



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενότητα: **7. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
ΑΓΡΙΝΙΟ

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά μαθήματα **ΠΠ**

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Εναλλακτικών Πηγών Ενέργειας



Επικοινωνία:

 +30 264107-4210

 dkaraman@upatras.gr

ΑΓΡΙΝΙΟ 2015

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ

Περιβάλλον & Ενέργεια

Εργαστηριακές Ασκήσεις

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

Περιεχόμενα

Εργαστηριακή Άσκηση 1: Απόκριση φωτοβολταϊκών στοιχείων σε πηγές ακτινοβολίας

Εργαστηριακή Άσκηση 2: Χαρακτηριστική καμπύλη τάσης-έντασης και τάσης-ισχύος φωτοβολταϊκού στοιχείου

Εργαστηριακή Άσκηση 3: Αιολικό δυναμικό και αιολική ενέργεια

Εργαστηριακή Άσκηση 4: Ανεξάρτητη μελέτη ειδικών ενεργειακών θεμάτων

Εργαστηριακή Άσκηση 1:

Απόκριση φωτοβολταϊκών στοιχείων σε πηγές ακτινοβολίας

Η πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας του ήλιου μπορεί να μετατραπεί απευθείας σε συνεχές ρεύμα με την εφαρμογή του φωτοβολταϊκού φαινομένου στις ηλιακές κυψέλες.

Στόχος της άσκησης

Οι φοιτητές θα διερευνήσουν την απόκριση των φωτοβολταϊκών κυττάρων στην ηλιακή ακτινοβολία. Ειδικότερα:

- Θα χρησιμοποιήσουν το φωτοβολταϊκό στοιχείο για να διερευνήσουν τον νόμο της εξάρτησης της ακτινοβολίας από την απόσταση από την πηγή φωτός.
- Θα χρησιμοποιήσουν το φωτοβολταϊκό στοιχείο για να διερευνήσουν την μεταβολή της εξόδου του με αλλαγή της κλίσης του στο εισερχόμενο φως.
- Θα εκτιμήσουν την απόδοση της μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Περιγραφή της Εργαστηριακής Άσκησης 1

Όργανα

1. Φ/Β πλαίσια (μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό)
2. Πηγές Ακτινοβολίας (LED, Laser)
3. Μετρητής ισχύος ακτινοβολίας Rotronics
4. Δύο ψηφιακά πολύμετρα

Πειραματική διάταξη

Μέρος Α΄

1. Καταγράψτε την πυκνότητα ροής ακτινοβολίας υποβάθρου του πειραματικού σας χώρου με το μετρητή Rotronics.

2. Μετρήστε και καταγράψτε την πυκνότητα ροής ακτινοβολίας με το μετρητή Rotronics για δέκα διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή φωτός LED. Από τις τιμές που παίρνετε αφαιρέστε την πυκνότητα ροής υποβάθρου. Αποδώστε σε γραφική παράσταση την εξάρτηση της πυκνότητας ροής από την απόσταση από την πηγή (Εξ. (1.10)) με τη βοήθεια του προγράμματος EXCEL και υπολογίστε μέσω της θεωρίας ελαχίστων τετραγώνων τον εκθέτη της απόστασης r (προσθήκη γραμμικής γραμμής τάσης στο EXCEL). Επαναλάβετε τη διαδικασία για δέκα διαφορετικές αποστάσεις χρησιμοποιώντας ως πηγή φωτός τη δέσμη Laser. Τι παρατηρείτε;

Μέρος Β'

1. Πριν από κάθε μέτρηση με το αμπερόμετρο ή το βολτόμετρο στα άκρα του φωτοβολταϊκού και χρήση πηγής ακτινοβολίας, καταγράψτε τις αντίστοιχες ενδείξεις που οφείλονται στην απόκριση των φωτοβολταϊκών από την ακτινοβολία φωτός ημέρας ή λαμπτήρων που υπάρχει στο εργαστήριο.
2. Συνδέστε στα άκρα του μονοκρυσταλλικού φωτοβολταϊκού στοιχείου το αμπερόμετρο. Σαρώστε την επιφάνεια του φωτοβολταϊκού με τη δέσμη Laser και για διάφορες θέσεις καταγράψτε την ένδειξη του αμπερομέτρου. Τι παρατηρείται;
3. Για μικρή απόσταση της πηγής από τα φωτοβολταϊκά κύτταρα, συνδέστε το αμπερόμετρο ή το βολτόμετρο στα άκρα των φωτοβολταϊκών και μετρήστε και καταγράψτε την ένταση βραχυκλώσεως I_{sc} ή την τάση ανοικτού κύκλωματος V_{oc} αντίστοιχα.
4. Με τον μετρητή ακτινοβολίας, μετρήστε την πυκνότητα ροής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Θεωρώντας ως μέγιστες τιμές ρεύματος και τάσης, τις αντίστοιχες τιμές ανοικτού κυκλώματος V_{oc} και βραχυκυκλώσεως I_{sc} και εκτιμώντας την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών με τη βοήθεια της δέσμης Laser, υπολογίστε την απόδοση του φωτοβολταϊκού. Σχολιάστε τα αποτελέσματά σας.
5. Επαναλάβετε τη μέτρηση της έντασης του ρεύματος βραχυκυκλώσεως I_{sc} για πέντε διαφορετικές αποστάσεις που χρησιμοποιήσατε στο Μέρος Α' της εργαστηριακής άσκησης. Αποδώστε σε γραφική παράσταση την εξάρτηση της έντασης του ρεύματος I_{sc} με τη πυκνότητα ροής που μετράτε για κάθε απόσταση.
6. Επαναλάβετε τη μέτρηση της έντασης του ρεύματος βραχυκυκλώσεως I_{sc} για σταθερή απόσταση και δύο διαφορετικές κλίσεις του φωτοβολταϊκού στοιχείου.

7. Με ανοικτή την πηγή φωτός των LED και σύνδεση του βολτομέτρου στα άκρα των φωτοβολταϊκών, παρατηρήστε τη μείωση της τάσης με αύξηση της θερμοκρασίας του φωτοβολταϊκού.

Εργαστηριακή Άσκηση 2:

Χαρακτηριστική καμπύλη τάσης-έντασης και τάσης-ισχύος φωτοβολταϊκού στοιχείου

Η έξοδος ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου δεν είναι σταθερή όπως μιας μπαταρίας αλλά εξαρτάται από το φορτίο που τροφοδοτεί. Κατά συνέπεια, οι καμπύλες I-V και P-V είναι χαρακτηριστικές του φωτοβολταϊκού στοιχείου και είναι επιθυμητό σε κάθε εφαρμογή φωτοβολταϊκών να αποδίδονται οι τιμές τάσης-έντασης που δίνουν κάθε στιγμή τη μέγιστη ισχύ.

Στόχος της άσκησης

Οι φοιτητές θα διερευνήσουν τις χαρακτηριστικές καμπύλες τάσης-έντασης και τάσης-ισχύος μονοκρυσταλλικού φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Ειδικότερα:

- Θα χρησιμοποιήσουν το φωτοβολταϊκό στοιχείο για να προσδιορίσουν τη χαρακτηριστικές καμπύλες I-V και PV για δύο πυκνότητες ροής ακτινοβολίας.

Περιγραφή της Εργαστηριακής Άσκησης 2

Όργανα

1. Φ/Β πλαίσιο (μονοκρυσταλλικό)
2. Πηγή Ακτινοβολίας (LED)
3. Μετρητής ισχύος ακτινοβολίας Rotronics
4. Μεταβλητή αντίσταση (ροοστάτης) 0-5 kΩ ή 0-75 kΩ
5. Δύο ψηφιακά πολύμετρα

Πειραματική διάταξη

1. Συνδέστε το κύκλωμα των εικόνων 2.1 και 2.2 και στρέψτε το ροοστάτη στο σημείο ελάχιστης αντίστασης.
2. Πριν από κάθε μέτρηση της απόκρισης του Φ/Β στοιχείου στην ακτινοβολία της φωτεινής πηγής, καταγράψτε τις τιμές του ρεύματος και της τάσης υποβάθρου στο αμπερόμετρο και στο βολτόμετρο που οφείλονται στην ακτινοβολία φωτός δωματίου.
3. Με ανοικτή την πηγή φωτός, καταγράψτε τις τιμές τάσης και έντασης των βολτομέτρου και αμπερομέτρου για δέκα τιμές της αντίστασης του ροοστάτη στην περιοχή από μερικά Ω μέχρι μερικά kΩ. Από τις τιμές αυτές, υπολογίστε την ισχύ εξόδου του φωτοβολταϊκού

στοιχείου. Πριν κάθε μέτρηση τάσης και έντασης, μετρήστε την επιλεγμένη αντίσταση με τη βοήθεια του ωμομέτρου.

4. Με τη βοήθεια του προγράμματος EXCEL, αποδώστε σε γραφική παράσταση τις καμπύλες I-V και P-V. Προσδιορίστε το σημείο μέγιστης ισχύος και την τιμή της αντίστασης φορτίου που αντιστοιχεί στο σημείο αυτό. Υπολογίστε την απόδοση του φωτοβολταϊκού στοιχείου.
5. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για χαμηλότερη ροή ακτινοβολίας από την πηγή φωτός LED. Τι παρατηρείται ως προς τη μέγιστη ισχύ;

Εργαστηριακή Άσκηση 3:

Αιολικό δυναμικό και αιολική ενέργεια

Οι άνεμοι ως κινούμενες μάζες από μία περιοχή σε κάποια άλλη δημιουργούνται λόγω της ανομοιόμορφης θέρμανσης της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Στόχος της άσκησης

Οι φοιτητές θα διερευνήσουν τους τρόπους προσδιορισμού του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής και της δυνατότητας παραγωγής ενέργειας.

Ειδικότερα:

- Θα επεξεργαστούν δεδομένα ταχύτητας ανέμου χρονικής διάρκειας ενός έτους και θα προσδιορίσουν το αιολικό δυναμικό της περιοχής.
- Θα χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα του αιολικού δυναμικού για να προσδιορίσουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τυπική ανεμογεννήτρια.
- Θα εκτιμήσουν την απόδοση της μετατροπής ενέργειας ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια.

Περιγραφή της Εργαστηριακής Άσκησης 3

Χρησιμοποιώντας τα ανεμολογικά δεδομένα του εργαστηρίου και το πρόγραμμα EXCEL:

1. Υπολογίστε την τιμή της ταχύτητας στα 10 m για κάθε χρονική στιγμή. Οι τιμές αυτές θα χρησιμοποιηθούν σε όλη την περαιτέρω ανάλυση εκτός εάν ζητείται διαφορετικά.

2. Υπολογίστε τη μέση τιμή της ταχύτητας ανέμου για όλο το έτος και για κάθε μήνα ξεχωριστά. Αποδώστε σε γραφική παράσταση την μηνιαία μέση τιμή ως συνάρτηση του μήνα.
3. Βρείτε τα περιγραφικά στατιστικά για την χρονοσειρά της ταχύτητας ανέμου στα 10 m.
4. Υπολογίστε τη μέση πυκνότητα ισχύος του ανέμου στα 10 m.
5. Δημιουργήστε ως νέο φύλλο το ιστόγραμμα των ταχυτήτων ανέμου αφού πρώτα δημιουργήσετε ως κλάση δεδομένων την σειρά από 0 έως 21 με βήμα 1, επιλέγοντας και την αθροιστική σχετική συχνότητα και την έξοδο γραφήματος.
6. Για κάθε κελί αθροιστικής σχετικής συχνότητας υπολογίστε, ως διαφορά της επόμενης τιμής από την προηγούμενη, την απόλυτη συχνότητα για κάθε ταχύτητα.
7. Για κάθε κελί ταχύτητας και απόλυτης συχνότητας υπολογίστε τους δύο όρους της γραμμικής Εξ. 3.12, αντίστοιχα.
8. Αποδώστε σε γραφική παράσταση τις μεταβλητές της Εξ. 3.12 και προσδιορίστε μέσω της προσθήκης γραμμής τάσης τις παραμέτρους k και c της κατανομής Weibull.
9. Επαναλάβετε τα βήματα 3-8 για ύψος πλήμνης ανεμογεννήτριας 80 m.
10. Υπολογίστε τον συντελεστή αξιοποίησης και τη συνολική παραγωγή ενέργειας για την τυπική ανεμογεννήτρια για ένα χρόνο είτε με την ανάλυση χρονοσειράς και την καμπύλη ισχύος είτε με την στατιστική ανάλυση της κατανομής Weibull και τις τρεις χαρακτηριστικές ταχύτητες λειτουργίας που προσδιορίζονται από την καμπύλη ισχύος.

Εργαστηριακή Άσκηση 4:

Ανεξάρτητη μελέτη ειδικών ενεργειακών θεμάτων

Στόχος

Η διεξαγωγή λεπτομερούς ανάλυσης σε ειδικά ενεργειακά θέματα.

Περιγραφή της εργαστηριακής άσκησης 5

Ως ομάδα, επιλέξτε να κάνετε εργασία σε σύγχρονο θέμα ενεργειακό που εμπεριέχεται στην ύλη του μαθήματος. Για το θέμα που επιλέξατε, αναζητήστε δύο τουλάχιστον επιστημονικά άρθρα, συναφή και όσο το δυνατόν πιο πρόσφατα από τις βάσεις δεδομένων επιστημονικών άρθρων (www.scopus.com ή www.sciencedirect.com). Συνδυάζοντας τα άρθρα και ακολουθώντας τη δομή των εργασιών, περιγράψτε υπό τη μορφή εργασίας, την ανάλυση του θέματος που ακολουθούν τα άρθρα και τα αποτελέσματά τους. Σημειώνετε ότι το κάθε θέμα θα πρέπει να είναι μοναδικό για την κάθε ομάδα και θα παραδίδεται στον επιβλέποντα εκτυπωμένο και ως αρχείο word και pdf αμέσως μετά τις διακοπές του Πάσχα.

Προτεινόμενα Συγγράμματα για το μάθημα Περιβάλλον & Ενέργεια

Περιβάλλον & Ενέργεια, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Σημειώσεις, Δ. Καραμάνης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2010.

Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Κ. Μπαλαράς, Α. Αργυρίου, Φ. Καραγιάννης, Εκδόσεις ΕΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα 2006.

Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας, Αιολική ενέργεια: Μικρά υδροηλεκτρικά, Καλδέλλης Ι., Καββαδίας Κ., Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2005.

Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας, Ηλιακή ακτινοβολία, φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, ηλιακά θερμικά συστήματα, Καββαδίας Κ., Καλδέλλης Ι., Σπυρόπουλος Γ., Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2007.

Βιβλιογραφία

Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Γ. Παπαιωάννου, Εκδόσεις Ίων, 2009.

Αιολική ενέργεια & Ανεμογεννήτριες, J.J. Walker, N. Jenkins, Εκδόσεις Ίων, 2008.

Renewable Energy, B. Sorensen, Elsevier Science & Technology, 2004.

Renewable Energy Conversion, Transmission, and Storage, B. Sorensen, Elsevier Science & Technology, 2007.

Renewable Energy Resources, J. Twidell, A.D. Weir, Taylor&Francis, 2005.

Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, Συλλογή, Taylor&Francis, 2007.

Ιστοτόποι

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, www.cres.gr.

Φωτοβολταϊκά, greenenergia.gr

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Mechanical-Engineering/2-626Fall-2008/LectureNotes/index.htm>.

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/av/index.htm>

Learning about renewable energy, NREL, <http://www.nrel.gov/learning/>

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Δημήτριος Καραμάνης, 2015.

Δημήτριος Καραμάνης. «**Περιβάλλον και Ενέργεια**». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/ENV110/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons

Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα.

Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



