



Α.Τ.Ε.Ι ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ
ΕΥΣΤΡΑΤΙΑΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ:092560

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Κ. ΚΙΖΗΡΟΓΛΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2014

Για την ιστορία...

O Cleve Moler, ο πρόεδρος του τμήματος επιστήμης των υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο Νέου Μεξικού, άρχισε να αναπτύσσει το Matlab στα τέλη του 1970. Είχε σχεδιαστεί για να δώσει στους μαθητές του πρόσβαση σε LINPAC και Eispack χωρίς να χρειάζεται να μάθουν την γλωσσά προγραμματισμού Fortran. Γρήγορα εξαπλώθηκε και σε άλλα Πανεπιστήμια και προσέγγισε το ενδιαφέρον πολλών μηχανικών. Ο Jack Little ένας μηχανικός κατά την διάρκεια μιας επίσκεψης του Moler στο πανεπιστήμιο Stanford το 1983, αναγνωρίζοντας το εμπορικό δυναμικό του, εντάχθηκε με τον Moler και τον Steve Barger. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να ξαναγράψουν το matlab σε C, και έτσι ίδρυσαν την MathWorks το 1984. Αυτές οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποίησαν ήταν γνώστες ως JACPAC, το 2000 όμως το Matlab ξαναγράφηκε και χρησιμοποίησε μια νέα βιβλιοθήκη που ονομάστηκε LAPACK. Το λογισμικό αυτό υιοθετήθηκε από τους ερευνητές και τους επαγγελματίες στον τομέα της μηχανικής έλεγχου που ήταν η ειδικότητα του Jack Little. Είναι πλέον αξιόπαινο το γεγονός πως ένα τέτοιο λογισμικό με τόσες δυνατότητες χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση και ιδίως στην διδασκαλία γραμμικής άλγεβρας και αριθμητικής ανάλυσης. Τέλος, είναι πολύ δημοφιλές σε επιστήμονες που συμμετέχουν στην επεξεργασία εικόνας.

(First Version Matlab 1.0 1984- Last Version Matlab8.2 2014)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την σωστή καθοδήγηση του κ. Κιζήρογλου Μιχάλη, καθηγητή του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης (καθηγητής τεχνολογικών εφαρμογών), για τις σημαντικές συμβουλές αλλά κυρίως για τον χρόνο που διέθεσε προκειμένου να έρθει εις πέρας η πτυχιακή. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον φοιτητή Αλέξανδρο Γεωργιάδη, στον οποίο οφείλω τις θερμοκρασίες τις όποιες έχει καταγράψει ο αισθητήρας με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η παρούσα μελέτη. Κλείνοντας τον πρόλογο θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την οικονομική υποστήριξη αλλά και την συμπαράσταση τους όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

1.Εισαγωγή.....	6
1.1 Θερμοκρασία.....	7
1.1.1 Κατηγορίες θερμοκρασιών.....	8
1.1.2 Άντερς Κελσίους.....	8
1.1.3 Ουίλιαμ Τόμσον.....	9
1.1.4 Ντάνιελ Γκάμπριελ Φαρενάιτ.....	9
1.1.5 Κελσίου ορισμός.....	10
1.1.6 Κέλβιν ορισμός.....	10
1.1.7 Φαρενάιτ ορισμός.....	11
1.2 Θερμοχωρητικότητα.....	12
1.2.1 Ειδική θερμοχωρητικότητα.....	12
1.2.2 Ειδική θερμοχωρητικότητα υλικών.....	13
1.2.3 Ορισμός όγκου.....	13
1.2.4 Μονάδα μέτρησης.....	13
1.2.5 Σχέση όγκου, εμβαδού, απόστασης.....	14
1.2.6 Τύποι υπολογισμού όγκου.....	14
1.2.7 Μαθηματική έκφραση του όγκου.....	15
1.2.8 Μάζα.....	15
1.3 Θερμότητα.....	16
1.3.1 Μονάδες μέτρησης θερμότητας.....	16
1.3.2 Μετάδοσης θερμότητας με αγωγή.....	17
1.3.3 Μετάδοσης τη θερμότητας με μεταφορά ή συναγωγή.....	17
1.3.4 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.....	18
1.4 Ισχύς.....	19
1.4.1 Θερμική ισχύς.....	19
1.4.2 Μηχανική ισχύς.....	19
1.4.3 Ηλεκτρική ισχύς.....	20
1.4.4 Υδραυλική Ισχύς.....	20
1.4.5 Μονάδες μέτρησης.....	20
1.5 Ενέργεια.....	22
1.5.1 Έργο ορισμός.....	22
1.5.2 Κινητική ενέργεια.....	23
1.5.3 Πυρηνική ενέργεια ή ατομική ενέργεια.....	23

1.5.4	Θερμική ενέργεια.....	23
1.5.5	Ηλεκτρική ενέργεια.....	23
1.5.6	Χημική ενέργεια.....	24
1.5.7	Δυναμική ενέργεια.....	24
2.	Συγκομιδή ενέργειας	25
2.1	Ο ρόλος του PCM και της ηλεκτρικής αντίστασης TEG	27
2.2	Θεωρητικοί υπολογισμοί	30
2.3	Η συσκευή HSU	34
3.	Μοντέλο προσομοίωσης	36
3.1	Η εντολή help	39
3.2	Διαχείριση Workspace.....	40
3.3	Πίνακες στο matlab	40
3.4	Μαθηματικές πράξεις με διανύσματα	42
3.5	Γραφικές παραστάσεις	43
3.5.1	Εντολές Workspasce	46
3.5.2	Λογικοί τελεστές	47
3.5.3	Τελεστές σύγκρισης και έλεγχος ροής.....	47
3.5.4.	Ανάλυση κώδικα step by step	50
3.6	Αναλογικά και ψηφιακά φίλτρα.....	53
3.6.1	Πλεονεκτήματα φίλτρων.....	54
3.6.2	Λειτουργία ψηφιακών φίλτρων.....	54
4.	Αποτελέσματα και ανάλυση προσομοιώσεων	56
4.1	Θερμοκρασιακές μεταβολές στο χώμα	57
4.2	Θερμοκρασιακές μεταβολές χαμηλά σε δέντρο.....	63
4.3	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε καπό αυτοκινήτου	69
4.4	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε μοτέρ καταψύκτη.....	74
4.5	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε μοτέρ καταψύκτη_2	75
4.6	Θερμοκρασιακές μεταβολές επάνω σε δέντρο	80
4.7	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε σκεπή σπιτιού (Κ)	86
4.8	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε σκεπή σπιτιού(Τ).....	92
4.9	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε κορμό δέντρου.....	97
4.10	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε οδόστρωμα	100
4.11	Θερμοκρασιακές μεταβολές σε μηχανή αυτοκινήτου	106
5.	Συμπεράσματα	109

1.Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα, αναφερόμαστε στον ορισμό και γενικά στην κατανόηση της θερμοκρασίας, ενώ παράλληλα περιγράφουμε τις κατηγορίες θερμοκρασιών. Αναφερόμαστε σε ιστορικά πρόσωπα που χάρη σε αυτά έχουμε τις θεμελιώδεις μονάδες μέτρησης της θερμοκρασίας και αναφερόμαστε με λίγα λόγια για το έργο τους προς την επιστήμη. Αναλύουμε τους ορισμούς Κελσίου, Κέλβιν, Φαρενάιτ αλλά και πως δημιουργήθηκαν αυτές οι μονάδες μέτρησης.

1.1 Θερμοκρασία

Θερμοκρασία είναι η φυσική ποσότητα που μέτρα την ενέργεια κίνησης ή ταλάντωσης της ύλης σε ατομικό επίπεδο. Η ανταλλαγή της ενέργειας αυτής, όταν πιάνουμε κάτι με το χέρι για παράδειγμα, μας δίνει την αίσθηση του ζεστού και του κρύου, με την κατάσταση μεγαλύτερης ενέργειας να αντιστοιχεί στο <<ζεστό>> ή <<θερμό>>, και την κατάσταση μικρότερης



Εικόνα 1.1 Θερμόμετρο [1]

ενέργειας, κατά την οποία αντιλαμβανόμαστε να χάνουμε συνολικά ενέργεια, να αντιστοιχεί στο <<κρύο>>. Η θερμοκρασία στην πράξη είναι ακριβώς το μέτρο εκείνο με το οποίο προσδιορίζεται η "θερμική κατάσταση" των διαφόρων σωμάτων, είναι δηλαδή ένα φυσικό μέγεθος που συνδέεται με την μέση κινητική ενέργεια των σωματιδίων ενός συστατικού, το οποίο χαρακτηρίζει πόσο θερμό ή ψυχρό είναι. Το αίτιο που δημιουργεί το αίσθημα του θερμού ή ψυχρού είναι η θερμότητα που όταν χορηγείται ή αφαιρείται από ένα σώμα προκαλεί "μεταβολή θερμοκρασίας". Συνεπώς, θερμότητα και θερμοκρασία είναι διαφορετικές έννοιες. Η θερμότητα είναι μορφή ενέργειας ενώ η θερμοκρασία είναι ιδιότητα και μέγεθος. Η θερμοκρασία μετριέται με ειδικά όργανα που λέγονται θερμόμετρα, η λειτουργία των οποίων βασίζεται στο φαινόμενο της διαστολής ή της συστολής ως αποτέλεσμα της παροχής ή αφαίρεσης θερμότητας. Αλλά και η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα της παροχής ή αφαίρεσης θερμότητας. Έτσι, με τη παρατήρηση της διαστολής ή της συστολής του υδράργυρου, που χρησιμοποιείται συνήθως σε θερμόμετρα, διαπιστώνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας η οποία αναγιγνώσκεται στην κατάλληλη, βαθμολογημένη σε βαθμούς θερμοκρασία, κλίμακα του θερμομέτρου. Η θερμοκρασία κατατάσσεται σε δυο κατηγορίες οι οποίες είναι οι έξης: Η σχετική και η απόλυτη θερμοκρασία. [1]

1.1.1 Κατηγορίες θερμοκρασιών

Σχετική θερμοκρασία: Κάθε θερμοκρασία που μετριέται αρχίζοντας από το 0^ο της κλίμακας Κελσίου ή της κλίμακας Φαρενάιτ ονομάζεται σχετική θερμοκρασία και καλείται θετική όταν είναι υψηλότερα του μηδενός και αρνητική όταν είναι χαμηλότερα. Η σχετική θερμοκρασία έχει ευρύτατη χρήση τόσο στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου όσο και στις τεχνικές και μηχανολογικές εφαρμογές. Συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα t.

Απολυτή θερμοκρασία: Κάθε θερμοκρασία που έχει ως αρχή μέτρησης το απολυτό μηδέν της οποίας κλίμακας χαρακτηρίζεται απόλυτη θερμοκρασία. Το απολυτό μηδέν είναι η θερμοκρασία από τη οποία ξεκινά η κλίμακα Κέλβιν και που προσδιορίζεται για την μεν κλίμακα Κελσίου στους -273,15^οC, για την δε κλίμακα Φαρενάιτ στους -459,67^οF. Θεωρητικά είναι η κατάσταση εκείνη στην οποία ένα υλικό δεν έχει καμία άλλη ενέργεια πέρα αυτή από τις κβαντομηχανικές ταλαντώσεις των ατόμων που το αποτελούν, ενέργεια μηδενικού σημείου. Η απολυτή θερμοκρασία συμβολίζεται με το γράμμα T. [1]

1.1.2 Άντερς Κελσίους

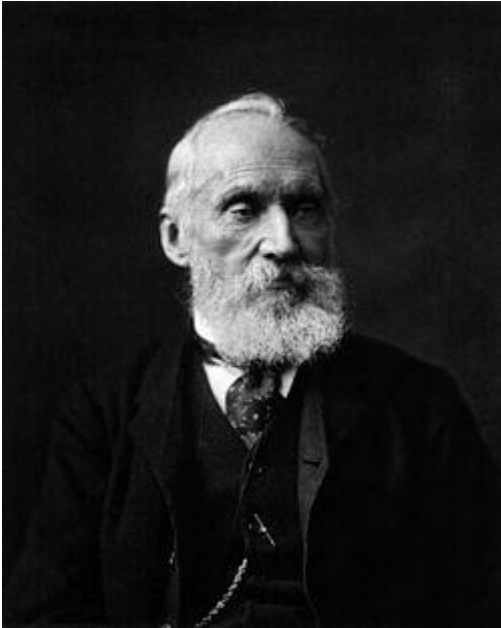
Ο Άντερς Κελσίους (27 Νοέμβριου 1701-25 Απριλίου 1744) ήταν Σουηδός αστρονόμος. Διατέλεσε καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Ουψάλα από το 1730 έως το 1744, αλλά και παράλληλα από το 1732 έως το 1735 πραγματοποίησε πολλά ταξίδια και επισκέφτηκε πληθώρα αστεροσκοπειών στην Γερμανία, Ιταλία, και Γερμανία. Ίδρυσε το αστεροσκοπείο της Ουψάλα το 1741, και το 1742 πρότεινε μια κλίμακα για μέτρηση της θερμοκρασίας, η οποία φέρει το όνομα του. Η κλίμακα αντιστράφηκε από τον Κάρολο Λινναίο το 1745, ένα χρόνο μετά το θάνατο του Κελσίου. Ο Κέλσιος



Εικόνα 1.1.2: Άντερς Κελσίους [2]

έγραψε περί τις είκοσι εργασίες στην Αστρονομία, καθώς και ένα δημοφιλές βιβλίο με τίτλο <<Αριθμητική για την νεολαία της Σουηδίας>>, που δημοσιεύτηκε το 1741. Όμως πέρα τη σημαντική συνεισφορά του στον τομέα της Αστρονομίας, το όνομα του Κελσίου είναι συνδεδεμένο άρρηκτα με ένα αντικείμενο το οποίο χρησιμοποιείται καθημερινά σε ολόκληρο τον κόσμο. Ο Κέλσιος υπήρξε θερμός υποστηρικτής της εφαρμογής Γρηγοριανού Ημερολογίου στη Σουηδία. Η εφαρμογή του ημερολογίου αυτού είχε επιχειρηθεί αρχικά το 1700, αλλά είχε αποφασιστεί η σταδιακή του εφαρμογή κατανέμοντας τις μέρες που έλλειπαν από το 1700 έως το 1740. Όταν όμως το 1704 και το 1708 θεωρήθηκαν δίσεκτα έτη κατά λάθος, το 1712 η Σουηδία επέστρεψε στη χρήση του Ιουλιανού Ημερολογίου. Το Γρηγοριανό Ημερολόγιο δεν γνώρισε επιτυχία μέχρι το 1753, σχεδόν δέκα χρονιά μετά το θάνατο του, οπότε το Ιουλιανό Ημερολόγιο εγκαταλείφθηκε με την παράλειψη των υπεραρίθμων 11 ημερών. Ο Κέλσιος ήταν επίσης γνωστός για τη συγγραφή ποιημάτων και κείμενων εκλαϊκευμένης επιστήμης. Στις 25 Απριλίου το 1744 πέθανε από φυματίωση στην Ουψάλα σε ηλικία μόλις 42 ετών και ετάφη στην Παλαιά Εκκλησία της πόλης, δίπλα στον παππού του. [1]

1.1.3 Ουίλιαμ Τόμσον



Εικόνα 1.1.3: Ουίλιαμ Τόμσον [1]

Ο Ουίλιαμ Τόμσον, 1^{ος}ος Βαρόνος Κέλβιν, Μέλος του Τάγματος της Αξίας, Μεγαλόσταυρος Ιππότης του Βασιλικού Βικτωριανού Τάγματος, Μέλος του Συμβουλίου Επικρατείας του Ηνωμένου Βασιλείου, Μέλος της Βασιλικής Εταιρίας του Εδιμβούργου

(1824-1907), ήταν Σκωτσέζος φυσικός που το 1892 απέκτησε τίτλο ευγενείας και ονομάστηκε “Βαρόνος Κέλβιν” από την ομώνυμη περιοχή. Στη βιβλιογραφία είναι γνωστός και ως Λόρδος Κελβιν, ιδιαίτερα γνωστός από την επινόηση της θερμοκρασιακής κλίμακας Κελβιν, η οποία αρχίζει από το απόλυτο μηδέν. Τον τίτλο αυτό έλαβε από το πρωτοποριακό και περισπούδαστο έργο του της ανάπτυξης υποβρύχιων καλωδίων τηλεγράφου χάρη των οποίων και αναπτύχθηκαν οι επικοινωνίες μεταξύ των εκατέρωθεν ακτών του Ατλαντικού Ωκεανού. Επίσης,

ο Κελβιν θεωρείται ο πρώτος που συνειδητοποίησε ότι στις θερμοκρασίες θα πρέπει να υπάρχει ένα και μόνο κατώτατο σημείο, δηλαδή το απόλυτο μηδέν βάσει του οποίου και ανέπτυξε την γνωστή κλίμακα θερμοκρασίας που φέρει το όνομά του. [1]

1.1.4 Ντάνιελ Γκάμπριελ Φαρενάιτ

Ο Ντάνιελ Γκάμπριελ Φαρενάιτ, ήταν Γερμανοπολωνικής καταγωγής Ολλανδός φυσικός, μηχανικός και εφευρέτης. Ο Φαρενάιτ επιδόθηκε στην ζωή του περισσότερο στην κατασκευή μετεωρολογικών οργάνων και ειδικότερα κατασκεύαζε βαρόμετρα και θερμόμετρα. Αρχικά κατασκεύασε θερμόμετρα



Εικόνα 1.1.4: Ντάνιελ Γκάμπριελ Φαρενάιτ [1]

οινοπνεύματος, αργότερα όμως βελτίωσε την ακρίβεια των οργάνων του, αντικαθιστώντας το οινόπνευμα με υδράργυρο. Εφεύρε, επίσης νέο τύπο υγρόμετρου ,ενώ κατασκεύασε και αραιόμετρο σταθερού βάρους. Από το 1718 άρχισε να διδάσκει Χημεία στο Άμστερνταμ. Απεβίωσε στην Χάγη το 1736 σε ηλικία μόνο 50 ετών. Σύμφωνα με το άρθρο που δημοσιεύτηκε το 1724, επινόησε την κλίμακα που σήμερα φέρει το όνομα του, Κλίμακα

Φαρενάιτ ύστερα από πειραματισμούς με διάφορες θερμοκρασίες. Η κλίμακα Φαρενάιτ διαδόθηκε στην Δυτική Ευρώπη και στις ΗΠΑ. Βαθμιαία αντικατέστησε την κλίμακα Κελσίου, ενώ παραμένει σε περιορισμένη χρήση στη Βρετανία και χρησιμοποιείται ακόμα ευρύτατα στις ΗΠΑ, Καναδά, Μπελίζε. [1]

1.1.5 Κελσίου ορισμός

- Η κλίμακα Κελσίου είναι εμπειρική κλίμακα μέτρησης της θερμοκρασίας. Ονομάστηκε έτσι προς τιμή του Σουηδού αστρονόμου και μαθηματικού Άντερς Κέλσιου. Οι 0°C αντιστοιχούν στο, υπό κανονικές συνθήκες, σημείο τήξης του νερού και οι 100°C στο σημείο βρασμού του νερού. Υπάρχουν δύο ορισμοί της κλίμακας που συνδέουν το μηδέν της κλίμακας με το σημείο πήξης του νερού σε ατμοσφαιρική πίεση και τους εκατό βαθμούς με το σημείο βρασμού του νερού στην ίδια πίεση. Ο ορισμός που ισχύει από το 1954 μέχρι και σήμερα θέτει το τριπλό σημείο νερού στους 0.01°C και διαφορά 1°C ίση με το $1/273.16$ της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του απόλυτου μηδενός και του τριπλού σημείου του νερού. Ο βαθμός Κελσίου είναι η πλέον διαδεδομένη μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας. [2]

1.1.6 Κέλβιν ορισμός

- Το Κέλβιν είναι μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας στο διεθνές σύστημα μονάδων (S.I). Η αναφορά σε θερμοκρασίες στην κλίμακα Κέλβιν γίνεται όταν μια ένδειξη θερμοκρασίας συνοδεύεται με το σύμβολο «K», π.χ. **Θερμοκρασίας 300K(27⁰C)**. Στην κλίμακα Κέλβιν το απόλυτο μηδέν ($-273, 15^{\circ}\text{C}$ βαθμοί Κελσίου), αντιστοιχεί στο 0K. Η θερμοκρασία 0K είναι η χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία που λέγεται απόλυτο μηδέν. Η κλίμακα επινοήθηκε από τον Ουίλιαμ Τόμσον, πρώτο βαρόνο του Κέλβιν.[3]

ΠΡΟΣΟΧΗ:

- Η κλίμακα Κέλβιν δεν έχει αρνητικές τιμές.
- Το Κελβιν είναι η βασική μονάδα μέτρησης θερμοκρασιών σε προβλήματα που έχουν σχέση με την Θερμοδυναμική, Ρευστομηχανική.
- Διαφορά θερμοκρασίας κατά 1K ισοδυναμεί με την διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν.
- Η κλίμακα Κέλβιν μετράει την λεγόμενη απόλυτη θερμοκρασία. Η διαφορά της με την κλίμακα Κελσίου έγκειται στους 273.15 βαθμούς. Δηλαδή: $T_K = T_c + 273.15$

1.1.7 Φαρενάιτ ορισμός

- Η κλίμακα Φαρενάιτ είναι κλίμακα μέτρησης θερμοκρασίας και ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του Γερμανού φυσικού Γαβριήλ Φαρενάιτ που την πρότεινε το 1724. Σήμερα έχει σχεδόν αντικατασταθεί από την κλίμακα Κελσίου, όμως γίνεται χρήση σε περιορισμένους, μη επιστημονικούς σκοπούς στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε μερικές ακόμα χώρες όπως η Μπελίζε.
- Στην κλίμακα Φαρενάιτ το σημείο πήξης νερού είναι 32 βαθμοί Φαρενάιτ ($^{\circ}\text{F}$) και το σημείο βρασμού του οι 212 ($^{\circ}\text{F}$)

(σε κανονική πάντα ατμοσφαιρική πίεση), χωρίζοντας έτσι τα δυο σημεία αναφοράς κατά 180 βαθμούς. Συνεπώς, ένας βαθμός της κλίμακας Φαρενάιτ ισούται με 1/180 του διαστήματος μεταξύ της πήξης και του βρασμού. Το αντίστοιχο διάστημα στην κλίμακα Κελσίου είναι 100 βαθμοί. Έτσι, το διάστημα 1 βαθμού Φαρενάιτ είναι διάστημα 5/9 του ενός βαθμού Κελσίου. Οι δυο κλίμακες έχουν ένα κοινό σημείο στους -40 βαθμούς, δηλαδή -40°F και -40°C αναπαριστούν την ίδια θερμοκρασία. Το απόλυτο μηδέν στην κλίμακα Φαρενάιτ είναι $-459,67^{\circ}\text{F}$. Η κλίμακα Ράνκιν (R) φτιάχτηκε με την ίδια διαβάθμιση της κλίμακας Φαρενάιτ, έτσι ώστε το απόλυτο μηδέν να είναι 0 R. [4]

Παρατήρηση: Η μετατροπή θερμοκρασιακών βαθμών από την κλίμακα Κελσίου στην κλίμακα Φαρενάιτ γίνεται με την βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$[^{\circ}\text{C}] \times \frac{9}{5} + 32 = [^{\circ}\text{F}]$$

$$([^{\circ}\text{F}] - 32) \times \frac{5}{9} = [^{\circ}\text{C}]$$

Συμπερασματικά, θερμοκρασία είναι η φυσική ποσότητα που μέτρα την ενέργεια κίνησης ή ταλάντωσης της ύλης σε ατομικό επίπεδο και χωρίζεται στην σχετική και την απόλυτη θερμοκρασία. Δηλαδή την πράξη, η θερμοκρασία είναι το φυσικό μέγεθος που προσδιορίζει πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα. Υπάρχουν διάφορες μονάδες μέτρησης της θερμοκρασίας (κλίμακες Κελσίου, Κέλβιν, Φαρενάιτ), με πιο διαδεδομένη στην μηχανική την κλίμακα Κέλβιν.

Σε αυτή την ενότητα, αναφέρεται ο ορισμός της θερμοχωρητικότητας και ο μαθηματικός της τύπος, καθώς και η ειδική θερμοχωρητικότητα με σκοπό να κατανοηθεί η διαφορά τους. Επίσης, εξηγούμε τον ορισμό του όγκου και την μονάδα μέτρησής του, ενώ παράλληλα αναφέρονται και εξηγούνται οι βασικές σχέσεις μεταξύ όγκου εμβαδού και απόστασης. Τέλος, αναλύουμε τους τύπους υπολογισμού του όγκου καθώς και την μαθηματική του έκφραση και αναφέρουμε την έννοια της μάζας.

1.2 Θερμοχωρητικότητα

Η θερμοχωρητικότητα είναι ο όρος της φυσικής και ιδιαίτερα της Θερμοδυναμικής, που σε πολύ απλή απόδοση, πρόκειται για την ενέργεια που χρειάζεται για να θερμανθεί ή να ψυχθεί ένα σώμα. Συγκεκριμένα, με τον όρο αυτό ορίζεται η ποσότητα της θερμότητας που παράγεται ή απορροφάται από κάποιο σώμα όταν η θερμοκρασία του μεταβληθεί κατά ένα βαθμό Κελσίου. Έτσι, η θερμοχωρητικότητα ενός σώματος βρίσκεται αν πολλαπλασιαστεί η μάζα με την ειδική του θερμότητα. Επειδή δε, η ειδική θερμότητα του ύδατος ορίζεται ίση με την μονάδα, γι' αυτό ακριβώς το λόγο η θερμοχωρητικότητα και η μάζα του εκφράζονται με τον ίδιο αριθμό.

Επίσης, κατά την μαθηματική έκφραση ο λόγος της θερμότητας ΔQ που προσφέρεται σε ένα σώμα σε σχέση με την ανύψωση της θερμοκρασίας του ΔT κατά ένα βαθμό ονομάζεται Θερμοχωρητικότητα: [7]

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

1.2.1 Ειδική θερμοχωρητικότητα

Η ειδική θερμοχωρητικότητα αναφέρεται στην μονάδα της μάζας, ενώ η γραμμομοριακή θερμοχωρητικότητα αναφέρεται σε ένα mole του υλικού. Εν γένει η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού δεν είναι μια σταθερά αλλά εξαρτάται από την διαδικασία που ακολουθείται κατά την θέρμανση του υλικού. Δηλαδή, για τη ίδια μεταβολή της θερμοκρασίας ΔT , συμβαίνουν διαφορετικές διαδικασίες θέρμανσης που μπορεί να απαιτούν διαφορετικά ποσά θερμότητας ΔQ .

Τέλος, θερμική ροή ονομάζεται ο λόγος της θερμότητας ΔQ , που προσφέρεται σε ένα σώμα με χρόνο ΔT από τη παρακάτω σχέση: [7]

$$Q = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

ΠΡΟΣΟΧΗ:

- Το γραμμομόριο ή mole μολ (σύμβολο: mol) είναι η μονάδα μέτρησης με την οποία προσδιορίζουμε την ποσότητα ύλης ενός σώματος στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων και αποτελεί μία από τις θεμελιώδεις μονάδες του.

1.2.2 Ειδική θερμοχωρητικότητα υλικών

Υλικό	Ειδική θερμότητα c (KJ/Kg.K)
Τούβλο	0.84
Ασβεστοκονίαμα	1
Γυψοσανίδα	1
Οπλισματό Σκυρόδεμα	0.84
Υαλοβάμβακας	1
Πολουουρεθάνη	2.09
Πετροβάμβακας	0.9
Διογκ. Πολυστερίνη	1.25
Εξηλ. Πολυστερίνη	1.25
Γρανίτης	1
Μάρμαρο	1
Πέτρα	1
Χάλυβας	0.45
Αλουμίνιο	0.92
Χαλκός	0.45
Άμμος	0.80
Άσφαλτος	0.92
Γυαλί	0.84
Γύψος	1.05
Water(liquid)	2
Water(solid)	4.2
RBT ^b 10HCG	2
RBT_9HCG	2

1.2.3 Ορισμός όγκου

- Ο όγκος που επίσης ονομάζεται και χωρητικότητα, είναι η ποσότητα του χώρου που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο, δηλαδή μετράει πόσο χώρο πιάνει ένα αντικείμενο. Συμβολίζεται συνήθως με το αγγλικό γράμμα V. [8]

1.2.4 Μονάδα μέτρησης

- Η διεθνής μονάδα μέτρησης είναι το κυβικό μέτρο (m^3), δηλαδή ο όγκος ενός κύβου με πλευρά ένα μέτρο. Στο αγγλικό σύστημα το κυβικό πόδι (ft^3), και γενικά σε κάθε διαφορετικό σύστημα μέτρησης αντιστοιχεί η «κυβική» μονάδα μέτρησης της απόστασης. Εξαιρούνται μονάδες μέτρησης που αναφέρονται συγκεκριμένα στον όγκο, όπως το ένα λίτρο $1L=1dm^3$, που χρησιμοποιείται συνήθως για την μέτρηση όγκου σε ρευστά υλικά.[8]

1.2.5 Σχέση όγκου, εμβαδού, απόστασης

- Ο όγκος ενός στερεού αντικειμένου έχει αριθμητική αξία και δίνεται για να περιγράψει την τρισδιάστατη αντίληψη για το πόσο χώρο καταλαμβάνει. Μιας διάστασης αντικείμενα, όπως είναι οι γραμμές και δυο διαστάσεων αντικείμενα, όπως είναι τα τετράγωνα δεν έχουν όγκο σε τρεις διαστάσεις. Ο όγκος, το εμβαδόν της επιφάνειας και η κάθε γραμμική διάσταση ενός γεωμετρικού αντικειμένου μεταβάλλονται διαφορετικά, όταν αυτό μεγεθύνεται ή σμικρύνεται. Για παράδειγμα αν ένας κύβος μεγαλώσει έτσι ώστε η πλευρά του να γίνει δεκαπλάσια, ο όγκος του θα χιλιοπλασιαστεί ($1000=10^3$), ενώ το εμβαδόν της επιφάνειάς του θα εκατονταπλασιαστεί ($100=10^2$). Για τον όγκο ισχύουν οι αντίστοιχοι κανόνες που ισχύουν για το εμβαδόν και τη απόσταση. Έτσι, ο όγκος ενός σώματος που μπορεί να χωριστεί σε δυο επιμέρους σώματα ισούται με το άθροισμα των όγκων των δυο επιμέρους σωμάτων.[8]

1.2.6 Τύποι υπολογισμού όγκου

Σχήμα	Τύπος υπολογισμού	Διαστάσεις
Κύβος	a^3	a : η πλευρά του κύβου
Ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο	$a \cdot b \cdot \gamma$	a, b, γ : τα μήκη των τριών ακμών παραλληλεπίπεδου
Πρίσμα	$E \cdot h$	E, h : το εμβαδόν διατομής και το ύψος αντίστοιχα
Πυραμίδα	$\frac{1}{3} E \cdot h$	E, h : το εμβαδόν βάσης και το ύψος αντίστοιχα
Κύλινδρος	$\pi \cdot r^2 \cdot h$	r, h : η ακτίνα της βάσης και το ύψος αντίστοιχα
Κώνος	$\frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot h$	r, h : η ακτίνα της βάσης και το ύψος αντίστοιχα
Σφαίρα	$\frac{4}{3} \pi \cdot r^3$	r : η ακτίνα της σφαίρας

Παρατήρηση: Το π που εμφανίζεται στον παραπάνω πίνακα είναι ο αριθμός 3.14....

1.2.7 Μαθηματική έκφραση του όγκου

- Όπως το εμβαδόν έτσι και ο όγκος μπορεί να διασπαστεί σε “επιμέρους” τμήματα για υπολογιστεί. Αρχικά, ο όγκος ισούται με το άθροισμα όλων των όγκων των τμημάτων του. Έτσι, για τον υπολογισμό του όγκου τρισδιάστατων σχημάτων εκτός από τα παραπάνω που αναφέρονται στο πίνακα. Σε αυτά που δεν είναι καταχωρημένα στον πίνακα χρησιμοποιούμε μαθηματικές μεθόδους από άλλους κλάδους μαθηματικών (ολοκληρωτικός λογισμός, αναλυτική γεωμετρία). [8]

Ο γενικός μαθηματικός τύπος υπολογισμού οποιουδήποτε γεωμετρικού σώματος είναι:

$$V = \int A(h)dh$$

Όπου h είναι η διάσταση του σώματος και A η συνάρτηση του εμβαδόν διατομής του σώματος ως προς τη διάσταση h .

1.2.8 Μάζα

- Η μάζα είναι εγγενής ιδιότητα των φυσικών σωμάτων. Μάζα είναι η ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα. Στο σύστημα μονάδων στο S.I, η μάζα μετράται σε χιλιόγραμμα και αποτελεί θεμελιώδη μονάδα μέτρησης στο σύστημα αυτό. Η μάζα στην φυσική συνδέεται με δυο έννοιες, την αδράνεια της μεταφορικής κίνησης και τη βαρύτητα. Είναι η κεντρική έννοια της Κλασσικής Μηχανικής και των παρεμφερών πεδίων.[8]

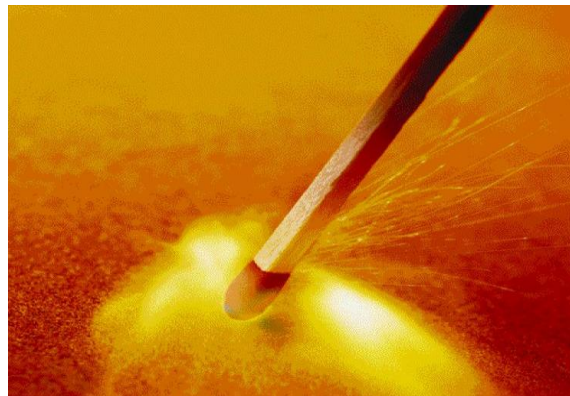
Ενδεικτικά η μάζα της Γης είναι: $5,98 \cdot 10^{24} \text{Kg}$.

Στο τέλος αυτής της ενότητας είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε έννοιες θερμοχωρητικότητας και ειδικής θερμοχωρητικότητας και όλους τους θεμελιώδεις τύπους και μαθηματικές εκφράσεις που έχουν σχέση με τον όγκο. Συνοψίζοντας, θερμοχωρητικότητα είναι η ποσότητα της θερμότητας που παράγεται ή απορροφάται από κάποιο σώμα όταν η θερμοκρασία του μεταβληθεί κατά ένα βαθμό Κελσίου, δηλαδή σε απλή απόδοση η ενέργεια που χρειάζεται για να θερμανθεί ή να ψυχθεί ένα σώμα. Παράλληλα, ο όγκος, που επίσης ονομάζεται και χωρητικότητα , είναι η ποσότητα του χώρου που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο , δηλαδή μετράει πόσο χώρο πιάνει ένα αντικείμενο, ενώ μάζα είναι η ποσότητα της ύλης που περιέχεται μέσα σε αυτό το αντικείμενο.

Σε αυτή την ενότητα αναφέρουμε την θερμότητα ως έννοια και την μονάδα μέτρησής της, αναλύουμε πόσα είδη μετάδοσης θερμότητας υπάρχουν και ταυτόχρονα εξηγούμε την διαφορά τους αλλά και από ποιους θεμελιώδεις τύπους εκφράζονται ώστε να κατανοηθούν καλύτερα οι ορισμοί τους.

1.3 Θερμότητα

Η θερμότητα είναι μορφή ενέργειας που αφορά μακροσκοπικά αντικείμενα, επί της ουσίας όμως πρόκειται για κινητική ενέργεια (μεταφοράς και επιστροφής) και ενέργεια ταλάντωσης μορίων, ατόμων ή ιόντων ενός σώματος, η οποία αποθηκεύεται και μεταφέρεται με φορείς στην μικροσκοπική κλίμακα. Η κινητική ενέργεια αφορά κυρίως τα ρευστά υλικά. Επίσης, η θερμότητα αποθηκεύεται με την διέγερση των δεσμευμένων ηλεκτρονίων σε υψηλότερες ενεργειακές στάθμες. Έτσι, έχουμε την μεταφορά θερμότητας και με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται καθώς τα ηλεκτρόνια επιστρέφουν στη μη διεγερμένη τους κατάσταση. Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής, η θερμότητα τείνει να ρέει αυθόρμητα από θερμότερα σώματα προς ψυχρότερα, ενώ οι ροές της μπορούν να μετατραπούν μερικώς σε ωφέλιμο έργο μέσω μια θερμικής μηχανής.[9]



Εικόνα 1.3: Θερμότητα [9]

1.3.1 Μονάδες μέτρησης θερμότητας

Μονάδα μέτρησης στο διεθνές σύστημα μονάδων είναι το joule. Στο τεχνικό σύστημα η μονάδα μέτρησης είναι η Βρετανική Μονάδα Θερμότητας (Btu) που ορίζεται σαν η θερμότητα που είναι αναγκαία για να αυξηθεί η θερμοκρασία μιας λίβρας νερού από τους 63 στους 64 βαθμούς Φαρενάιτ. Η θερμίδα(cal) και η χιλιοθερμίδα (kcal) ήταν η μονάδα που χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την θερμότητα. Μια χιλιοθερμίδα ορίζεται ως το πόσο θερμότητας που πρέπει να δώσουμε ανά λίτρο νερού που βρίσκεται σε ατμοσφαιρική πίεση για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά ένα βαθμό Kelvin. Οι μονάδες θερμότητας έχουν μεταξύ τους τις ακόλουθες σχέσεις: $1\text{kcal}=1000\text{cal}=41866,8\text{joules}=\text{btu}$. [9]

1.3.2 Μετάδοσης θερμότητας με αγωγή

Συμφώνα με το νόμο του Φουριέ, η μεταφορά θερμότητας με αγωγή εκφράζει τη ροή θερμότητας Q απ ένα σώμα στο άλλο μέσω επαφής και είναι ανάλογη με την διαφορά θερμοκρασίας τους. Ειδικότερα ισχύει:

$$Q = \lambda * A * \frac{\Delta T}{\Delta X}$$

Όπου λ , ονομάζεται η θερμική αγωγιμότητα του θερμαινόμενου υλικού και εξαρτάται από το υλικό που χρησιμοποιούμε ως μελέτη, A είναι η επιφάνεια επαφής και το ΔX είναι το πάχος του υλικού. [9]

1.3.3 Μετάδοσης τη θερμότητας με μεταφορά ή συναγωγή

Στα υγρά και στα αέρια η θερμότητα διαδίδεται με την μεταφορά. Κατά την μεταφορά αυτή, ποσότητες υγρού ή αερίου θερμαίνονται και μεταφέρονται σε ψυχρότερη περιοχή, όπου και προκαλούν την θέρμανση της. Μπορεί να υπάρξει διάδοση μεταξύ στερεού και υγρού ή αερίου σώματος. Η γενική σχέση είναι :

$$Q = h * A * DT$$

- h , ο συντελεστής μεταφοράς ο οποίος εξαρτάται από το ρευστό και από την ταχύτητα του
- A , η επιφάνεια με τη όποια το ρευστό έρχεται σε επαφή
- ΔT , η διαφορά θερμοκρασιών ρευστού και επιφάνειας

Παρατήρηση: Η μεταφορά ή (συναγωγή) διακρίνεται σε Ελεύθερη

(Free Convection) και Εξαναγκασμένη (Forced Convection)

- Όταν το ρευστό βρίσκεται σε ηρεμία έχουμε ελεύθερη μεταφορά και η κίνηση του είναι αποτέλεσμα ανωστικών δυνάμεων που δημιουργούνται λόγω διαφοράς πυκνότητας η όποια οφείλεται στην αύξηση ή την μείωση της θερμοκρασίας του.
- Όταν το ρευστό έχει κάποια ταχύτητα έχουμε εξαναγκασμένη μεταφορά. Στην εξαναγκασμένη μεταφορά έχουμε μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης θερμότητας από ότι στην ελεύθερη μεταφορά λόγω αύξησης του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας h . [9]

1.3.4 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία

Η θερμότητα εκτός από την μετάδοση μέσω αγωγής ή με μεταφορά, διαδίδεται και στο κενό. Γνωστό παράδειγμα στη φύση είναι η θέρμανση της γης από τον Ήλιο, όπου δεν υπάρχει μέσο διάδοσης. Ο τρόπος αυτός διάδοσης της θερμότητας λέγεται διάδοση με ακτινοβολία. Η θερμική ακτινοβολία διαδίδεται στο χώρο με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, απορροφάται από τα διάφορα σώματα και τα θερμαίνει. Η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία θεωρείται συνήθως αμελητέα σε χαμηλές θερμοκρασίες και έτσι δεν λαμβάνεται υπόψη. Για μέταλλα, π.χ. δεν συνυπολογίζεται για θερμοκρασίες χαμηλότερες της θερμοκρασίας ερυθροποίησης του μετάλλου.[9]

Στο τέλος αυτής της ενότητας είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ό,τι έχει σχέση με τη θερμότητα, για παράδειγμα τις μονάδες μέτρησής της, όπως και πόσα είναι τα είδη μετάδοσης θερμότητας αλλά και οι ορισμοί τους καθώς και οι τύποι που προέρχονται από αυτούς. Με λίγα λόγια, θερμότητα είναι η κινητική ενέργεια (μεταφοράς και επιστροφής) και η ενέργεια ταλάντωσης μορίων, ατόμων ή ιόντων ενός σώματος, η οποία αποθηκεύεται και μεταφέρεται με φορείς στην μικροσκοπική κλίμακα. Η μονάδα μέτρησής της στο διεθνές σύστημα μονάδων είναι το joule ενώ υπάρχουν τρία είδη μετάδοσης. Αυτά είναι η μεταφορά θερμότητας με αγωγή, με μεταφορά ή συναγωγή και με ακτινοβολία.

Σε αυτή την ενότητα αναφερόμαστε στην ισχύ ως έννοια και τι πραγματικά σημαίνει, αναλύουμε πόσα είδη ισχύος υπάρχουν και ποια η σημασία τους και τέλος περιγράφουμε μέσω του ορισμού της ισχύος, τους τύπους που εκφράζουν αυτά τα μεγέθη.

1.4 Ισχύς

Η ισχύς στην φυσική είναι ο ρυθμός παραγωγής έργου ή αλλιώς το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται στην μονάδα του χρόνου. Για ένα καθορισμένο φυσικό σύστημα, η ισχύς ορίζεται ως η ενέργεια στην μονάδα του χρόνου που προσδίδεται στο σύστημα από το περιβάλλον (ή αντίστροφα, αποδίδεται από το σύστημα προς το περιβάλλον). [6]



Εικόνα 1.4: Ανεμόμυλοι [6]

1.4.1 Θερμική ισχύς

Θερμική ισχύς είναι η θερμότητα στην μονάδα του χρόνου. Για παράδειγμα, ένα δοχείο που περιέχει νερό σε υψηλή θερμοκρασία και αφήνεται να κρυώσει προσδίδει στο περιβάλλον θερμική ισχύ ίση με :

$$P = C_p \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

Οπού ΔQ είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας που παρατηρούμε σε χρόνο Δt και c_p είναι η θερμοχωρητικότητα του νερού. [6]

1.4.2 Μηχανική ισχύς

- Η μηχανική ισχύς είναι αυτή, η όποια προσδίδεται σε ένα σύστημα που κινείται σε γραμμική (μεταφορική) κίνηση και ισούται με το γινόμενο της ταχύτητας του επί την δύναμη:

$$P = u * F$$

- Η μηχανική ισχύς που προσδίδεται σε ένα σύστημα με περιστροφική κίνηση ισούται με το γινόμενο της γωνιακής ταχύτητας του επί την ροπή:

$$P = \omega * M$$

Παράδειγμα μηχανικής ισχύος: Είναι η ισχύς που αποδίδεται από ένα βενζινοκινητήρα προς τον άξονα κίνησης των τροχών του αυτοκίνητου. Η στιγμιαία ισχύς που αποδίδει το εργαζόμενο μέσο στο έμβολο ισούται με τη δύναμη που ασκεί στο έμβολο επί την στιγμιαία ταχύτητά του. Η ισχύς που μεταδίδεται από τον άξονα στους τροχούς ισούται με τη ροπή που ασκείται στον άξονα επί την γωνιακή ταχύτητα του.[6]

1.4.3 Ηλεκτρική ισχύς

Αγώγιμο καλώδιο συνδεδεμένο με μπαταρία τάσης V , που εκπροσωπεί το ρόλο της πηγής, που διέρχεται από ρεύμα I και καταναλώνει ισχύς:[6]

$$P = V * I$$

1.4.4 Υδραυλική Ισχύς

Το κομπρεσέρ σε ένα εκσκαπτικό μηχάνημα όπως είναι η μπουλντόζα δίνει στο έμβολο (πιστόνι) κίνησης του εκσκαφέα παροχή λαδιού που συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα Q , υπό πίεση p . [6]

Η ισχύς που προσδίδεται στο έμβολο είναι:

$$P = Q * p$$

1.4.5 Μονάδες μέτρησης

- 1 W(Watt)=1J/s (joule/second)
- 1KW(Kilowatt)=1000W
- 1 Kcal/hr(Kilocalorie/hour)=1.16W
- 1 KW=0.86Kcal/hr
- 1hp=(horsepower)=0.73KW

Στο τέλος αυτής της ενότητας σε θέση να γνωρίζουμε πως εκφράζεται η ισχύς ως ορισμός, αλλά και ποιος είναι ο μαθηματικός της τύπος. Κατανοήσαμε ποια είναι τα είδη της ισχύος ως ορισμοί, αλλά είδαμε και από ποιους θεμελιώδεις τύπους εκφράζονται για την καλύτερη κατανόηση τους. Κλείνοντας, ισχύς είναι ο ρυθμός παραγωγής έργου ή αλλιώς το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται στην μονάδα του χρόνου. Τα είδη της ισχύος είναι τέσσερα, δηλαδή η θερμική ισχύς, η μηχανική ισχύς, η ηλεκτρική ισχύς και η υδραυλική ισχύς.

Σε αυτή την ενότητα θα αναλύσουμε την ενέργεια ως ορισμό και την μονάδα μέτρησής της. Ακόμα, θα μιλήσουμε για τα είδη ενέργειας που υπάρχουν και που χρησιμοποιούνται ενώ παράλληλα ποια είναι η συνεισφορά τους. Τέλος θα αναφερθούν οι μαθηματικοί τύποι από τους οποίους εκφράζονται.

1.5 Ενέργεια

Κάθε φυσικό σύστημα περιέχει (ή εναλλακτικά αποθηκεύει) μια ποσότητα που ονομάζεται ενέργεια. Ενέργεια συνεπώς είναι η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο. Οποιαδήποτε μορφή δράσης από τα παιδικά παιχνίδια μέχρι την λειτουργία των μηχανών και από το μαγείρεμα των τροφών μέχρι την γραμμή παραγωγής στο εργοστάσιο προϋποθέτει κατανάλωση ενέργειας .



Εικόνα 1.5: Ενέργεια [5]

Πράγματι πολυποίκιλες μορφές ενέργειας βρίσκονται πίσω από την ασύλληπτη ποικιλία των φυσικών φαινομένων. Η ενέργεια με την οποία τροφοδοτείται ο πλανήτης μας προέρχεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από τον Ήλιο. Η ενέργεια χαρακτηρίζεται τόσο στην ιστορία όσο και στη πράξη, περισσότερο ως μια λογιστική έννοια, που δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης ή της κίνησης του συστήματος. Ορίζεται, σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Ακριβώς πόση ενέργεια περιέχεται σε ένα σύστημα μπορεί να υπολογιστεί παίρνοντας το άθροισμα ή το ολοκλήρωμα ενός αριθμού εξισώσεων (όπως είναι οι εξισώσεις Λαγκράνζ, Χάμιλτον), καθεμία από τις οποίες δίνει την ενέργεια που έχει αποθηκευτεί κατά έναν ιδιαίτερο τρόπο. Γενικά, η παρουσία της ενέργειας ανιχνεύεται από έναν παρατηρητή κάθε φορά που υπάρχει αλλαγή στις ιδιότητες ενός αντικείμενου ή ενός συστήματος. Η κυριότερη ιδιότητά της είναι ότι η συνολική ενέργεια ενός απομονωμένου (κλειστού) συστήματος είναι σταθερή.[5]

1.5.1 Έργο ορισμός

Έργο, σε πολύ απλή απόδοση, είναι η ποσότητα ενέργειας που παράγεται ή καταναλώνεται από ένα σώμα κατά την διάρκεια μιας μεταβολής στην κινητική του κατάσταση. Είναι το γινόμενο μιας δύναμης επί την μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της. Εναλλακτικά , μπορεί να ειπωθεί ότι είναι η ενέργεια που μια δύναμη μεταφέρει σε ένα κινούμενο σώμα. Συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα W και μετριέται σε joule.[5]

$$W = \int_c \vec{f} * d\vec{s}$$

1.5.2 Κινητική ενέργεια

Η κινητική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν κινείται και αναφέρεται στην ικανότητά του να παράγει έργο και εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες: τη μάζα και την ταχύτητα ενός κινουμένου σώματος.[5]

1.5.3 Πυρηνική ενέργεια ή ατομική ενέργεια

Ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν σχηματίζονται άτομα στους πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά την σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να καλύψει ενεργειακές ανάγκες.[5]

1.5.4 Θερμική ενέργεια

Η θερμική ενέργεια είναι το σύνολο της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων που συγκροτούν τα υλικά σώματα, καθώς αυτά κινούνται στο εσωτερικό τους. Με τον όρο θερμότητα εννοούμε ειδικά την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο χαμηλότερης θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των σωματιδίων του. Η θερμική ενέργεια μπορεί να είναι δυνατότητα αποτέλεσμα ηλιακής ενέργειας.[5]

1.5.5 Ηλεκτρική ενέργεια

Η ηλεκτρική ενέργεια, είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, που αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα του αγωγού. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η δυσκολία και η πιθανότητα να το αποθηκεύσουμε όχι για προσωρινή χρήση, αλλά για μακροχρόνια. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να καταναλώνεται ταυτόχρονα με την παραγωγή της ή να αποθηκεύεται αφού μετατραπεί σε άλλου είδους ενέργεια.[5]

1.5.6 Χημική ενέργεια

Η χημική ενέργεια είναι το σύνολο της δυναμικής ενέργειας που απαιτήθηκε για την συγκρότηση μορίων χημικών ουσιών από διάφορα άτομα, κάτω από την αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων. Η χημική ενέργεια αποδίδεται συνήθως ως θερμική ενέργεια ή ηλεκτρική, όταν τα μόρια διασπώνται και πάλι σε άτομα ή μετασχηματίζονται στους οργανισμούς σε θερμική και κινητική με βιολογικούς μηχανισμούς και ονομάζεται ζωική ενέργεια.[5]

1.5.7 Δυναμική ενέργεια

Ως δυναμική ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που κατέχει ένα σώμα λόγω της θέσεως ή της κατάστασής του, είναι δηλαδή η δυνατότητα του σώματος να παράγει έργο επειδή βρίσκεται μέσα σε κάποιο πεδίο δυνάμεων. Συγκεκριμένα, η δυναμική ενέργεια διακρίνεται σε ενέργεια θέσεως και ενέργεια μορφής ή παραμόρφωσης, που εμφανίζεται όταν συστρέφουμε, συμπιέζουμε, τεντώνουμε, λυγίσουμε ένα υλικό αλλάζοντας την φυσική μορφή του.

Στην περίπτωση ενός ομογενούς δυναμικού πεδίου, δηλαδή ενός πεδίου όπου η δύναμη είναι σταθερή σε όλη την έκτασή του, η δυναμική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης που ασκείται επάνω του επί την απόστασή του από την περιοχή του πεδίου, που θεωρούμε συμβατικά ότι η δυναμική ενέργεια έχει μηδενική τιμή:

$$E_{\delta\upsilon\nu} = F * h$$

- F: Η δύναμη του πεδίου που ασκείται σε ένα σώμα
- h: Η απόσταση από το σημείο με μηδενική δυναμική ενέργεια

Εάν το πεδίο δεν είναι ομογενές, δηλαδή η δύναμη μεταβάλλεται κατά μέτρο και φορά από σημείο σε σημείο, ο παραπάνω ορισμός ισχύει τοπικά, δηλαδή μας δίνει τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας για μια απεριόριστη μετακίνηση μέσα στο πεδίο κατά την οποία η δύναμη είναι περίπου σταθερή.[5]

Στο τέλος αυτής της ενότητας αποκτήσαμε τη γνώση πως ενέργεια είναι η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο. Στην σημερινή εποχή η ενέργεια βρίσκει εφαρμογή σε ένα πλήθος καθημερινών λειτουργιών, από τα παιδικά παιχνίδια μέχρι την λειτουργία των μηχανών και από το μαγείρεμα των τροφών μέχρι την γραμμή παραγωγής στο εργοστάσιο. Η ενέργεια κατηγοριοποιείται ανάλογα με την μορφή της σε κινητική, πυρηνική ή ατομική, θερμική, ηλεκτρική, χημική, δυναμική.

2. Συγκομιδή ενέργειας

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί ο ορισμός και ο ρόλος της συγκομιδής ενέργειας, η σημασία τη ηλεκτρικής αντίστασης TEG, καθώς επίσης και ποιοι είναι οι θεωρητικοί υπολογισμοί που μας οδήγησαν στο αριθμητικό μοντέλο των συναρτήσεων που θα μελετηθούν στα επόμενα κεφάλαια. Τέλος, θα αναλυθεί η συσκευή H.S.U και πιο συγκεκριμένα η λειτουργία της και η κατασκευή της.

Η τεχνολογία με την πάροδο του χρόνου έχει βελτιωθεί σε τέτοιο βαθμό με αποτέλεσμα διευκολύνει την ζωή του χρήστη που απολαμβάνει τις ανέσεις της τεχνολογίας, αλλά και του επαγγελματία που είναι σε θέση να βάλει σε εφαρμογή όλες αυτές τις δυνατότητες. Στην εποχή την όποια διανύουμε και είναι η εποχή των εξελίξεων που τα συστήματα πληροφορικής έχουν τέτοια ανάπτυξη που ακόμα και επιστήμονες πριν 20 χρόνια δεν είχαν διανοηθεί μια τόσο μεγάλη ακμή, ερχόμαστε αντιμέτωποι με μια ευχάριστη επανάσταση που είναι τα ασύρματα δίκτυα στα μέσα παρακολούθησης τα όποια εμπεριέχονται σε εφαρμογές όπως είναι: τα συστήματα υγείας, τα οχήματα, μηχανήματα και εγκαταστάσεις διαφόρων



Εικόνα 2: Εναλλακτική ενέργεια

παράγωγης, που έχουν σαν απώτερο σκοπό να εξαλείψουν την καλωδίωση των συστημάτων. Η τροφοδότηση των αισθητήρων γίνονταν πριν την χρήση των ασύρματων δικτύων με μπαταρίες οι οποίες λόγω της κατασκευής τους, ο υπεύθυνος παρακολούθησης και συντήρησης του συστήματος θα έπρεπε να τις αντικαθιστά αλλά και να τις επαναφορτίζει, ανάλογα με την χρήση τους. Αυτό είναι πρακτικό μόνο σε εφαρμογές που η πρόσβαση στο σύστημα είναι δύσκολη. Μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση είναι η χειροκίνητη φόρτιση συγκομιδής ενέργειας, που η λειτουργία της είναι να χρησιμοποιεί την ενέργεια του περιβάλλοντος, αποκτώντας την μορφή διαφόρων ενεργειών όπως είναι:

- κινητική ενέργεια
- ροή θερμότητας
- ροή φωτός
- ροή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

με απώτερο σκοπό να παρέχει μια δύναμη σε ένα ασύρματο σύστημα, όπως είναι ένας κόμβος από αισθητήρα.

Ανάλογα με το μέγεθος το οποίο έχουμε να επεξεργαστούμε, και όταν εννοούμε μέγεθος αναφερόμαστε στην πηγή ενέργειας και στην εφαρμογή που θα επεξεργαστούμε, οι output power για συσκευές συγκομιδής ενέργειας είναι συνήθως στην περιοχή μεταξύ microwatts και εκατοντάδες milliwatts.

Θερμοηλεκτρική ενέργεια (TEG) με συγκομιδή ενέργειας, υπάρχουν τέτοιες συσκευές στο εμπόριο όπου ο καθένας έχει τη δυνατότητα να τις βρει και να εισχωρήσει στη διαδικασία αγοράς. Τέτοιες συσκευές είναι:

- ρολόι χειρός Seiko Thermic
- Micropelt παραγωγής

Τα θερμοηλεκτρικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις εφαρμογές είναι telluride κράματα, όπου έχουν δώσει μια αδιάστατη μορφή άξιας ZT περίπου 0.8 σε θερμοκρασία δωματίου.

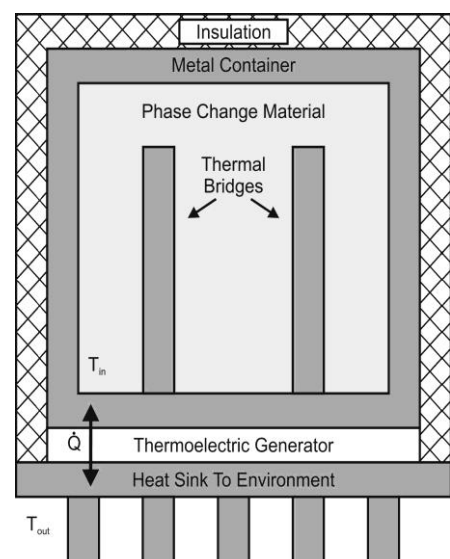
Το ZT εκφράζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$ZT = \frac{\alpha^2}{R_e * K} * T$$

- R_e : η ηλεκτρική αντίσταση
- K : η θερμική αγωγιμότητα
- α : ο συντελεστής Seebeck
- T : η μέση θερμοκρασία του θερμοηλεκτρικού ζεύγους [16]

2.1 Ο ρόλος του PCM και της ηλεκτρικής αντίστασης TEG

Η αρχή λειτουργίας της αποθήκευσης θερμότητας θερμοηλεκτρικών συσκευών με συγκομιδή ενέργειας μπορεί να περιγραφεί από την δεξιά εικόνα του σχήματος (1). Η HSU περιλαμβάνει ένα PCM μέσα σε ένα δοχείο το οποίο παρέχει θερμική επαφή με ένα ή περισσότερα TEG και αλλά θερμικά μονωμένα από το περιβάλλον. Οι θερμικές ιδιότητες των PCM-TEG έχουν ενισχυμένη μια δομή γέφυρας που βελτιώνει την ομοιομορφία θερμοκρασίας εντός PCM. Υπάρχει ένα μονωτικό στρώμα το οποίο εμποδίζει την διαρροή θερμότητας προς το περιβάλλον μέσα από το υπόλοιπο της επιφάνειας HSU. Μια πτερύγια ψύκτρα χρησιμοποιείται στη εξωτερική επιφάνεια TEG για βελτίωση της θερμικής επικοινωνίας με το περιβάλλον.



Σχήμα 1: H.S.U [16]

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κυμαίνεται, τότε η θερμότητα ρέει μέσα και έξω από το HSU μέσω της αντίστασης TEG με αποτέλεσμα να έχουμε παράγωγη ηλεκτρική ενέργειας. Η ενέργεια της εξόδου της συγκομιδής συσκευής μπορεί να συλλέγεται και αποθηκεύεται από ένα σύστημα διαχείρισης της ενέργειας. Σε σύγκριση με τις συμβατικές θερμοηλεκτρικές μηχανές παρουσιάζεται μια βελτιστοποίηση της απόδοσης. Σε περιπτώσεις όπου ένα TEG για να εκμεταλλευτεί μια τοπική διαφορά θερμοκρασίας άμεσα, η πηγή ενέργειας μπορεί τυπικά να προσεγγιστεί ως απεριόριστη παροχή θερμότητας σε σταθερή θερμοκρασία, με την είσοδο θερμοκρασία στην TEG να επηρεάζεται μόνο από την πεπερασμένη θερμική αγωγιμότητα της δομής πηγής και όχι από την απώλεια ενέργειας μέσω της TEG. Συμφώνα με τα παραπάνω, η μεγιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας απαιτεί μεγιστοποίηση του προϊόντος της ροής θερμότητας και της αποτελεσματικότητας TEG. Λαμβάνοντας υπόψη την κατά προσέγγιση γραμμική μεταβολή της η TEG με την ΔT , όπου η ΔT εκφράζεται από την παρακάτω σχέση (1):

$$\Delta T = T_{\eta} - T_c$$

- T_{η} : θερμοκρασία ζεστού.
- T_c : θερμοκρασία κρύου.

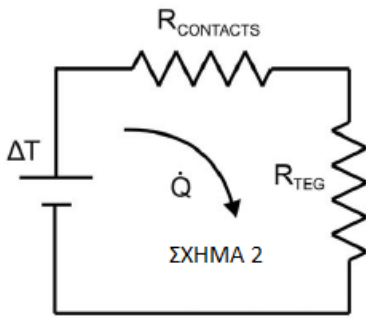
Ενώ η n TEG εκφράζεται από την παρακάτω σχέση (2):

$$nTEG(\Delta T) = \frac{\Delta T}{T_{\eta}} * \frac{\sqrt{1 + ZT} - 1}{\sqrt{1 + ZT + \frac{T_c}{Th}}}$$

με απλούς υπολογισμούς προκύπτει ότι η TEG θερμική αντίσταση πρέπει να ταιριάζει με εκείνη του υπόλοιπου της θερμικής διαδρομής μεταξύ της πηγής υψηλής θερμοκρασίας και του περιβάλλοντος. Έτσι, η βέλτιστη λειτουργία σε άμεσες θερμοηλεκτρικές μηχανές

συμβαίνει όταν η διαφορά θερμοκρασίας σε όλη την TEG είναι: $\frac{\Delta T}{2}$.

Αυτή η θερμική απαίτηση αντοχής ταιριάζει στο παρακάτω σχήμα(2)

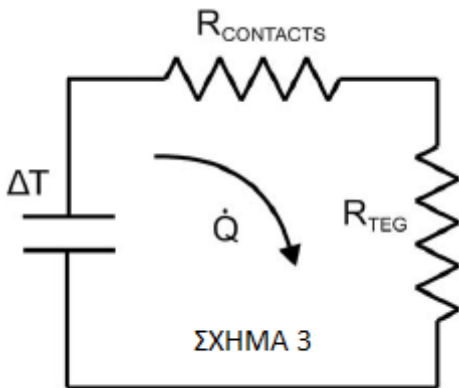


Σχήμα 2: Κύκλωμα Αντιστάσεων $R_{contacts}$, R_{TEG} [16]

- ΔT : Constant
- Q : Practically infinite
- Optimisation: $\max Q \cdot n$, $Q \cdot \Delta T_{TEG}$
- $R_{TEG} = R_{contacts}$

Από την άλλη πλευρά, στη θερμότητα θερμοηλεκτρικών συσκευών αποθήκευσης συγκομιδής η συνολική διαθέσιμη θερμική ενέργεια είναι περιορισμένη. Κατά συνέπεια μια TEG με τόσο μεγάλη θερμική αντίσταση είναι επιθυμητή. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα ανάλογο μπορεί να βρεθεί στην εκφόρτωση πυκνωτή με φορτίο αντίστασης μέσα από τη δική του αντίσταση σειράς. Σε αντίθεση από την περίπτωση μεταφοράς ισχύος από μια πηγή τάσης, η αντίσταση που ταιριάζει απαιτείται μόνο στην περίπτωση απόρριψη πυκνωτή και έτσι η μεγιστοποίηση του φορτίου απαιτεί αντοχή.

Αυτό απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα(3)



- ΔT : Varying
- Q : Limited by HSU capacity
- Optimisation: $\max n$, ΔT_{TEG}
- $R_{TEG} = \max$

Προκειμένου να σχεδιαστεί μια συσκευή για μια μονό εφαρμογή, θα πρέπει να υπολογιστούν μερικές παράμετροι. Ανάλογα με την εφαρμογή που έχουμε να κατασκευάσουμε οφείλουμε να μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά του κύκλου θερμοκρασίας δηλαδή:

- Εύρος θερμοκρασίας
- Ρυθμός μεταβολής
- Κύκλος περιόδου

Κατά την επιλογή του PCM, η αλλαγή φάσης πρέπει να εξασφαλίζει το εύρος θερμοκρασίας. Η ειδική θερμοχωρητικότητα c_p και η σταδιακή αλλαγή της ενέργειας EPC θα πρέπει να μεγιστοποιηθεί. Η υψηλή θερμική αγωγιμότητα k απαιτείται για την ελαχιστοποίηση όσο αφορά τις κλίσεις θερμοκρασίας εντός του PCM. Για το σκοπό αυτό η προσθήκη της θερμικής γέφυρας είναι απαραίτητη. Η δομή του δοχείου PCM πρέπει να παρέχει καλή θερμική επαφή μεταξύ του PCM και της μονάδας TEG, και την ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση στη θερμική διαρροή προς ή από το περιβάλλον μέσω της TEG. Έτσι, η ελαχιστοποίηση της επιφάνειας HSU που δεν καλύπτεται από TEG και η χρήση μονωτικών υλικών όπως είναι: αφρός πολυουρεθάνης, ή πολυστερίνης απαιτούνται. Εσωτερικά, το δοχείο μπορεί να περιλαμβάνει μια ψύκτρα ή μια θερμική γέφυρα. Επιπλέον, είναι επιθυμητό η εσωτερική επιφάνεια να είναι τέτοια ώστε να μην έχουμε αλλαγή φάσης πυρήνων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ανομοιόμορφη PCM κατάψυξη.

Τελικά, ένα TEG με χαμηλή θερμική αγωγιμότητα K_{TEG} είναι επιθυμητό, ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και τον κύκλο περιόδου, ένα χαμηλό K_{TEG} είναι ευεργετικό καθώς αυξάνει την χρονική υστέρηση μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής μεταβολής της θερμοκρασίας και έτσι έχουμε αύξηση της ΔT . Ωστόσο, η K_{TEG} πρέπει να είναι ουσιαστικά υψηλότερη από την θερμική αγωγιμότητα της μόνωσης που χρησιμεύεται για να ελαχιστοποιηθεί η απώλεια μέσω διαρροής θερμότητας και αρκετά υψηλή για να εξασφαλιστεί ένα κύκλος πλήρους αλλαγής φάσης εντός της θερμοκρασίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι η γεωμετρία του TEG και του HSU και ιδιαίτερα το πάχος τους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς των κατάλληλων τιμών k . [16]

2.2 Θεωρητικοί υπολογισμοί

Παρακάτω, θα αναλύσουμε ένα θεωρητικό μοντέλο για θερμοηλεκτρικές συσκευές αποθήκευσης θερμότητας.

- Η θερμοκρασία στο HSU είναι ομοιόμορφη
- Μονό το PCM συμβάλει στην θερμοχωρητικότητα
- Θερμική αγωγιμότητα είναι ανεξάρτητη απ τη θερμοκρασία

Ένα το R είναι η θερμική αντίσταση μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του HSU με θερμοχωρητικότητα C και θερμότητα L , τότε η NPC λειτουργία και η θερμότητα Q εκφράζεται από τη παρακάτω σχέσεις (3),(4):

$$Q = C * \dot{T}_{in}$$

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R}$$

οπού $\Delta T = T_{out} - T_{in}$ είναι η διάφορα ανάμεσα στην εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία.

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (3),(4) θα έχουμε μια διαφορετική εξίσωση της ΔT η οποία είναι η παρακάτω σχέση (5)

$$\Delta \dot{T} + \frac{\Delta T}{RC} = T_{out}$$

Για γραμμική μεταβολή στο χρόνο η T_{out} εκφράζεται από την εξής

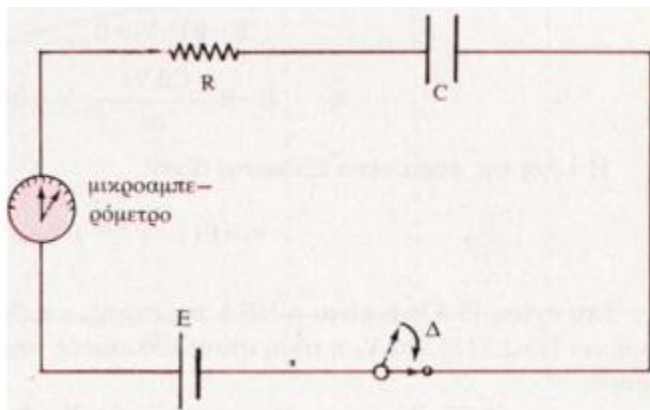
σχέση: $T_{out}(t) = \beta * t + T_{out}(0)$. Μια αναλυτική για ΔT κατά την λειτουργία NPC μπορεί να προέρχεται από:

$$\Delta T(t)_{NPC} = \Delta T(0) * e^{-t/RC} + \beta * RC * (1 - e^{-t/RC}) \quad \text{σχέση (6)}$$

Κατά τη λειτουργία της αλλαγής φάσης, το T_{in} είναι σταθερό και το ΔT είναι το άθροισμα της κάθε αρχικής κατάστασης $\Delta T(0)$ και των διακυμάνσεων $T_{out}(t)$.

$$\Delta T(t)_{pc} = \beta * t + \Delta T(0) \quad \text{σχέση (7) [16]}$$

Επεξήγηση: Η μεταβλητή RC και η λειτουργία της



Σχήμα 3: Κύκλωμα RC [8]

Ας θεωρήσουμε το κύκλωμα του σχήματος όπου ο αφόρτιστος πυκνωτής χωρητικότητας C συνδέεται σε σειρά με αντίσταση R . Το κύκλωμα περιλαμβάνει ακόμα πηγή συνεχούς τάσης E , αμπερόμετρο και διακόπτη Δ . Όταν κλείσουμε το διακόπτη Δ , το αμπερόμετρο δείχνει ακαριαία μια μέγιστη τιμή ρεύματος I_0 . Με την πάροδο του χρόνου η ένταση του ρεύματος ελαττώνεται βαθμιαία, γεγονός που φανερώνει ότι ο ρυθμός ροής του ηλεκτρικού φορτίου στο κύκλωμα μειώνεται. Μετά από ορισμένο χρόνο η ένδειξη του οργάνου μηδενίζεται. Αν τότε μετρήσουμε τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του πυκνωτή, θα τη βρούμε ίση με την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής, ενώ η τάση στα άκρα της αντίστασης R είναι μηδέν. Ο πυκνωτής τότε είναι φορτισμένος. Η διαδικασία φόρτισης του πυκνωτή είναι η εξής: Τη χρονική στιγμή που κλείνει ο διακόπτης ($t = 0$) τα φορτία με την επίδραση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης της πηγής αρχίζουν να κινούνται και η ταχύτητα τους περιορίζεται μόνο από την αντίσταση R . Τα πρώτα φορτία που απέκτησε ο πυκνωτής απωθούν αυτά που συνεχίζουν να έρχονται, με συνέπεια το ρεύμα να ελαττώνεται συνεχώς μέχρι να μηδενιστεί. Αποτέλεσμα της άπωσης είναι ότι απαιτείται πρόσθετο έργο για την κίνηση των φορτίων προς τους οπλισμούς. Το έργο αυτό εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από την πηγή στον πυκνωτή και αποθηκεύεται σ' αυτόν με τη μορφή ενέργειας ηλεκτρικού πεδίου.

$V_c = E (1 - e^{-t/RC})$. Αν στην παραπάνω σχέση θέσουμε $t = 0$, προκύπτει ότι $V_c = 0$, ενώ για $t \rightarrow \infty$, $V_c = E$. Δηλαδή για να γίνει η τάση στους οπλισμούς του πυκνωτή, κατά τη φόρτιση, ίση με την ΗΕΔ της πηγής, απαιτείται θεωρητικά άπειρος χρόνος. Εξάλλου, αν στην ίδια εξίσωση θέσουμε $t = RC$ παίρνουμε:

$V_C = E (1 - e^{-1}) = 0,632 E$. Δηλαδή, το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να γίνει η τάση στους οπλισμούς του πυκνωτή ίση με τα 63,2% της ΗΕΔ της πηγής είναι $\tau = RC$, και λέγεται σταθερά χρόνου του κυκλώματος. [8]

Από τις παραπάνω εξισώσεις μπορούμε να βρούμε την συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται και συμβολίζεται E_{out} στην ΤΕΓ, λαμβάνοντας υπόψη και την θερμότητα διαρροής. Παρακάτω, εμφανίζεται η σχέση(8)

$$E_{out} = \int \delta * \dot{Q} * nTEG dt = \frac{\delta}{R} \int \Delta T(t) * nTEG dt$$

Κατά τη λειτουργία οι Seebeck και οι ωμικές επιδράσεις θα επηρεάσουν την ροή θερμότητας και έτσι κατά την θερμική ένωση η TEG για ρεύμα θα εκφράζεται από την παρακάτω σχέση(9):

$$\dot{Q}_h = K * \Delta T + \alpha * T_h * I - \frac{1}{2} * I^2 * R_e$$

Υπό τυπικές συνθήκες λειτουργίας , τα φαινόμενα αυτά αυξάνουν την αποτελεσματική θερμική αγωγιμότητα της συσκευής και η απόδοση της TEG ορίζεται ως: η ηλεκτρική ισχύς επί τη θερμική ισχύ και εκφράζεται από τη σχέση: ($I^2 * R_L * Q_h$)

- R_L : το ωμικό φορτίο που είναι συνδεδεμένο με τη TEG

Η γενική έκφραση για την TEG μπορεί να γραφτεί από τη έξης σχέση (10):

$$nTEG = \frac{\Delta T}{T_h} * \frac{\mu}{(\mu + 1)^2 / ZT_h + (\mu + 1) - \Delta T / 2T_h}$$

- μ :Καθορισμός δείκτης αντίστασης $\mu = R_L / R_e$

Η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται από:

$$\mu = \sqrt{1 + ZT_h}$$

Αυτό το βέλτιστο σημείο είναι διαφορετικό από το μέγιστο σημείο παροχής ισχύος για ένα TEG, η όποια λαμβάνεται υπόψη για τιμή $\mu=1$. Για τιμές ZT που να είναι περίπου 1, η TEG, ΔT , κυμαίνεται στους 30°C , όπου η αντίστοιχη διαφορά απόδοσης είναι 6%, ωστόσο η διάφορα αυτή γίνεται ποιο σημαντική για T και ΔT , όταν θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στον σχεδιασμό των συσκευών TEO.

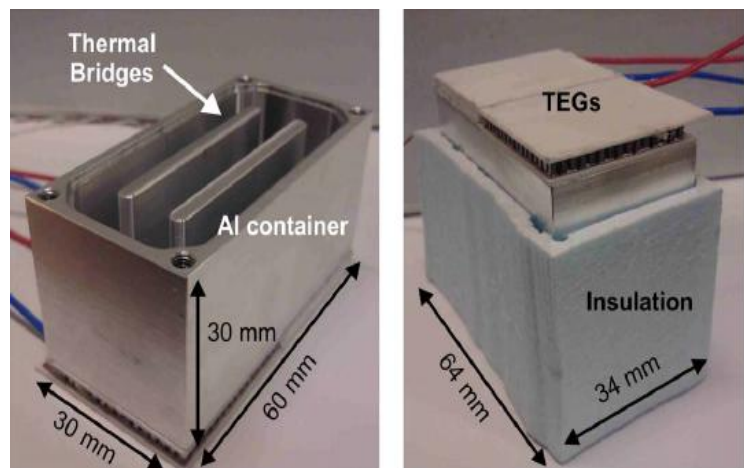
Τέλος, ο χαρακτηρισμός της συσκευής γίνεται μαζί με το αντίστοιχο φορτίο και επομένως προκύπτει από τη παρακάτω σχέση(11) η ισχύ εξόδου:

$$P_{out} = \frac{(V/2)^2}{R_{Re}} = \frac{a^2 * \Delta T^2}{4R_e}$$

Συμπερασματικά, η εκχύλιση για τον συντελεστή Seebeck είναι δυνατή από την παραπάνω εξίσωση που έχουμε καταγράψει προσφέροντας έτσι μια πιο άμεση απόδοση για τις εν λόγω συσκευές. [16]

2.3 Η συσκευή HSU

Η μηχανή HSU περιλαμβάνει ένα ειδικό κατασκευασμένο αλουμίνιο κράμα (DURAL) αδιάβροχο δοχείο, που έχει 23g αποσταγμένο νερό όπως το PCM και έχει και θερμική μόνωση το κουτί. Το μεταλλικό δοχείο έχει εξωτερικές διαστάσεις 60×30×30mm και 2mm πάχους τοίχο και περιλαμβάνει 2 δυο εσωτερικές



Εικόνα 2.3: Κατασκευαστική δομή της συσκευής H.S.U [16]

θερμικές γέφυρες για την βελτίωση της θερμοκρασίας. Η μάζα του είναι 65g και εσωτερικά ο όγκος της είναι 30cm³. Η σφράγιση επιταχύνεται με ένα σφραγιστικό παρέμβυσμα, που εφαρμόζεται μεταξύ του κιβωτίου και ένα καπάκι το οποίο στερεώνεται με βίδες. Ένα κουτί από πολυστερίνη με 2 χιλιοστά πάχους τοίχωμα χρησιμοποιείται για μόνωση. Δυο off-the-shelf TG12-2-5 χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή. Καθένα από αυτά έχει ένα μέγεθος το οποίο είναι: 30×34×4 με θερμική αντίσταση 3.6K/W που αντιστοιχεί σε θερμική αγωγιμότητα 1.1W/m*K. Ο συντελεστής κέρδους ZT για την αντιστοίχιση σειρά σε κάθε TEG είναι 0.75 και 5Ωμ. Αυτό επιβεβαιώθηκε από TEG μετρήσεις συνθέτης αντίστασης, η οποία κατέδειξε μια αλλαγή περίπου 10% πάνω από το εύρος θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της συσκευής. [16]

Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου έχουμε γνώση όλων των στοιχείων που σχετίζονται με την συσκευή H.S.U, γνωρίζουμε ποια είναι η λειτουργία της και η χρήση της, όπως επίσης και ποιος είναι ο ρόλος της ηλεκτρικής αντίστασης TEG, και όλους τους θεωρητικούς υπολογισμούς που μας οδηγούν στο αριθμητικό μοντέλο. Συμπερασματικά, η συσκευή H.S.U είναι μία θερμοηλεκτρική συσκευή αποθήκευσης θερμότητας που χρησιμοποιείται για να μελετηθούν αλλαγές φάσεων σε PCM υλικά. Η ηλεκτρική αντίσταση TEG έχει κατασκευαστεί για να τοποθετηθεί στην συσκευή H.S.U με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κυμαίνεται.

3.Μοντέλο προσομοίωσης

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε την γλώσσα προγραμματισμού και το αριθμητικό μοντέλο προσομοίωσης αλλά και το περιβάλλον του matlab, και θα καταγράψουμε χρήσιμες εντολές για την παρουσίαση γραφικών παραστάσεων. Επίσης, θα αναλύσουμε πως δημιουργούμε πίνακες τοποθετώντας μέσα τους στοιχεία, ενώ παράλληλα θα γίνει ανάλυση των τελεστών ροής και σύγκρισης και του κώδικα του αριθμητικού μοντέλου.

Οι αναλυτικές εξισώσεις για τις θερμοκρασίες, ΔT , θερμότητα και την ηλεκτρική έξοδο μπορούν να υπολογιστούν συνδυάζοντας όλες τις σχέσεις που αναφέραμε πιο

πάνω. Οι λύσεις είναι διαφορετικές, όταν έχουμε να κάνουμε με την αλλαγή φάσης υλικού. Τέλος, είναι καλύτερο να εφαρμόσουμε αριθμητικά την λύση μας.

Κατά τη διάρκεια της NPC, ο συνδυασμός των εξισώσεων 2 και 3 μας δίνουν $T_{in} = \Delta T / RC$, όταν έχουμε αλλαγή φάσης το T_{in} παραμένει σταθερό. Σε ένα διακριτό σκεύασμα από κάθε κατάσταση του συστήματος οι $(T_{in}(n), T_{out}(n), Q(n))$, η επομένη κατάστασή τους, δηλαδή η $n+1$, θα είναι

$$T_{in}(n+1) = \begin{cases} T_{in}(n) + (T_{out}(n) - T_{in}(n)) \cdot \frac{\Delta t}{RC} & \text{(nonphase change)} \\ T_{in}(n) & \text{(phase change)} \end{cases}$$

$$Q(n+1) = Q(n) + (T_{out}(n) - T_{in}(n)) \cdot \Delta t / R.$$

$$P_{out}(n) = \dot{Q}(n) \cdot \eta(n) = \frac{T_{out}(n) - T_{in}(n)}{R} \cdot \delta \cdot \eta(n).$$

$(T_{in}(n+1), T_{out}(n+1), Q(n+1))$, και μετά από χρονικό βήμα Δt , θα είμαστε σε θέση να χρησιμοποιήσουμε τις δυο πρώτες εξισώσεις (12)(13), όπως φαίνονται και στην εικόνα παραπάνω που είναι:

Εικόνα 3: Αριθμητικό μοντέλο [16]

$$T_{in}(n+1) = \begin{cases} T_{in}(n) + (T_{out}(n) - T_{in}(n)) * \frac{\Delta t}{RC} \text{ - nonphase_change} \\ T_{in} \text{ - phase_change} \end{cases}$$

$$Q(n+1) = Q(n) + (T_{out}(n) - T_{in}(n)) * \Delta t / R$$

Αξιοποιώντας, τη εξίσωση (4) η ηλεκτρική ισχύς εξόδου υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο(14):

$$P_{out}(n) = \dot{Q}(n) * n(n) = \frac{T_{out}(n) - T_{in}(n)}{R} * \delta * n(n)$$

Το σύστημα το οποίο έχουμε να επεξεργαστούμε, περιλαμβάνει τις τρεις εξισώσεις που αναφέραμε πιο πάνω και θα χρησιμοποιηθούν για πειραματικά αποτελέσματα. Πρέπει να σημειωθεί ότι το αριθμητικό μοντέλο που χρειαζόμαστε για να δημιουργήσουμε την προσομοίωση στο matlab απαιτεί και μια ακόμα συνάρτηση που είναι η ενέργεια. Για την ενέργεια αναφερθήκαμε στην παράγραφο 7.2.

Ο υπολογισμός της ενέργειας που δίνεται σε κάθε βήμα είναι η εξής(15):

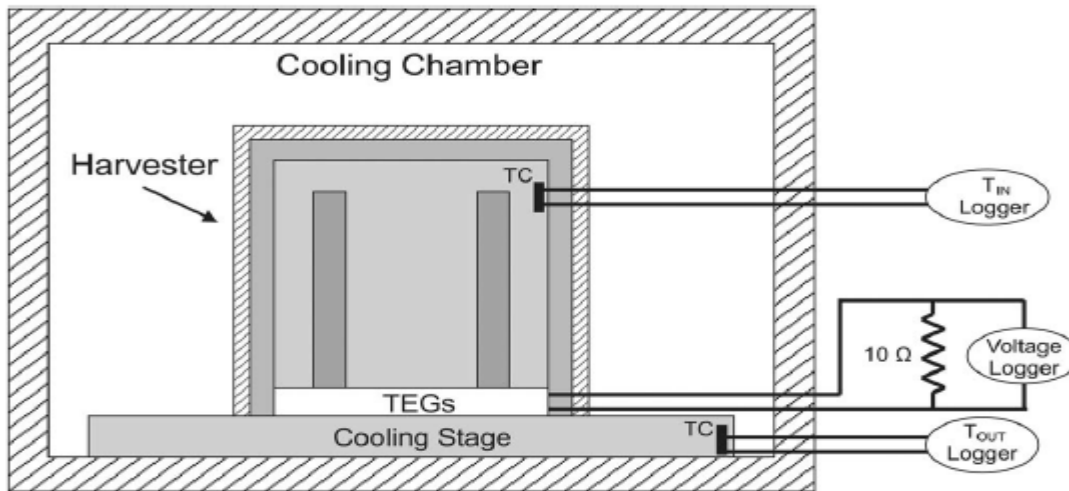
$$E(n + 1) = E_{out}(n) + E(n)$$

Όπου $E(n) = P_{OUT}(n) * \text{Βήμα του χρόνου}$

Οι παράμετροι που έχουμε είναι:

- σταθερά χρόνου RC
- αντοχή στην θερμότητα R
- και η μέση ZT, η όποια μπορεί να υπολογιστεί από πειραματικές μετρήσεις

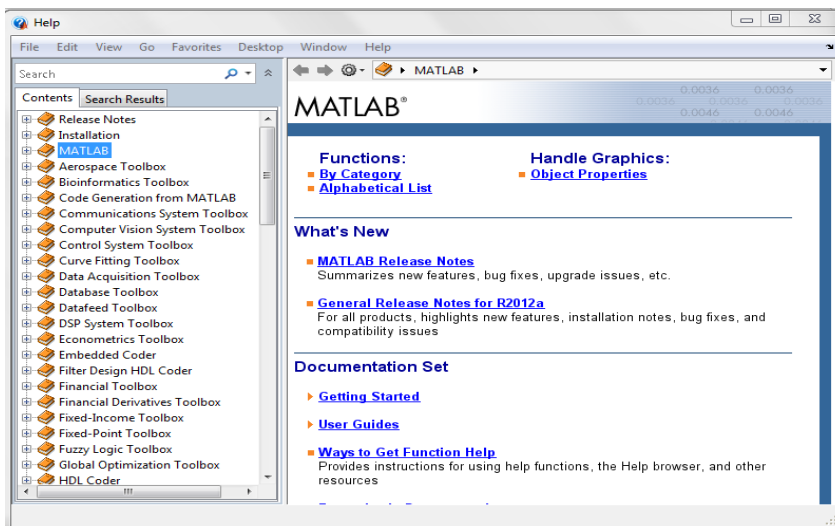
Την συνολική RC μιας συσκευής, συμπεριλαμβανόμενης και της διαρροής θερμότητας, μπορούμε να την ανακαλύψουμε από την εξίσωση (12), γνωρίζοντας την T_{in}, T_{out} . Η σύνδεση μεταξύ R και L μπορούν να υπολογιστούν στο σημείο που έχουμε αλλαγή φάσης.
[16]



(M. E. Kiziroglou, S. W. Wright, T. T. Toh, P. D. Mitcheson, T. Becker, and E. M. Yeatman, "Design and Fabrication of Heat Storage Thermoelectric Harvesting Devices," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 61, pp. 302-309, 2014.)

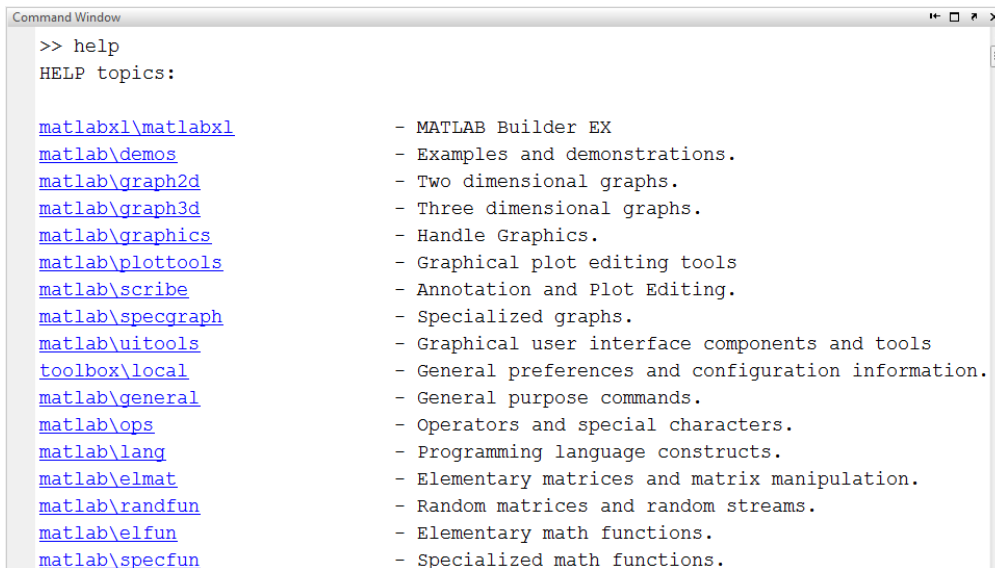
3.1 Η εντολή help

Ο ευκολότερος τρόπος, για να βρει κάποιος βοήθεια για κάποια επεξεργασία που τον ενδιαφέρει είναι η εντολή help, που ο χρήστης μπορεί να πληκτρολογήσει στο command prompt ή να κάνει click στο Help που βρίσκεται στο menu πάνω δεξιά και μετά στο product help. [11]



Έτσι, εμφανίζεται η παραπάνω εικόνα με όλα τα toolboxes που υποστηρίζει το λογισμικό και εξερευνώντας τα, μπορεί να βρει επεξηγήσεις για τις συναρτήσεις που τον ενδιαφέρουν. Αν όμως κάποιος θέλει άμεση πρόσβαση στις βιβλιοθήκες στήριξης του

matlab χωρίς να ανοίξει ξεχωριστό παράθυρο το μόνο που χρειάζεται είναι να πληκτρολογήσει help στο command prompt:




```
>> help
HELP topics:

matlab\matlabx1           - MATLAB Builder EX
matlab\demos              - Examples and demonstrations.
matlab\graph2d            - Two dimensional graphs.
matlab\graph3d            - Three dimensional graphs.
matlab\graphics           - Handle Graphics.
matlab\plottools         - Graphical plot editing tools
matlab\scribe             - Annotation and Plot Editing.
matlab\specgraph         - Specialized graphs.
matlab\uitools            - Graphical user interface components and tools
toolbox\local             - General preferences and configuration information.
matlab\general            - General purpose commands.
matlab\ops                - Operators and special characters.
matlab\lang               - Programming language constructs.
matlab\elmat              - Elementary matrices and matrix manipulation.
matlab\randfun            - Random matrices and random streams.
matlab\elfun              - Elementary math functions.
matlab\specfun            - Specialized math functions.
```

3.2 Διαχείριση Workspace

Υπάρχουν τέσσερις τρόποι για έξοδο από το matlab.

1. Πληκτρολογώντας quit
2. Πληκτρολογώντας exit
3. Κάνοντας click στο File και μετά στο Exit matlab
4. Κλείνοντας το παράθυρο από 

Πριν τη έξοδο από το matlab καλή πρακτική είναι να γίνεται save το workspace για μελλοντική χρήση. Κάνουμε click στο File και μετά στο save_workspace_as και στην συνέχεια επιλέγουμε τη θέση προτίμησης που θα αποθηκεύσουμε το αρχείο.[11]

3.3 Πίνακες στο matlab

Η απλούστερη μέθοδος για να εισάγει κάποιος ένα πίνακα φαίνεται παρακάτω, όπου τα στοιχεία ενός πίνακα μπορούν να μπουν ανάμεσα στις αγκύλες, τα στοιχεία χωρίζονται με κενό, ενώ οι γραμμές μεταξύ τους χωρίζονται με το παρακάτω σύμβολο:';[11]

```
>> a=[1 0; 1 1]
```

```
a =
```

```
1     0
1     1
```

Ένας πίνακας μπορεί να κατασκευαστεί από στοιχεία άλλων πινάκων καθώς και από πίνακες που είναι ήδη προγραμματισμένοι στην βιβλιοθήκη του matlab:

Προγραμματιζόμενοι πίνακες	
Zeros	Πίνακας με μηδενικά στοιχεία
Ones	Πίνακας με όλα τα στοιχεία 1
Rand	Πίνακας με τυχαία στοιχεία
Eye	Πίνακας μοναδιαίος

```
>> I=eye(4,4)
```

```
I =
```

```
1     0     0     0
0     1     0     0
0     0     1     0
0     0     0     1
```

Πολύ συχνά είναι χρήσιμο να μάθουμε την διάσταση ενός πίνακα. Η συνάρτηση size επιστρέφει διάνυσμα διάστασης 1*2 με των αριθμών των σειρών και των στηλών του πίνακα. Πληκτρολογώντας θα έχουμε το παρακάτω αποτέλεσμα:

```
>> a=[1 0; 1 1]
```

```
a =
```

```
    1    0  
    1    1
```

```
>> size(a)
```

```
ans =
```

```
    2    2
```

3.4 Μαθηματικές πράξεις με διανύσματα

Ο υπολογισμός αριθμητικών πράξεων στο matlab είναι απλός, μπορούμε να υπολογίσουμε στοιχείο ανά στοιχείο του πίνακα ανάλογα με την αριθμητική πράξη που έχουμε να κάνουμε, τοποθετώντας μια τελεία μπροστά από την επιθυμητή πράξη όπως δείχνει και ο παρακάτω πίνακας: [11]

Πράξεις διανυσμάτων	
+	πρόσθεση
-	αφαίρεση
*	βαθμωτός πολλαπλασιασμός
/	διαίρεση από δεξιά
\	διαίρεση από αριστερά
^	εκθετική δύναμη
'	ανάστροφος

```
>> a=[1 1; 1 2]
```

```
a =
```

```
    1    1  
    1    2
```

```
>> b=[0 0; 3 3]
```

```
b =
```

```
    0    0  
    3    3
```

```
>> h=a*b
```

```
h =
```

```
    3    3  
    6    6
```

3.5 Γραφικές παραστάσεις

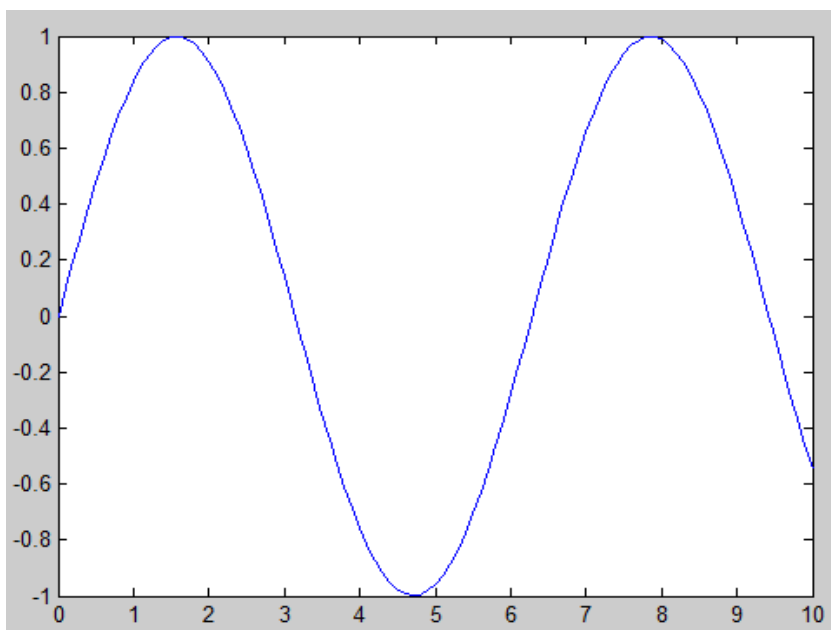
Ένας από τους κύριους λόγους της ευρείας χρήσης του matlab, είναι η δυνατότητα οπτικοποίησης δεδομένων υπό την μορφή δυσδιάστατων και τρισδιάστατων γραφικών παραστάσεων.

Εντολές οπτικοποίησης	
Plot	Διαστατή γραφική παράσταση
Loglog	Λογαριθμική γραφική παράσταση
semilogx	Λογαριθμικός άξονας x, γραμμικός άξονας y
semilogy	Λογαριθμικός άξονας y, γραμμικός άξονας x
Polar	Πολική γραφική παράσταση
Mesh	3-D γραφική πλέγματος
contour	Ισοψής γραφική παράσταση
Bar	Γραφική παράσταση στηλών
Stairs	Διακριτή γραφική παράσταση

Η εντολή plot είναι η πιο χρησιμοποιημένη εντολή οπτικοποίησης με τις υπόλοιπες εντολές και χρησιμοποιούνται με τον ίδιο τρόπο:

```
>> clear all
>> a=[0:0.1:10];
>> b=sin(a);
>> plot(a,b)
```

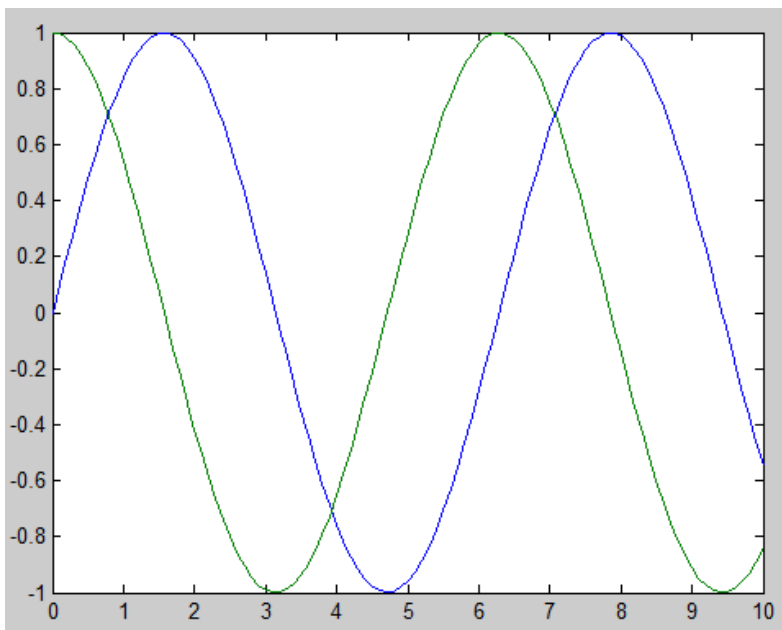
Παράγουν την δυσδιάστατη γραφική παράσταση, όπου τα στοιχεία του διανύσματος b τυπώνονται συναρτήσει των στοιχείων του διανύσματος a.



Επιπρόσθετα, διανύσματα μπορούν να τυπωθούν στην ίδια γραφική παράσταση όπως φαίνεται παρακάτω:

```
>> a=[0:0.1:10];  
>> b=sin(a);  
>> c=cos(a);  
>> plot(a,b,a,c)
```

Με έξοδο στην γραφική παράσταση:



Παρατήρηση: Αν η εντολή plot καλείται με μόνο μια μεταβλητή τότε τα στοιχεία του διανύματος εκτυπώνονται συναρτήσει των συντεταγμένων θέσης τους στον πίνακα ή στο διάνυσμα. Το matlab δίνει την δυνατότητα ρυθμίσεων στον τρόπο απεικόνισης των δεδομένων, όπως είναι η αλλαγή στον τύπο γραμμής, ρύθμιση χρωμάτων, τιτλοδότηση αξόνων, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί με ευκολία να κατανοήσει τα δεδομένα που βλέπει.

Μερικές από τις γραφικές ρυθμίσεις απεικονίζονται παρακάτω:

Τύπος γραμμής	Χρώμα
. Σημείο	Υκίτρινο
οΚύκλος	Γπράσινο
xΤύπου X	c κυανό
+ Σταυροειδής	r κόκκινο
*Αστεράκι	m μόβ
- Συνεχής	b μπλέ
: Διακεκομμένη	w άσπρη
-. Συνεχής με τέλεια	K μαύρο
- _ - Συνεχής με κενό ανάμεσα	-

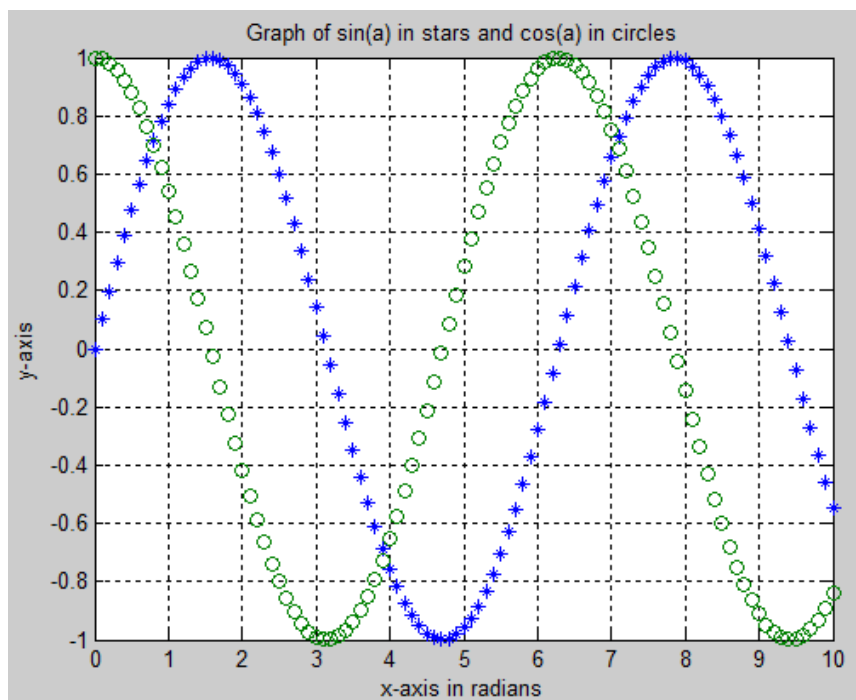
Οι εντολές ταυτοποίησης μιας γραφικής παράστασης δίνονται από τον παρακάτω πίνακα:

Τιτλοδότηση γραφής	
Title	Τίτλος
Xlabel	Ονομασία άξονα x
Ylabel	Ονομασία άξονα y
Text	Κείμενο στην γραφική
Gtctx	Κείμενο με ρυθμισμένης θέσης
Grid	Πλέγμα

Συνδυάζοντας τους 2 τελευταίους πίνακες έχουμε τον παρακάτω κώδικα:

```
>> a=[0:0.1:10];
>> b=sin(a);
>> c=cos(a);
>> plot(a,b,'*',a,c,'o')
>> xlabel('x-axis in radians')
>> ylabel('y-axis')
>> title('Graph of sin(a) in stars and cos(a) in circles')
>> grid
```

Με έξοδο την παρακάτω γραφική παράσταση:



3.5.1 Εντολές Workspcace

Εντολές Workspcace	
Who	Λίστα αποθηκευμένων εντολών
Whos	Λίστα αποθηκευμένων εντολών που δείχνει το μέγεθος τους
What	Λίστα αρχείων τύπου. Μ που χρησιμοποιούνται
Clc	Καθαρίζει την οθόνη εντολών
clear	Καθαρίζει όλες τις μεταβλητές από την μνήμη
clear μεταβλητή	Καθαρίζει την μεταβλητή από την μνήμη
Format	Αλλάζει τον τρόπο εμφάνισης αριθμητικών
...	Δηλώνει ότι η εντολή συνεχίζεται στην επομένη γραμμή
Hold	Διατηρεί την γραφική οθόνη
Delete	Διαγραφή αρχείου
<Ctrl>-C	Τοπική ακύρωση κώδικα που τρέχει
<Esc>	Διαγραφή μια γραμμή εισόδου
<Home>	Μετακινεί τον δρομέα στην αρχή της γραμμής
<End>	Μετακινεί τον δρομέα στο τέλος της γραμμής

3.5.2 Λογικοί τελεστές

Το matlab είναι εξοπλισμένο με τους παρακάτω λογικούς τελεστές που φαίνονται στον πίνακα. Το λογισμικό είναι προγραμματισμένο να θεωρεί οποιαδήποτε μεταβλητή με μη μηδενικό πραγματικό μέρος σαν ΑΛΗΘΗ-TRUE και να επιστρέφει την τιμή 1, ενώ οι άλλες περιπτώσεις θεωρούνται ΑΝΑΛΗΘΕΙΣ-FALSE και επιστρέφουν μηδέν.

Τελεστές	
&	Και
	Ή
~	Άρνηση

Οι τελεστές &,|, μπορούν να συγκριθούν με 2 αριθμούς ή δυο πίνακες ίσων διαστάσεων . Ο τελεστής ~ επιδρά μονό και μονό σε μια μεταβλητή. [12]

3.5.3 Τελεστές σύγκρισης και έλεγχος ροής

Συγκρίσεις μεταξύ πινάκων και μεταβλητών έχουμε την ικανότητα να κάνουμε χρησιμοποιώντας τους παρακάτω τελεστές σύγκρισης:

Τελεστές σύγκρισης	
<	Μικρότερο
<=	Μικρότερο ή ίσο
>	Μεγαλύτερο
>=	Μεγαλύτερο ή ίσο
==	Ίσο
~=	Άνισο

Το matlab έχει αρκετές εντολές έλεγχου ροής παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες προγραμματιστικές γλώσσες. Οι εντολές αυτές μας δίνουν την δυνατότητα να δημιουργήσουμε ειδικευμένα προγράμματα για την εφαρμογή που χρειάζεται. Οι εντολές for, while, if, και if-else θα εξηγηθούν παρακάτω:

- Εφαρμογή for

```
>> for i=1:3  
s(i)=i*(i+1)  
end
```

```
s =
```

```
2
```

```
s =
```

```
2    6
```

```
s =
```

```
2    6    12
```

Η εντολή for δίνει αρχική αξία στην μεταβλητή i. Ακολουθως, εκτελεί την μαθηματική εξίσωση ορίζοντας τιμές στο διάνυσμα s(i). Ακολουθως, ανανεώνεται η αξία της μεταβλητής i κατά 1 και επαναλαμβάνεται ο υπολογισμός.

- Εφαρμογή της while

```
>> x=1;  
>> while x^3<=100  
x=x+1;  
end  
>> x
```

```
x =
```

```
5
```

Η εντολή while εκτελεί τον εσωτερικό βρόχο επαναληπτικά όσο η συνθήκη που έχει οριστεί ικανοποιείται.

- Εφαρμογή της if

```
>> d=5;  
>> if d>0  
e=sqrt(8);  
end  
>> e
```

e =

2.8284

Η εντολή if εκτελεί τον εσωτερικό βρόχο μια φορά, αν η συνθήκη είναι αληθής, αν είναι ψευδής δεν θα μπει καθόλου μέσα στον βρόχο.

- Εφαρμογή if else

```
>> g=-2;  
>> if g>=0  
g=g^2;  
else  
g=abs(g);  
end  
>> g
```

g =

2

Η εντολή if else αποτελείται από δυο βρόχους και η δυνατότητα εκτέλεσης του κάθε βρόχου εξαρτάται από το αν ικανοποιείται η συνθήκη. [11]

3.5.4. Ανάλυση κώδικα step by step

Θα αναλύσουμε το κώδικα τον οποίο προγραμματίσαμε στον editor του matlab, με αποτέλεσμα να αναλύσουμε τις εξισώσεις και τα διαγράμματα που αναφέρονται στο 10 κεφάλαιο.

1. `Clear c1c`: Στην γραμμή 1 η εντολή καθαρίζει την οθόνη από τις μεταβλητές
2. `Load όνομα αρχείου.txt`: Στην γραμμή 2 φορτώνουμε τα δεδομένα από ένα αρχείο txt
3. `Exp Time όνομα αρχείου (:1)`: Στην γραμμή 3 εμφανίζει όλα τα δεδομένα που είναι στο αρχείο που φορτώσαμε, διαβάζοντας την πρώτη στήλη του αρχείου μας
4. `Tout όνομα αρχείου`: Στην γραμμή εισχωρούμε όλα τα δεδομένα του αρχείου σε έναν πίνακα
5. `Tin(1)=Tout(1)`: Στην γραμμή 5 τοποθετούμε στον πίνακα Tin που συμβολίζει την εσωτερική θερμοκρασία, την πρώτη τιμή του πίνακα Tout που είναι η εξωτερική θερμοκρασία.
6. `c=4200`: Στην γραμμή 6 τοποθετούμε στην μεταβλητή c την τιμή 4200 που είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού
7. `m=0.01`: Στην γραμμή 7 τοποθετούμε στην μεταβλητή m την τιμή 0.01
8. `Cwater=m*c`: Στην γραμμή 8 εισχωρούμε το αποτέλεσμα από την αριθμητική πράξη του πολλαπλασιασμού της μάζας επί την ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού
9. `RTEG=3.6`: Στην γραμμή 9 τοποθετούμε στην μεταβλητή RTEG την τιμή 3.6
10. `RC=RTEG*Cwater`: Στην γραμμή 10 εισχωρούμε το αποτέλεσμα από την αριθμητική πράξη του πολλαπλασιασμού με την θερμική αντίσταση επί την θερμοχωρητικότητα του νερού
11. `QL=334000`: Στην γραμμή 11 τοποθετούμε την σταθερά 334000 στην μεταβλητή QL που είναι η αλλαγή ενέργειας φάσης για το νερό
12. `Le=QL*m`: Στην γραμμή 12 τοποθετούμε το αποτέλεσμα από την αριθμητική πράξη του πολλαπλασιασμού με την αλλαγή ενέργειας φάσης του νερού επί την μάζα του.
13. `Cice=2100`: Στην γραμμή 13 τοποθετούμε την τιμή 2100 στην μεταβλητή cice που είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα του πάγου
14. `Cice=m*cice`: Στην γραμμή 14 εισχωρούμε το αριθμητικό αποτέλεσμα από την πράξη πολλαπλασιασμού της μάζας επί την θερμοχωρητικότητα του πάγου
15. `Q(1)=273*Cice+Le+TIN(1)*Cwater`: Στην γραμμή 15 τοποθετούμε στον πίνακα Q μια τιμή η οποία εκφράζεται από την παραπάνω εξίσωση
16. `ZT=0.75`: Στην γραμμή 16 τοποθετούμε την σταθερά 0.75 στην μεταβλητή ZT που είναι ένας συντελεστής κέρδους για τη αντιστοίχιση σειράς σε κάθε TEG
17. `TT=30`: Στην γραμμή 17 τοποθετούμε την σταθερά 30 στη μεταβλητή TT που είναι η επιθυμητή θερμοκρασία στη οποία θα γίνεται η αλλαγή φάσης υλικού

18. **QL=0**: Στην γραμμή 18 η μεταβλητή QL θα πάρει την τιμή μηδέν, που είναι η μεταβλητή η οποία συμμετέχει στην προϋπόθεση για αλλαγή φάσης υλικού
19. **Eout=0**: Στην γραμμή 19 η μεταβλητή Eout θα πάρει και αυτή την τιμή μηδέν, που είναι η μεταβλητή για τον υπολογισμό της συνάρτησης της ενέργειας του συστήματος μας
20. **t=0**: Στην γραμμή 20 η μεταβλητή t θα έχει την τιμή μηδέν, η οποία μεταβλητή είναι για τον υπολογισμό του πίνακα χρόνου
21. **Fori=1: πλήθος**: Στην γραμμή 21 δημιουργούμε τον βρόχο επανάληψης, που θα επαναλαμβάνεται τόσες φορές όσες και οι μετρήσεις που έχουμε να επεξεργαστούμε
22. **Dt=60**: Στην γραμμή 22 τοποθετούμε στην μεταβλητή την διαφορά χρόνου που έχουν οι μετρήσεις η μια με την άλλη σε δευτερόλεπτα
23. **TIN(i+1)=TIN(i)+(Tout(i)-TIN(i))*(Dt/RC)**: Στην γραμμή 23 υπολογίζουμε την εσωτερική θερμοκρασία του συστήματός μας
24. **Q(i+1)=Q(i)+(Tout(i)-TIN(i))*(Dt/RTEG)**: Στην γραμμή 24 υπολογίζουμε την θερμότητα του συστήματός μας
25. **dt(i+1)=Tout(i)-TIN(i)**: Στην γραμμή 25 υπολογίζουμε την διάφορα εξωτερικής με εσωτερικής θερμοκρασίας
26. **a=0.05**: Στην γραμμή 26 εισχωρούμε την τιμή 0.05 στην μεταβλητή a, που είναι ο συντελεστής seeback.
27. **Vopencircuit (i+1) =a*dt (i)**: Στην γραμμή 27 υπολογίζουμε την τάση του συστήματός μας
28. **Relectrical=5**: Στην γραμμή 28 τοποθετούμε στην μεταβλητή την τιμή 5 που είναι η αντίσταση εξόδου του TEG
29. **Pout (i+1) = (Vopencircuit (i) ^2)/ (4*Relectrical)**: Στην γραμμή 29 υπολογίζουμε την ισχύ του συστήματος
30. **Eout(i+1)=Eout(i)+(Pout(i)*Dt)**: Στην γραμμή 30 υπολογίζουμε την ενέργεια του συστήματος
31. **F (i+1) = (TIN (i)-TT)*(TIN (i+1)-TT)**: Στην γραμμή 31 η εξίσωση εκφράζει την συνθήκη για αλλαγή φάσης υλικού

32-38. **IF (QL1>0)**

$$QL1=QL1-abs (Q (i+1)-Q (i))$$

If (QL1<0)

$$QL1=0$$

End

$$TIN (i+1) =TIN (i)$$

End: Στις γραμμές από 32 μέχρι 38 δημιουργούμε τον κώδικα ώστε το πρόγραμμα να μπορεί να καταλάβει πότε θα έχουμε αλλαγή φάσης υλικού και πότε όχι.

39-41. `if (F (i+1) <0)`

`QL1=Le`

End: Στις γραμμές 39 μέχρι 41 είναι η εκκίνηση αλλαγή φάσης υλικού, μόνο αν η συνθήκη είναι αληθής.

43. `t (i+1) =t (i) +Dt:` Στην γραμμή 43 υπολογίζουμε τον πίνακα χρόνου που είναι ο άξονας x στην εμφάνιση των διαγραμμάτων

44. `hold:` Διατηρεί τη γραφική παράσταση στην οθόνη

45. `[AX,H1,H2]=plotyy(t./3600,Pout*1000,t./3600,Eout):` Στην γραμμή 45 εμφανίζουμε το διάγραμμα της ισχύος και της ενέργειας. Το $t./3600$ είναι για να μετατρέψουμε το άξονα x και να δείχνει ώρες, ενώ το $Pout*1000$ είναι η μετατροπή των μονάδων από watt σε mw.

46.`set (get (AX (1),'Ylabel'),'string','Power (mw)):` Στην γραμμή 46 τοποθετούμε στον οριζόντιο άξονα τον τίτλο Power (mw)

47.`set(get(AX(1),'Ylabel'),'string','Energy (joule)):`Στην γραμμή 46 τοποθετούμε στον οριζόντιο άξονα τον τίτλο Energy (joule)

48.`set(AX(1),'Ycolor','r'):` Στην γραμμή 48 τροποποιούμε την γραφική παράσταση της P_{out} , ώστε η γραφική να αποκτήσει κόκκινο χρώμα

49.`set(AX(2),'Ycolor','b'):`Στην γραμμή 49 τροποποιούμε την γραφική παράσταση της E_{out} , ώστε η γραφική παράσταση να αποκτήσει μπλε χρώμα

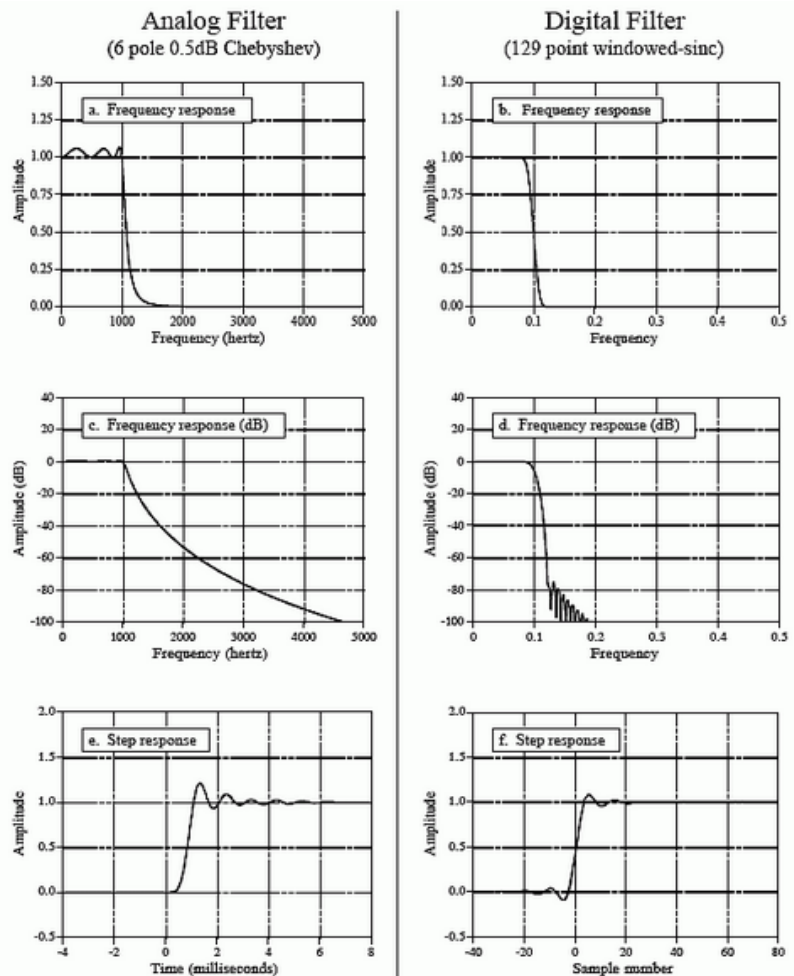
50.`set(H1,'Color','r','linewidth',1,'linestyle',':'):` Στην γραμμή 50 τροποποιούμε το πάχος της γραφικής παράστασης P_{out} με την εντολή `linewidth`, αλλά και το είδος της γραμμής με την εντολή `linesyle`.

51.`set (H2,'Color','b','linewidth','1'):`Στην γραμμή 51 τροποποιούμε το είδος της γραμμής με την εντολή `linesyle` για την γραφική της ενέργειας [15]

- Τις ίδιες εντολές χρησιμοποιούμε για τις άλλες 2 συναρτήσεις T_{out} , T_{in}
- **Παρατήρηση:** Οι γραμμές 22 μέχρι 43 αποτελούν το κώδικα για το αριθμητικό μοντέλο και είναι μέσα στο βρόχο επανάληψης της εντολής `for`.

3.6 Αναλογικά και ψηφιακά φίλτρα

Στην επεξεργασία σήματος, η λειτουργία ενός φίλτρου είναι να απομακρύνει τα ανεπιθύμητα μέρη ενός σήματος, όπως ένα τυχαίο θόρυβο, ή να εξάγει χρήσιμα κομμάτια ενός σήματος, όπως οι συνιστώσες που βρίσκονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων. Υπάρχουν δύο ήδη φίλτρων, τα αναλογικά και τα ψηφιακά που είναι τελείως διαφορετικά στη φυσική τους δομή και στον τρόπο που λειτουργούν. Ένα αναλογικό φίλτρο χρησιμοποιεί ηλεκτρονικά κυκλώματα που αποτελούνται από συστατικά όπως είναι αντιστάσεις, πυκνωτές και τελεστικοί ενισχυτές για να παραχθεί η απαιτούμενη επίδραση φίλτρου. Τέτοια κυκλώματα φίλτρων



Εικόνα 3.6: Αναλογικά – Ψηφιακά φίλτρα [13]

χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές όπως η μείωση θορύβου, ενίσχυση σήματος σε video και άλλα πολλά. Υπάρχουν standard τεχνικές για σχεδίαση κυκλώματος αναλογικού φίλτρου ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Σε όλα τα στάδια, το σήμα που φιλτράρεται είναι μια ηλεκτρική τάση ή ένα ρεύμα το οποίο είναι ευθέως ανάλογο της φυσικής ποσότητας. Ένα ψηφιακό φίλτρο χρησιμοποιεί έναν ψηφιακό επεξεργαστή για να εκτελέσει αριθμητικούς υπολογισμούς σε δειγματοληπτικές τιμές του σήματος. Ο επεξεργαστής μπορεί να είναι ένας γενικού σκοπού υπολογιστής όπως είναι ένα PC ή ένας ειδικού σκοπού DSP (Digital Signal Processor). Το αναλογικό σήμα εξόδου πρέπει πρώτα να δειγματοληφθεί και να ψηφιοποιηθεί με την χρήση ενός ADC (analog digital converter) μετατροπέα από αναλογικό σε ψηφιακό. Οι δυαδικοί αριθμοί που προκύπτουν, οι οποίοι αναπαριστούν διαδοχικές τιμές από την δειγματοληψία του σήματος εισόδου, μεταφέρονται στον επεξεργαστή που εκτελεί αριθμητικές πράξεις σε αυτούς. Αν είναι απαραίτητο τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών, που αναπαριστούν τιμές από την δειγματοληψία του φιλτραρισμένου σήματος γίνονται έξοδοι μέσω ενός μετατροπέα DAC (digital analog converter) μετατροπέα από ψηφιακό σε αναλογικό σήμα. [13]

3.6.1 Πλεονεκτήματα φίλτρων

Ένα ψηφιακό φίλτρο είναι σε θέση να προγραμματιστεί. Η λειτουργία του καθορίζεται από ένα πρόγραμμα στην μνήμη του επεξεργαστή. Αυτό σημαίνει ότι το ψηφιακό φίλτρο μπορεί να αλλάξει εύκολα χωρίς να επηρεάσει το κύκλωμα (hardware). Τα ψηφιακά φίλτρα είναι εύκολα στην σχεδίαση, την δοκιμή, και την υλοποίηση σε ένα γενικού σκοπού υπολογιστή ή σε μια εγκατάσταση. Τα χαρακτηριστικά των σχεδίων των κυκλωμάτων ενός αναλογικού εξαρτάται από την τάση και βασίζονται στη θερμοκρασία. Τα ψηφιακά φίλτρα δεν μαστίζονται από τέτοια προβλήματα και γι' αυτό είναι ιδιαίτερα σταθερά, ως προς τον χρόνο και τη θερμοκρασία. Αντίθετα με τα αναλογικά ισοδύναμα, τα ψηφιακά φίλτρα μπορούν να χειριστούν χαμηλής συχνότητας σήματα. Καθώς η ανάπτυξη της DSP τεχνολογίας αυξάνεται, τα ψηφιακά φίλτρα είναι σε θέση να εφαρμοστούν σε υψηλές συχνότητες σήματα στην RF περιοχή. Τα ψηφιακά φίλτρα είναι πολύ περισσότερο ευμετάβλητα στην ικανότητα τους να παράγουν σήματα με μια ποικιλία τρόπων. Οι γρήγοροι DSP επεξεργαστές μπορούν να χειριστούν σύνθετους συνδυασμούς των φίλτρων παράλληλα ή σειριακά, κάνοντας τις απαιτήσεις του hardware σχετικά απλές σε σύγκριση με το ισοδύναμο αναλογικό κύκλωμα.[13]

3.6.2 Λειτουργία ψηφιακών φίλτρων

Ας υποθέσουμε ότι το αρχικό σήμα το οποίο είναι ψηφιακό φιλτραρισμένο και βρίσκεται με την μορφή μιας διαφοράς δυναμικού περιγράφεται από την συνάρτηση: $V=x(t)$, όπου t είναι ο χρόνος. Αυτό το σήμα έχει δειγματοληφθεί ανά χρονικά διαστήματα μήκους h . Η τιμή του δείγματος σε χρόνο $t=i*h$ είναι $x_i=x(i*h)$. Έτσι, οι ψηφιακές τιμές μεταφερόμενες από τον ADC στον επεξεργαστή μπορούν να αναπαρασταθούν από τη παρακάτω ακολουθία: x_0, x_1, x_2, \dots ανταποκρινόμενες σε τιμές του σήματος της κυματομορφής σε χρόνους $t=0, h, 2h, 3h, \dots$ όπου $t=0$ είναι η στιγμή που η δειγματοληψία ξεκινάει. Σε χρόνο $t=n*h$ όπου n είναι ένας θετικός ακέραιος αριθμός, οι τιμές που είναι στην διάθεση του επεξεργαστή και είναι αποθηκευμένες στην μνήμη, είναι: $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$. Πρέπει να τονιστεί, ότι οι ψηφιακές τιμές x_{n+1}, x_{n+2}, \dots κλπ, δεν είναι διαθέσιμες γιατί δεν έχουν υπολογιστεί. Η ψηφιακή έξοδος από τον μικροεπεξεργαστή στο DAC αποτελείται από την παρακάτω ακολουθία: $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$. Γενικά, η τιμή του y_n , υπολογίζεται από τις τιμές $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$. Ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζονται τα y από τα x καθορίζεται από την ενέργεια του φιλτραρίσματος του ψηφιακού φίλτρου. [13]

Συνοψίζοντας, το matlab είναι ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιείται ευρέως από πολλούς επιστήμονες (για παράδειγμα οικονομολόγους, μηχανικούς) για εξαγωγή γραφικών παραστάσεων σε μορφή 2D-3D και παράλληλα χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα αυτό έχει πολλά στοιχεία της γλώσσας C. Ακόμα, σχετικά με τα αναλογικά και ψηφιακά φίλτρα, τα φίλτρα αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως για την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων μερών ενός σήματος, για παράδειγμα μείωση του θορύβου, ενίσχυση σε video και σε πολλές άλλες εφαρμογές. Η διαφορά τους είναι ότι τα

αναλογικά φίλτρα χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά κυκλώματα τα οποία περιέχουν στοιχεία όπως αντιστάσεις και πυκνωτές, ενώ τα ψηφιακά χρησιμοποιούν ένα ψηφιακό επεξεργαστή για να εκτελέσει αριθμητικούς υπολογισμούς σε δειγματοληπτικές τιμές του σήματος. Στα πλεονεκτήματα των ψηφιακών φίλτρων συγκαταλέγονται ότι μπορούν να προγραμματιστούν, είναι εύκολα στη σχεδίαση, την δοκιμή και την υλοποίηση σε ένα γενικού σκοπού υπολογιστή, ενώ είναι ιδιαίτερα σταθερά ως προς το χρόνο και την θερμοκρασία. Τα αναλογικά φίλτρα, από την άλλη πλευρά, έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να χειριστούν χαμηλής συχνότητας σήματα.[13]

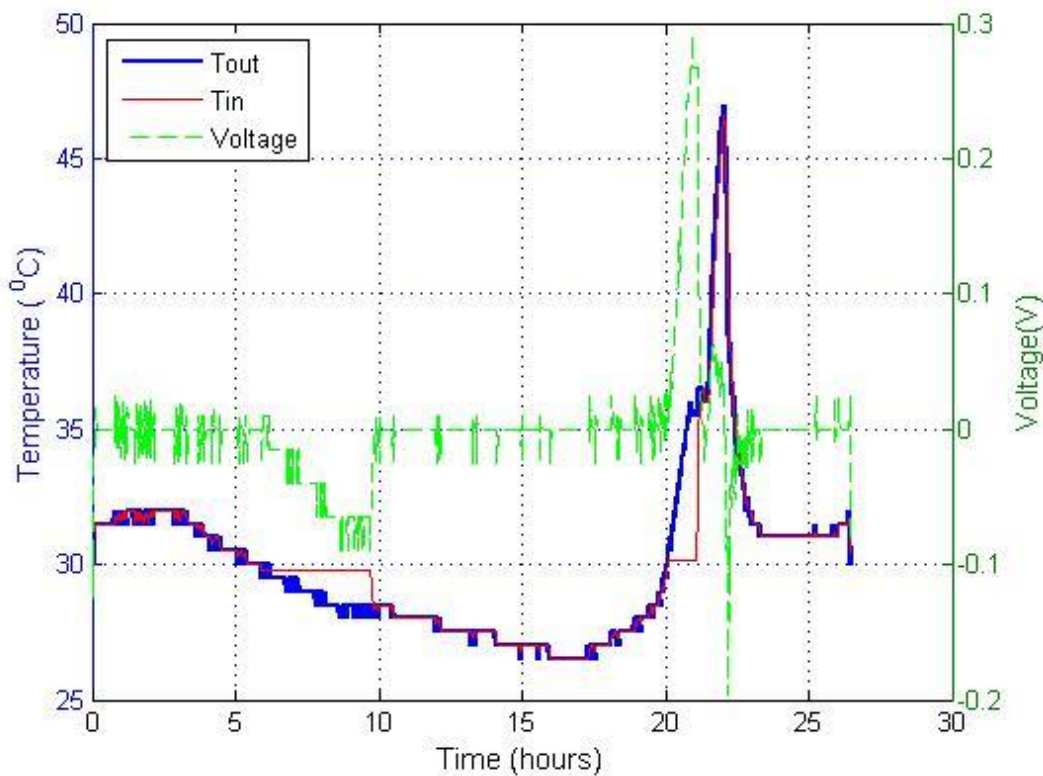
4. Αποτελέσματα και ανάλυση προσομοιώσεων

4.1 Θερμοκρασιακές μεταβολές στο χώμα

Στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στο χώμα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.



Εικόνα 1.1: Αισθητήρας που είναι τοποθετημένος μέσα στο χώμα σε βάθος 10cm, ο οποίος έχει καταγράψει 1588 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα 40 ωρών και 57 λεπτά/147.420seconds. [14]



Σχήμα 1.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης χώμα

Στην Εικόνα 1.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε, απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία TOUT, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Για να εμφανίσουμε το διάγραμμα αυτό, τοποθετήσαμε σε ένα txt αρχείο τις μετρήσεις και εκτελέσαμε την εντολή loadname.txt στο matlab. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα, απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση:

$$TIN(i+1) = TIN(i) + (TOUT(i) - TIN(i)) * \frac{Dt}{RC} \text{ σχέση(1)}. \text{ Ο όρος } Dt \text{ είναι το βήμα χρόνου από}$$

τις μετρήσεις που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 1 λεπτο/60seconds, ο όρος RC εκφράζει χρόνο και είναι ο πολλαπλασιασμός της θερμικής αντίστασης του teg, που ονομάζεται $R_{teg}=3.6 \text{ K/W}$, που δίνει ο κατασκευαστής με την θερμοχωρητικότητα του νερού. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την εξής εξίσωση:

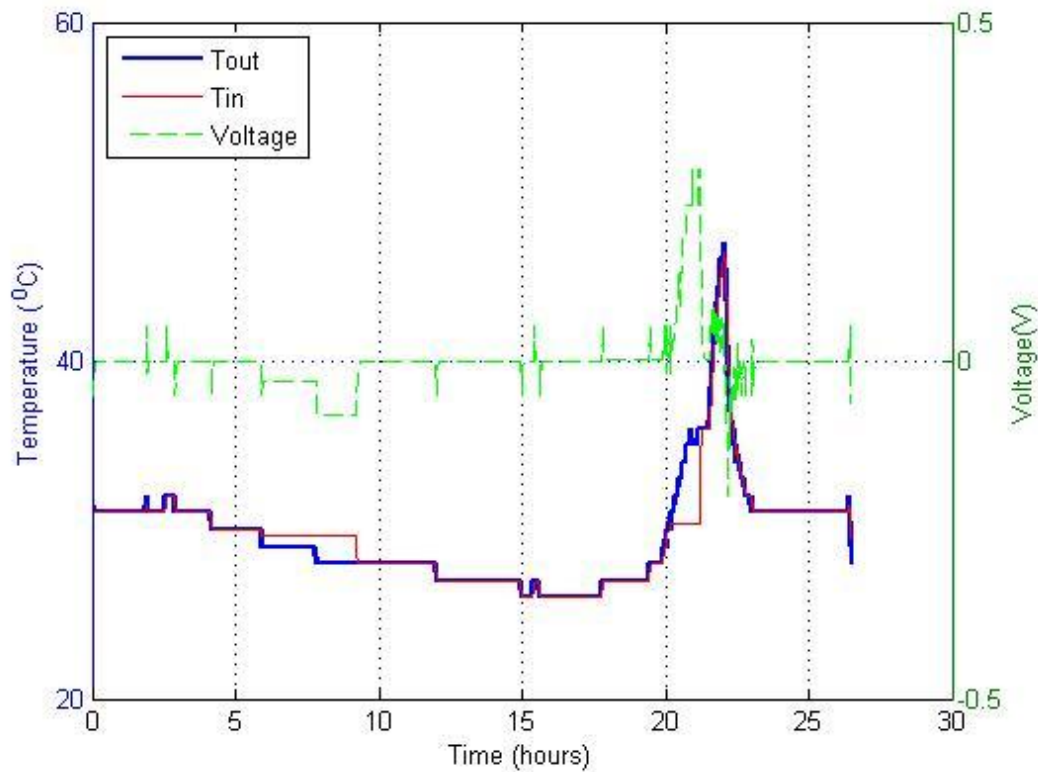
$$V_{opencircuit} = a * \Delta T \text{ σχέση (2)}. \text{ Το } a \text{ είναι ο συντελεστής seebeck coefficient που είναι}$$

50mV/Kelvin ή 0.05Volt/Kelvin. Αυτό σημαίνει, ότι το teg δίνει 50mV(τάση ανοιχτού βρόχου) για κάθε έναν βαθμό διαφοράς θερμοκρασίας που βλέπει. Ο όρος ΔT είναι η διαφορά εξωτερικής με την εσωτερική θερμοκρασία και εκφράζεται από την εξής εξίσωση: $TOUT - TIN$ σχέση (3).

Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 2 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε, που είναι το νερό μάζας=0.01 Kg/10g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

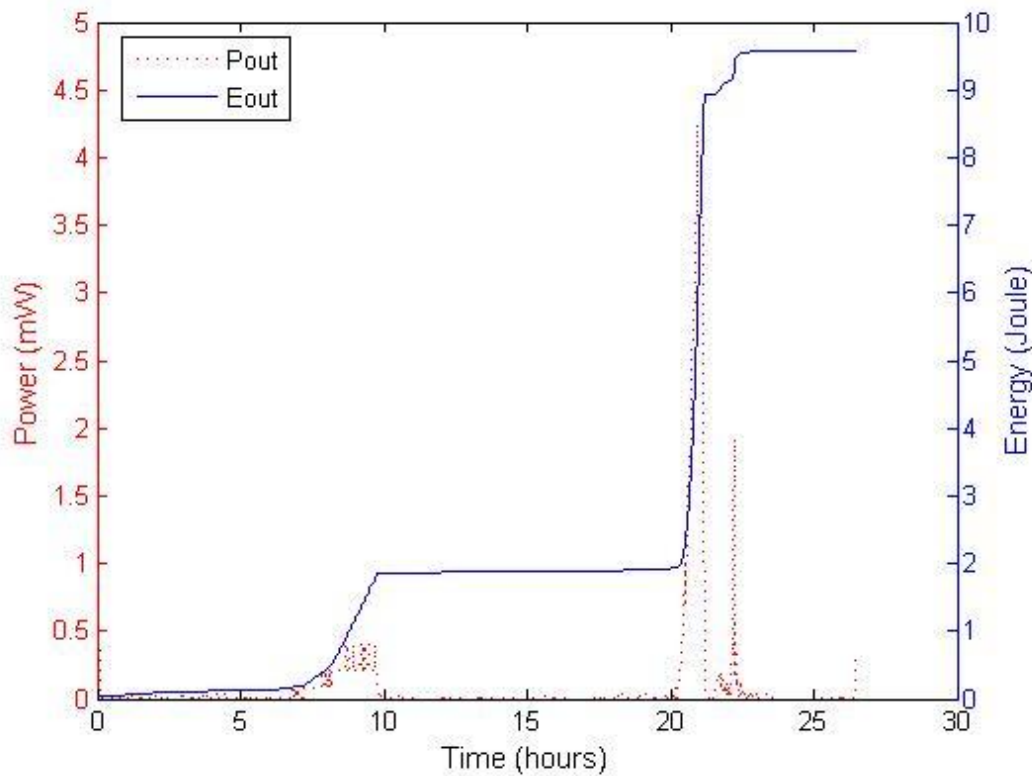
- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200\text{joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000\text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200*0.01=42\text{ joule/Kelvin}$

Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 2 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια και είναι 3340 joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L*m\text{joule}$. Ο παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την ενέργεια είναι η μάζα του υλικού. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 5 η ώρα και 9 λεπτά μέχρι στις 9 η ώρα και 71 λεπτά. Τα 3.340 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=4\text{ ώρες και }21\text{ λεπτά}/15.660\text{seconds}$. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V1=-0.03839\text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση(2). Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 20 η ώρα και 12 λεπτά μέχρι τις 21 η ώρα και 1 λεπτό. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x1}=1\text{ ώρα και }38\text{ λεπτά}/5.880\text{seconds}$. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V2=0.1022\text{volt}$.



Σχήμα 1.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης χώμα

Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με το Εικόνα 1.2 με την διάφορα ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την εξής εξίσωση: $Y[n]=a*x[n]+(1-a)*y[n-1]$ σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.

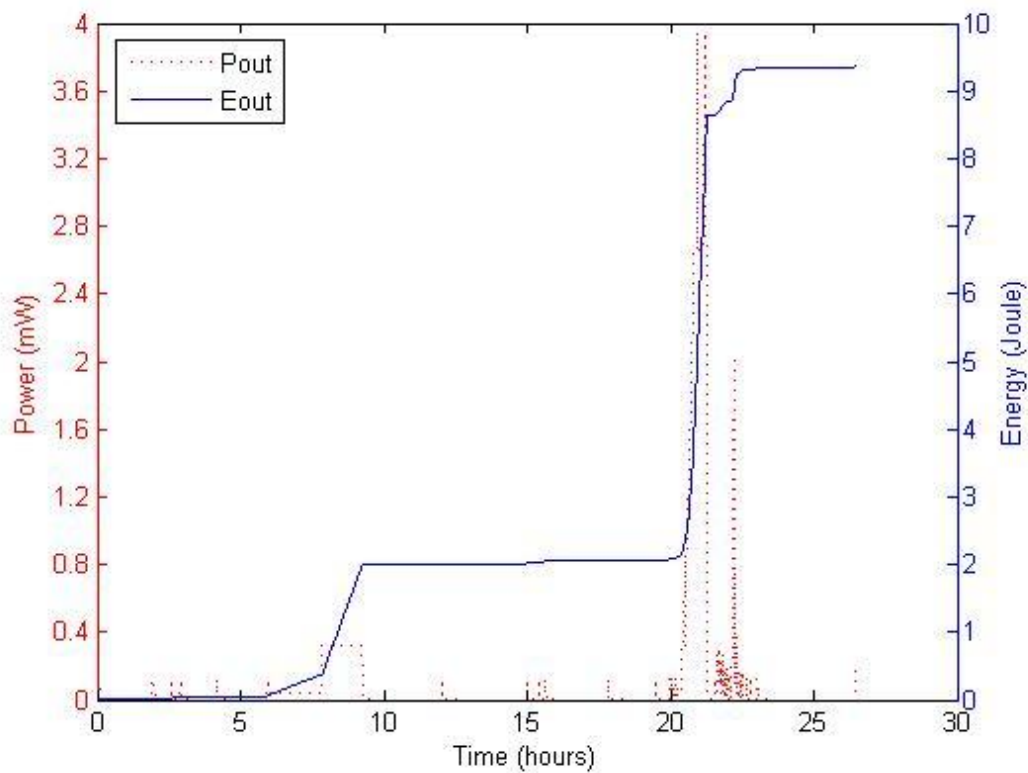


Σχήμα 1.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης σε χώμα

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την

παρακάτω εξίσωση: $POUT(i+1) = \frac{(V_{opencircuit})^2}{4 * Relectrical}$ σχέση (4). Ο όρος $V_{opencircuit}$ είναι η

τάση που είδαμε στο προηγούμενο διάγραμμα, και το $4 * Relectrical$ προέρχεται από το γεγονός ότι η μέγιστη ισχύς παρέχεται όταν συνδέσουμε αντίσταση ίση με την αντίσταση εξόδου του teg, τότε η τάση είναι η μίση από αυτή του ανοιχτού βρόχου. Στην πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P1=0.07368$ mW, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P2=0.05222$ mW. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση: $EOUT(i+1) = Eout(i) + (POUT(i) * Dt)$ σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύς, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύς δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 4.254mW, ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 9.586 joule.

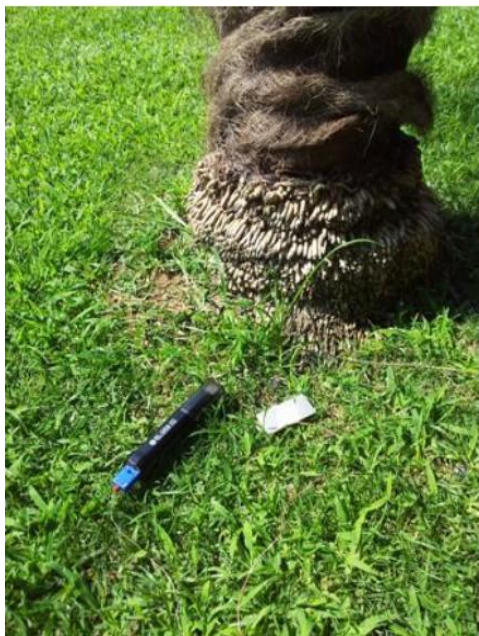


Σχήμα 1.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης σε χώμα

Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 1.4 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 1.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

4.2 Θερμοκρασιακές μεταβολές χαμηλά σε δέντρο

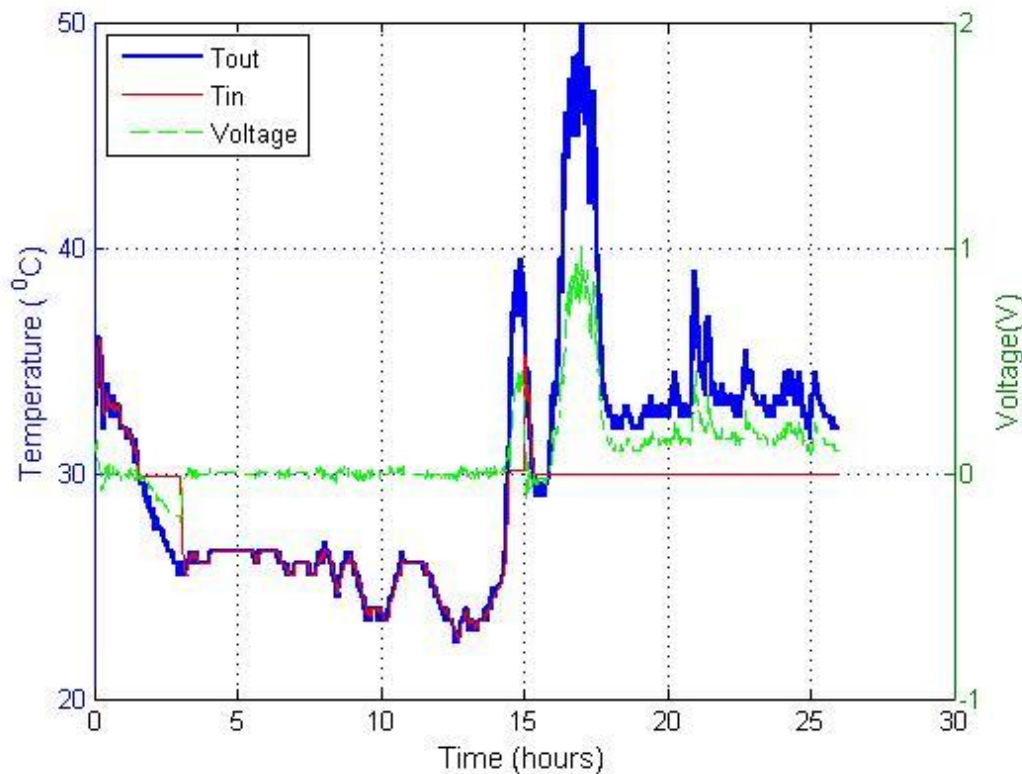
Στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στο χαμηλά σε δέντρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 2.2: Αισθητήρας που είναι τοποθετημένος χαμηλά σε δέντρο [14]

(στο κορμό) και έχει καταγράψει 1556 μετρήσεις στο χρονικό διάστημα 44 ωρών και 14 λεπτά/159.240 seconds.[14]

Στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στο χαμηλά σε δέντρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.



Σχήμα 2.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης κάτω δέντρο

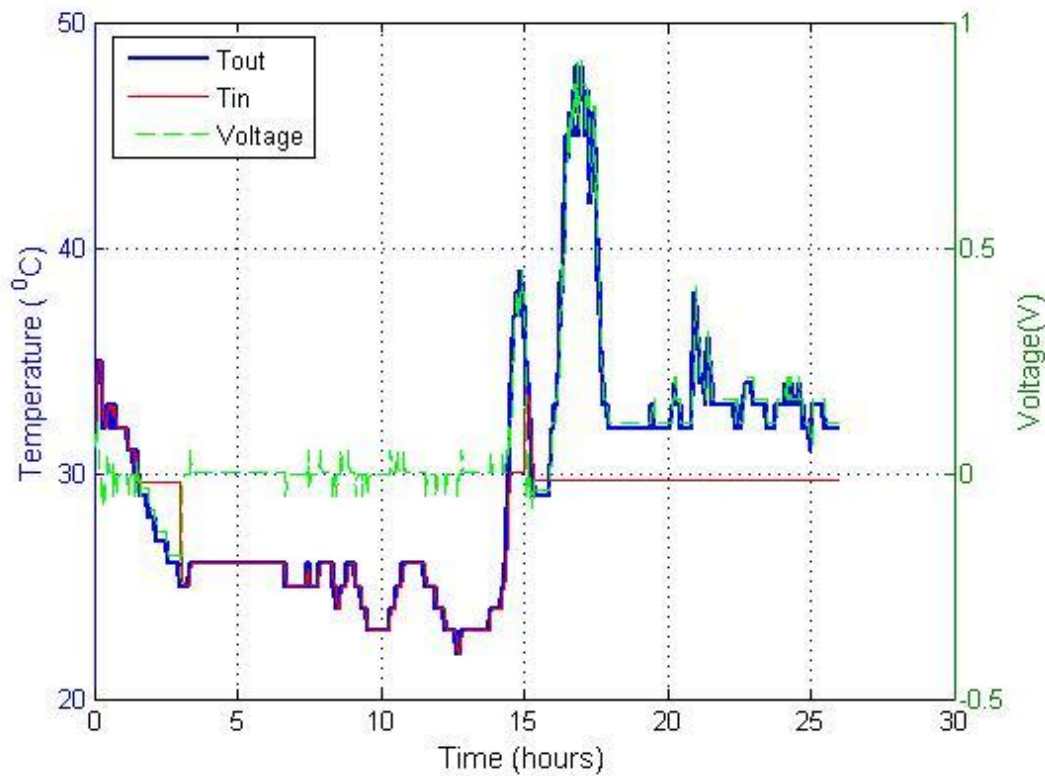
Στην Εικόνα 2.3, το διάγραμμα με χρώμα μπλε, απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία ΤΟΥΤ, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα, απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Το Dt που είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις, είναι 1 λεπτο/60seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 3 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.01Kg/10g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200\text{joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000\text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.01=42\text{ joule/Kelvin}$

Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 3 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια, και είναι 3.340 joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m\text{joule}$. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 1 η ώρα και 6 λεπτά μέχρι στις 3 η ώρα και 03 λεπτά. Τα 3340 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=1\text{ώρα}$ και 43λεπτά/6.180seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_1=-0.09728\text{volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση (2).

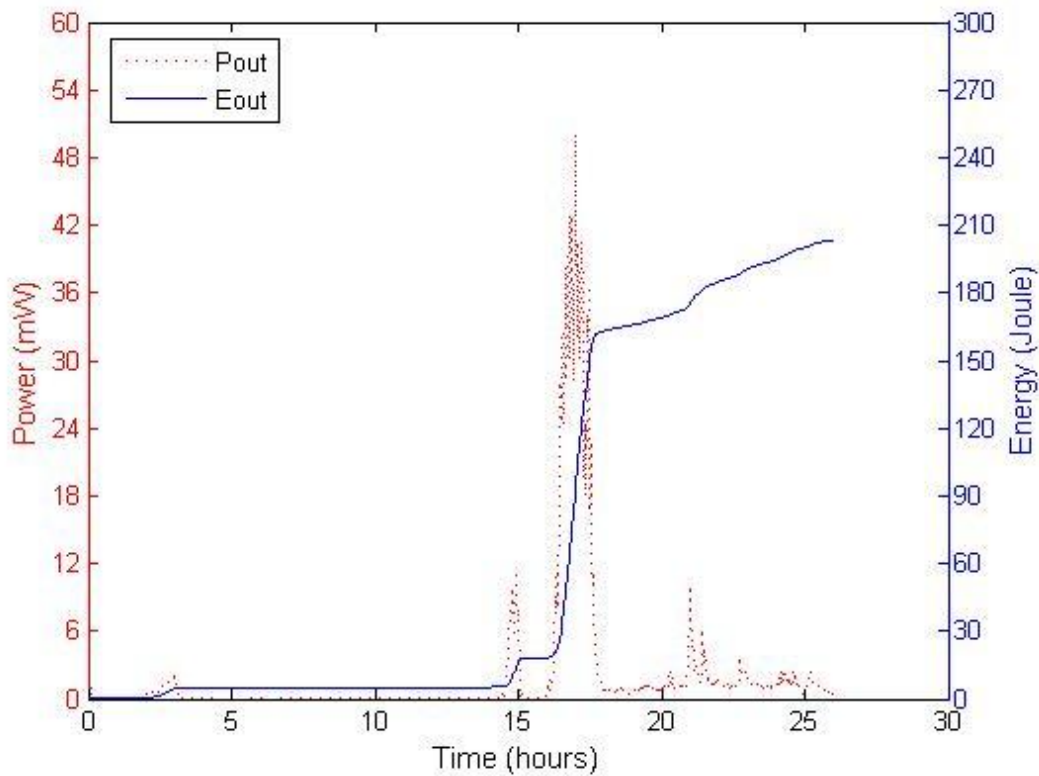
Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 14 η ώρα και 48 λεπτά μέχρι τις 14 η ώρα και 98 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x2}=0$ ώρα και 50λεπτά/3000 seconds. Ητάση που θα καταναλωθεί είναι $V_2=0.2004$ volt.

Η τρίτη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 15 η ώρα και 33 λεπτά μέχρι τις 25 η ώρα και 93 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x3}=10$ ώρες και 60λεπτά/39.600 seconds. Ητάση που θα καταναλωθεί είναι $V_3=0.01518$ volt.



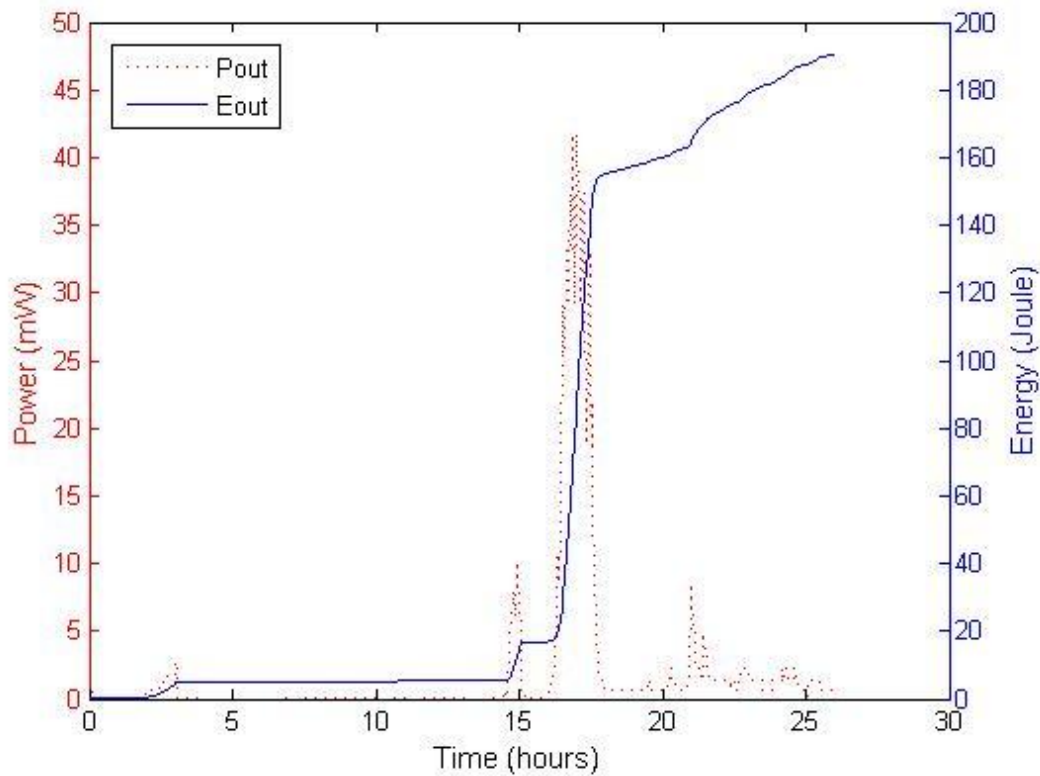
Σχήμα 2.4: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης κάτω δέντρο

Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με την Εικόνα 2.2 με την διάφορα ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.



Σχήμα 2.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης κάτω δέντρο

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_1=0.473$ mW, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P_2=2.008$ mW και τέλος στην 3 αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_3=0.1152$ mW. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν θα είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύς για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 50.06 mW, ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 203.4 joule.



Σχήμα 2.6: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης κάτω δέντρο

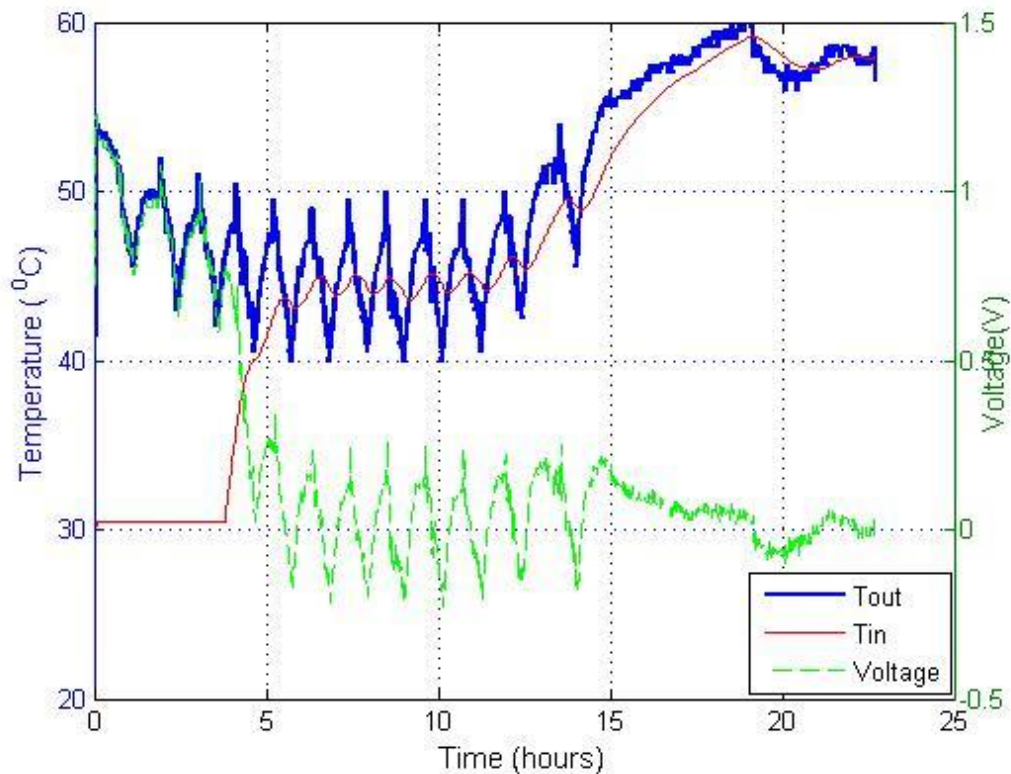
Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 2.5 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 2.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

4.3 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε καπό αυτοκίνητου

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές πάνω σε καπό αυτοκίνητου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.



Εικόνα 3.1: Αισθητήρας τοποθετημένος επάνω στο καπό του αυτοκινήτου που έχει καταγράψει 1362 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα των 23 ωρών και 29 λεπτών/84.540 seconds. Να σημειωθεί πως το αμάξι σε όλη την διάρκεια των μετρήσεων βρισκόταν εν κινήσει.[14]

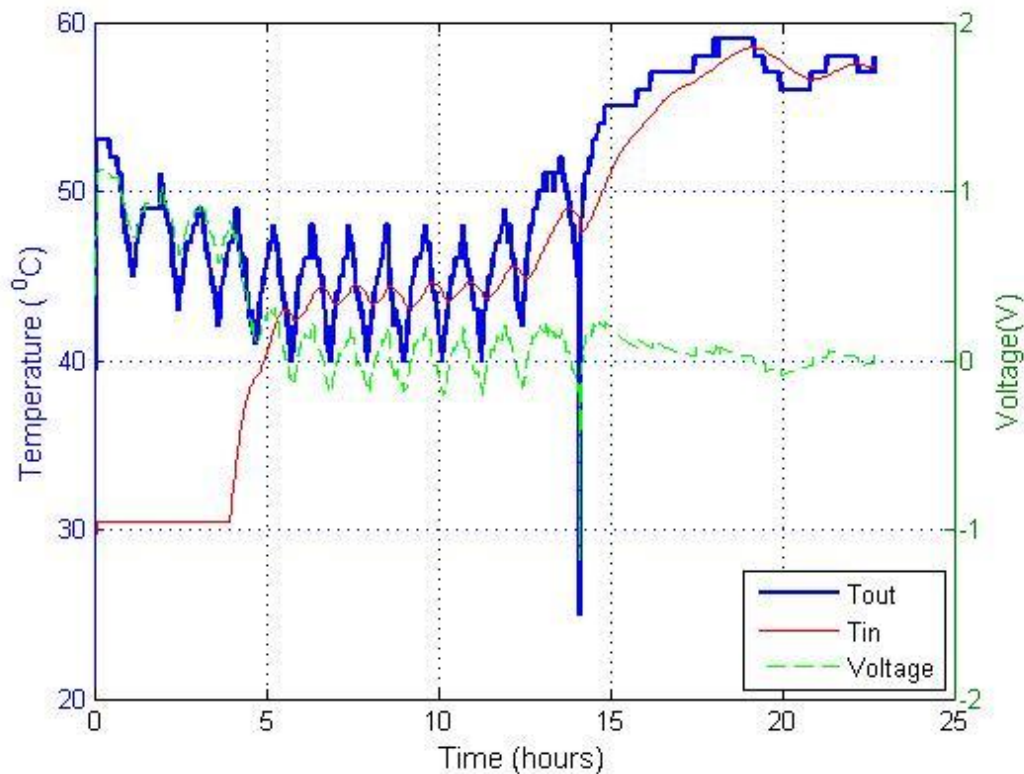


Σχήμα 3.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε αμάξι

Στην Εικόνα 3.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία TOUT, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα, απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση (1). Ο όρος Dt είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 1 λεπτό/60seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς κελσίου έχουμε 1 αλλαγή φάση υλικού για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.2Kg/200g μετά παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.2=840 \text{ joule/Kelvin}$

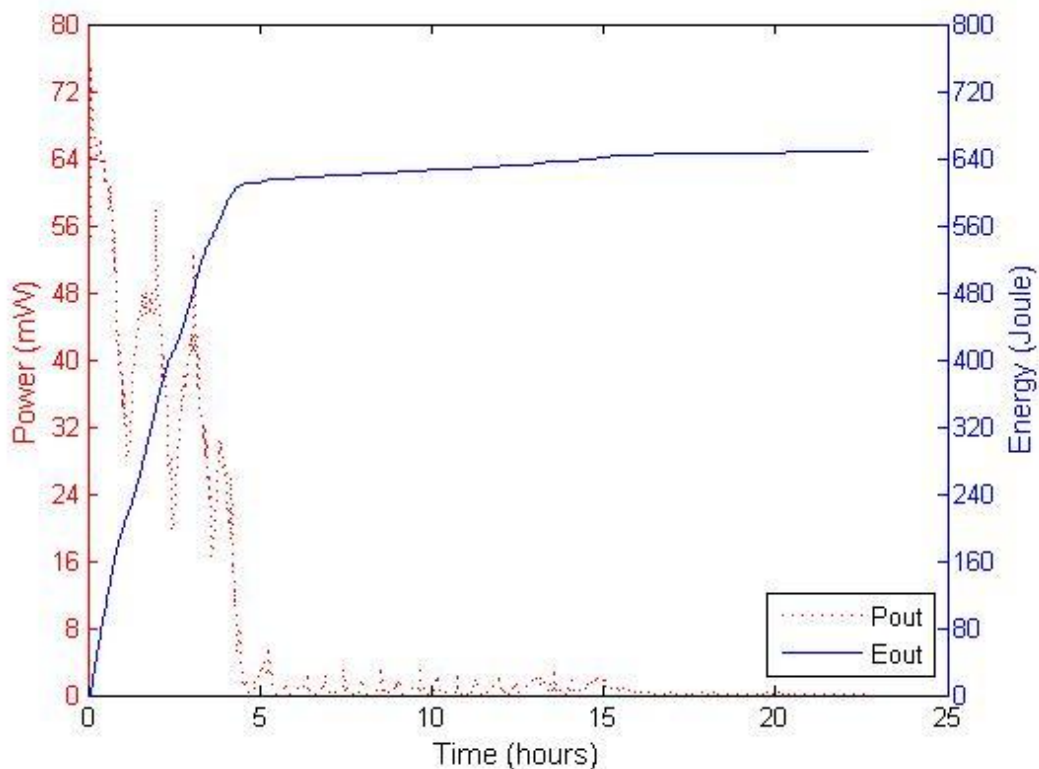
Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στην αλλαγή φάση υλικού είναι η ίδια και είναι 66.800joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Ο παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την ενέργεια είναι η μάζα του υλικού. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 0 η ώρα και 1 λεπτό μέχρι στις 3 η ώρα και 8 λεπτά. Τα 66.800 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=3 \text{ ώρες και } 7 \text{ λεπτά} / 11.220 \text{ seconds}$. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_1=1.0716 \text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση(2)



Σχήμα 3.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε αμάξι

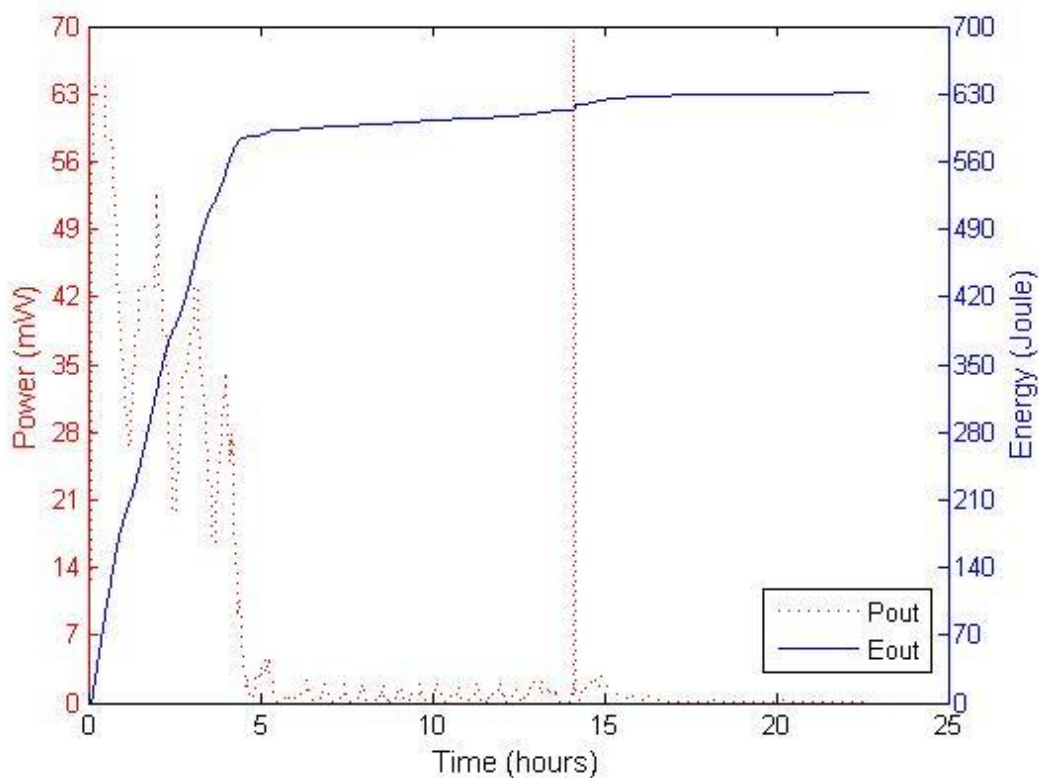
Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με την Εικόνα 3.2 με την διάφορα ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά

Παρατήρηση: Σε όλα τα διαγράμματα ισχύει ο περιορισμός **$T_{out}=T_{in}$** . Στο συγκεκριμένο διάγραμμα, δεν φαίνεται ξεκάθαρα ότι η εξωτερική θερμοκρασία αρχίζει από τους 30 βαθμούς Κελσίου, γι' αυτό το επισημαίνουμε ότι ο περιορισμός ισχύει.



Σχήμα 3.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε αμάξι

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_1=57.41\text{mW}$. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν θα είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 75.1mW , ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 647.4 joule .



Σχήμα 3.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε αμάξι

Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 3.4 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 3.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

Παρατήρηση: Η μάζα που χρησιμοποιήθηκε είναι 0.2kg/200g και είναι μεγαλύτερη σε ποσότητα από τα υπόλοιπα διαγράμματα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να έχουμε αλλαγή φάσης υλικού στην Εικόνα 3.2. Για ποσότητα μάζας μικρότερη από 200g δεν υπήρχε αλλαγή φάσης υλικού.

4.4 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε μοτέρ καταψύκτη

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές πάνω σε μοτέρ καταψύκτη. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



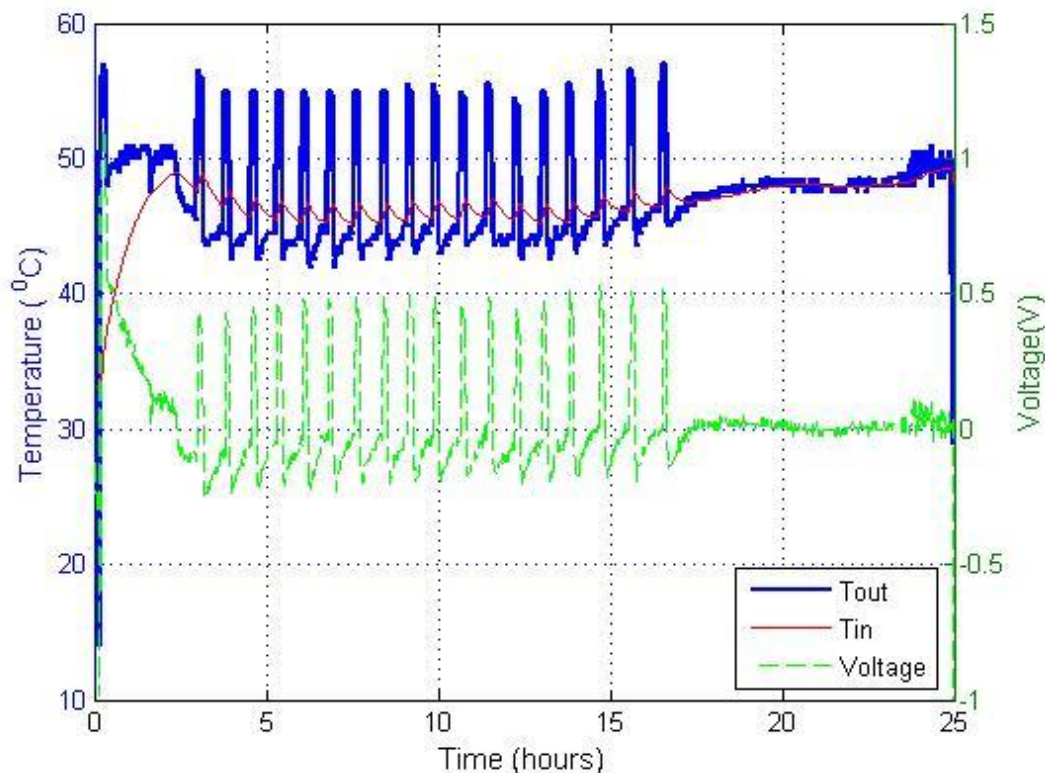
Εικόνα 4.1: Αισθητήρας τοποθετημένος απευθείας επάνω στο μοτέρ του καταψύκτη. Ο καταψύκτης βρισκόταν σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Οι μετρήσεις που έχει καταγράψει ο αισθητήρας, και είναι τοποθετημένες σε ένα αρχείο excel, μαζί με τις υπόλοιπες είναι ακριβώς ίδιες όπως και οι μετρήσεις του προηγούμενου διαγράμματος που ο αισθητήρας έχει τοποθετηθεί επάνω σε καπό από αυτοκίνητο. [14]

4.5 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε μοτέρ καταψύκτη_2

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές πάνω σε καταψυκτη_2. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 5.1: Η διαφορά με την εικόνα 1.4 είναι ότι ο καταψύκτης βρίσκεται σε κλιματιζόμενο χώρο. Ο αισθητήρας θα καταγράψει 1499 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα 25 ωρών και 0 λεπτά/90.000 seconds [14]

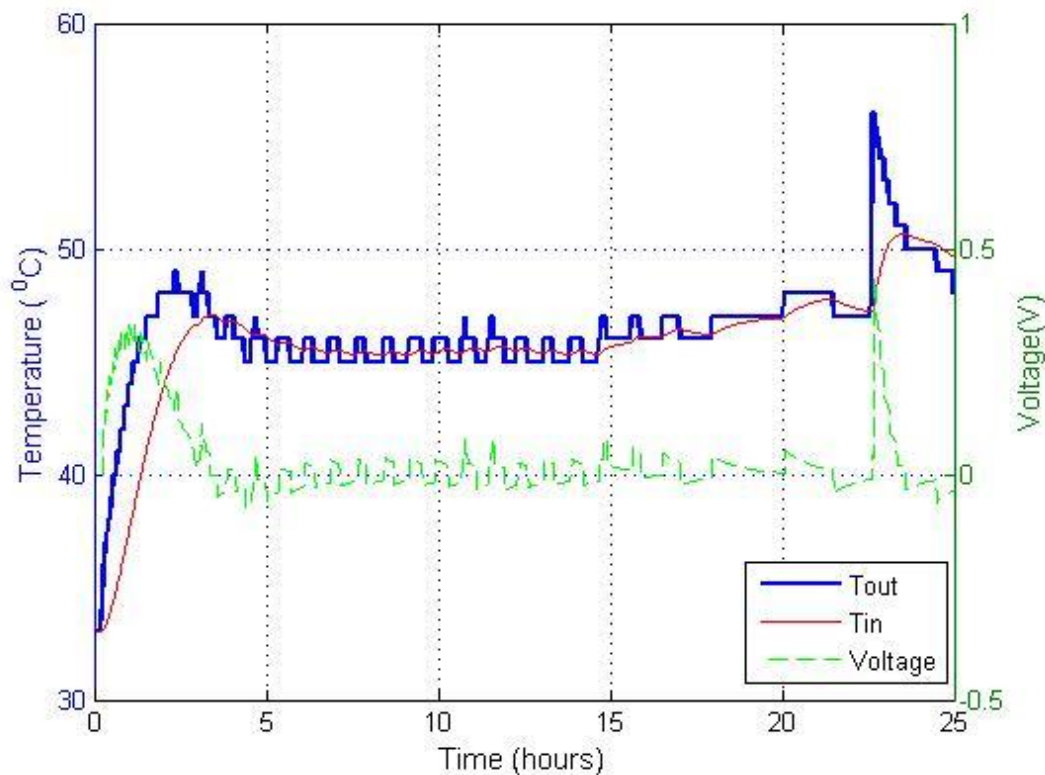


Σχήμα 5.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης μοτέρ κινητήρα (μέσα)

Στην Εικόνα 5.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία ΤΟΥΤ, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Ο όρος Dt είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 1 λεπτό/60seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Το υλικό που επεξεργαζόμαστε είναι το νερό μάζας=0.2Kg/200g μετά παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.2=840 \text{ joule/Kelvin}$

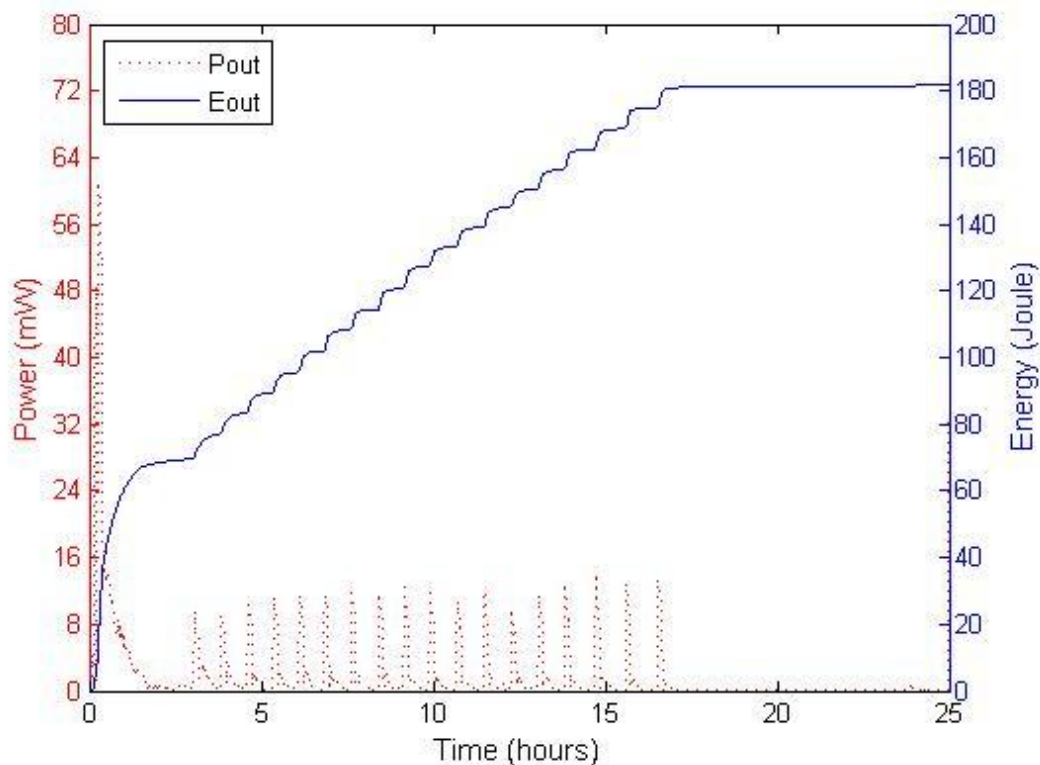
Σε σχέση με τα υπόλοιπα διαγράμματα, παρατηρούσαμε ότι για κάποια ποσότητα μάζας εμφανίζονται αλλαγές φάσεις υλικών, που σε αυτές υπήρχε κατανάλωση σταθερής ενέργειας, αλλά σε διαφορετικούς χρόνους. Στην Εικόνα 5.2 όποια ποσότητα μάζας και να τοποθετηθεί δεν υπάρχει αλλαγή φάσης υλικού.



Σχήμα 5.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης μοτέρ κινητήρα (μέσα)

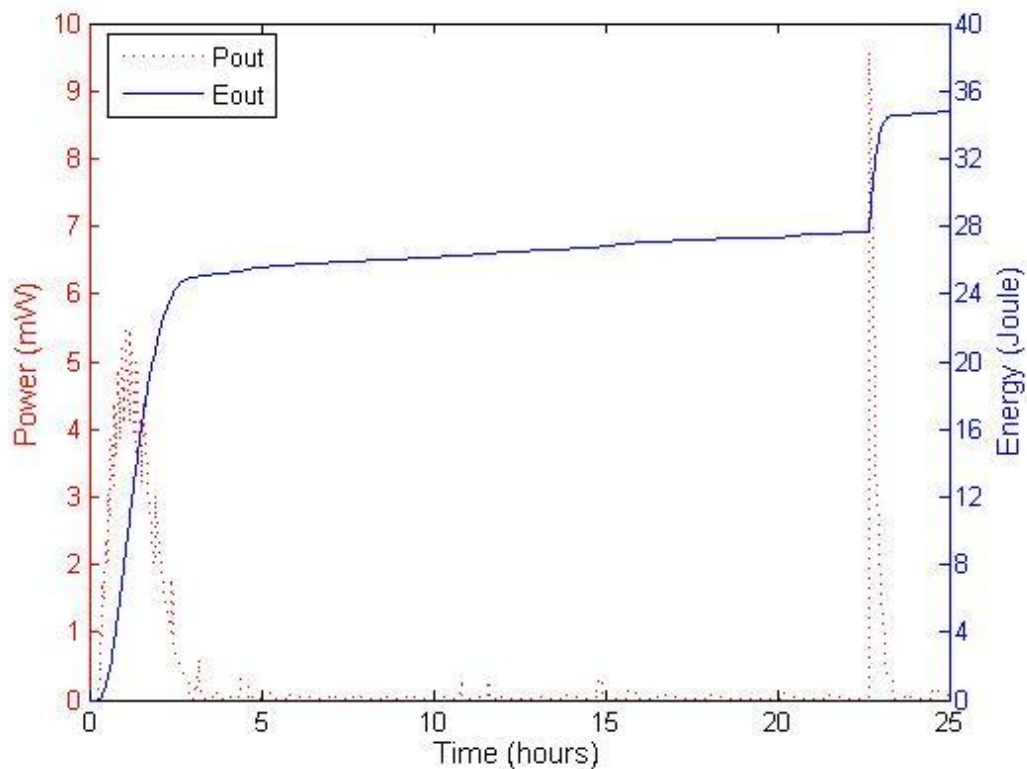
Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με την Εικόνα 5.2 με την διάφορα ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.

Παρατήρηση: Σε όλα τα διαγράμματα ισχύει ο περιορισμός **Tout=Tin**. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα δεν φαίνεται ξεκάθαρα ότι η εξωτερική θερμοκρασία αρχίζει από τους 30 βαθμούς Κελσίου, γι αυτό το επισημαίνουμε ότι ο περιορισμός ισχύει.



Σχήμα 5.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης μοτέρ κινητήρα (μέσα)

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν θα είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 61.1 mW, ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 181.9 joule.



Σχήμα 5.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης μοτέρ κινητήρα (μέσα)

Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 5.4 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 5.2 με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

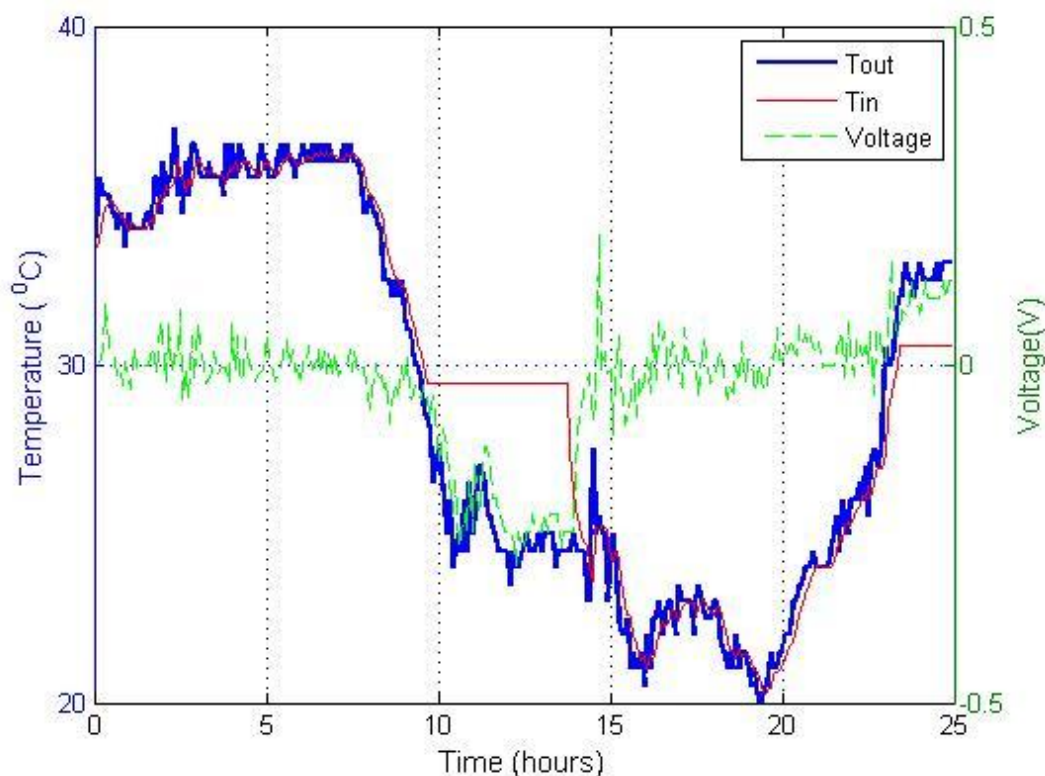
4.6 Θερμοκρασιακές μεταβολές επάνω σε δέντρο

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές επάνω σε δέντρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.



Εικόνα 6.1: Αισθητήρας τοποθετημένος σε δέντρο πάνω σε μια μεταλλική πλάκα έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η μέτρηση με ακρίβεια. Ο αισθητήρας θα καταγράψει 299 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα 24 ωρών και 50 λεπτά/89.400 seconds

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές επάνω σε δέντρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.



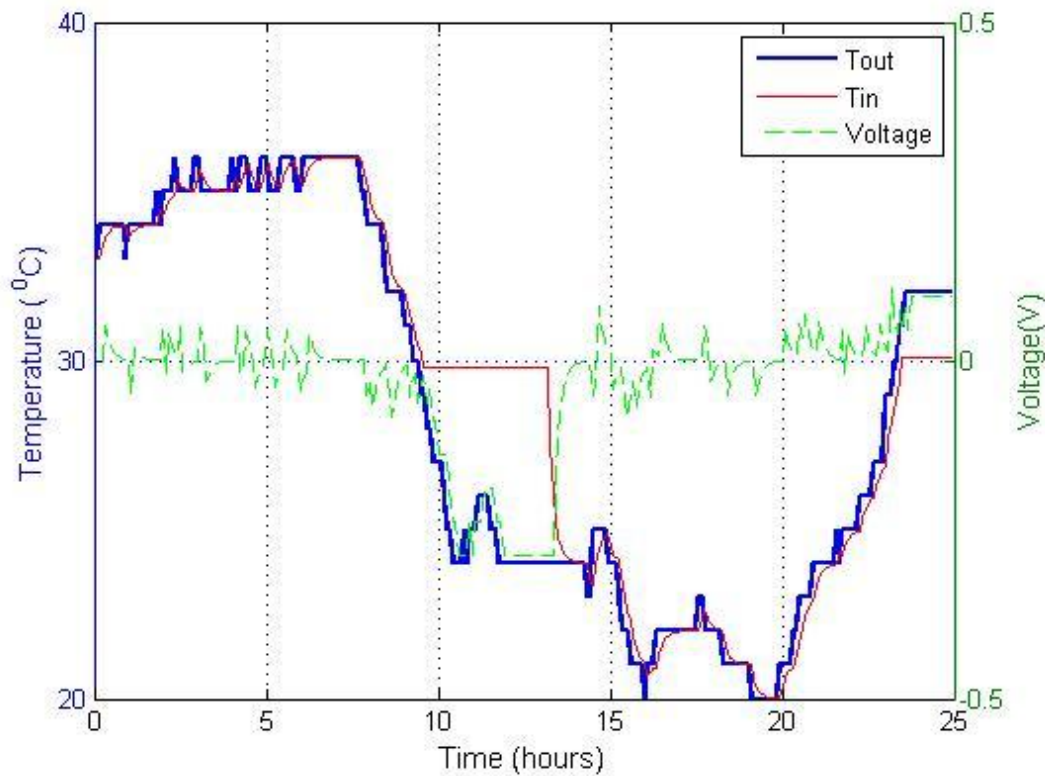
Σχήμα 6.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε δέντρο [15]

Στην Εικόνα 6.2 το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία ΤΟΥΤ, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Το Dt που είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις, είναι 5 λεπτά/300seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 3 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.05Kg/50g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.05=210 \text{ joule/Kelvin}$

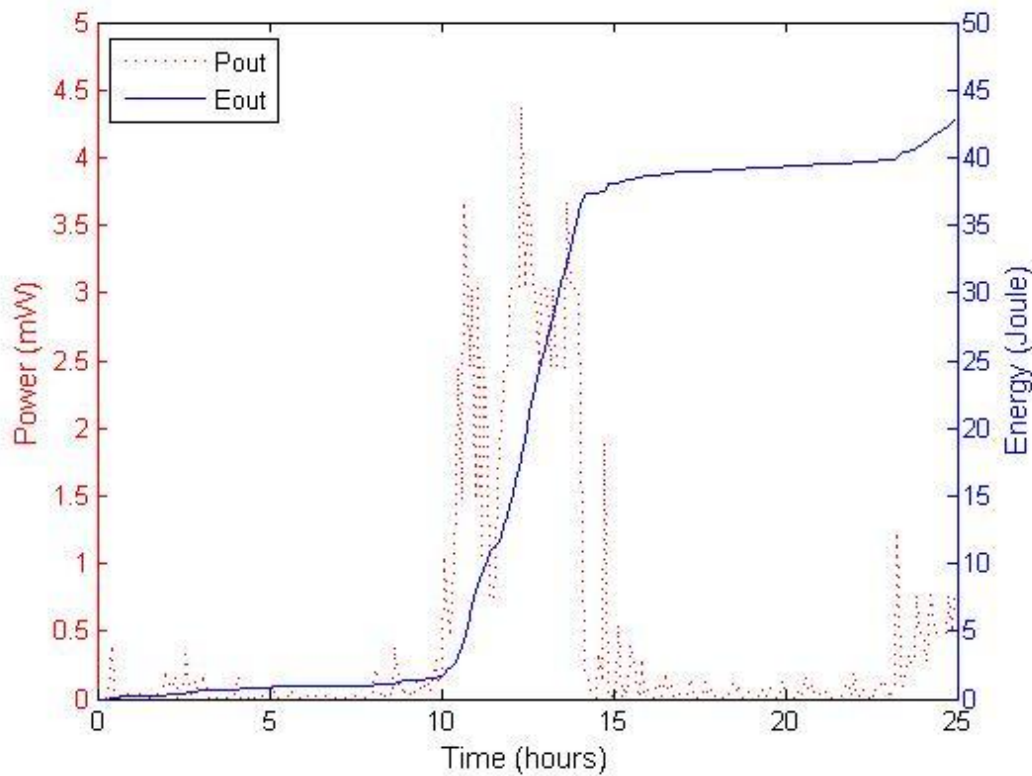
Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 2 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια και είναι 16.700 joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 9 η ώρα και 66 λεπτά μέχρι στις 13 η ώρα και 75 λεπτά. Τα 16.700 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=4$ ώρες και 9λεπτά/14.940 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V1=-0.8048 \text{ volt}$.

Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση (2). Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 23 η ώρα και 42 λεπτά μέχρι τις 24 η ώρα και 92 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_2=1$ ώρα και 50λεπτά/6600 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_2=1.8218$ volt.



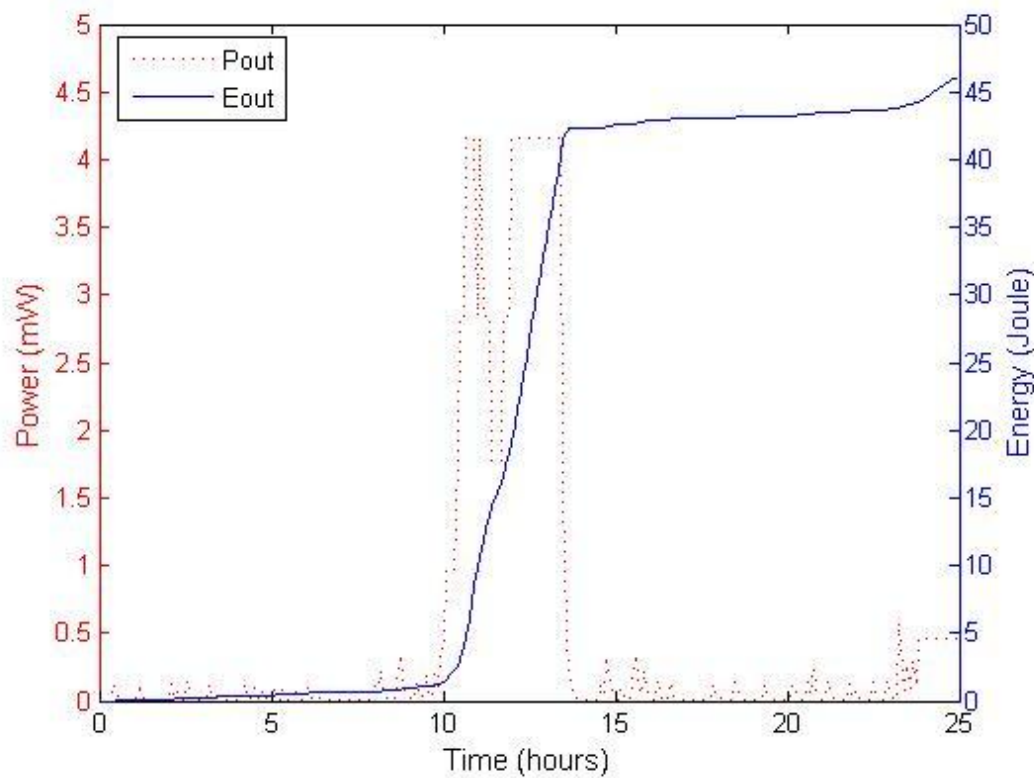
Σχήμα 6.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε δέντρο

Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με την Εικόνα 6.3 με την διαφορά ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.



Σχήμα 6.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε δέντρο

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_1=32.38 \text{ mW}$, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P_2=165.94 \text{ mW}$. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 4.38 mW , ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 42.77 joule .



Σχήμα 6.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε δέντρο

Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 6.4 με τη διαφορά ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 6.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

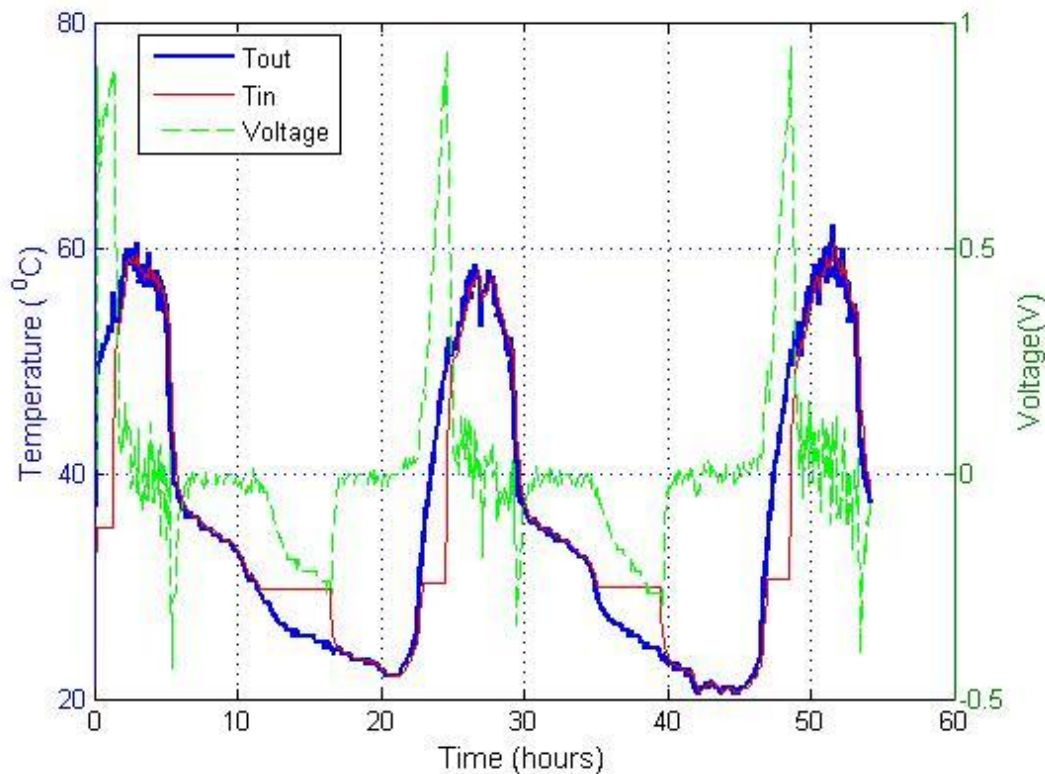
4.7 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε σκεπή σπιτιού (Κ)

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στην σκεπή σπιτιού (Κ). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 7.1: Αισθητήρας τοποθετημένος πάνω σε σκέπη σπιτιού που ήταν απευθείας επαφή με το κεραμίδι. Ο αισθητήρας θα καταγράψει 650 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα 64 ωρών/230.400 seconds [14]

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στην σκεπή σπιτιού (Κ). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.



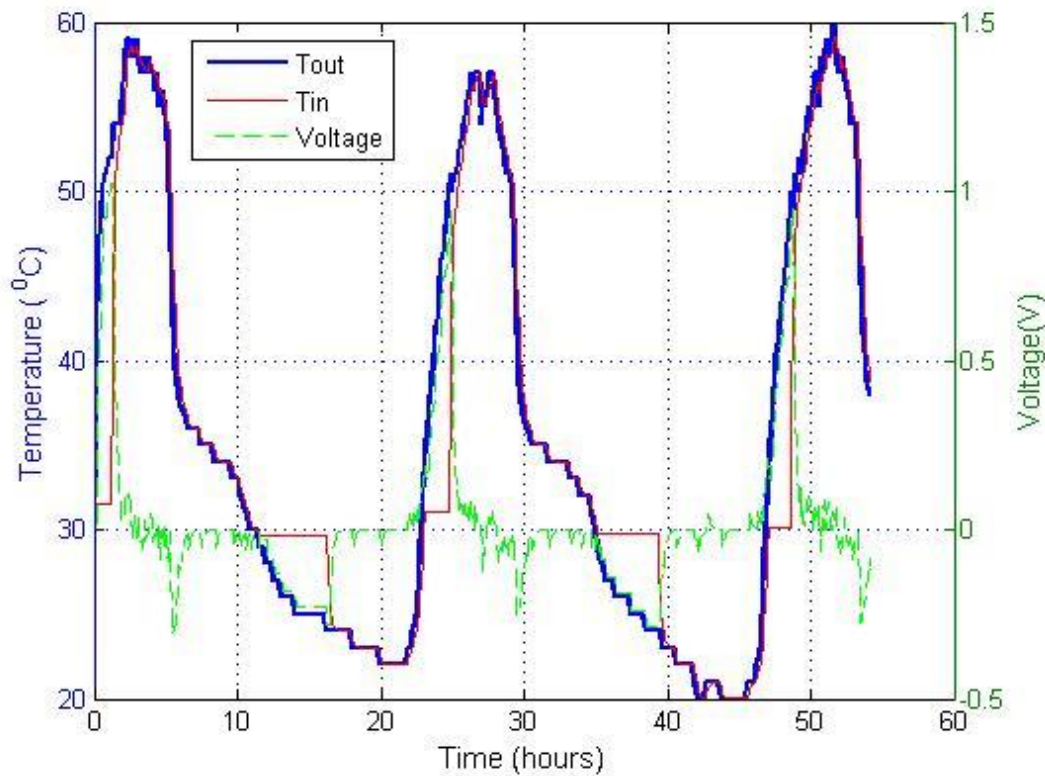
Σχήμα 7.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε σκεπή (K)

Στην Εικόνα 7.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία TOUT, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Το Dt που είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις, είναι 5 λεπτά/300seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 4 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.05Kg/50g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.05=210 \text{ joule/Kelvin}$

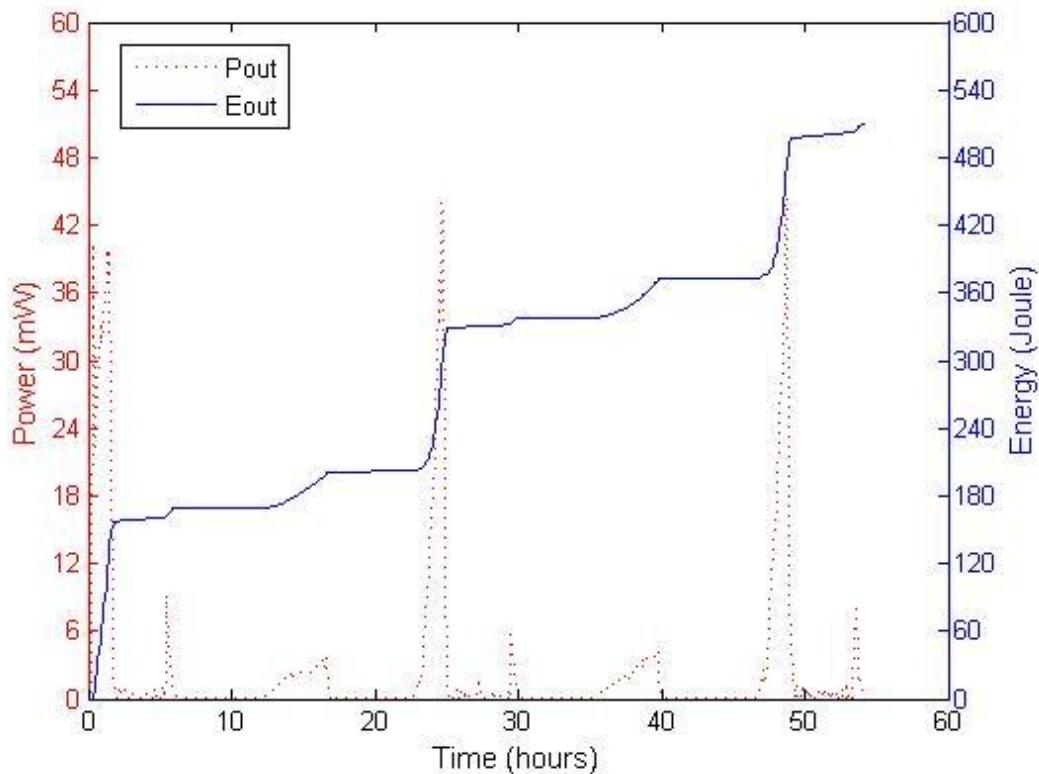
Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 4 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια, και είναι 16.700 joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 11 η ώρα και 58 λεπτά μέχρι στις 16 η ώρα και 42 λεπτά. Τα 16.700 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=5$ ώρες και 24λεπτά/19.940 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_1=-0.1546 \text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση (2). Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 22 η ώρα και 92 λεπτά μέχρι τις 24 η ώρα και 5 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x2}=1$ ώρα και 58λεπτά/7080 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_2=-0.4245 \text{ volt}$. Η τρίτη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 35 η ώρα και 17 λεπτά μέχρι τις 39 η ώρα και 5 λεπτά.

Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x3}=4$ ώρες και 33 λεπτά/16380 seconds. Ητάση που θα καταναλωθεί είναι $V_3=-0.1835$ volt. Η τέταρτη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 47 η ώρα και 0 λεπτά μέχρι τις 48 η ώρα και 5 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x4}=1$ ώρα και 5 λεπτά/3900 seconds. Ητάση που θα καταναλωθεί είναι $V_4=-0.7707$ volt.



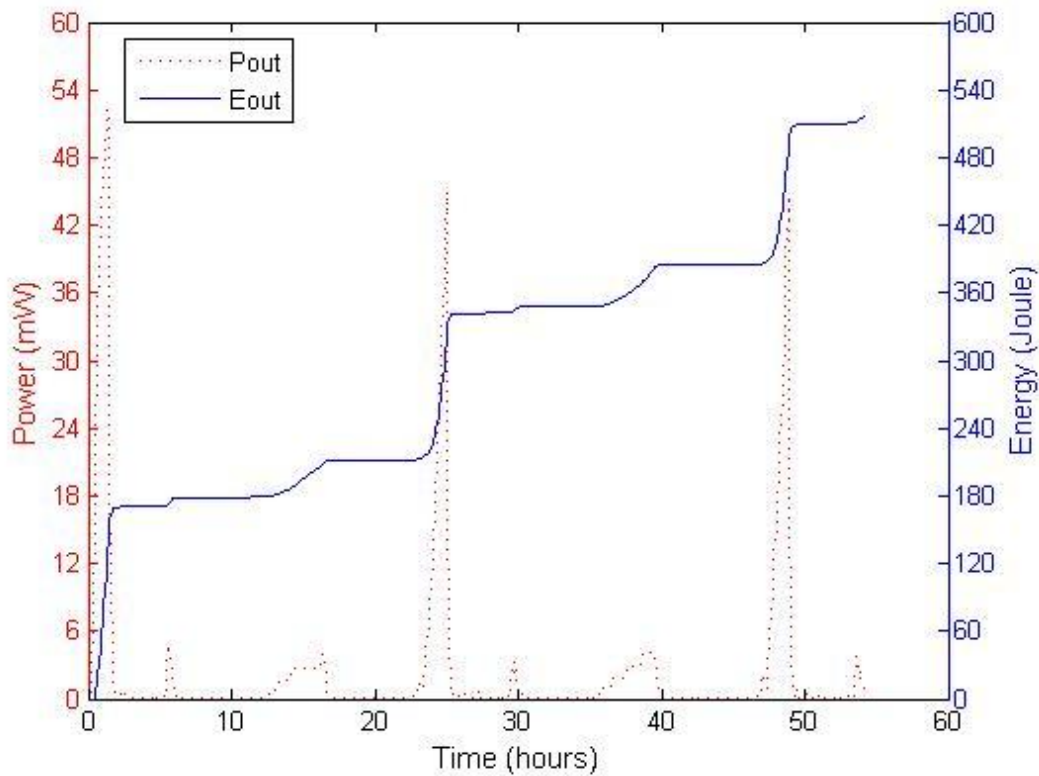
Σχήμα 7.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε σκεπή (Κ)

Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με την Εικόνα 7.3 με την διαφορά ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.



Σχήμα 7.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε σκεπή (K)

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P1=1.1950$ mW, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P2=9.0100$ mW, στην τρίτη αλλαγή η ισχύς που προσφέρεται είναι $P3=1.6836$ mW και τέλος στην τέταρτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P4=29.69$ mW. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 48mW, ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 509.4 joule.



Σχήμα 7.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε σκεπή (K)

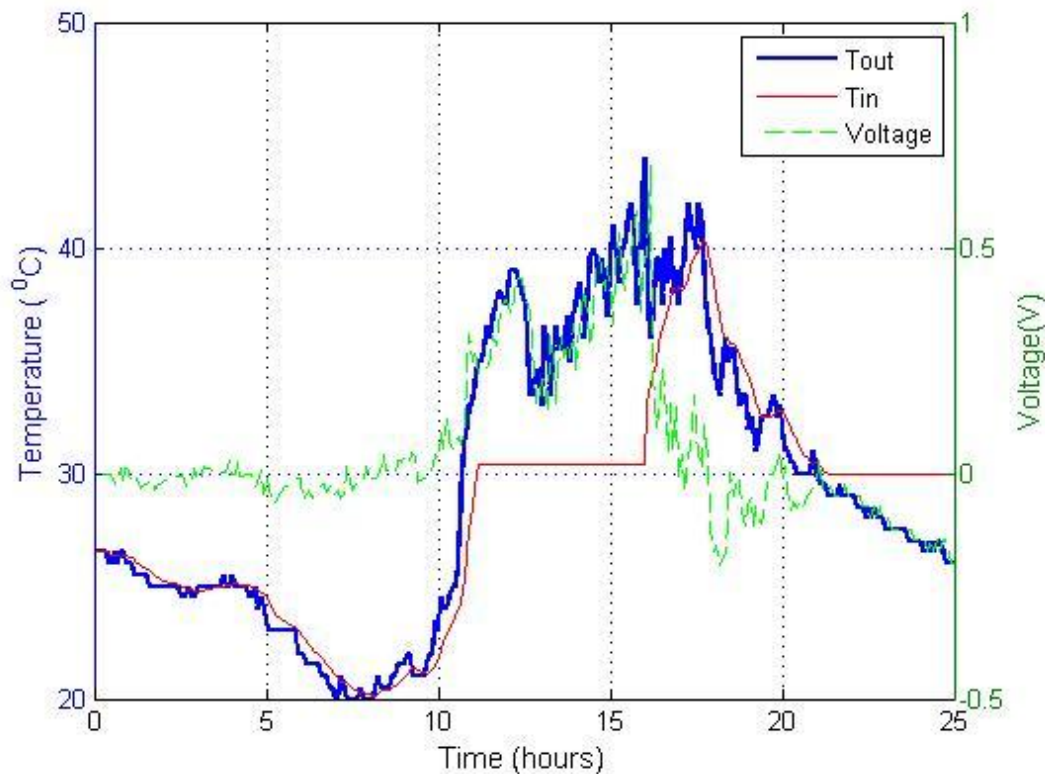
Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με το Εικόνα 7.4 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 7.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

4.8 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε σκεπή σπιτιού(T)

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στην σκεπή σπιτιού (T). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 8.1: Αισθητήρας τοποθετημένος πάνω σε σκεπή σπιτιού, αλλά αυτή την φορά σε κεραμίδι, όπου ανάμεσα στον αισθητήρα και στο κεραμίδι τοποθετήθηκε μια μεταλλική βάση. Ο αισθητήρας θα καταγράψει 300 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα των 26 ωρών και 9 λεπτών/94.140 seconds. [14]

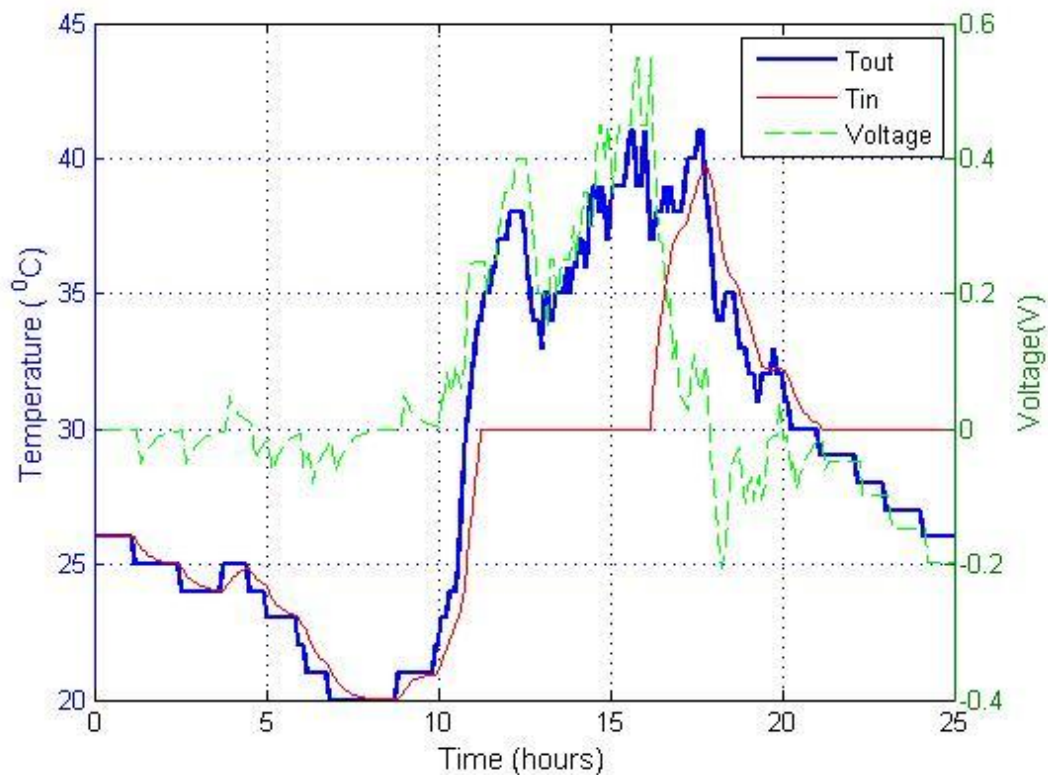


Σχήμα 8.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε σκεπή (T)

Στην Εικόνα 8.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία TOUT, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Το Dt που είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις, είναι 5 λεπτά/300seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 2 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.1Kg/100g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

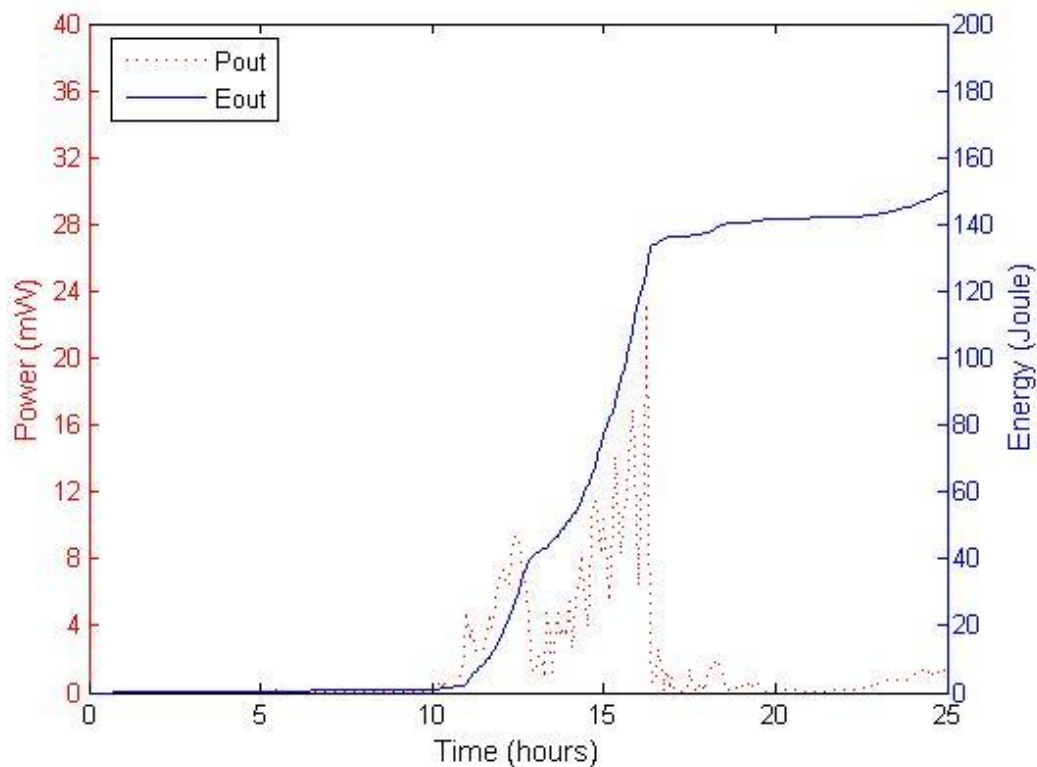
- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.1=420 \text{ joule/Kelvin}$

Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 2 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια, και είναι 33.400joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 11 η ώρα και 17 λεπτά μέχρι στις 16 η ώρα Τα 33.400 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=5$ ώρες και 23λεπτά/19.380 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V1=0.3102 \text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση(2). Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 21 η ώρα και 33λεπτά μέχρι τις 25 η ώρα. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x2}=4$ ώρες και 7λεπτά/14.820 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V2=-0.4056 \text{ volt}$.



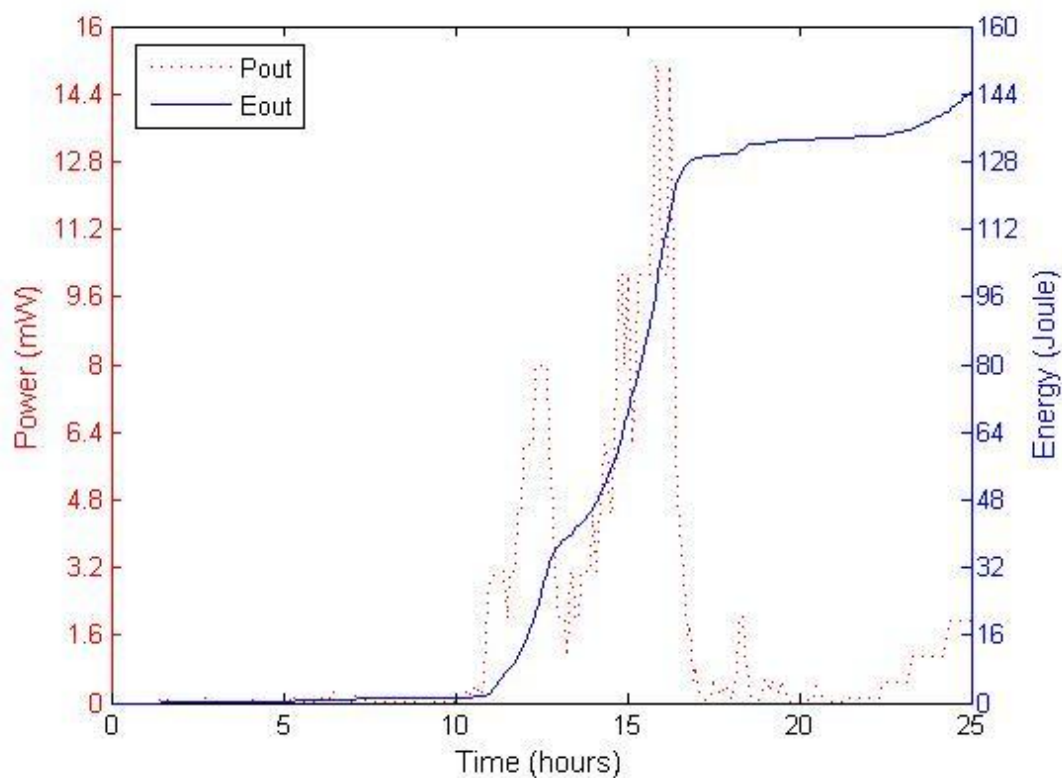
Σχήμα 8.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε σκεπή (T)

Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με το Εικόνα 8.2 με την διάφορα ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα, να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.



Σχήμα 8.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε σκεπή (T)

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P1=4.8112 \text{ mW}$, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P2=8.2255 \text{ mW}$. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 23.3mW , ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 150.1 joule .



Σχήμα 8.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε σκεπή (T)

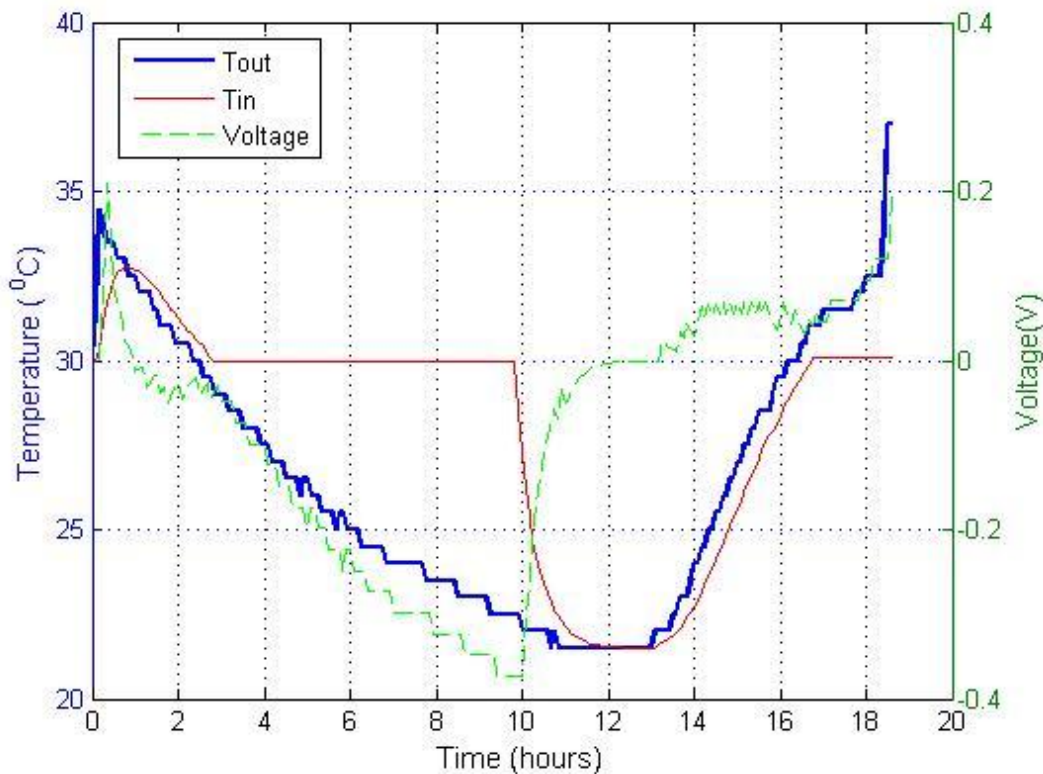
Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 8.4 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 8.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

4.9 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε κορμό δέντρου

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές σε κορμό δέντρου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 9.1: Αισθητήρας τοποθετημένος μέσα σε κορμό δέντρου, πάνω σε μια μεταλλική πλάκα για να πραγματοποιηθεί η μέτρηση με ακρίβεια. Ο αισθητήρας θα καταγράψει 223 τις μετρήσεις σε χρονικό διάστημα των 19 ωρών και 50 λεπτών/71.400 seconds [14]

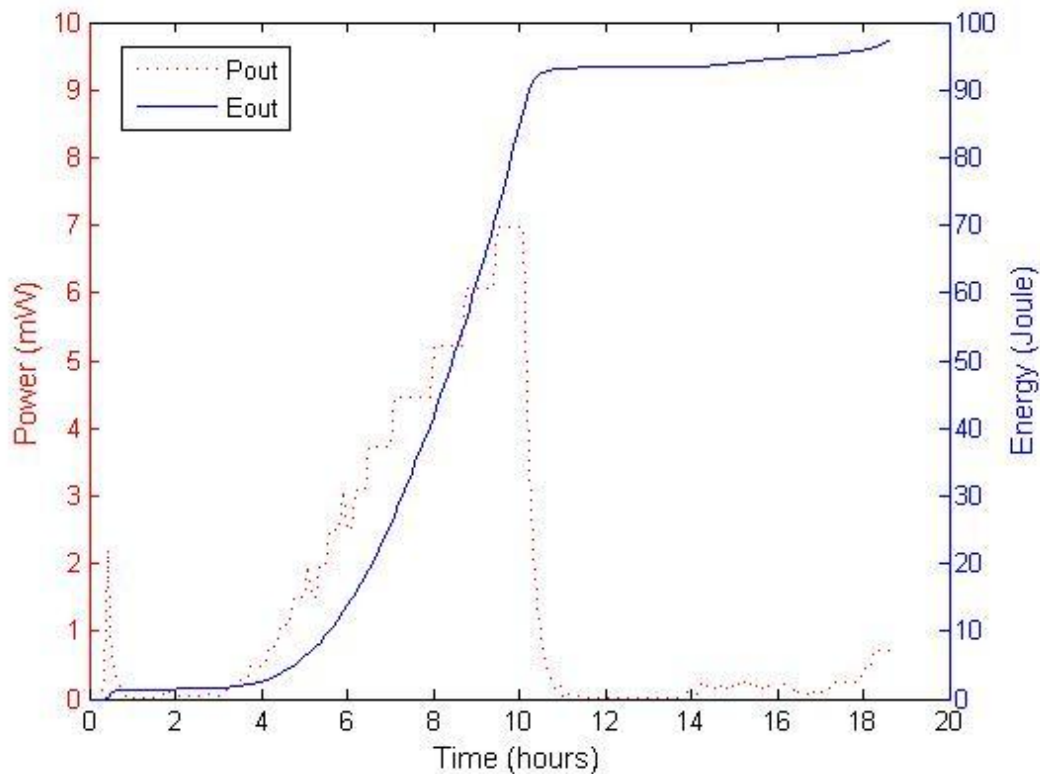


Σχήμα 9.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης σε κορμό δέντρου

Στην Εικόνα 9.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία TOUT, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα, απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Το Dt που είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις, είναι 5 λεπτά/300seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς κελσίου έχουμε 2 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.1Kg/100g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.1=420 \text{ joule/Kelvin}$

Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 2 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια, και είναι 33.400joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 2 η ώρα και 83 λεπτά μέχρι στις 9 η ώρα και 83 λεπτά. Τα 33.400joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=7$ ώρες και 0λεπτά/25.200 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V1=-0.2385 \text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση (2). Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 16 η ώρα και 75 λεπτά μέχρι τις 18 η ώρα και 58 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x2}=2$ ώρες και 23λεπτά/8.580 seconds. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V2=-0.700 \text{ volt}$.



Σχήμα 9.3: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης κορμού δέντρου [15]

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_1=2.844$ mW, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P_2=24.5$ mW. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 7 mW, ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 97.13 joule.

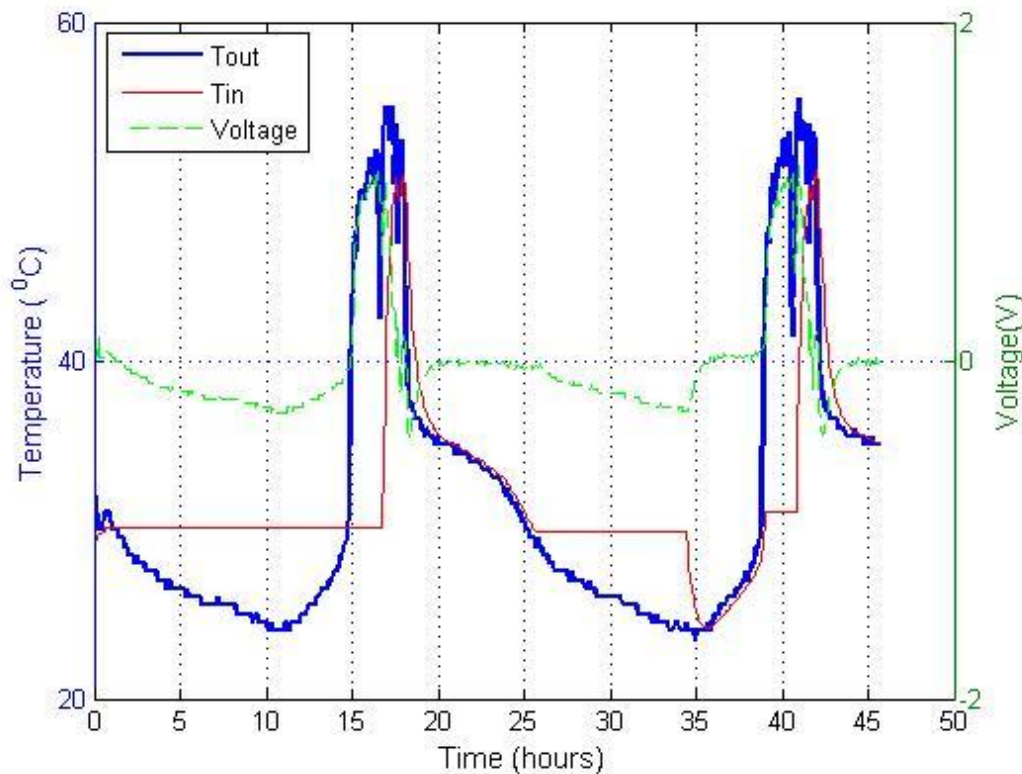
Παρατήρηση: Οι συγκεκριμένες μετρήσεις, που έχει καταγράψει ο αισθητήρας για τη συγκεκριμένη τοποθεσία δεν είχαν θόρυβο με αποτέλεσμα να μην χρειάζονταν να χρησιμοποιήσουμε ένα χαμηλοπερατό φίλτρο όπως στις προηγούμενες εικόνες.

4.10 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε οδόστρωμα

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές σε οδόστρωμα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 10.1: Αισθητήρας τοποθετημένος πάνω σε οδόστρωμα θα καταγράψει 548 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα 46 ωρών και 51 λεπτών /150.660 seconds. [14]



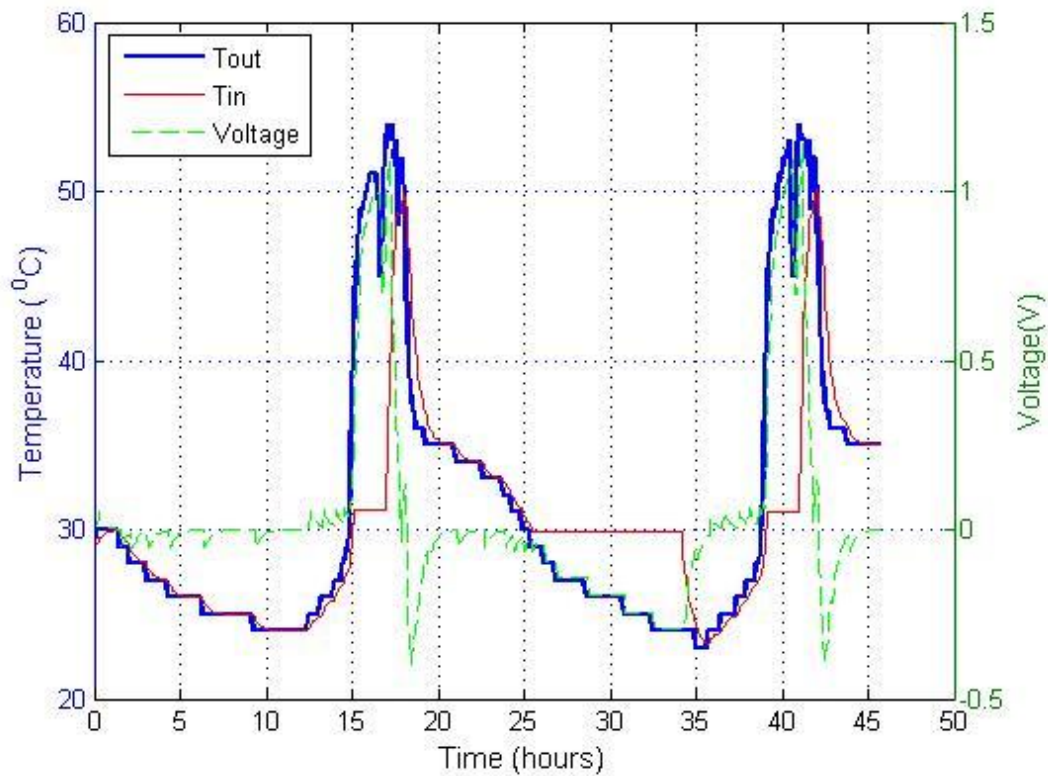
Σχήμα 10.2.: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε οδόστρωμα

Στην Εικόνα 10.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία ΤΟΥΤ, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα, απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Το Dt που είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις, είναι 5 λεπτο/300 seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 3 αλλαγές φάσεις υλικών για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.1Kg/100g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.1=420 \text{ joule/Kelvin}$

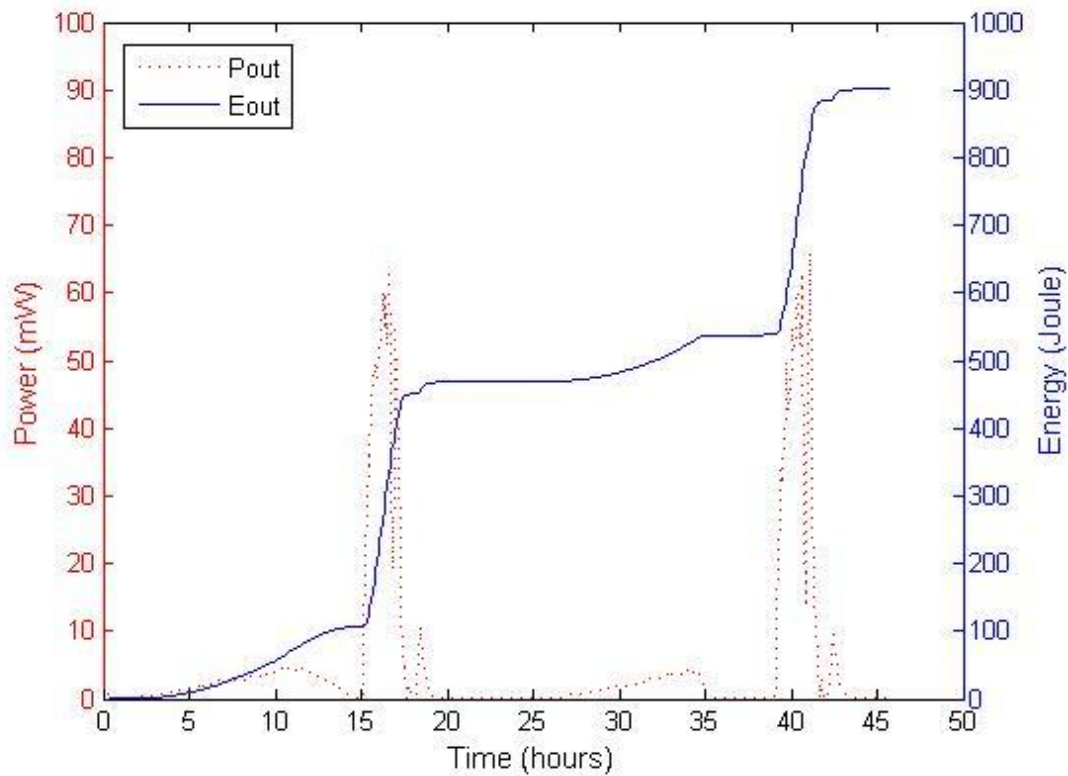
Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στις 3 αλλαγές φάσεις υλικών είναι η ίδια, και είναι 33.400joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 0 η ώρα και 66 λεπτά μέχρι στις 16 η ώρα και 75 λεπτά. Τα 33.400 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=16 \text{ ώρες και } 9 \text{ λεπτά}/58.140 \text{ seconds}$. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_1=-0.1034 \text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση(2). Η δεύτερη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 25 η ώρα και 67 λεπτά μέχρι τις 34 η ώρα και 42 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x2}=9 \text{ ώρες και } 15 \text{ λεπτά}/33.300 \text{ seconds}$. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V_2=-0.1805 \text{ volt}$.

Η τρίτη αλλαγή φάσης υλικού αρχίζει στις 40 η ώρα και 83 λεπτά μέχρι τις 39 η ώρα και 0 λεπτά. Η ενέργεια που θα καταναλωθεί θα είναι η ίδια, αλλά σε χρόνο $t_{x3}=1$ ώρες και 23 λεπτά/4.980 seconds. Ητάση που θα καταναλωθεί είναι $V_3=1.207$ volt.



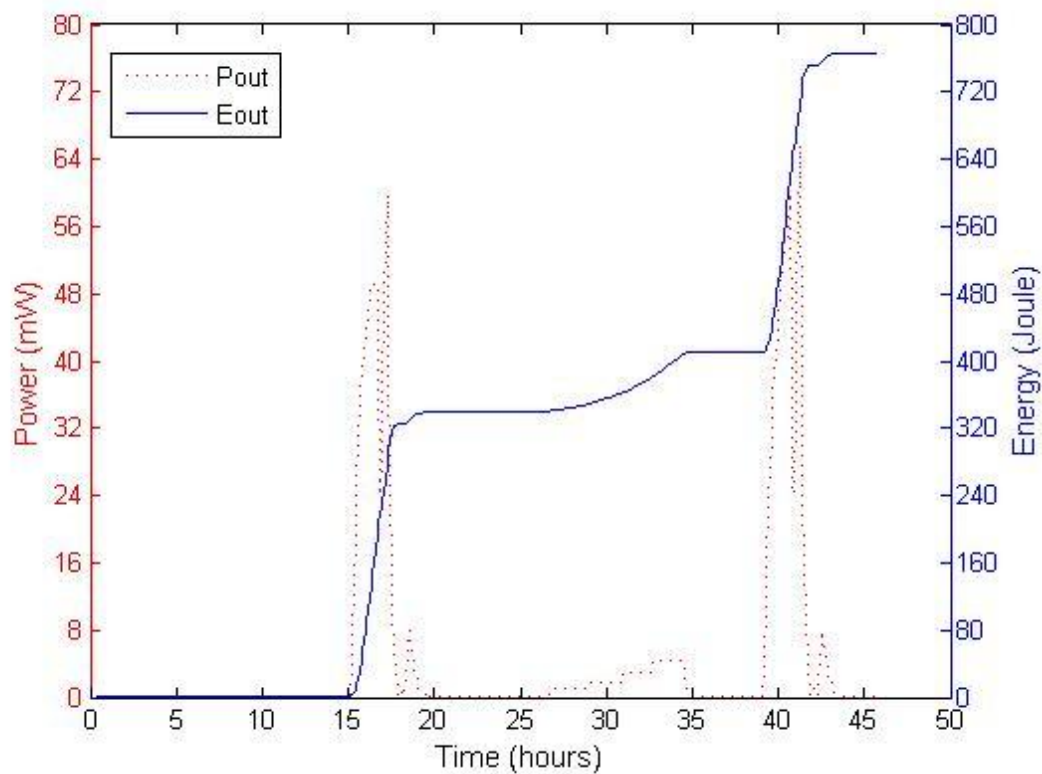
Σχήμα 10.3: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε οδόστρωμα

Το παραπάνω διάγραμμα είναι ακριβώς το ίδιο με το Εικόνα 10.2 με την διάφορα ότι έχουμε χρησιμοποιήσει ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο, το οποίο εκφράζεται από την σχέση(6). Η συγκεκριμένη σχέση τοποθετήθηκε στο excel που είναι καταγεγραμμένες όλες οι μετρήσεις με αποτέλεσμα, να δημιουργηθούν καινούργιες χωρίς την εμφάνιση του θορύβου. Ο στόχος ήταν να εξομαλύνουμε το θόρυβο που υπήρχε αρχικά.



Σχήμα 10.4: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε οδόστρωμα

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_1=0.534$ mW, ενώ στην δεύτερη αλλαγή η ισχύς είναι $P_2=1.269$ mW, και τέλος στην 3 αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_3=72.86$ mW. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 65.8 mW, ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 900.8 joule.



Σχήμα 10.5: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε οδόστρωμα

Το διάγραμμα που απεικονίζεται παραπάνω είναι ακριβώς το ίδιο διάγραμμα με την Εικόνα 10.4 με τη διάφορα ότι έχει χρησιμοποιηθεί ένα διακριτό χαμηλοπερατό φίλτρο ακριβώς το ίδιο όπως και για την Εικόνα 10.2, με σκοπό να εξομαλύνουμε το θόρυβο που είναι ένα πρόβλημα που προέρχεται από τις μετρήσεις.

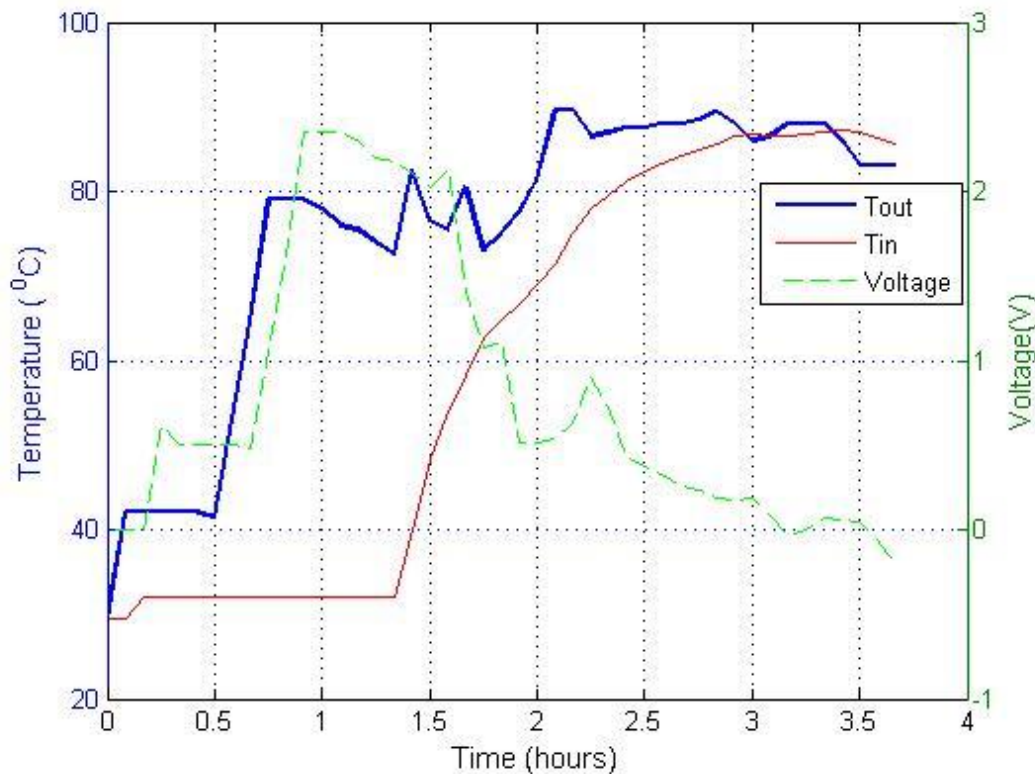
4.11 Θερμοκρασιακές μεταβολές σε μηχανή αυτοκινήτου

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές σε μηχανή αυτοκινήτου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα



Εικόνα 11.1: Αισθητήρας τοποθετημένος πάνω σε μηχανή αυτοκινήτου ενώ βρίσκεται σε κίνηση. Ο αισθητήρας θα καταγράψει 44 μετρήσεις σε χρονικό διάστημα 5 ωρών και 5 λεπτών/18.300 seconds. [14]

στην ενότητα αυτή υπολογίζεται η ενέργεια που είναι διαθέσιμη από τις ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές σε μηχανή αυτοκινήτου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Αλέξανδρο Γεωργιάδη στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας με τίτλο καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα.

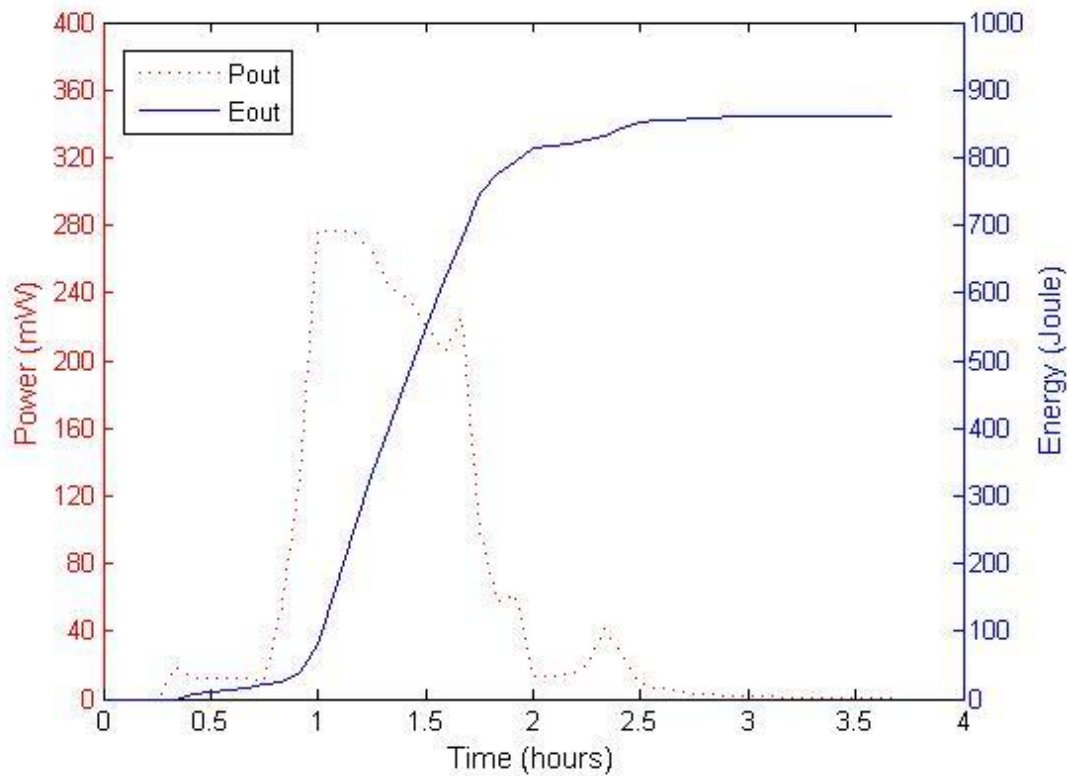


Σχήμα 11.2: Προσομοίωση θερμοκρασίας και τάσης ανοιχτού κυκλώματος διάταξης πάνω σε αμάξι

Στην Εικόνα 11.2, το διάγραμμα με χρώμα μπλε απεικονίζει την εξωτερική θερμοκρασία TOUT, που είναι οι θερμοκρασίες που έχει καταγράψει ο αισθητήρας. Το διάγραμμα με κόκκινο χρώμα απεικονίζει την εσωτερική θερμοκρασία η οποία προκύπτει από την σχέση(1). Ο όρος Dt είναι το βήμα χρόνου από τις μετρήσεις που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 5 λεπτό/300seconds. Με πράσινο χρώμα απεικονίζεται η τάση η οποία προκύπτει από την σχέση (2). Παρατηρούμε, ότι στους 30 βαθμούς Κελσίου έχουμε 1 αλλαγή φάση υλικού για το συγκεκριμένο υλικό που επεξεργαζόμαστε που είναι το νερό μάζας=0.1Kg/100g με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ειδική θερμοχωρητικότητα νερού: $C_p=4200 \text{ joule/KgK}$
- Ενέργεια φάσης: $Q_L=334000 \text{ joule/Kg}$
- Θερμοχωρητικότητα νερού: $4200 \cdot 0.1=420 \text{ joule/Kelvin}$

Η ενέργεια που θα καταναλωθεί και στην αλλαγή φάση υλικού είναι η ίδια, και είναι 33.400joule, η οποία προκύπτει από την εξίσωση: $E_{out}=Q_L \cdot m \text{ joule}$. Ο παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την ενέργεια είναι η μάζα του υλικού. Η πρώτη αλλαγή συμβαίνει στις 0 η ώρα και 16 λεπτά μέχρι στις 1 η ώρα και 33 λεπτά. Τα 33.400 joule θα καταναλωθούν σε χρόνο $t_{x1}=1 \text{ ώρες και } 17 \text{ λεπτά} / 4.620 \text{ seconds}$. Η τάση που θα καταναλωθεί είναι $V1=1.30 \text{ volt}$. Το αποτέλεσμα της τάσης προκύπτει από την σχέση(2).



Σχήμα 11.3: Ισχύς και ενέργεια εξόδου διάταξης πάνω σε αμάξι

Στο παραπάνω διάγραμμα με κόκκινο χρώμα είναι η ισχύς η οποία εκφράζεται από την σχέση (4). Στη πρώτη αλλαγή φάσης η ισχύς που προσφέρεται είναι $P_1=84.5 \text{ mW}$. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η ενέργεια που περιγράφεται από την σχέση (5). Η ενέργεια είναι συνάρτηση της ισχύος, δηλαδή χωρίς τον υπολογισμό της ισχύος δεν είχαμε την δυνατότητα να γνωρίζουμε την ενέργεια. Η μέγιστη τιμή της ισχύος για την συγκεκριμένη ποσότητα μάζας είναι: 276.4 mW , ενώ η μέγιστη τιμή για την ενέργεια είναι 861.6 joule .

Παρατήρηση: Οι συγκεκριμένες μετρήσεις, που έχει καταγράψει ο αισθητήρας για τη συγκεκριμένη τοποθεσία δεν είχαν θόρυβο με αποτέλεσμα, να μην χρειάζονταν να χρησιμοποιήσουμε ένα χαμηλοπερατό φίλτρο όπως στις προηγούμενες εικόνες.

5. Συμπεράσματα

Παρατήρηση: Οι σχέσεις 1, 2 3, 4, 5 αποτελούν το αριθμητικό μοντέλο το οποίο έχει προγραμματιστεί στο matlab και έχει τοποθετηθεί σε ένα βρόχο επανάληψης με πλήθος επαναλήψεων όσο και το πλήθος των μετρήσεων . Επίσης υπάρχει και μια ακόμη εξίσωση που χρησιμοποιείται στο αριθμητικό μοντέλο κα εκφράζει την θερμότητα στο εσωτερικό του H.S.U. Το H.S.U είναι μια μονάδα αποθήκευσης θερμότητας για να μετασχηματιστεί η διακύμανση της θερμοκρασίας στο χρόνο. Ένα υλικό που αλλάζει φάση στην περιοχή διακύμανση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χρησιμοποιείται στην HSU, για να επιτευχθεί μια μεγάλη ενέργεια πυκνότητα αποθήκευσης ,και να μεγιστοποιηθεί η μέση

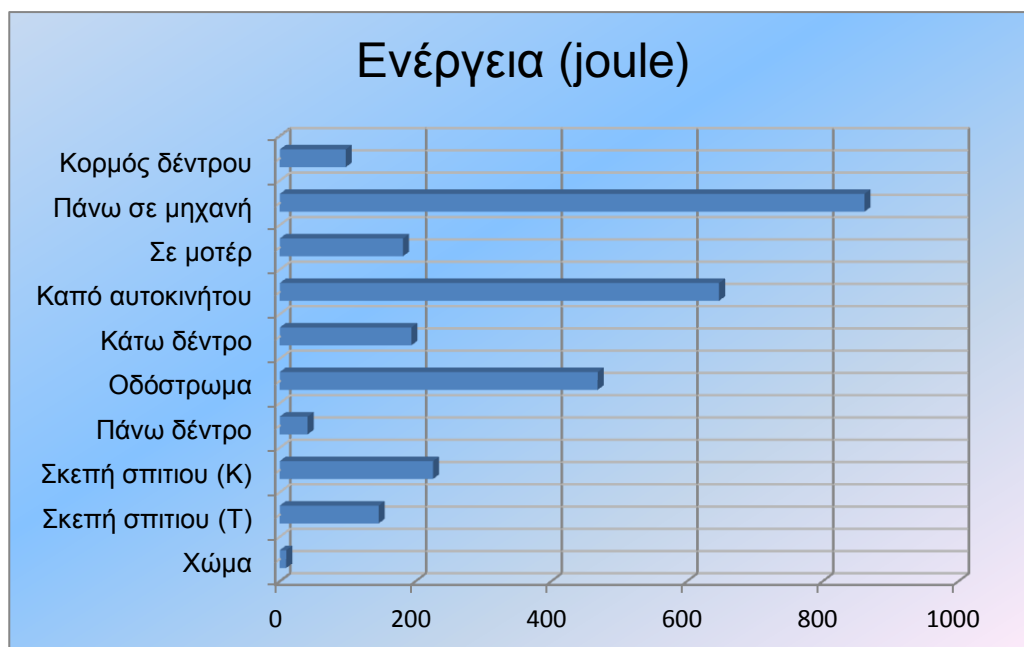
διαφορά θερμοκρασίας. Εξίσωση: $Q(i+1) = Q(i) + (TOUT(i) - TIN(i)) * \frac{Dt}{Rteg}$

Παρατηρήσεις_Συμπεράσματα: Οι τόποι στους οποίους είχε εγκατασταθεί ο αισθητήρας και κατέγραψε τις μετρήσεις, είχαν θόρυβο, με αποτέλεσμα για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, να χρησιμοποιήσουμε ένα low_passfilter. Είχαμε δυο περιπτώσεις διαγραμμάτων, κατά τις όποιες, η πρώτη ήταν όταν είχαμε αλλαγή φάσης υλικού, όπου η Tin ήταν σταθερή και είχαμε κατανάλωση ενέργειας και η δεύτερη όταν δεν είχαμε αλλαγή φάσης, όπου η εσωτερική θερμοκρασία ακλουθούσε την Tout. Η ενέργεια που καταναλώνονταν ήταν ίδια αφού εξαρτιόταν από την μάζα, αλλά ο χρόνος κατανάλωσής της ήταν διαφορετικός. Επίσης, σε κάποια διάγραμμα δεν μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε όποια μάζα θέλαμε γιατί εμφανιζόταν θόρυβος που ήταν πολύ μεγάλος, που και ακόμα με την βοήθεια του φίλτρου δεν μπορούσαμε να τον εξομαλύνουμε. Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει 3 στήλες:

1. Είναι ο τόπος που έχει εγκατασταθεί ο αισθητήρας και έχει καταγράψει τις θερμοκρασίες σε διάφορα χρονικά διαστήματα.
2. Είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας από την μικρότερη τιμή μέχρι την μεγαλύτερη σε χρονικό διάστημα 24 ωρών
3. Είναι η ενέργεια που έχει συλλεχτεί μέσα σε 24 ώρες

Τόπος	Διακύμανση θερμοκρασίας (°C)	Ενέργεια (joule)
Χώμα	27-47	10
Σκεπή σπιτιού (Τ)	21-44	146
Σκεπή σπιτιού (Κ)	22-60	226
Πάνω σε δέντρο	21-37	42
Οδόστρωμα	24-55	469
Κάτω σε δέντρο	23-50	194
Καπό αυτοκινήτου	29-60	648
Σε μοτέρ	28-57	182
Πάνω σε μηχανή	30-90	862
Κορμός δέντρου	22-37	98

Παρατήρηση: Σε μερικούς τόπους που είναι με πιο έντονη γραφή, ο αισθητήρας κατέγραψε τις μετρήσεις σε λιγότερο από το χρονικό διάστημα των 24 ωρών. Η μεγαλύτερη ενέργεια που έχει συλλεχτεί μέσα σε 24 ώρες είναι Eout:469 joule ενώ η μικρότερη είναι Eout:10 joule



Βιβλιογραφία

- [1] el.wikipedia.org/wiki/θερμοκρασία
Τόμος Α, Μηχανική- Θερμοδυναμική , Κεφάλαιο 15
- [2] el.wikipedia.org/wiki/Κελσίου
- [3] el.wikipedia.org/wiki/Κέλβιν
- [4] el.wikipedia.org/wiki/Φαρενάιτ
- [5] Εγκυκλοπαίδεια Δομή, Ενέργεια
- [6] Εγκυκλοπαίδεια Δομή, Ισχύς
- [7] Βιβλίο χημείας Γ' Λυκείου, Θερμοχωρητικότητα
- [8] Βιβλίο Φυσικής Young, Όγκος
- [9] Εγκυκλοπαίδεια Δομή, Θερμότητα
- [10] el.wikipedia.org/wiki/Συγκομιδή_ενέργειας
- [11] Βιβλίomatlab, Ε.Β. Χατζίκος, Γλωσσά προγραμματισμού
- [12] Βιβλίο matlab, Ε.Β. Χατζίκος, Γραφικές παραστάσεις
- [13] Βιβλίο, Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος, Εκδόσεις Τζιόλα
- [14] Βιβλίο, Καταγραφή θερμοκρασιών σε διάφορα περιβάλλοντα,
Αλέξανδρος Γεωργιάδης
- [15] Λογισμικό πρόγραμμα matlab
- [16] M. E. Kiziroglou, S. W. Wright, T. T. Toh, P. D. Mitcheson, T. Becker, and E. M. Yeatman, "Design and Fabrication of Heat Storage Thermoelectric Harvesting Devices," Industrial Electronics, IEEE Transactions on, vol. 61, pp. 302-309, 2014.