόγραμμα με σκοπό την σύγκριση των δύο αποτελεσμάτων με αποτέλεσμα την απόφαση αν ο συγκεκριμένος αισθητήρας χρήζει αναγκαίως προς αντικατάσταση.



Εικόνα 21. Αισθητήρας ηλιακής ακτινοβολίας

Πηγή: www.mbcontrol.com

Αισθητήρας θερμοκρασίας πάνελου

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τη θερμοκρασία μια φωτοβολταϊκής εγκατάστασης με σκοπό την αποφυγή της υπερθέρμανσης των πάνελ το οποίο θα προκαλέσει μόνιμη βλάβη στην εγκατάσταση με αποτέλεσμα την μείωση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κάτι το οποίο δεν είναι αποδεκτό. Σε περίπτωση που το μετρητικό όργανο καταγράψει μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας ενημερώνει τον χρήστη με σκοπό την έγκαιρη παρεμβολή του. Αν θεωρηθούν οι μετρήσεις του αισθητήρα αναξιόπιστες τοποθετείται ένας καινούργιος αισθητήρας με σκοπό την σύγκριση των μετρήσεων, έτσι αν κριθεί αναγκαία η αντικατάσταση του έχοντας ως γνώμονα την ασφάλεια της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης ο αισθητήρας παραμένει στη θέση του ενώ αποσυνδέεται από τοκαταγραφικό σύστημα και στη συνέχεια συνδέεται ο καινούργιος.



Εικόνα22. Αισθητήρας θερμοκρασίας πλαισίου

Πηγή: www.mbcontrol.com/pv-module-temperature-sensor



Εικόνα 23. Εγκατάσταση αισθητήρα θερμοκρασίας πλαισίου
Πηγή: www.imt-solar.com/products/temperature-sensor/module-temperature

6.1.5. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΟΗΣ

Η μέτρηση της ροής θεωρείται αρκετά σημαντική παράμετρος για την ορθή κίνηση του υγρού, όπου η επιλογή του αισθητήρα μέτρησης και ελέγχου γίνεται ανάλογα με την συμπεριφορά του υγρού. Στην περίπτωση που το ρευστό ρέει μέσα σε σωλήνα έχουμε στρωτή ροή, έτσι μπορεί αξιολογηθεί η ποσότητα της ροής με βάση τον όγκο, τη μάζα ή την ταχύτητα του ρευστού. Βέβαια εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά της ροής τα οποία είναι ο αριθμός Reynolds και το προφίλ της ταχύτητας του ρευστού.

Για την μέτρηση της ροής χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μετρητές:

1. Ο μετρητής στομίου εκροής, ο οποίος είναι ικανός με την μέτρηση της εκροής του υγρού να ανιχνεύσει με την πτώση της ροής που δημιουργείται οποιοδήποτε εμπόδιο υπάρχει μέσα στο σωλήνα. Η ανίχνευση αυτή γίνεται από την διαφορική πίεσης
2. Ο μετρητής με σωλήνα Venturi, έχει παρόμοια λειτουργία με αυτή του μετρητή στομίου εκροής, όπου και εκεί η μέτρηση γίνεται με τη μέτρηση της διαφορικής πίεσης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

3. Ο μετρητής τύπου ακροφύσιου, έχει ίδια λογική λειτουργίας με αυτή του μετρητή στομίου εκροής αλλά με ένα μειονέκτημα εκείνο του μεγαλύτερου κόστους στην κατασκευή του
4. Ο μετρητής ακροφύσιου Venturi, σε συνδυασμό των παραπάνω μετρητών μπορεί να περιοριστεί η μείωση της πτώσης πίεσης
5. Ο μετρητής καμπυλωτού σωλήνα
6. Ο σωλήνας Pitot και ο στατικός σωλήνας pitot
7. Το ροόμετρο μεταβλητής διατομής, αποτελείται από έναν σωλήνα όπου μέσα του τοποθετείται ένας πλωτήρας ο οποίος μετακινείται ανάλογα την ένταση της ροής
8. Το ροόμετρο ογκομετρικής μετατόπισης
9. Το ροόμετρο στροβίλου
10. Τα ηλεκτρομαγνητικά ροόμετρα, αξιοποιώντας τον νόμο επαγωγής του Faraday καθώς κινείται ένας αγωγός κάθετα μέσα σε μαγνητικό πεδίο δημιουργείται διαφορά δυναμικού ανάλογου της ταχύτητας του κατάλληλη για μέτρηση
11. Τα ροόμετρα Vortex, βασίζονται στην περιοδική μεταβολή της πίεσης που δημιουργείται στη ροή του ρευστού μετά από εμπόδιο που βρίσκεται στον αγωγό. Η συχνότητα των παραγόμενων δινών βασίζεται από την τιμή της ταχύτητας του ρευστού και το πλάτος του εμποδίου
12. Τα υπερηχητικά ροόμετρα Doppler, αξιοποιώντας το φαινόμενο Doppler ανιχνεύοντας την ανακλώμενη ενέργεια από τον δέκτη γίνεται σύγκριση του του σήματος εκπομπής και του σήματος που λαμβάνεται μετρώντας την διαφορά της μεταξύ συχνότητα τους καθώς είναι ανάλογη της ταχύτητας της ροής
13. Το ροόμετρο υπερηχητικού χρόνου διέλευσης
14. Τα ανεμόμετρα θερμού νήματος, χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της ταχύτητας του ρευστού και λόγω της κατασκευής τους και της μεγάλης απόκρισης συχνότητας είναι ικανά να μελετήσουν της τυρβώδης ροής
15. Τα ροόμετρα Coriolis, είναι ικανά να μετρήσουν άμεσα τη ροή της μάζας με υψηλή ακρίβεια αέρια και υγρά ρευστά και προς τις δύο κατευθύνσεις
16. Αισθητήρας μέτρησης ροής με περιστρεφόμενο μαγνήτη
17. Το ροόμετρο θερμοδομετρικής μεταβολής
18. Το ροόμετρο μηχανικού πτερυγίου
19. Ο αισθητήρας μάζας ροής αέρα
20. Οι ανιχνευτές ροής, όπου διακρίνονται σε οπτοηλεκτρικούς ανιχνευτές και θερμικούς ανιχνευτές

6.1.6. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ

Σε αυτούς του αισθητήρες θα συναντήσουμε διάφορες κατηγορίες ανάλογα την χρήση τους. Η καταγραφή και η παρακολούθηση της ταχύτητας και της επιτάχυνσης είναι από τις πιο σημαντικές παραμέτρους σε μία βιομηχανία και σε συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς τα περισσότερα συστήματα χρειάζονται μέτρηση της ταχύτητας για τον έλεγχο της ομαλής λειτουργίας τους. Σε ορισμένες εφαρμογές η διατήρηση της ροής του αέρα καθίσταται αρκετά σημαντική. Η ταχύτητα του αέρα εκφράζεται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec). Ο όγκος του αέρα μπορεί να γίνει γνωστός με τον πολλαπλασιασμό της ταχύτητας του αέρα με την επιφάνειά της εγκάρσιας τομής ενός αγωγού (Μαρκόπουλος, 2017).

Η επιτάχυνση συνδέεται άμεσα με την ταχύτητα και την θέση καθώς είναι δυναμικό χαρακτηριστικό του συστήματος. Παράδειγμα εγκατάστασης αισθητήρων ταχύτητας και επιτάχυνσης είναι οι ανεμογεννήτριες οι οποίες εξαρτώνται άμεσα από την κατάσταση του ανέμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς με την χρήση κατάλληλων αισθητήρων ανάλογα την εγκατάσταση μπορούν να αποφευχθούν τυχόν βλάβες οι οποίες μπορεί να είναι σημαντικές όπως είναι η βλάβη στα πτερύγια μια ανεμογεννήτριας από την ανεξέλεγκτη περιστροφή τους λόγω ισχυρών ανέμων.

Αρχικά ας δούμε τους αισθητήρες που επιλέγονται για τον έλεγχο της γραμμικής ταχύτητας:

1. Ο αισθητήρας μέτρησης της ταχύτητας με κινούμενο πηνίο, στην περίπτωση αυτή ένας αγώγιμος βρόχος διαρρέεται από τάση όταν βρίσκεται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο με μαγνητική επαγωγή και κινείται με μία ταχύτητα, καθώς χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της ταχύτητας για πηνία όπου η μετόπιση είναι μικρή
2. Ο αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας με κινούμενο μαγνήτη, στην περίπτωση αυτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πηνία μεγαλύτερης μετατόπισης σε σχέση με τον αισθητήρα μέτρησης ταχύτητας με κινούμενο πηνίο
3. Ο αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας με το φαινόμενο Doppler, η μέτρηση της ταχύτητας ροής γίνεται μέσω αιωρούμενων σωματιδίων σε ένα τομέα της ροής
4. Μέτρηση της ταχύτητας με χρήση αισθητήρων μετατόπισης επιτάχυνσης και προσέγγισης, μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα του υλικού όπως αναφέραμε σε προηγούμενη υποενότητα
5. Τα γεώφωνα, έρχονται σε επαφή με το έδαφος και είναι κατάλληλα για την μέτρηση της κίνησης του εδάφους λόγω δονήσεων αλλά και για ανίχνευση τυχών κίνησης



Στη συνέχεια μπορούμε να δούμε τους αισθητήρες ταχύτητας περιστροφής:

1. Ο αισθητήρας ταχύτητας περιστροφής με μαγνητικό ανιχνευτή θέσης, όπου αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο και έναν μαγνητικό ανιχνευτή θέσης που αποτελείται από ένα πηνίο, έτσι με την περιστροφή του δίσκου διέρχεται μαγνητική ροή στο πηνίο ενώ ο δίσκος είναι μαζί με τον άξονα έτσι ώστε με την περιστροφή του μετριέται η ταχύτητα περιστροφής του
2. Ο αισθητήρας ταχύτητας περιστροφής με οπτικό ανιχνευτή, ο οποίος αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο με σχισμές, μια πηγή οπτικής ακτινοβολίας και έναν ανιχνευτή ακτινοβολίας, έτσι κατά την περιστροφή του δίσκου η ακτινοβολία που προσπίπτει στον οπτικό ανιχνευτή ακτινοβολία και έτσι υπολογίζεται η ταχύτητα περιστροφής
3. Ο αισθητήρας ταχύτητας περιστροφής με ανάκλαση οπτικής ακτινοβολίας
4. Η μέτρηση ταχύτητας περιστροφής με χρήση αισθητήρων γωνιακής μετατόπισης και γωνιακής επιτάχυνσης, καθώς η μέτρηση αυτή μπορεί να επηρεάζεται από τον θόρυβο και έτσι μειώνεται η ακρίβεια

Στην περίπτωση που έχουμε να μετρήσουμε την ταχύτητα του ανέμου χρησιμοποιούνται οι παρακάτω αισθητήρες:

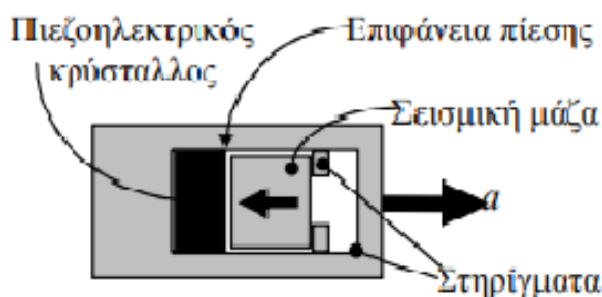
1. Τα ανεμόμετρα κυπέλλων
2. Τα ανεμόμετρα με φτερωτή
3. Τα ανεμόμετρα θερμού νήματος
4. Τα ηχητικά ανεμόμετρα

Τέλος υπάρχουν και οι αισθητήρες επιτάχυνσης οι οποίοι με κατάλληλο αισθητήρα μέτρησης μετατόπισης είναι ικανή η μέτρηση της επιτάχυνσης, οι αισθητήρες αυτοί είναι τα επιταχυνσιόμετρα και χωρίζονται στα παρακάτω (Καλοβρέκτης Κ. , Κατέβας Ν.):

1. Το μηχανικό μοντέλο του επιταχυνσιόμετρου,
2. Το χωρητικό επιταχυνσιόμετρο , το οποίο έχει ως σκοπό την μέτρηση της αδρανειακής μάζας, έτσι σε συνδυασμό με κατάλληλο αισθητήρα είναι ικανό να μετρήσει τη μετατόπιση μέσα από την μέτρηση της χωρητικότητας μπορεί να αξιολογηθεί η επιτάχυνση
3. Το επιταχυνσιόμετρο πιεζοαντίστασης, είναι μαζί με ένα ελαστικό στοιχείο το οποίο παραμορφώνεται κατά την κίνηση της μάζας του υλικού μεταβάλλοντας την

εσωτερική αντίσταση του αισθητήριου όπου σε συνάρτηση με την μετατόπιση του, του δίνεται η δυνατότητα μέτρησης της επιτάχυνσης με πολύ μικρό σφάλμα

4. Τα πιεζοηλεκτρικά επιταχυνσιόμετρα, καθώς με την επιτάχυνση του συστήματος τότε ασκείται δύναμη από την μάζα στον πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο και έτσι υπάρχει αύξηση της τάσης η οποία είναι ανάλογη της επιτάχυνσης της μάζας, όπως στη περίπτωση των ανεμογεννητριών εάν καταγραφθεί από το μετρητικό όργανο τιμή που ξεπρνά τα όρια της κανονικής λειτουργίας έχει ως αποτέλεσμα να θέτει άμεσα τον μετατροπέα σε κατάσταση παύσης λειτουργίας



Σχήμα 11. Αρχή λειτουργίας πιεζοηλεκτρικού επιταχυνσιόμετρου

5. Τα επιταχυνσιόμετρα θερμοστήλης
6. Τα επιταχυνσιόμετρα θερμαινόμενου αερίου
7. Οι οπτικοί αισθητήρες επιτάχυνσης, όπου η δέσμη του οπτικού αισθητήρα όταν προσπίπτει πάνω στη μάζα του αισθητήρα, η γωνία ανάκλασης της μεταβάλλεται και είναι ανάλογη της επιτάχυνσης που εφαρμόζεται στον αισθητήρα

6.1.7. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗΣ

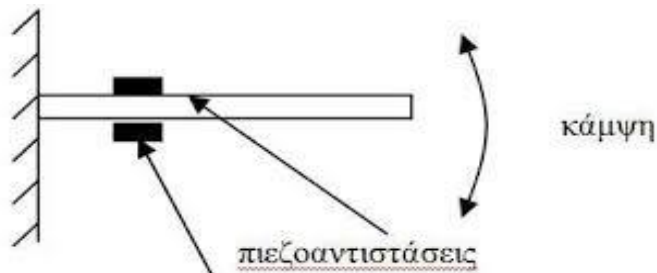
Οι αισθητήρες δύναμης στηρίζονται στην ικανότητα ανίχνευσης της μετατόπισης ή παραμόρφωσης που προκαλούνται πάνω σε αυτούς όταν έρθουν σε επαφή με το υλικό που ασκεί μια συγκεκριμένη δύναμη, καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της



επαναληψιμότητας και της διακριτικής ικανότητας τόσο πιο αξιόπιστη είναι η μέτρηση του αισθητήρα αυτού. Από την άλλη η μέτρηση της ροπής βασίζεται στο φαινόμενο της παραμόρφωσης λόγω στρέψης που δέχεται η επιφάνεια ενός κυλινδρικού άξονα από ελαστικό υλικό κατά την εφαρμογή ροπής στον άξονα αυτό. Γενικά οι αισθητήρες αυτοί πρώτα μετατρέπουν την δύναμη και την ροπή σε μια άλλη μορφή και μετά με κατάλληλους αισθητήρες μετατρέπουν το σήμα αυτό στη μορφή δύναμης ή ροπής.

Αρχικά οι αισθητήρες μέτρησης δύναμης είναι οι παρακάτω:

1. Μέτρηση δύναμης με πηνίο με κινητό οπλισμό, παρόμοια λειτουργία με την παραπάνω διάταξη, η διαφορά είναι ότι στη θέση του αισθητήρα υπάρχει ένα πηνίο που κινείται παράλληλα έτσι με την εφαρμογή δύναμης στο ελαστικό διάφραγμα προκαλείται παραμόρφωση του διαφράγματος και την μετακίνηση του οπλισμού του πηνίου μεταβάλλοντας την αυτεπαγωγή του και την συχνότητα
2. Τα πνευματικά δυναμόμετρα, αρχικά μετατρέπουν πρώτα την ενέργεια που δέχονται σε μορφή πίεσης, αργότερα για την μετατροπή της πίεσης σε μορφή δύναμης χρησιμοποιείται το διάφραγμα το οποίο είναι ενσωματωμένο μηχανικά
3. Τα υδραυλικά δυναμόμετρα, παρόμοια διαδικασία μέτρησης της δύναμης με τα πνευματικά δυναμόμετρα αλλά μπορούν να μετρήσουν μεγαλύτερες δυνάμεις
4. Τα έξυπνα δυναμόμετρα, έχουν ενσωματωμένα συστήματα τα οποία μπορούν άμεσα να παρέχουν τις μετρήσιμες τιμές, επίσης μπορούν να συνδεθούν μέσω ασύρματης επικοινωνίας για τη συνεχή παρακολούθηση της λειτουργίας καθώς επίσης έχουν τη δυνατότητα της επεξεργασίας των αποθηκευμένων τιμών
5. Οι αισθητήρες μέτρησης δύναμης με πιεζοκρυστάλλους, στην περίπτωση αυτή μετρούν μη στατικές ταλαντευόμενες δυνάμεις καθώς σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας τους όταν ασκείται μη στατική δύναμη στο στοιχείο του χαλαζία τότε στα άκρα του παράγεται ηλεκτρικό φορτίο
6. Μέτρηση δύναμης με πιεζοαντιστάτες, επίσης ονομάζεται και διάταξη κυψελίδα φορτίου καθώς με την εφαρμογή δύναμης παραμορφώνεται του ελαστικού σημείου όπου μετριέται με τους πιεζοαντιστάτες



Σχήμα 12. Μέτρηση , μεταφορά και έλεγχος δεδομένων με τη χρήση πιεζοαντιστάσεων

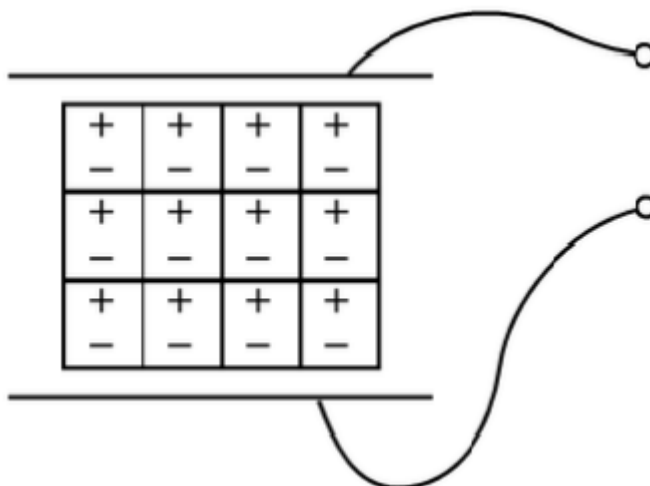
Μια ακόμα πολύ σημαντική κατηγορία αισθητήρων μέτρησης δύναμης είναι οι αισθητήρες μέτρησης δύναμης με πιεζοκρύσταλλους. Οι αισθητήρες αυτοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τους ενεργούς και τους παθητικούς αισθητήρες. Οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες ανήκουν στους ενεργούς αισθητήρες και με τον όρο του πιεζοηλεκτρισμού περιγράφεται η ιδιότητα των αισθητήρων της συσσώρευσης ηλεκτρικού φορτίου λόγω ύπαρξης μηχανικής τάσης ή πίεσης. Είναι ηλεκτρομηχανικά συστήματα που ανταποκρίνονται κατά την συμπίεση τους καθώς παρουσιάζουν μηδενική παραμόρφωση. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι δεν επηρεάζονται από τη παρουσία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και ακτινοβολίας και έτσι τους δίνεται η δυνατότητα χρήσης τους σε αντίξοες συνθήκες. Βέβαια σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται αισθητήρες με υψηλή εσωτερική αντίσταση λόγω της ενδεχόμενης μείωσης της αντίστασης αυτής.

Οι αισθητήρες αυτοί κυρίως χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο κρούσης, τον έλεγχο πτώσης, τον έλεγχο υλικών καθώς και τον έλεγχο θραύσης υλικών και τον έλεγχο λειτουργίας όπου έχουν εγκατασταθεί για την αποφυγή τυχών προβλημάτων λειτουργίας αλλά και τη μείωση πιθανότητας απώλειας ισχύος της εγκατάστασης. Για το λόγο αυτό θεωρούνται και απαραίτητοι για την τοποθεσία τους σε εγκαταστάσεις ανεμογεννητριών με σκοπό τον έλεγχο του μετατροπέα ενέργειας αλλά και τη σωστή λειτουργία των πτερυγίων. Τέτοιοι αισθητήρες είναι οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες δύναμης όπου έχουν διάφορους τύπους οι οποίοι είναι οι παρακάτω:

1. Τύπου τάσης
2. Γενικής χρήσης
3. Τύπου διάτρησης
4. Τύπου μινιατούρας

5. Τύπου κρούσης
6. Τύπου δακτυλίου
7. Τύπου συνδέσμου
8. Τύπου πολλαπλών συνιστωσών

Ένα παράδειγμα χρήσης των πιεζοηλεκτρικών αισθητήρων μπορεί είναι σε μία εγκατάσταση ανεμογεννήτριας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο κρούσης στα πτερύγια της και τον έλεγχο του υλικού των πτερυγίων είτε είναι λόγω διάβρωσης τους είτε είναι λόγω απόσπασης κομματιού και πτώσης από αυτά. Σε περίπτωση όπου το μετρητικό όργανο αντιληφθεί την επαφή στα πτερύγια με εξωτερικό αντικείμενο το οποίο θεωρείται και συχνό φαινόμενο η σύγκρουση των πτηνών με τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας, θέτει σε άμεση παύση λειτουργίας την εγκατάσταση και χρήζει απαραίτητη η μηχανική διάγνωση για τη κατάσταση σε περίπτωση τυχόν άλλης βλάβης. Επίσης μπορεί να τοποθετηθεί και για τον έλεγχο των ενώσεων στις καλωδιώσεις.



Σχήμα 13. Βασικός σχεδιασμός ενός πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα

Όπως αναφέραμε και στην αρχή οι αισθητήρες ροπής εκτός από το μηχανικό μέρος αποτελείται και από αισθητήρες μετατόπισης όπου μετατρέπουν το αρχικό σήμα σε κατάλληλο μετρητικό σήμα ροπής. Η μέτρηση της ροπής έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθεί με τους παρακάτω τρόπους:

1. Μέτρηση ροπής σε περιστρεφόμενο άξονα με συλλέκτη δακτυλίου
2. Μέτρηση ροπής σε περιστρεφόμενο άξονα με εναλλασσόμενη σύζευξη
3. Μέτρηση ροπής σε περιστρεφόμενο άξονα με τηλεμετρία
4. Η οπτική διάταξη μέτρησης ροπής, καθώς αποτελείται από τον πομπό που εκπέμπει λέιζερ όπου με την βοήθεια οπτικών ινών μεταφέρεται στην περιφέρεια δύο δίσκων και έναν οπτικό δέκτη και μετρώντας την διαφορά φάσης της ακτινοβολίας που ακτινοβολείται πάνω στον δίσκο μπορεί να μετρηθεί η ροπή
5. Η διάταξη μέτρησης ροπής με οδοντωτούς μαγνητικούς τροχούς, όπου για την ανίχνευση της θέσης χρησιμοποιούνται μαγνητικοί ανιχνευτές θέσης οι οδοντωτοί τροχοί είναι κατασκευασμένοι από σιδηρομαγνητικό υλικό
6. Η διάταξη μέτρησης ροπής με οπτικούς δίσκους
7. Μέτρηση ροπής με μαγνητοσυσταλτικούς αισθητήρες, στην περίπτωση αυτή δεν χρειάζεται η μηχανική σύνδεση του αισθητήρα με τον ελαστικό άξονα στον οποίο ασκείται η ροπή μέτρησης όπως κάνουμε στις προηγούμενες περιπτώσεις

6.1.8. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Σε πολλά συστήματα παραγωγής ενέργειας αλλά και συστήματα αυτόματου ελέγχου όπως για παράδειγμα ο έλεγχος στροφών ενός άξονα χρησιμοποιούνται αισθητήρες ανίχνευσης μαγνητικού πεδίου, έτσι για την μέτρηση του μαγνητικού πεδίου εμφανίζονται οι παρακάτω αισθητήρες:

1. Πηνίο ανίχνευσης, χρησιμοποιείται για την ανίχνευση μετάλλων καθώς παράγονται μαγνητικό πεδίο σε ένα συγκεκριμένο εύρος και ανιχνευτεί μεταλλικό υλικό τότε δημιουργούνται δινορεύματα στην επιφάνεια του υλικού αλλά και για την καταγραφή τυχών απώλειας μαγνητικής ροής ατελειών του υλικού καθώς η χρήση των αισθητήρων αυτών είναι ιδιαίτερα κατάλληλοι για σωλήνες, αγωγούς και δεξαμενές
2. Μαγνητόμετρο πύλης ροής, αποτελείται από πηνίο μέτρησης και το πηνίο διέγερσης όπου κατά την διάρκεια λειτουργίας του και το πηνίο διαρρέεται από

- εναλλασσόμενη τάση ο πυρήνας της διάταξης βρίσκεται σε κορεσμό και οι δυναμικές γραμμές αδυνατούν να περάσουν μέσα από τον πυρήνα, έτσι κατά την ανάλλαγή του σήματος οι δυναμικές γραμμές περνάνε μέσα από τον πυρήνα γιατί ο βρόχος υστέρησης του πυρήνα δεν βρίσκεται πλέον σε κορεσμό και μπορούμε να μετρήσουμε το μαγνητικό πεδίο αλλά και την συχνότητα διέγερσης
3. Ατομικό μαγνητόμετρο, βασίζεται στη κβαντική θεωρία του spin
 4. Αισθητήρες φαινομένου Hall , αρκετά σημαντικοί αισθητήρες καθώς έχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης υπτάμενων αντικείμενων γύρω από την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας , αλλά και στον εντοπισμό τυχών ρωγμών ακόμα και αντικειμένων μέσα σε μία δεξαμενή αποθήκευσης νερού μιας υδροηλεκτρικής εγκατάστασης
 5. Μαγνητοαντίσταση, όπου η αντίσταση του υλικού μεταβάλλεται από την στιγμή που διέρχεται σε μαγνητικό πεδίο και είναι συνάρτηση της αντίστασης αυτής
 6. Μαγνητοδίοδος, παρουσιάζει μη γραμμικότητα στο μαγνητικό πεδίο για αυτό χρειάζεται και κατάλληλα συστήματα για ισορροπία καθώς φέρει παρόμοια λειτουργία με τους αισθητήρες πηνίου ανίχνευσης για την καταγραφή απώλειας μαγνητικής ροής λόγω ατελειών στο εξεταζόμενο υλικό
 7. Μαγνητοτρανζίστορ, παρουσιάζει δυσκολία στην εύρεση μαγνητικού πεδίου καθώς και μη γραμμικό μαγνητικό πεδίο καθώς επηρεάζει και το σήμα εξόδου
 8. Οπτικό μαγνητόμετρο
 9. Μαγνητόμετρο οπτικής άντλησης
 10. Μαγνητοοπτικός αισθητήρας, κατά την διάρκεια που το υλικό βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο και έρχεται σε επαφή με την ακτινοβολία μπορούμε να αξιολογήσουμε την γωνία περιστροφής της ακτίνας αυτής με έναν ανιχνευτή

6.1.9. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΑΙ ΥΨΗΛΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Ο αισθητήρας μέτρησης μπορεί να αποτελεί βασικό στοιχείο ενός κλειστού συστήματος ελέγχου ή και στοιχείο ανεξάρτητης διάταξης μέτρησης όπου ελέγχει την έξοδο του συστήματος για την μέτρηση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα καθώς με τις μετρήσεις αυτές μπορούν να προσδιορίσουν τυχόν αστοχίες λειτουργίας τους συστήματος.

Οι αισθητήρες αυτοί μπορεί να είναι:

1. Η αντίσταση διακλάδωσης, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ρεύματος σε έναν αγωγό καθώς βέβαια για την επιλογή της αντίστασης πρέπει να γίνει σωστή επιλογή της ισχύος της καθώς βέβαια και ο υπολογισμός της πτώσης τάσης που υπάρχει στον αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα
2. Η μέτρηση έντασης ρεύματος μέσω μετασχηματιστή
3. Οι διατάξεις μέτρησης για συστήματα διαχείρισης ενέργειας, όπου σημαντική είναι η μέτρηση της τριφασική ισχύος σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για τον έλεγχο της αξιόπιστης λειτουργίας του
4. Το στοιχείο πηνίου Rogowski, είναι κατάλληλο για τη μέτρηση εναλλασσόμενων ρευμάτων του αγωγού ενώ φροντίζει να μην υπάρχει μαγνητική διαταραχή εκτός του βρόχου
5. Η μέτρηση ρεύματος με αισθητήρα φαινομένου Hall, δημιουργώντας εγκάρσια τάση στα άκρα ενός αγωγού καθώς βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο και διαρρέεται από ρεύμα
6. Η οπτική διάταξη μέτρησης υπερύψηλων εντάσεων

6.1.10. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Εκτός από το ορατό φως που διακρίνει ο άνθρωπος, μέσα σε αυτό βρίσκεται η υπέρυθη ακτινοβολία και η υπεριώδης ακτινοβολία όπου και θα μελετήσουμε κατάλληλους αισθητήρες μέτρησης των αντίστοιχων ακτινοβολιών. Οι αισθητήρες φωτός είναι ικανοί να μετρήσουν την ενέργεια ενός φάσματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ενώ ανάλογα την μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας διακρίνονται και οι κατάλληλοι ανιχνευτές οι οποίοι είναι οι ανιχνευτές φωτός και τους θερμικούς ανιχνευτές.

Η πιο κοινός ανιχνευτής φωτός που χρησιμοποιούνται για συστήματα συλλογής δεδομένων σε εγκαταστάσεις φωτοβολταίων είναι:

1. Η φωτοαντίσταση, η αντίσταση της οποίας η τιμή μειώνεται ή αυξάνεται ανάλογα με το φως που προσπίπτει στην επιφάνεια της. Χρησιμοποιείται γενικά για την αναγνώριση της ποσότητας φωτός σε ένα συγκεκριμένο σημείο αλλά ακόμα και πιο γενικά όπως αν είναι το περιβάλλον φωτεινό ή αντίστοιχα σκοτεινό.

2. Η φωτοδίοδος, χρησιμοποιείται σε φωτοβολταϊκό τρόπο λειτουργίας καθώς μπορεί να μετατρέψει ένα φωτεινό σήμα σε ηλεκτρικό σήμα
3. Το φωτοτρανζίστορ, είναι ημιαγωγός τριών στρώσεων όπου στη βάση του ανιχνεύει τη προσπίπτουσα ακτινοβολία και την μετατρέπει σε ηλεκτρικό ρεύμα



Εικόνα 24. Οπτικός ανιχνευτής - Φωτοτρανζίστορ

4. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο

Οι θερμικοί ανιχνευτές χωρίζονται σε ενεργούς ανιχνευτές ακτινοβολίας και τους παθητικούς υπέρυθρους ανιχνευτές, όπου η διαφορά τους είναι ότι οι ενεργοί ανιχνευτές παράγουν θερμότητα από ένα κύκλωμα το οποίο έχει διεγερθεί μετά από την ανίχνευση της ακτινοβολίας ενώ οι παθητικοί παράγουν οι ίδιοι την θερμότητα μέσα από την απορρόφηση της ακτινοβολίας. Η ακρίβεια και η ευαισθησία τους βασίζεται στο μήκος κύματος ανίχνευσης τους για το οποίο είναι εξ ολοκλήρου προγραμματισμένοι για να λειτουργούν. Τέτοιοι ανιχνευτές μπορεί να είναι:

1. Το στοιχείο Golay, αλλιώς και αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας καθώς έχει μεγάλη ευαισθησία και ταχύτητα απόκρισης σήματος στις μεταβολές της υπέρυθρης ακτινοβολίας σε σχέση με τον θόρυβο.
2. Οι θερμοηλεκτρικοί ανιχνευτές
3. Οι ημιαγωγοί θερμοηλεκτρικοί ανιχνευτές
4. Οι πυροηλεκτρικοί αισθητήρες, τοποθετούνται για την γρήγορη ανίχνευση απότομων αλλαγών της θερμοκρασίας
5. Ο φωτοηλεκτρικός ανιχνευτής φλόγας, είναι ικανός στην ανίχνευση φλόγας μέσα από την εκπομπή ακτινοβολίας κατάλληλοι για εφαρμογές εξωτερικών χώρων όπως

- για παράδειγμα αποφυγής καταστροφής φωτοβολταϊκών πάνελ από τυχόν έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες λόγω εμφάνισης πυρκαγιάς
6. Ο υπέρυθρος ενεργός αισθητήρας, με την σύγκριση της διαφοράς θερμοκρασίας της επιφανείας του στοιχείου με την εσωτερική θερμοκρασία γίνεται ο έλεγχος της θερμοκρασίας του κυκλώματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας
 7. Οι ψυχροί ανιχνευτές, έχουν την ικανότητα ανίχνευσης μεγάλου μήκους κύματος χωρίς να επηρεάζει την ακρίβεια της μέτρησης τους ο θόρυβος οι οποίοι μπορούν να έχουν εφαρμογή στις ανεμογεννήτριες μιας που η παράμετρος του θορύβου επεμβαίνει σημαντικά στη λήψη μετρήσεων

Οι παραπάνω αισθητήρες που αναφέρθηκαν έχουν εφαρμογές τόσο στις Φ/Β εγκαταστάσεις αλλά και στις εγκαταστάσεις των ανεμογεννητριών μιας και τα δύο ΑΠΕ είναι εκτεθειμένα σε παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες. Με τη χρήση των κατάλληλων αισθητήρων μπορούν να αποφευχθούν σημαντικές βλάβες στις εγκαταστάσεις με την έγκαιρη πρόβλεψη, οι οποίες θα επέφεραν σημαντικά προβλήματα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και υψηλό κόστος επιδιόρθωσης τους καθώς επίσης και το αυξημένο ποσό στην επόμενη συντήρησή τους.

6.1.11. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

Όπως είδαμε στην παραπάνω ενότητα τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης αποτελούν σημαντικό μερίδιο του συνολικού ετήσιου κόστους μιας ανεμογεννήτριας. Συνεπώς, το κόστος συντήρησης κεντρίζει όλο και περισσότερο την προσοχή των κατασκευαστών, οι οποίοι προσπαθούν να αναπτύξουν νέους τρόπους συντήρησης. Η χρήση των ακουστικών αισθητήρων είναι ένας από αυτούς τους τρόπους συντήρησης. Οι αισθητήρες αυτοί είναι ικανοί να ανιχνεύσουν οποιοδήποτε ηχητικό σήμα σε μεγάλο εύρος κύματος. Υπάρχουν δύο κατηγορίες που χωρίζονται τα κύματα: τα εγκάρσια και τα διαμήκη. Τα διαμήκη μηχανικά κύματα είναι ηχητικά κύματα, τα οποία έχουν την δυνατότητα μεταφερθούν σε υγρά, στερεά και αέρια. Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται μέσω σωματιδίων, τα οποία ταλαντώνονται ως προς τη διεύθυνση που διαδίδεται το κύμα.

Τα ηχητικά κύματα χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την συχνότητά τους. Διακρίνονται σε ακουστά, στα υποηχητικά και στα υπερηχητικά.



- Τα ηχητικά κύματα , τα οποία διεγείρουν το ανθρώπινο αυτί και κατά συνέπεια τον ανθρώπινο εγκέφαλο, ονομάζονται ακουστά. Η περιοχή αυτή εκτείνεται περίπου από 20Hz έως 2kHz.
- Τα ηχητικά κύματα των οποίων η συχνότητά τους είναι χαμηλότερη από την ακουστή ονομάζονται υποηχητικά. Ένα κύριο παράδειγμα τέτοιων κυμάτων είναι τα σεισμικά κύματα.
- Τα ηχητικά κύματα των οποίων η συχνότητά τους είναι υψηλότερη από την ακουστή ονομάζονται υπερηχητικά. Ένα κύριο παράδειγμα από τα υπερηχητικά κύματα είναι εκείνα τα κύματα που εκπέμπονται από τους πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους. Οι πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες τοποθετούνται σε επαφή με την κατασκευή που θα εξεταστεί σε συνδυασμό με υλικό σύζευξης.

Μία από τις πιο σύγχρονες τεχνικές ελέγχου στις Μη Καταστροφικές Δοκιμές είναι η μέθοδος των Ακουστικών Εκπομπών (ΑΕ). Η μέθοδος αυτή υποστηρίζει ότι η δημιουργία των ελαστικών κυμάτων γίνεται κατά την απότομη ελευθέρωση ενέργειάς μέσα σε ένα υλικό. Τα ελαστικά κύματα μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα με την χρήση των ειδικευμένων πιεζοηλεκτρικών αισθητήρων. Η τεχνική των ακουστικών εκπομπών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον επί τόπου έλεγχο ασφάλειας, καθώς υπάρχει η πιθανότητα δημιουργίας και εξέλιξης ρωγμών σε μεγάλες κατασκευές, όπως είναι οι κολώνες στήριξης των ανεμογεννητριών και τα πτερύγια, οι δεξαμενές και σωληνώσεις κλπ.

Επιπλέον, η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί από την περίοδο της κατασκευαστικής διαδικασίας και στη συνέχεια για την δομική ακεραιότητα της εγκατάστασης. Η μέθοδος αυτή μπορεί να αποφέρει πολλά αποτελέσματα σχετικά με την παρακολούθηση και τη καταγραφή της φθοράς ενός υλικού καθώς είναι πολύ σημαντική η γνώση της κατάστασης του υλικού για την έγκαιρη ειδοποίηση του χρήστη. Ο χρήστης μπορεί από έναν απομακρυσμένο σταθμό να έχει πρόσβαση στο δίκτυο, ώστε να παρακολουθεί με επιτυχία την χρήση ασύρματων δικτύων ακουστικών εκπομπών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει διαρκής παρακολούθηση την διαδικασίας την κατασκευής, και στη συνέχεια την κατασκευή, με σκοπό την αποφυγή προβλημάτων που μπορεί να εμφανιστούν κατά την διαδικασία της συντήρησης. Ο εντοπισμός του σημείου όπου υπάρχει η Ακουστική Εκπομπή μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση δύο ή και παραπάνω αισθητήρων, για να εντοπιστεί έγκαιρα και το ακριβές σημείο της δομικής ατέλειας. Με βάση τις αρχές διάδοσης των ελαστικών κυμάτων μέσα από υλικά σε συνδυασμό με την μέτρηση του χρόνου άφιξης του σήματος στους αισθητήρες γίνεται ο εντοπισμός θέσης του σημείου που υπάρχει θέμα.



Μία τεχνική για την εύρεση τοποθεσίας είναι η γραμμική τεχνική, η οποία χρησιμοποιείται συνήθως σε δικτυώματα και δοκούς. Η τεχνική αυτή ισχύει μόνο για γραμμικά προβλήματα. Σε περιπτώσεις που εξετάζονται πλάκες χρειάζεται η χρήση περισσότερων αισθητήρων.

- Γραμμικός (μονοδιάστατος) εντοπισμός θέσης εντοπίζεται κατασκευές των οποίων η μία διάσταση είναι αισθητά μεγαλύτερη των άλλων δύο και σε κυλίνδρους και σωληνώσεις μεγάλου μήκους.
- Επίπεδος (δισδιάστατος) εντοπισμός θέσης χρησιμοποιείται σε επιφάνειες, σε δοχεία και δεξαμενές, τα οποία είναι μεγάλα ή έχουν μεγάλο πάχος. (Πηγή: MISTRAS HELLAS A.B.E.E.).

Η τοποθέτηση των αισθητήρων γίνεται στην επιφάνεια της εξεταζόμενης κατασκευής καθώς επίσης συνήθως χρησιμοποιείται παχύρρευστο υγρό στο σημείο επαφής τους. Ο κάθε αισθητήρας ενισχύει το σήμα που παράγεται, ενώ το φιλτράρει και το επεξεργάζεται με το κατάλληλο ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Ένα μειονέκτημα στην τεχνική αυτή είναι η διάρκειά της, αφού μπορεί να καθυστερήσει σε σχέση με τις άλλες μη καταστροφικές τεχνικές δοκιμών.

Οι αισθητήρες που λαμβάνουν τέτοια σήματα είναι:

- Οι ακουστικοί αισθητήρες, οι οποίοι είναι οι δέκτες υποηχητικών κυμάτων και υπερηχητικών κυμάτων όπου ανάλογα το μέσο διάδοσης του σήματος χρησιμοποιείται και ανάλογος αισθητήρας. Παραδείγματα τέτοιων αισθητήρων είναι οι αισθητήρες επιφανειακών κυμάτων, οι οποίοι είναι κατάλληλοι σε χρήση υγρών κυμάτων λόγω των ρευστών κυμάτων που προσπίπτουν και προκαλεί εξασθένηση τους. Ένας ακόμα αισθητήρας είναι ο αισθητήρας κυμάτων καμπτικής πλάκας, όπου το ηχητικό κύμα μεταδίδεται μέσω της κύριας μάζας του αισθητήρα.

Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό το οποίο πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν σε κάθε αισθητήρα, και ειδικά στους αισθητήρες ακουστικών μεγεθών, είναι ο θόρυβος. Με τον όρο θόρυβο εννοούμε κάθε ακουστικό ήχο, όπως είναι η επικοινωνία και η εργασία, ο οποίος προκαλεί συνήθως ανεπιθύμητες καταστάσεις, ενώ, επίσης, προκαλεί και αλλοίωση του σήματος μιας πληροφορίας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση μιας ανεμογεννήτριας, η ηλεκτρική γεννήτρια παράγει θόρυβο αλλά και σε μια υδροηλεκτρική εγκατάσταση η τουρμπίνα παράγει θόρυβο με αποτέλεσμα την απομάκρυνση των υδρόβιων ζωντανών οργανισμών. Η τεχνική των ακουστικών εκπομπών για την παρακολούθηση της δομικής ακεραιότητας είναι αρκετά σημαντική λόγω της πολύπλοκης επεξεργασίας του σήματος για τον εντοπισμό και την καταγραφή του σήματος εξαιτίας ενός θορυβώδους υπόβαθρου. Έτσι, χρησιμοποιούμε αισθητήρες μέτρησης του θορύβου. Οι αισθητήρες αυτοί είναι το ηχόμετρο για τη μέτρηση σταθερού παραγόμενου θορύβου, το όργανο μέτρησης των ηχητικών δονήσεων, το



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ηχοδοσίμετρο, το οποίο χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ένταση μη σταθερού και συνεχή, θορύβου και ήχου με σκοπό την καταγραφή και ταυτοποίηση οποιουδήποτε ήχου εντοπιστεί έτσι ώστε να παρθούν κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης .

Για τον εντοπισμό του ηχητικού σήματος, τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται είναι τα ηχοεντοπιστικά συστήματα απαραίτητα για την σωστή λειτουργία ενός συστήματος και την αποφυγή ατυχημάτων:

- Ο ακουστικός υποθαλάσσιος μεταδότης
- Το σόναρ, το οποίο αποτελείται από έναν πομπό μετάδοσης ηχητικού κύματος και έναν δέκτη για την αναγνώριση αντικειμένων στην ατμόσφαιρα όπως και στην διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Για παράδειγμα, κατά την διάρκεια λειτουργίας μίας ανεμογεννήτριας για την μείωση - αποφυγή ενός συχνού φαινομένου που είναι η σύγκρουση των πτηνών με τα πτερύγια της με την χρήση του αισθητήρα αυτού μπορεί να μειωθεί.

Τέλος, παρατηρούμε ότι, εκτός από τους αισθητήρες εύρεσης ατελειών ορισμένων κατασκευών, υπάρχουν και ειδικοί αισθητήρες με τους οποίους επιτυγχάνεται η εύρεση θέσης αντικειμένων στον χώρο είτε βρίσκονται στην ατμόσφαιρα αλλά είτε βρίσκονται στο έδαφος.

6.1.12. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

Με το πέρασ των χρόνων και με την βοήθεια της ανάπτυξης της τεχνολογίας οι οπτικές ίνες κατάφεραν να εξλειχθούν και πλέον χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην παρακολούθηση της ακεραιότητας κατασκευών και τείνουν να υποσκελίσουν τους παραδοσιακούς αισθητήρες. Η χρήση των αισθητήρων οπτικών ινών είναι τεράστιας σημασίας αν αναλογιστούμε την ασφάλεια που μπορούν να προσφέρουν στις κατασκευές. Οι αισθητήρες οπτικών ινών είναι φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες που έχουν την ικανότητα ανίχνευσης αντικειμένων και προτιμούνται σε περιπτώσεις όπως:

- ύπαρξης αρκετού στενού χώρου
- απαιτείται αντοχή σε χημικά ή υψηλές θερμοκρασίες
- τα αντικείμενα που χρειάζονται ανίχνευση είναι μικροσκοπικών διαστάσεων
- η ανάγκη άμεσης απόκρισης του αισθητήρα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

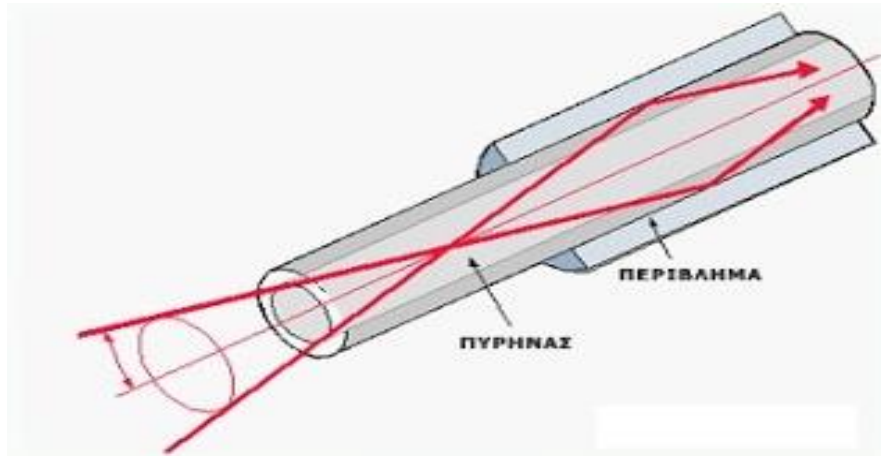
Ένα σύστημα αισθητήρα οπτικών ινών αποτελείται από έναν ενισχυτή και από μία οπτική ίνα παρέχοντας τις καλύτερες λύσεις αυτοματισμού στις παραπάνω περιπτώσεις. Οι οπτικές ίνες μπορεί να είναι πλαστικές, οι οποίες είναι εξαιρετικά εύκαμπτες με δυνατότητα μείωσης του μήκους τους ή γυάλινες με μεγάλη αντοχή σε χημικά περιβάλλοντα και υψηλές θερμοκρασίες (Elergon industrial solutions,2018).

Η χρήση οπτικών ινών σε συνδυασμό με τους οπτικούς αισθητήρες μπορεί να επιφέρει μετρήσεις υψηλής ακρίβειας και ανίχνευσης ενώ ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα μεταφοράς της πληροφορίας αυτής ανεξάρτητα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν.

Επίσης η χρήση των αισθητήρων οπτικών ινών τους καθιστά πολύ σημαντικούς με την πάροδο των χρόνων καθώς είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση της δομικής ακεραιότητας των υποδομών όπως είναι η παρακολούθηση ενός φράγματος σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για την παρακολούθηση επιμήκυνσης υπάρχει ο αισθητήρας SOFO (Surveillance d' Ouvrage par Fibres Optiques) Ελβετικής προέλευσης και παρατηρείται η χρήση του σε αρκετές εγκαταστάσεις όπως είναι τα φράγματα τα οποία βρίσκονται κοντά σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Ο αισθητήρας αυτός απριτίζεται από δύο ίνες, οι οποίες εφαρμόζονται στο εσωτερικό ενός μεταλλικού σωλήνα και αυτός τοποθετείται στην κατασκευή στην οποία θα γίνει παρακολούθηση. Η μία από τις δύο ίνες είναι συνδεδεμένη με την κατασκευή, ενώ η άλλη βρίσκεται ελεύθερη καθώς επιμήκυνσή της παρατηρείται να είναι πάντα μηδενική.

Με τη φόρτιση του στοιχείου οδηγείται σε μεταβολή της επιμήκυνσης της μιας ίνας δημιουργώντας αλλαγή της διαφοράς της οπτικής διαδρομής μεταξύ των δύο ινών. Εκτός από τους αισθητήρες παρακολούθησης μεταβολής του μήκους μέσα από τους αισθητήρες οπτικών ινών είναι και οι αισθητήρες παρακολούθησης της υγρασίας ή τον εντοπισμό χημικού περιβάλλοντος καθώς το φως το οποίο στηρίζεται η λειτουργία των οπτικών ινών βοηθούν στην παρακολούθηση της υποδομής μελετώντας την ένταση του φωτός.

Από την άλλη οι οπτικές ίνες είναι αρκετά διαδεδομένες στο κομμάτι μετάδοσης πληροφοριών. Ένα καλώδιο οπτικών ινών αποτελείται από τον πυρήνα την εσωτερική δέσμη και την εξωτερική δέσμη.



Εικόνα 25 : Δομή οπτικής ίνας

Η δέσμη αποτελείται από ειδικά νήματα τα οποία είναι κατασκευασμένα από γυαλί και η διάμετρος τους είναι τόσο μικρή όσο μια ανθρώπινη τρίχα καθώς μέσα σε αυτά γίνεται η διάδοση του φωτεινού σήματος (Πηγή :City TEC).

Οι ίνες προβλέπεται να έχουν αρκετά μεγάλη αντοχή αλλά είναι και εύκαμπτες. Επίσης, υπάρχει μία εξωτερική επένδυση η οποία συνήθως είναι ακρυλική ή πολυαμιδική. Η επένδυση αυτή μπορεί να απαρτίζεται από πολλά στρώματα τα οποία είναι ανάλογα με την προστασία που χρειάζεται (Udd, 2006).

Χρήση αισθητήρων οπτικών ινών στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στην περίπτωση των ανεμογεννητριών η χρήση των οπτικών ινών καθίσταται αρκετά σημαντική για την μεταφορά των σημάτων που παράγονται από τους αισθητήρες ειδικά για τον τομέα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας η οποία είναι αρκετά εξελιγμένη λόγω του αυξανόμενου μεγέθους της ισχύος. Λόγο του υπαίθριου περιβάλλοντος και πιο συγκεκριμένα του υπεράκτιου ανέμου καθιστά κατάλληλη τη χρήση ελαφρών τεχνολογιών ανίχνευσης οπτικών ινών. Η

ευκολία χειρισμού, η ακριβής απόκτηση δεδομένων υψηλής ταχύτητας, το μικρό αποτύπωμα, η χαμηλή τιμή και ο ελάχιστος αντίκτυπος από τους αισθητήρες στην επιφάνεια του υλικού (αεροδυναμική) καθιστούν την ανίχνευση οπτικών ινών συγκριτικά καλύτερη από τη χρήση συμβατικών μετρητών καταπόνησης. Μία ακόμα χρήση των οπτικών ινών εκτός από τη συλλογή και μεταφορά δεδομένων που έχουν σκοπό την παραγωγή ηλεκτρισμού αλλά και την παρακολούθηση τυχών βλάβης των υποδομών ενέργειας είναι η παρακολούθηση για την αποφυγή κλοπής, όπως για παράδειγμα πολύ σημαντική είναι η παρακολούθηση των φωτοβολταϊκών πάνελ. Η λειτουργία τους γίνεται με πλαστική οπτική ίνα η οποία συνδέει τα πάνελ μεταξύ τους, έτσι ώστε αν κάποιος προσπαθήσει να σηκώσει ένα πάνελ, απευθείας κόβεται και η οπτική ίνα που τα συνδέει, με αποτέλεσμα να ενεργοποιηθεί αμέσως το σύστημα του συναγερμού.

Σχετικά με την χρήση για την μετάδοση σήματος από έναν αισθητήρα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης των οπτικών ινών είναι ότι, είναι αρκετά οικονομικές καθώς το κόστος τους είναι χαμηλό, δεν έχει μεγάλη εξασθένηση το σήμα κατά την μετάδοση του καθώς είναι ένα καθαρά ψηφιακό σήμα το οποίο προσδίδει υψηλή ποιότητα επικοινωνίας, επίσης έχει σε σχέση με τα άλλα καλώδια υψηλό bandwidth και τέλος εκτός από την υψηλή ανθεκτικότητα τους έχει μικρή διάσταση καθώς και βάρος το οποίο βοηθάει στην γρηγορότερη εγκατάστασή τους.



Εικόνα 26: Δοκιμή ελέγχου λεπίδας της ανεμογεννήτριας

Η χρήση οπτικών ινών σε συνδυασμό με τους οπτικούς αισθητήρες μπορεί να επιφέρει μετρήσεις υψηλής ακρίβειας και ανίχνευσης ενώ ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα μεταφοράς της πληροφορίας αυτής ανεξάρτητα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Τα είδη των οπτικών αισθητήρων ανάλογα με την εφαρμογή τους μπορεί να είναι:

Είδος	Δυνατότητα Πολυπλεξίας	Διαμόρφωση σε μία Ίνα	Ευσαιθησία	Καταλληλότητα για μικρό μήκος αισθητήρα	Δυνατότητα πολλαπλής ενσωμάτωσης
Sagnac	Καλή	Όχι	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή
Mach-Zehnder	Καλή	Όχι	Υψηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
Michelson	Καλή	Όχι	Χαμηλή	Μέτρια	Χαμηλή
Raman	Καλή	Ναι	Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Rayleigh	Καλή	Ναι	Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Fabry – Perot	Καλή	Ναι	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
Bragg Grating	Καλή	Ναι	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
Microbending	Καλή	Ναι	Υψηλή	Μέτρια	Χαμηλή
Dual Mode	Μέτρια	Ναι	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή
Polarimetric	Μέτρια	Ναι	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή

Πίνακας 6. Τα είδη οπτικών ινών
(Πηγή) : Διδακτορική Διατριβή Κωνσταντίνου Καλκάνη, 2009

Οι οπτικοί αισθητήρες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τον τρόπο με το οποίο σχετίζονται με την οπτική ίνα καθώς είναι:

1. Οι αισθητήρες εσωτερικού τύπου, όπου η φέρουσα οπτική ίνα είναι ενσωματωμένη στο εσωτερικό των οπτικών αισθητήρων
2. Οι αισθητήρες εξωτερικού τύπου, αντίστοιχα οι αισθητήρες αυτοί ενσωματώνονται εξωτερικά με την οπτική ίνα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Σε μία εγκατάσταση φωτοβολταϊκών η απαίτηση ενός οπτικού αισθητήρα είναι η συλλογή δεδομένων όπως για παράδειγμα είναι, η μηχανική τάση, η θερμοκρασία αλλά και η τροπή, για την μελέτη κατάστασης μιας εγκατάστασης . Στη περίπτωση αυτή ανάλογα το εύρος της περιοχής που θέλουμε να ελέγξουμε , ο έλεγχος γίνεται με κατάλληλα είδη αισθητήρων:

- Στην περίπτωση που θέλουμε να ελέγξουμε μεμονωμένα ένα φωτοβολταϊκό πάνελ ο αισθητήρας που θα χρησιμοποιηθεί ονομάζεται σημειακός αισθητήρας
- Εάν θέλουμε να εξετάσουμε την κατάσταση ολόκληρης της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών ο αισθητήρας που θα χρησιμοποιηθεί ονομάζεται κατανεμημένος
- Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω ονομάζεται ημι-κατανεμημένος , όπου γίνεται σημειακός και κατανεμημένος έλεγχος την ίδια χρονική στιγμή .
(Πηγή : Διδακτορική Διατριβή Κωνσταντίνου Καλκάνη)

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συνεχώς αυξανόμενη αναγκαία κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων είχε ως αποτέλεσμα την συνεχή μείωση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων και ταυτόχρονα την μεγάλη αύξηση των εκπομπών αερίων και ειδικότερα η αύξηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Με αφορμή αυτή τη κατάσταση, η ανάγκη για εύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας ήταν κάτι παραπάνω από επιτακτική. Έτσι, αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με σκοπό τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και ταυτόχρονα την προστασία του περιβάλλοντος έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων αλλά και στην οικονομική ανάπτυξη.

Στη παρούσα διπλωματική αναλύσαμε τα είδη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρουσιάζοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προβλέπονται σε κάθε εγκατάσταση, καθώς, επίσης, την παρακολούθηση και συντήρησή τους. Η ανάγκη για την αέναη λειτουργία των υποδομών ΑΠΕ δημιούργησε την ανάγκη της παρακολούθησής τους μέσω ειδικών αισθητήρων, έτσι, ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία και την αποφυγή προβλημάτων στις εγκαταστάσεις. Αξίζει, λοιπόν, να αναφέρουμε τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την χρήση των αισθητήρων στις υποδομές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σε μια εποχή όπου οι τοπικές κοινωνίες και οι κρατικοί οργανισμοί σε όλο τον κόσμο έρχονται με όλο και πιο πολλές απειλές ενάντια αρκετά σημαντικών και κρίσιμων υποδομών ενέργειας και εγκαταστάσεων καθώς περυσιακών στοιχείων αλλά και πολύτιμων φυσικών πόρων, η αναζήτηση λύσεων των προβλημάτων αυτών ολοένα και αυξάνεται. Ως κρίσιμες υποδομές ενέργειας ή υποδομές ζωτικής σημασίας μπορούν να θεωρηθούν τα συστήματα εκείνα που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση των ζωτικών λειτουργιών μιας κοινωνίας καθώς επίσης περιλαμβάνει την υγεία, τη φυσική προστασία, την ασφάλεια και την οικονομική και κοινωνική ευημερία των πολιτών όπως είναι τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Λίγο παρακάτω θα παρουσιαστούν οι επιπτώσεις όλων των τομέων σε περίπτωση βλαβών από τη μη χρήση των αισθητήρων στις υποδομές ενέργειας.

Οι κατηγορίες ζημιών μπορεί να είναι :

- Οικονομικές ζημιές, μείωση μπορεί και απώλεια εσόδων λόγω της ξαφνική διακοπής εργασιών καθώς επίσης έξοδα με σκοπό τη διερεύνηση και τη αποκατάσταση μιας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ζημιάς αλλά επίσης και δαπάνες σχετικά με την επαναφορά της λειτουργίας μιας εγκατάστασης

- Φυσικές ζημιές σε μια εγκατάσταση όπου περιλαμβάνονται οι ζημιές σε περιουσιακά στοιχεία αλλά και σωματικές βλάβες και τέλος
- Φυσικές ζημιές σε τρίτους, όπου επίσης είναι οι ζημιές περιουσιακών στοιχείων και σωματικών βλαβών σε τρίτους αλλά επίσης σημαντικές οι ζημιές στο περιβάλλον.

Είναι γεγονός ότι οι φυσικές καταστροφές αποτελούν μια σημαντική απειλή για ολόκληρο τον πλανήτη, δεδομένου ότι ο άνθρωπος δεν μπορεί να αμυνθεί απόλυτα κατά την έλευση ενός έντονου φυσικού φαινομένου. Για αυτό το λόγο καθίσταται αναγκαία η χρήση των αισθητήρων για την πρόβλεψη ορισμένων φαινομένων ώστε να μπορεί να γίνει έγκαιρη εφαρμογή μέτρων προστασίας από ειδικούς.

Σε κάθε υποδομή των ανανεώσιμων πηγών είναι καίρια η τοποθεσία εγκατάστασή τους. Με την χρήση των αισθητήρων η επιλογή αυτή γίνεται, όχι μόνο ευκολότερη ως προς την εγκατάσταση, αλλά και στην συντήρηση που θα χρειαστεί κάποια στιγμή στο μέλλον. Είναι, εξίσου, σημαντικό να αναφέρουμε πως με την χρήση τους επιτυγχάνουμε την μείωση του κόστους συντήρησης τους αλλά και την εξάλειψη της πιθανότητας βλάβης για την αποφυγή μείωσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Με την εγκατάσταση τους σε διάφορες υποδομές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουμε βελτιστοποίηση του κόστους συντήρησης ενώ οι αποφάσεις που θα παρθούν σε οποιαδήποτε περίπτωση είτε είναι θέμα συντήρησης αλλά είτε κάποιας βλάβης, βασίζονται σε αξιόπιστα δεδομένα παρακολούθησης.

Βέβαια, οι αισθητήρες διαφέρουν μεταξύ τους, όπως αναφέρθηκε σε παραπάνω κεφάλαιο, αξιόπιστοι αισθητήρες για τον έλεγχο τυχόν αστοχιών κατά την εγκατάσταση μιας υποδομής ενέργειας ή κατά την λειτουργία της είναι οι αισθητήρες μέτρησης ακουστικών μεγεθών με τη χρήση μεθόδου ακουστικών εκπομπών.

Από την άλλη, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των αισθητήρων οι οπτικές ίνες αποδείχθηκαν αρκετά ανταγωνιστικές καθώς οι μετρήσεις τους είναι αρκετά ακριβής και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την λήψη μετρήσεων και κατά την διάρκεια αντίξων περιβαλλοντικών συνθηκών. Επίσης, βασικά πλεονεκτήματα όπως η ανοσία σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, το μεγάλο εύρος ζώνης, πολύ χαμηλές απώλειες μετάδοσης, μικρό μέγεθος και βάρος καθώς και αυξημένη αξιοπιστία καθιστούν την χρήση των οπτικών ινών αρκετά σημαντική.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΜΠΙΣΔΟΥΝΗΣ, Λ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ Κ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ (ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ Κ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ).

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛΙΔΟΥ, Π. (ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2019). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ. ΚΟΖΑΝΗ,

Ε.Δ. (4 ΙΟΥΝΙΟΥ 2010). ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ ΑΡ. ΦΥΛΛΟΥ 85.

ΓΡΑΝΙΤΣΑΣ, Θ. (2019). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ. ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΞΕΝΟΥ, Ι. ΑΓΓΕΛΙΚΗ (2017). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΘΕΣΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΝΑΤΣΙΟΣ, Χ. ΤΣΕΚΟΥΡΑ Ε. (2013). ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Η ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΠΡΕΒΕΖΑΣ. ΠΡΕΒΕΖΑ

ΚΑΠΕ, Κ. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ (ΤΟ ΕΡΓΟ RES DISSEMINATION). ΕΔΕΜ .

ΜΑΥΡΟΓΕΝΗΣ, Β. (2017). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΠΟΦΕΥΓΟΜΕΝΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

ΜΠΟΚΑΣ, Ν. (2019). Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ.

ΚΑΛΛΑΚΗΣ, Γ. (2020). ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΜΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΚΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ. ΑΘΗΝΑ.

ΜΑΚΡΥΔΑΚΗ, Ε. (2017). ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ, ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ».. ΑΘΗΝΑ.

ΠΟΛΙΤΗΣ, Η. (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018). ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΣΕ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ. ΑΓΡΙΝΙΟ.

ΠΑΤΣΙΛΗ Γ. ΚΑΙ ΡΕΤΣΗΣ Α. (ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019). ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΚΑΜΙΝΙ ΔΥΟ ΖΩΝΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ PLC. ΑΙΓΑΛΕΩ.

ΜΠΟΥΓΙΑΣ, Ι. ΧΡ. (2007). ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ. ΑΘΗΝΑ.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΓΚΙΖΑΣ, Γ. (2018). ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ARDUINO ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ, ΥΓΡΑΣΙΑΣ, ΦΩΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΥ. ΠΑΤΡΑ.

ΠΑΠΠΑΣ Π. Χ. ΚΑΙ ΒΡΥΝΙΑΣ Π. (ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014). ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ, ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ. ΑΙΓΑΛΕΩ.

ΦΟΥΡΝΑΡΑΚΗ Κ. Ν. (ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2005). ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΚΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΕΠΙΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ. ΑΘΗΝΑ.

ΠΑΤΗΣ, Π. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΠΑΡΚΩΝ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ.

ΚΥΡΙΟΣ, Γ. (2018). ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ - ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ. ΠΑΤΡΑ.

ΓΟΥΓΑΡΗΣ, Φ. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ. ΚΡΗΤΗ.

ΔΑΡΑΣ, Τ. (2019). ΘΟΡΥΒΟΣ: ΟΡΙΣΜΟΣ, ΜΟΡΦΕΣ, ΠΗΓΕΣ & ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΤΗ ΖΩΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ. ΧΑΝΙΑ.

ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Δ. ΚΑΙ ΧΕΙΜΩΝΑΣ Γ. (ΜΑΡΤΙΟΣ 2011). ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ ΥΠΟ ΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

ΚΑΠΕ . ΕΝΧΕΙΡΙΔΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, (Ε.Ε.) (2018). ΈΓΓΡΑΦΟ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.

ΑΞΑΡΛΗ, Κ. ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΑ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ :ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ (ΈΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ: ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΣΥΜΒΑΛΟΥΜΕ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΗ ΣΥΖΕΥΞΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ «ΑΣΤΙΚΟ» ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ;).

ΚΑΠΕ (18 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2010). ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΟΥ ΚΑΠΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. ΠΙΚΕΡΜΙ.

“ΟΔΗΓΟΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ”, ΚΑΠΕ, ΠΙΚΕΡΜΙ, ΙΟΥΝΙΟΣ 1996.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

“BIOFUELS. APPLICATION OF BIOLOGICALLY DERIVED PRODUCTS AS FUELS OR ADDITIVES IN COMBUSTION ENGINES”, EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL XII-SCIENCE, RESEARCH AND DEVELOPMENT, 1994.

“ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΕΗ”, ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ, ΚΑΠΕ, 1997.

“ΠΟΛΥΕΤΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ”, ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ, ΚΑΠΕ, 1998.

ΚΑΠΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ -> ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ , ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

ΤΕΕ – ΤΚΜ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΔΟΥ, Δ. Μ. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

ΛΥΠΙΡΙΔΗΣ, Γ. (ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004). ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Η ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΑΕΙΦΟΡΟ ΜΕΛΛΟΝ. ΝΟΜΟΣ + ΦΥΣΗ.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Υ. (2012). ΆΡΘΡΟ 10: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΗΛΙΟΣ.

ΝΑΦΤΕΜΠΟΡΙΚΗ.GR (ΔΕΥΤΕΡΑ, 12 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2018). ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ ΑΠΕ ΕΙΝΑΙ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ.

ΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΙΟΥΝΙΟΣ 2011). ΚΑΤΑΡΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΚΠΕΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΑΘΗΝΑ.

ΚΥΔΩΝΙΑΤΗ, Κ. (ΙΟΥΛΙΟΣ 2015). ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΗΣ ΙΣΧΥΟΣ. ΠΑΤΡΑ.

ΚΑΠΕ (2017). ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

ΤΣΙΚΝΑΣ, Κ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΚΘΗΤΩΝ.

ΤΡΙΤΣΩΝΗΣ, Α. (ΙΟΥΝΙΟΣ 2012). ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ. ΚΡΗΤΗ.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ Ν. , ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ Α., Μ. (ΑΙΓΑΛΕΩ 2017). ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ. ΑΘΗΝΑ.

ΜΠΙΣΔΟΥΝΗΣ, Λ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ & ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ (ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ) 5Η ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ (ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ, ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ, ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ, ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ), ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΥΣ.

ΚΑΛΚΑΝΗΣ, Κ. ΔΡ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π. ΚΑΝΤΕΡΑΚΗΣ Γ. ΔΡ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π. (13/11/2015). ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΚΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ. ΑΘΗΝΑ.

ΔΙΑΛΕΚΤΟΣ, Μ. Σ. (2012). ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ. ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ, Ι. (ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2015). ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΚΑΙ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ. ΠΑΤΡΑ

ΜΠΑΚΟΓΕΩΡΓΟΣ, Π. (2014). Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ (ΑΕ) ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΟΝΟ-ΑΞΟΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ. ΧΑΝΙΑ

MISTRAS HELLAS A.B.E.E.

ΚΑΛΑΙΤΖΑΚΗΣ, Κ. ΚΟΥΤΡΟΥΛΗΣ Ε. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.

ΚΑΛΟΒΡΕΤΗΣ, Κ. ΚΑΤΕΒΑΣ Ν. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗ & ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ.

ΠΑΠΠΟΥ, Ι. (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012). «ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΜΕ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΙΚΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ. ΠΑΤΡΑ.

ΑΓΟΡΑΣΤΟΥ, Ζ. (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017). ΑΥΤΟΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

Μαλαμής Β., "Αυτόνομες εφαρμογές Ηλιακής ενέργειας μικρού & μεσαίου μεγέθους", 1999, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα