

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ  
ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΡΟΗΣ  
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΓΚΙΩΝΗ ΝΙΚΗ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Κος ΝΑΖΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2018

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....	1
Περίληψη .....	5
Abstract.....	6
Κεφάλαιο 1. Αρχές μετάδοσης θερμότητας.....	7
1.1 Θερμοδυναμική και μετάδοση θερμότητας.....	7
1.2 Πρακτικές εφαρμογές της μετάδοσης θερμότητας .....	9
1.3 Ο πρώτο θερμοδυναμικός νόμος.....	10
1.4 Θερμότητα.....	13
1.5 Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας .....	14
1.5.1 Θερμική αγωγιμότητα.....	14
1.5.2 Θερμική συναγωγιμότητα.....	17
1.5.3 Θερμική ακτινοβολία.....	20
Κεφάλαιο 2. Χαρακτηριστικά και οδηγίες χρήσης του MV100.....	21
2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Επισκόπηση.....	21
2.3 Λειτουργίες του τμήματος Εισόδου .....	23
2.4 Λειτουργία Απεικόνισης .....	27
2.4.1 Γενικά στοιχεία .....	27
2.4.2 Απεικόνιση κυματομορφών .....	28
2.4.3 Ψηφιακή οθόνη .....	29
2.4.4 Οθόνη ραβδογράμματος .....	29
2.4.5 Οθόνη επισκόπησης .....	29
2.4.6 Προβολή συμβάντων συναγερού.....	30

2.4.7	Προβολή μηνυμάτων .....	30
2.4.8	Αρχείο δεδομένων – Ιστορικά δεδομένα - Μνήμη .....	31
2.4.9	Ρύθμιση οθόνης.....	31
2.5	Λειτουργίες Αποθήκευσης .....	32
2.5.1	Δεδομένα εσωτερικής μνήμης .....	32
2.5.2	Εξωτερικά μέσα αποθήκευσης.....	34
2.5.3	Αποθήκευση δεδομένων μέσω Ethernet .....	36
2.6	Λειτουργίες Συναγερμού.....	36
2.7	Υπολογισμοί και Αναφορές .....	38
2.7.1	Υπολογισμοί .....	38
2.7.2	Δημιουργία αναφορών .....	39
2.8	Εγκατάσταση του καταγραφικού .....	39
2.8.1	Προφυλάξεις – Καλή πρακτική .....	39
Κεφάλαιο 3. Ρύθμιση του καταγραφικού και λήψη μετρήσεων .....		40
3.1	Σύνδεση αισθητήρων .....	40
3.2	Τροφοδοσία.....	41
3.3	Ρυθμίσεις.....	43
3.4	Καταγραφή και Απεικόνιση.....	49
3.5	Λήψη μετρήσεων .....	51
Κεφάλαιο 4. Μετρήσεις Ροής Θερμότητας σε διάφορες επιφάνειες .....		53
4.1	Μετρήσεις .....	53
4.1.1	Τοίχος – πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή .....	53
4.1.2	Εξωτερικό πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή .....	53
4.1.3	Διπλός υαλοπίνακας – Μία μέτρηση .....	53
4.1.4	Μονός υαλοπίνακας εσωτερικού χώρου (διαχωριστικό).....	54
4.1.5	Διπλός υαλοπίνακας – 7 μετρήσεις σε 30 λεπτά .....	54
4.1.6	Εξωτερικό υποστύλωμα μπετόν .....	55

4.2	Σχολιασμός αποτελεσμάτων μετρήσεων.....	55
Κεφάλαιο 5.	Συμπεράσματα.....	58
Κεφάλαιο 6.	Βιβλιογραφία.....	60

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση ροής αξιολόγηση συσκευής που καταγράφει τη ροή θερμότητας. Στην σύγχρονη εποχή υπάρχουν διάφορα καταγραφικά που επιτρέπουν μετρήσεις θερμοκρασία και ροής θερμότητας και παρουσίαση τους με διάφορες μορφές καθώς και αποθήκευσής τους στον υπολογιστή και real time ανάλυση, όπως είναι το καταγραφικό MV100 που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία. Η θερμοδυναμική ασχολείται με την μελέτη της ενεργειακής κατάστασης ενός συστήματος σε θερμοδυναμική ισορροπία και τα ποσά ενέργειας που απαιτούνται για την αλλαγή της. Μετάδοση θερμότητας είναι η μεταφορά ενέργειας λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς. Η Μετάδοση Θερμότητας ασχολείται με τον προσδιορισμό του ρυθμού ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ συστημάτων αλλά και των εσωτερικών ρυθμών ροής ενέργειας και της κατανομής θερμοκρασίας που αυτή συνεπάγεται. Ένας αισθητήρας ροής θερμότητας είναι ένας μετατροπέας που παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα ανάλογο προς το συνολικό ποσοστό της θερμότητας που εφαρμόζεται στην επιφάνεια του αισθητήρα. Ο μετρούμενος ρυθμός θερμότητας διαιρείται με το εμβαδόν επιφανείας του αισθητήρα για τον προσδιορισμό της ροής θερμότητας. Η ροή θερμότητας μπορεί να έχει διαφορετικές αφετηρίες. Κατά βάση η μετάδοση με συναγωγή, ακτινοβολία, καθώς και η αγωγή θερμότητα μπορεί να μετρηθεί. Ένα θερμοστοιχείο είναι μια συσκευή μέτρησης της θερμοκρασίας που αποτελείται από δύο ανόμοιους αγωγούς που επικοινωνούν μεταξύ τους σε ένα ή περισσότερα σημεία. Παράγει μια τάση όταν η θερμοκρασία σε ένα από τα σημεία διαφέρει από τη θερμοκρασία αναφοράς σε άλλα τμήματα του κυκλώματος. Θερμοστοιχεία είναι ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος του αισθητήρα θερμοκρασίας για τη μέτρηση και τον έλεγχο, και μπορεί επίσης να μετατρέψει μια κλίση θερμοκρασίας σε ηλεκτρική ενέργεια.

## **ABSTRACT**

In the present work, an analysis and evaluation is being realized of a device that records the heat flow. Currently, there are several recorders that allow measurements of temperature and heat flow and presentation with various forms of computer storage and real time analysis, as is the recorder MV100 that is analyzed in this work. Thermodynamics deals with the study of the energy state of a system in thermodynamic equilibrium and the amount of energy needed to change. Heat is the energy transfer due to temperature difference. The Heat Transfer deals with the determination of the rate of heat exchange between systems and internal rates of energy flow and temperature distribution that implies. A heat flux sensor is a transducer that produces an electrical signal proportional to the total amount of heat applied to the surface of the sensor. The measured heat rate is divided by the surface area of the sensor to determine the heat flux. The heat flux can have different origins. Basically, the transmission by convection, radiation and conductive heat may be measured. A thermocouple is a temperature measuring device consisting of two dissimilar conductors interconnected at one or more points. It produces a voltage when the temperature in one of the points differs from the reference temperature in other parts of the circuit. Thermocouples are a widely used type of sensor for temperature measurement and control, and can also convert a temperature gradient into electrical energy.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΡΧΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

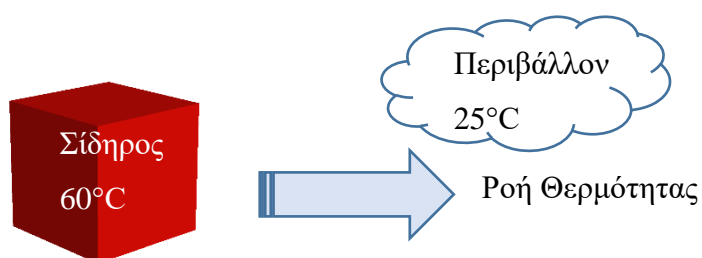
## 1.1 ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Με τη γενική έννοια της Θερμότητας (Heat) ορίζουμε τη μορφή της ενέργειας που μπορεί να μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο, ως απότοκο της θερμοκρασιακής τους διαφοράς. Η έννοια της Θερμότητας σχετίζεται με τις Θερμικές Επιστήμες (Thermal Sciences). Με τον όρο αυτό αποκαλούνται τόσο η Θερμοδυναμική όσο και η Μετάδοση της Θερμότητας, η τελευταία μάλιστα σχετίζεται με τον προσδιορισμό του ρυθμού μεταφοράς της ενέργειας (Νίκας, 2010:2).

Ο κλάδος της επιστήμης της Θερμοδυναμικής, μελετά τις καταστάσεις των συστημάτων από άποψη μακροσκοπική και δεν εμβαθύνει σε υποθέσεις δομικής μορφής του φαινομένου, αλλά παρέχει την ανάλυσή του, περιγράφοντας την κατάσταση του συστήματος εν συναρτήσει με γενικές χαρακτηριστικές παραμέτρους που αποτελούν θερμοδυναμικές ιδιότητες. Χαρακτηριστικές ιδιότητες είναι η πίεση, (P), ο όγκος, (V), η θερμοκρασία, (T), αλλά και άλλες. Οι μεταβλητές αυτές είναι μοναδιαίες για το σύστημα και στην περίπτωση που είναι κατανεμημένες με ομοιόμορφο τρόπο, τότε το σύστημα θεωρείται ότι βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας (Νίκας, 2010:2).

Το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται από ένα σύστημα, στη διάρκεια μιας διεργασίας, μπορούμε να το υπολογίσουμε αν χρησιμοποιήσουμε μία ανάλυση, τη θερμοδυναμική, που αποτελεί τη διαφορά της μεταβολής της ενέργειας του συστήματος και του έργου που παράγεται και το οποίο πληροί πάντοτε την αρχή διατήρησης της ενέργειας. Ωστόσο, δε σχετίζεται με τους μηχανισμούς και τις μεθόδους αυτής της μεταφοράς που είναι αναγκαίοι προκειμένου να υπολογίσουμε το χρόνο διάρκειας της μεταφοράς, παράμετροι που συνιστούν βαρυσήμαντο ρόλο (Νίκας, 2010:2-3).

Πιο συγκεκριμένα, οι Μηχανικοί, που έχουν συνάφεια με εφαρμογές τεχνικού περιεχομένου, εστιάζουν ιδίως, για τη μεταφορά της θερμότητας, στη μονάδα του χρόνου (ρυθμός), παρά στην ποσότητά της. Στο σχήμα 1.1, παρατηρούμε ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας τοποθετημένο σε περιβάλλον χαμηλής θερμοκρασίας. Ως επιστήμη, η Θερμοδυναμική παρέχει την πληροφορία ότι ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα, η θερμοκρασία του σώματος θα γίνει ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και τελικά θα έχουμε πετύχει θερμική ισορροπία. Στον αντίποδα, η Μετάδοση της Θερμότητας δύναται να συγκεκριμενοποιήσει τη θερμοκρασία σε κάθε σημείο του σώματος καθώς και το ρυθμό μεταφοράς (ροή) θερμότητας από ένα μέρος της επιφάνειάς του ανά κάθε χρονική στιγμή, μέχρι την κατάσταση ισορροπίας (Νίκας, 2010:3).



Σχήμα 1.1: Σύστημα μεταφοράς θερμότητας

Οπότε, η θερμοδυναμική για τους Μηχανικούς έχει άμεση συνάφεια με τις καταστάσεις θερμικής ισορροπίας των συστημάτων και μεταβολές μεταξύ τους. Ως εκ τούτου, μπορούμε να πούμε ότι η Θερμοδυναμική μελετά τη θεωρητική θερμοδυναμική ανάλυση των διεργασιών και όχι τόσο τη μικροσκοπική δομική μορφή της διεργασίας του φαινομένου. Από την άλλη πλευρά, η μετάδοση θερμότητας μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελεί φαινόμενο ή διεργασία μη ισορροπίας αφού αφορά σε συστήματα που δε βρίσκονται σε θερμική ισορροπία. Επιπροσθέτως, η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ συστημάτων στην οποία οφείλεται η ύπαρξη των φαινομένων της Μετάδοσης Θερμότητας συνεπάγεται μία κατάσταση μη θερμικής ισορροπίας. Η επιστήμη της Θερμοδυναμικής δεν μπορεί να προσδιορίσει τον ρυθμό με τον οποίο μεταφέρεται θερμότητα όταν έχουμε κατάσταση μη θερμικής ισορροπίας, γεγονός που συμβαίνει από την επιστήμη της Μετάδοσης Θερμότητας (Νίκας, 2010:3-4).



Σε κάθε περίπτωση όλες οι διεργασίες που αφορούν στη Μεταφορά Θερμότητας σημαίνουν μεταφορά ενέργειας και συνακόλουθα μετατροπή ενέργειας, οπότε υπακούουν στον Πρώτο και Δεύτερο Νόμο της Θερμοδυναμικής, οι οποίοι και συνιστούν συμπληρωματικές Αρχές για την Μετάδοση της Θερμότητας ως επιστήμη. Αναλυτικότερα, ο Πρώτος Νόμος της Θερμοδυναμικής σημαίνει ότι ο ρυθμός με τον οποίο μεταφέρεται θερμική ενέργεια σε ένα σύστημα ισούται με το ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται η ενέργειά του. ο Δεύτερος δε Νόμος της Θερμοδυναμικής (που λειτουργεί με συμπληρωματικό τρόπο έναντι του πρώτου) καθορίζει τη διεύθυνση Μεταφοράς Θερμότητας από ένα σώμα η ένα σύστημα υψηλής θερμοκρασίας, σε σώμα ή σύστημα χαμηλής θερμοκρασίας και αντίστροφα, προσδιορίζοντας με τον τρόπο αυτό τις έννοιες της θερμικής και ψυκτικής μηχανής αντιστοίχως (Νίκας, 2010:4).

## **1.2 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Η Μετάδοση της Θερμότητας παρατηρείται ιδιαίτερα σε πρακτικές εφαρμογές με τις οποίες οι Μηχανικοί σχετίζονται. Η ανάλυση του φαινομένου της ροής της Θερμότητας καθίσταται απαραίτητη για τον υπολογισμό του κόστους και του μεγέθους μιας συσκευής ή διαφόρων εξαρτημάτων, διαμέσου των οποίων, ένα συγκεκριμένο ποσό ροής θερμότητας συναλλάσσεται σε καθορισμένο χρόνο (Νίκας, 2010:4-5).

Η λεπτομερειακή ανάλυση του φαινομένου της ροής της θερμότητας εν συναρτήσει του χρόνου, προϋποθέτει τον προσδιορισμό του ποσού μεταφοράς θερμότητας ή του ποσού ροής ψύξης μετάλλων με ακριβή τρόπο, όπως για παράδειγμα απαιτούν η διαστασιολόγηση των λεβήτων, των θερμαντήρων και προθερμαντήρων, των ψυκτικών θαλάμων και των ψυγείων. Επίσης, διαστασιολόγηση των εναλλακτών θερμότητας καθώς και η λειτουργία με τρόπο επιτυχή πτερυγώσεων στροβίλου και τοιχωμάτων θαλάμων καύσης (Μ.Ε.Κ.) (Νίκας, 2010:5).



*Ψυγείο αυτοκινήτου*



*Ηλεκτρονική Πλακέτα*



*Σταθμός Παραγωγής Ενέργειας*

*Σχήμα 1.2: Πρακτικές Εφαρμογές Θερμότητας*

Ορισμένα παραδείγματα αποτελούν η μελέτη των ηλεκτρικών μηχανών, των μετασχηματιστών, των τριβέων και εδράνων στήριξης, εργαλειομηχανών, ηλεκτρικών αντιστάσεων, πυκνωτών και ηλεκτρικών κυκλωμάτων κ.ά.. Τα παραπάνω συνιστούν πρακτικά προβλήματα που προϋποθέτουν να έχουμε καταλάβει το φυσικό φαινόμενο της ροής θερμότητας, την εισαγωγή προϋποθέσεων και έκφραση του προβλήματος, με τη μορφή εξισώσεων, η επίλυση των οποίων απαιτεί μεθοδολογία και αρκετές φορές τεχνικές υπολογιστικές ή ακόμα και προσεγγιστικές (Νίκας, 2010:5).

Επίσης, δε δίνονται απλές παραδειγματικές μέθοδοι με τις οποίες επιλύονται τα προβλήματα, αλλά οι προϋποθέσεις που εισάγονται χρειάζεται στο να κατανοήσουμε τόσο τους νόμους όσο και τους μηχανισμούς του φαινομένου της μεταφοράς θερμότητας, αλλά και τους νόμους των επιστημών, όπως είναι η Μηχανική των Ρευστών, η Φυσική και τα Μαθηματικά (Νίκας, 2010:5-6).

### **1.3 Ο ΠΡΩΤΟ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ**

Ο Πρώτος Νόμος της Θερμοδυναμικής που τον γνωρίζουμε και ως η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας, αναφέρει ότι η ενέργεια δεν παράγεται από το μηδέν ούτε καταστρέφεται, παρά μόνο αλλάζει μορφή. Ο νόμος αυτός επικρατεί ποσοτικά όλων των μεταφερόμενων μορφών ενέργειας αλλά, χωρίς περιορισμό στη διεύθυνση μεταφοράς. Με τον όρο ενέργεια εννοούμε είτε το έργο είτε τη θερμότητα είτε και τη ροή μάζας (Νίκας, 2010:6).

Η αρχή διατήρησης της ενέργειας σημαίνει, για ένα οποιοδήποτε σύστημα, κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας του, ότι η μεταβολή της ολικής του ενέργειας είναι ίση με

τη διαφορά εκείνης που εισέρχεται σε αυτό και εκείνης που εξέρχεται από αυτό. Χαρακτηριστικά εκφράζεται ως (Νίκας, 2010:6):

$$E_{in} - E_{out} = \Delta E_{system} \quad (1.1)$$

Η στη μορφή του ρυθμού μεταφοράς:

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = dE_{system} / dt \quad (1.2)$$

Ορίζουμε την ενέργεια ως μια ποσότητα ή ιδιότητα, η μέση τιμή της οποίας δεν παρουσιάζει μεταβολή, εάν δε μεταβληθεί και η κατάσταση του συστήματος. Για την περίπτωση ωστόσο που υπάρχει μία διεργασία η οποία είναι μόνιμη, που σημαίνει ότι δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, η μεταβολή της ενέργειας του συστήματος γίνεται ίση με το μηδέν και η Εξίσωση (1.2) γίνεται (Νίκας, 2010:6):

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = 0 \Rightarrow \dot{E}_{in} = \dot{E}_{out} \quad (1.3)$$

Αναφορικά με την θερμική ανάλυση, η μοναδική μορφή ενέργειας που μεταφέρεται, ως αποτέλεσμα διαφοράς της θερμοκρασίας, είναι η θερμότητα ή θερμική ενέργεια. Άρα, είναι καλύτερο να γίνεται καταγραφή της θερμικής ισορροπίας ενός συστήματος, εικάζοντας ως εσωτερικά παραγόμενη ενέργεια (heat) τη μετατροπή άλλων ενεργειών (ηλεκτρικής, χημικής, πυρηνικής) σε θερμική. Κατά συνέπεια, η εξίσωση της ενεργειακής ισορροπίας παρουσιάζεται ως εξής (Νίκας, 2010:7):

$$Q_{in} - Q_{out} + E_{gen} = \Delta E_{thermal\ system} \quad (1.4)$$

Πολλές είναι οι πρακτικές εφαρμογές, όπως οι εναλλάκτες θερμότητας, τα ψυγεία ή θερμαντικά σώματα, που συσχετίζονται με ρευστά, τα οποία είτε εισέρχονται στο σύστημα είτε εξέρχονται από αυτό και επιλύονται, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία των όγκων ελέγχου (control volumes). Οι περισσότεροι όγκοι ελέγχου τείνουν να αναλύονται κάτω από συνθήκες μόνιμης (steady-state condition) κατάστασης, δηλαδή χωρίς να μεταβάλλονται στο χρόνο (Νίκας, 2010:7).

Η διατήρηση της θερμικής ενέργειας για ένα σύστημα μόνιμης ροής ρευστού, με μία είσοδο και μία έξοδο, έχοντας θεωρήσει τη μεταβολή της κινητικής και δυναμικής ενέργειας αμελητέα, χωρίς να παράγεται ή να έχω απώλεια έργου, δίνεται από την ακόλουθη έκφραση:

$$\dot{Q} = \dot{m}C_p\Delta T \quad (1.5)$$

όπου Q είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας προς το σύστημα και από το σύστημα, m η ροή μάζας (ή η μεταβολή της μάζας στη μονάδα του χρόνου) του ρευστού, C<sub>p</sub> η ειδική θερμοχωρητικότητα (specific heat capacity) υπό σταθερή πίεση και ΔT η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εισόδου και εξόδου του ρευστού (Νίκας, 2010:7-8).

Όταν οι ενέργειες που αλληλεπιδρούν συμβαίνουν σε μία επιφάνεια ενός μέσου και όχι σε ένα σύστημα, η ισορροπία της θερμικής ενέργειας μπορεί να διατυπωθεί στην ίδια την επιφάνεια που δεν περικλείεται από μάζα ή όγκο. Στις ανωτέρω περιπτώσεις δεν έχω καμία ενέργεια. Εν τούτοις μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ψευδο-σύστημα, του οποίου η ενέργεια παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας, οπότε η θερμική του ισορροπία τελικά εκφράζεται ως εξής:

$$\dot{E}_{in} = \dot{E}_{out} \quad (1.6)$$

και ισχύει τόσο σε μόνιμες όσο και μη μόνιμες συνθήκες (Νίκας, 2010:8).

Παρά το γεγονός ότι ενδέχεται η ύπαρξη της ενέργειας που παράγεται εσωτερικά σε ένα μέσο, το γεγονός αυτό τελικά δεν επηρεάζει τη θερμική ισορροπία στην επιφάνειά του. Όταν εμφανίζονται και οι τρεις βασικοί μηχανισμοί της μετάδοσης θερμότητας (αγωγιμότητα, συναγωγιμότητα και ακτινοβολία), εκφράζοντας απώλεια θερμότητας μέσω αγωγιμότητας ενός τοιχώματος προς την επιφάνειά του, και στη συνέχεια μέσω συναγωγιμότητας και ακτινοβολίας από την επιφάνεια προς το περιβάλλον, έχουμε την εξής έκφραση της θερμικής ισορροπίας στην εξωτερική επιφάνεια του τοιχώματος (Νίκας, 2010:8-9):

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = \dot{Q}_{\text{conv}} + \dot{Q}_{\text{rad}} \quad (1.6)$$

#### 1.4 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Σε προηγούμενη ενότητα ορίσαμε τη θερμότητα ή αλλιώς τη θερμική ενέργεια, ως τη μορφή της ενέργειας που δύναται να μεταφερθεί κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας από ένα σύστημα σε ένα άλλο ως απότοκο της διαφοράς των θερμοκρασιών τους. Το πόσο θερμότητας που μεταφέρεται συμβολίζεται ως Q (Νίκας, 2010: 9).

Η επιστήμη της μετάδοσης θερμότητας σχετίζεται με τον προσδιορισμό του ρυθμού, με τον οποίο μεταφέρεται θερμότητα, ο οποίος λέγεται και ροή θερμότητας ενώ συμβολίζεται ως  $\dot{Q}$ . Η τελεία στο πάνω μέρος του Q φανερώνει τη χρονική παράγωγο της θερμότητας, ή αλλιώς τη θερμότητα που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου. Η ροή θερμότητας έχει μονάδες Joule/sec ή Watt ή BTU/s και η ολοκλήρωση της σε χρονικό διάστημα συγκεκριμένο,  $\Delta t$ , καθορίζει το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται. Αναλυτικότερα (Νίκας, 2010:9):

$$Q = \int_0^{\Delta t} \dot{Q} dt \quad (1.7)$$

Επιπροσθέτως, μπορούμε να συναντήσουμε τη ροή θερμότητας και ως ανηγμένη στη μονάδα επιφάνειας, που είναι κάθετη στη διεύθυνση της θερμότητας που μεταφέρεται, ενώ συμβολίζεται ως:

$$\dot{Q}'' = \dot{Q}/A \quad (1.8)$$

με μονάδες Watt/m<sup>2</sup> ή BTU/sec ft<sup>2</sup> Και τη συναντούμε αρκετές χώρες σε εφαρμογές επεξηγούνται βάσει των καρτεσιανών συντεταγμένων (Νίκας, 2010:10).

## 1.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Βάσει της βιβλιογραφίας που υπάρχει ήδη, καθώς και της πολυπλοκότητας του φαινομένου, οι μηχανισμοί που μπορούμε να μελετήσουμε τη θερμότητα που μεταφέρεται είναι τρεις και διακρίνονται, όπως μπορούμε να δούμε και παρακάτω:

- ✓ Αγωγιμότητα (αγωγή) (Conduction)
- ✓ Συναγωγιμότητα (συναγωγή) (Convection)
- ✓ ακτινοβολία (Radiation)

Η θερμική αγωγιμότητα είναι η μόνη που μπορεί να ταξινομηθεί ως διεργασία καθαρής μεταφοράς θερμότητας με την προϋπόθεση ότι υφίσταται δυναμική διαφορά των θερμοκρασιών μεταξύ συστημάτων και λαμβάνοντας υπόψιν το γενικό ορισμό της Μεταφοράς Θερμότητας. Θεωρώντας δηλαδή ως δεδομένη την εμφάνιση του φαινομένου. Στον αντίποδα, η θερμική συναγωγιμότητα έχει ως βασική προϋπόθεση την ύπαρξη ροής μάζας και την ακτινοβολία της θερμοκρασίας του συστήματος (Νίκας, 2010:10).

Ωστόσο, λόγω του γεγονότος ότι μεταφέρεται ενέργεια από σύστημα υψηλής θερμοκρασίας, σε σύστημα χαμηλής θερμοκρασίας είναι αποδεκτό να μελετάται και ως ένας μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας (Νίκας, 2010:10).

### 1.5.1 Θερμική αγωγιμότητα

Ως θερμική αγωγιμότητα (thermal conduction) ορίζουμε το μηχανισμό θερμότητα που μεταφέρεται από μία περιοχή ή σύστημα υψηλής θερμοκρασίας σε μία άλλη ή χαμηλότερης θερμοκρασίας, μέσω ενός μέσου (στερεού, υγρού ή αέριου σε ηρεμία) με την προϋπόθεση της φυσικής επαφής (Νίκας, 2010:11).

Οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται αυτή η μεταφορά αφορά είτε τον τρόπο μέσω μοριακής αλληλεπίδρασης, δηλαδή μεταφοράς ενέργειας από τα μόρια που είναι περισσότερο ενεργητικά στα γειτονικά τους, με επίπεδο ενέργειας χαμηλότερο είτε τον τρόπο μέσω της συγκέντρωσης των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε στερεά που είναι καθαρά μεταλλικά. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση που τα μόρια μιας περιοχής της ύλης αποκτούν μία μέση κινητική ενέργεια, η οποία είναι μεγαλύτερη από

εκείνη των μορίων της γειτονικής περιοχής, αυτό γίνεται υπό τη μορφή μιας θερμοκρασιακής διαφοράς. Ως εκ τούτου, η ενέργεια ή ένα μέρος της μεταβαίνει στα όρια της περιοχής που έχουν η μικρότερη θερμοκρασία, οπότε και επαληθεύεται ο ορισμός της θερμικής αγωγιμότητας (Νίκας, 2010:11).

Αναφορικά με τον τρόπο που λαμβάνει χώρα η μεταφορά της θερμικής ενέργειας μέσω αγωγιμότητας, μπορούμε να πούμε ότι συμβαίνει μέσω ελαστικών κρούσεων μέσω διάχυσης των μορίων κατά τη διαδικασία που κινούνται τυχαία, τόσο στα αέρια όσο και στα ρευστά. Στην περίπτωση δε των στερεών μέσων, η αντίστοιχη θερμική ενέργεια μεταφέρεται από περιοχές υψηλής θερμοκρασίας σε περιοχές χαμηλής θερμοκρασίας μέσω των ταλαντώσεων των μορίων του πλέγματος καθώς και των ηλεκτρονίων που βρίσκονται σε κίνηση (Νίκας, 2010:11).

Μπορούμε να αναφέρουμε ως χαρακτηριστικό παράδειγμα της μετάδοσης θερμότητας με αγωγιμότητα το φαινόμενο της απώλειας θερμότητας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου σε κλειστούς θερμαινόμενους χώρους. Αυτό οφείλεται ιδίως στην αγωγιμότητα των τοίχων, των παραθύρων, της οροφής κ.α. (Νίκας, 2010:11-12).

Ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η θερμική αγωγιμότητα, μέσω ενός μέσου, εξαρτάται από 4 παράγοντες:

- τη γεωμετρία του μέσου,
- το πάχος του,
- το υλικό του και
- τη διαφορά το θερμοκρασιών ανάμεσα στα όριά του.

Από πειραματικές μελέτες που έλαβαν χώρα στο παρελθόν γνωρίζουμε πως η ροή θερμότητας,  $\dot{Q}$ , μέσω ενός τοιχώματος, είναι ανάλογη της διαφοράς των θερμοκρασιών, δηλαδή της θερμοκρασιακής διαφοράς  $\Delta T$ , των ορίων του μέσου και της κάθετης επιφάνειας,  $A$ , στην κατεύθυνση της μεταφοράς θερμότητας, ενώ είναι αντιστρόφως ανάλογη του πάχους του μέσου,  $\Delta x$  (Νίκας, 2010:12).

Άρα, έχουμε ότι:

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -kA \Delta T / \Delta x \quad (1.9)$$

όπου, η σταθερή ποσότητα,  $k$ , είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μέσου και αποτελεί τη χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα του υλικού, φανερώνοντας την ικανότητά του να μεταφέρει θερμότητα. Τυπικές τιμές του  $k$  φαίνονται στον Πίνακα 1.1. στην περίπτωση που το πάχος του μέσου τείνει στο μηδέν ( $\Delta x \rightarrow 0$ ), η Εξίσωση (1.9) Μπορεί να πάρει τη διαφορική μορφή:

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -kA dT/dx \quad (1.10)$$

Η οποία ονομάζεται και Νόμος του Fourier, τιμώντας τον Γάλλο μαθηματικό και φυσικό ο οποίος παρουσίασε τη διαφορική αυτή μορφή το 1822 (Νίκας, 2010:12-13).

Πίνακας 1.1: Τυπικές χαρακτηριστικές τιμές  $k$  υλικών

<b>Υλικό</b>	<b><math>k</math></b>
Υγρά μέταλλα	0.004-0.03
Αέρια	0.7-1.0
Νερό	1.7-13.7
Μέταλλα	3-450
Μονωτικά υλικά	0.001-0.07
Δομικά υλικά	0.2-1.1



Ο όρος,  $dT/dx$ , είναι η πρώτη παραγωγός της θερμοκρασίας ως προς τη χωρική μεταβολή  $x$ , ή αλλιώς η θερμοκρασιακή κλίση. Το αρνητικό πρόσημο της Εξίσωσης (1.9) είναι η συνέπεια του δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου, ο οποίος εξασφαλίζει ότι η θερμότητα μεταφέρεται κατά την αντίθετη κατεύθυνση της θερμοκρασιακής κλίσης (Νίκας, 2010:13).

### 1.5.2 Θερμική συναγωγιμότητα

Ως Θερμική Συναγωγιμότητα (thermal convection) ορίζεται ο μηχανισμός με τον οποίο μεταφέρεται θερμότητα μεταξύ μιας στερεής επιφάνειας και ενός παρακείμενου κινούμενου ρευστού (υγρού ή αερίου) και αποτελεί έναν συνδυασμό αγωγιμότητας και κίνησης του ρευστού. Ο μηχανισμός με τον οποίον λειτουργεί η μεταφορά της θερμότητας με συναγωγιμότητα δεν εξαρτάται μόνο από τη διαφορά των θερμοκρασιών αλλά ακολουθεί μία σειρά από φυσικές διεργασίες (Νίκας, 2010:14).

Στην αρχή η ροή θερμότητας πραγματοποιείται μέσω αγωγιμότητας από μία στερεή επιφάνεια προς τα γειτονικά μόρια του ρευστού. Η ενέργεια που μεταφέρεται με τον τρόπο αυτό συμβάλλει στο να αυξάνεται η θερμοκρασία και η εσωτερική ενέργεια των μορίων του ρευστού. Έπειτα, τα μόρια του ρευστού κινούνται προς την περιοχή που κατέχει τη χαμηλότερη θερμοκρασία και αναμειγνύονται με το υπόλοιπο μέρος των μορίων του ρευστού. Ως εκ τούτου, η θερμική ενέργεια αποθηκεύεται στα μόρια του ρευστού και μεταβιβάζεται σαν αποτέλεσμα στην μάζα που κινείται. Η διαδικασία με την οποία μεταφέρεται θερμότητα καλείται θερμική συναγωγιμότητα (Νίκας, 2010:14-15).

Συμπερασματικά, όσο πιο μεγάλη είναι η κίνηση του ρευστού, τόσο αυξάνεται και η ροή της θερμότητας μέσω συναγωγιμότητας. Στην περίπτωση που το ρευστό δεν κινείται και άρα είναι στάσιμο, τότε η μεταφορά θερμότητας διεξάγεται μόνο μέσω αγωγιμότητας. Αφενός η παρουσία της κίνησης του ρευστού κάνει πιο έντονη τη θερμότητα που μεταφέρεται μεταξύ του στερεού τοιχώματος και του ρευστού και αφετέρου κάνει πιο περίπλοκο τον υπολογισμό του ρυθμού με τον οποίο μεταβάλλεται (Νίκας, 2010:15).

Η θερμική συναγωγιμότητα διακρίνεται σύμφωνα με τη φύση της κίνησης του ρευστού Εξαναγκασμένη (Forced) και Ελεύθερη ή αλλιώς Φυσική (Natural). Πιο συγκεκριμένα, Εξαναγκασμένη Θερμική Συναγωγιμότητα λέμε ότι έχουμε όταν το ρευστό κινείται επί μίας επιφάνειας λόγω εξωτερικών παραγόντων, όπως υπό την επίδραση ενός ανεμιστήρα, μιας αντλίας ή εξαιτίας του ανέμου. Στην περίπτωση, δε, που η κίνηση του ρευστού οφείλεται σε δυνάμεις άνωσης, οι οποίες προκαλούνται από τις διαφορετικές τιμές της πυκνότητας λόγω της θερμοκρασιακής διανομής του ρευστού, τότε λέμε ότι έχουμε Ελεύθερη ή Φυσική θερμική συναγωγιμότητα (Νίκας, 2010:15).

Ο ρυθμός μεταφοράς της θερμικής συναγωγιμότητας, παρά την πολυπλοκότητα του ίδιου του φαινομένου, εκφράζεται μέσω του Νόμου του Νεύτωνα, ο οποίος προτάθηκε από το γνωστό Βρετανό επιστήμονα Isaac Newton κατά το 1701 και ο οποίος νόμος είναι ο εξής:

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA (T_w - T_\alpha) \quad (1.11)$$

με  $A$  να είναι το εμβαδόν της επιφάνειας, μέσω της οποίας μεταφέρεται θερμική συναγωγιμότητα, ενώ  $T_w$  και  $T_\alpha$  να είναι η επιφανειακή θερμοκρασία του στερεού τοιχώματος και η θερμοκρασία του ελεύθερου ρεύματος του γειτονικού ρευστού αντιστοίχως (Νίκας, 2010:15-16).

Με τον όρο,  $h$ , της Εξίσωσης (1.11) συμβολίζουμε το συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας και δεν αποτελεί ιδιότητα του ρευστού, αλλά εξαρτάται από τις συνθήκες του οριακού στρώματος. Οι συνθήκες αυτές επηρεάζονται από τη γεωμετρία της επιφάνειας, θερμοδυναμικές ιδιότητες του ρευστού καθώς και από το είδος της ροής. Στον Πίνακα 1.2 φαίνονται οι τυπικές χαρακτηριστικές τιμές της ποσότητας,  $h$  (Νίκας, 2010:16).

Πίνακας 1.2 Τυπικές χαρακτηριστικές τιμές  $h$

<i>Είδος ροής</i>	<i><math>h</math></i>
<i>Ελεύθερη συναγωγιμότητα αερίων</i>	2-25
<i>Ελεύθερη συναγωγιμότητα υγρών</i>	10-1000
<i>Εξαναγκασμένη συναγωγιμότητα αερίων</i>	25-250
<i>Εξαναγκασμένη συναγωγιμότητα υγρών</i>	50-20000
<i>Βρασμός και συμπύκνωση</i>	2500-100000

Προκειμένου να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε την Εξίσωση (1.11) υπάρχει η προϋπόθεση ότι η μεταφορά θερμότητας διεξάγεται από την υψηλότερη θερμοκρασία της επιφάνειας προς τη χαμηλότερη του ρευστού και κατά συνέπεια η ροή θερμότητας έχει θετικό πρόσημο. Όταν η μεταφορά θερμότητας που πραγματοποιείται από το ρευστό προς την επιφάνεια, δηλαδή,  $T_{\alpha} > T_w$ , τότε ο Νόμος του Νεύτωνα παίρνει τη μορφή:

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA (T_{\alpha} - T_w)$$

προκειμένου η ροή θερμότητας να παραμένει θετική (Νίκας, 2010:16-17).

### 1.5.3 Θερμική ακτινοβολία

Ως Θερμική Ακτινοβολία (thermal radiation) ορίζουμε το φαινόμενο της ροής της θερμότητας από την ύλη είτε μέσω του χώρου είτε μέσω του κενού, υπό τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ως απότοκο μεταβολών στην ηλεκτρονική διάταξη των ατόμων και μορίων που οφείλεται στη θερμοκρασία της ύλης ή του μέσου και μόνο. Το συγκεκριμένο φαινόμενο της θερμικής ακτινοβολίας είναι διαφορετικό από τα υπόλοιπα φαινόμενα ακτινοβολίας, που έχουν άμεση σχέση με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, όπως για παράδειγμα τα μικροκύματα και οι ακτίνες X (Νίκας, 2010:18).

Η ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρεται με τη μορφή που περιγράφηκε παραπάνω καλείται Ακτινοβολούμενη Θερμότητα (radiant heat) και μεταφέρεται με τη μορφή κβάντων (quanta), το μέγεθος του οποίου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη φύση της επιφάνειας (Νίκας, 2010:18).

Τόσο τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια σώματα, που βρίσκονται σε θερμοκρασία πιο υψηλή του απόλυτου μηδενός, ενώ από την άλλη πλευρά με τα φαινόμενα της θερμικής αγωγιμότητας και συναγωγιμότητας δεν καθίσταται αναγκαία η παρουσία του μέσου μεταφοράς της θερμότητας. Στον αντίποδα η μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας αποδίδει περισσότερο στο κενό και εξαρτάται από τη θερμοκρασία αλλά και τη φύση της επιφάνειας που εκπέμπει την ακτινοβολία (Νίκας, 2010:18).

Η θερμότητα που ακτινοβολείται μεταφέρεται με την ταχύτητα του φωτός και αντικαθιστά την ακτινοβολία του φωτός στο φαίνεσθαι, ενώ βάσει της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας τόσο η φωτεινή όσο και η θερμική ακτινοβολία παρουσιάζουν διαφορά μόνο κατά την αντιστοιχία του μήκους των κυμάτων. Υπό τη μορφή των quanta πραγματοποιείται η θερμότητα που ακτινοβολείται από ένα σώμα και η ακτινοβολούμενη ποσότητα αυξάνει όσο η θερμοκρασία του σώματος αυξάνει. η κίνηση της θερμότητας που ακτινοβολείται στο χώρο παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά και παραμετρικά γνωρίσματα του φωτός και ως προς αυτό δύναται να περιγραφεί από την κυματική θεωρία (Νίκας, 2010:18-19).

Άρα, ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο μεταφέρεται θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται σε μία επιφάνεια εμβαδού,  $A$ , και απόλυτης θερμοκρασίας  $T_w$  (σε K), φαίνεται στην ακόλουθη εξίσωση:

$$\dot{Q}_{\text{rad, max}} = \sigma AT_w^4 \quad (1.13)$$

που καλείται Νόμος Stefan-Boltzmann, προς τιμή των δύο αυστριακών επιστημόνων J.Stefan και L.Boltzmann, που ανακάλυψαν το 1879 και επέλυσαν σε θεωρητικό πλαίσιο το 1884 την Εξίσωση (1.13). Η παράμετρος  $\sigma$  είναι η σταθερά Stefan-Boltzmann και είναι ίση με  $5.67 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{K}^4)$  (Νίκας, 2010:19).

Ως μαύρο ή μέλαν σώμα (blackbody) καλείται η ιδανική επιφάνεια που εκπέμπει το μέγιστο ρυθμό θερμικής ακτινοβολίας που μεταφέρεται, ενώ οι πραγματικές επιφάνειες που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία εκπέμπουν με μικρότερο ρυθμό. Χαρακτηριστικά:

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \varepsilon \sigma AT_w^4 \quad (1.14)$$

με  $\varepsilon$  να είναι η παράμετρος που καλείται συντελεστής εκπομπής και αποτελεί ιδιότητα της επιφάνειας, παίρνοντας τιμές μεταξύ του 0 και 1 (Νίκας, 2010:19).

Στην ειδική περίπτωση, που παρατηρείται συχνά σε πρακτικές εφαρμογές, και έχουμε την ύπαρξη μιας μικρής σχετικά επιφάνειας,  $A$ , και θερμοκρασίας,  $T_w$ , που περιβάλλεται ολοκληρωτικά από μία μεγαλύτερη ισοθερμική θερμοκρασίας,  $T_{\text{sur}} > T_w$ , Έχουμε τη μεταφερόμενη θερμική ακτινοβολία να εκφράζεται από την ακόλουθη σχέση (Νίκας, 2010:20):

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \varepsilon \sigma A (T_w^4 - T_{\text{sur}}^4)$$

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ MV100**

### **2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

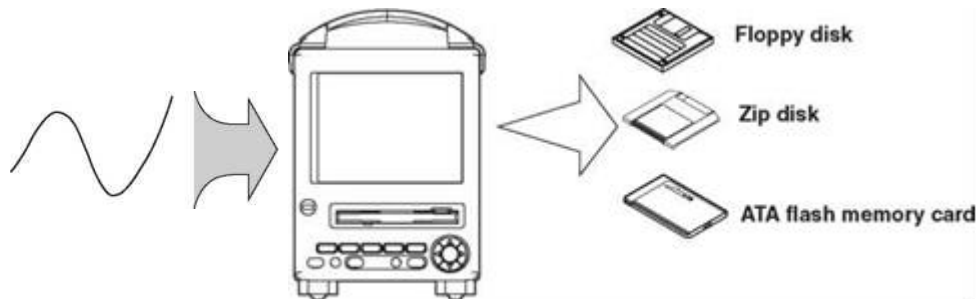
Η συσκευή MV100 αποτελείται από μια οθόνη LCD που απεικονίζει τα δεδομένα και δίνει δυνατότητα ρύθμισης της συσκευής. Το κουμπί ENTER επιβεβαιώνει τις ρυθμίσεις ενώ με τα βέλη μπορεί να επιλεγεί ο τρόπος λειτουργίας της συσκευής. Υπάρχουν επίσης τα κουμπιά START και STOP, που εκκινούν και σταματούν την καταγραφή των δεδομένων. Άλλα κουμπιά είναι το ESC που ακυρώνει τη λειτουργία, το κουμπί MENU που εισάγει τον χρήστη στη λειτουργία ρυθμίσεων, το κουμπί MEDIA που ανιχνεύει τις εξωτερικές συσκευές αποθήκευσης που συνδέονται στη συσκευή και το κουμπί FUNC που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση διάφορων λειτουργιών της συσκευής. Επίσης υπάρχει ο διακόπτης τροφοδοσίας, η θέση εισόδου της συσκευής αποθήκευσης, το κουμπί EJECT για την εξαγωγή της συσκευής αποθήκευσης. Η συσκευή επίσης διαθέτει ακροδέκτες τροφοδοσίας στο πίσω μέρος, θύρα Ethernet, σειριακή θύρα και ακροδέκτες εισόδου για τη σύνδεση των αισθητήρων.

### **2.2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ**

Η συσκευή MV100 αποτελεί ένα καταγραφικό με δυνατότητα λήψης πολλών διαφορετικών μετρήσεων από αισθητήρες που συνδέονται σε αυτή. Είναι μια φορητή συσκευή που λειτουργεί με μπαταρίες, κατάλληλη για βιομηχανικές εφαρμογές και εργαστηριακές δοκιμές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο αλλά και να μεταφερθεί εύκολα μέσω κατάλληλων λαβών. Έχει υψηλή απόδοση και συνεργάζεται εύκολα με σειρά αισθητήρων που λαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος μετρήσεων στο εργαστήριο και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Η συσκευή διαθέτει δυνατότητα αυτόνομης καταγραφής δεδομένων και συνδέεται εύκολα με το δίκτυο για τη μεταφορά των δεδομένων.

Αντίθετα προς τις συμβατικές συσκευές καταγραφής, οι οποίες καταγράφουν δεδομένα σε σχετικά διαγράμματα, η συσκευή MV100 εμφανίζει τον αριθμό των μετρούμενων δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί στην εσωτερική μνήμη σε μια οθόνη LCD με τη μορφή κυματομορφών, αλλά και ως αριθμητικές τιμές και

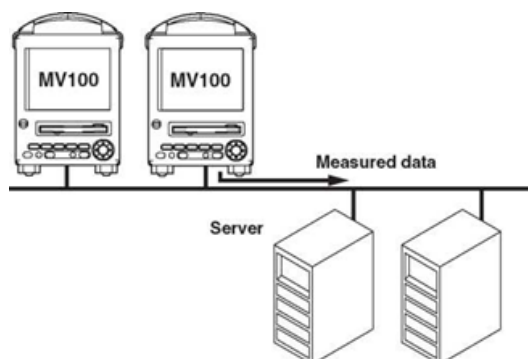
ραβδογραφήματα. Τα στοιχεία των μετρήσεων μπορούν επίσης να αποθηκευτούν σε εξωτερικά μέσα αποθήκευσης, όπως δισκέτες, δίσκους Zip, και κάρτες μνήμης flash ATA.



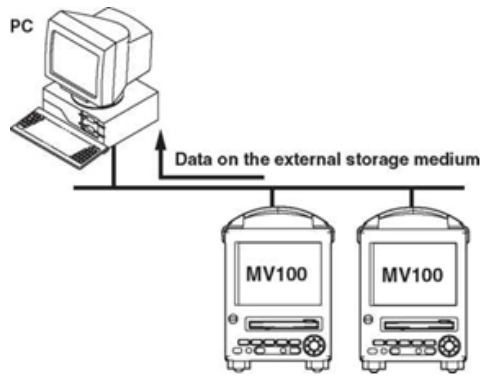
Εικόνα 2-1 Γραφική αναπαράσταση λήψης μέτρησης και αποθήκευσης σε εξωτερικά μέσα με τη συσκευή MV100.

Τα δεδομένα που έχουν αποθηκευτεί σε ένα μέσο εξωτερικής αποθήκευσης μπορούν να εμφανιστούν σε έναν προσωπικό υπολογιστή χρησιμοποιώντας το τυποποιημένο λογισμικό που συνοδεύει τη συσκευή. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να φορτωθούν στη συσκευή MV100 και να απεικονιστούν σε αυτή.

Η συσκευή MV100 από προεπιλογή διατίθεται με διεπαφή Ethernet, και ως εκ τούτου μπορεί να λειτουργήσει ως client, μεταφέροντας τα δεδομένα σε ένα διακομιστή στο δίκτυο. Έτσι, τα δεδομένα που βρίσκονται σε εξωτερικό μέσο αποθήκευσης που συνδέεται με τη συσκευή MV100, μπορούν να διαβαστούν μέσω υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, επιτελώντας τη λειτουργία Server.



Εικόνα 2-2 Λειτουργία Client



Εικόνα 2-3 Λειτουργία Server

### 2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ

Ο αριθμός των καναλιών μέτρησης και τα διαστήματα σάρωσης εξαρτώνται από το μοντέλο της συσκευής MV100. Τα κανάλια μέτρησης μπορεί να είναι από 2 μέχρι 12 και τα διαστήματα σάρωσης από 250ms ως 2s.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι εισόδου που μπορούν να επιλεγούν για κάθε κανάλι μέτρησης: τάση DC, θερμοστοιχείο, ανιχνευτής θερμοκρασίας αντίστασης (RTD), και είσοδος ON / OFF (σήμα επαφής ή σήμα τάσης). Η συσκευή επίσης δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης υπολογισμών με τα μετρούμενα δεδομένα όπως αφαίρεση, τετραγωνική ρίζα και βαθμονόμηση. Ο τύπος της εισόδου και ο υπολογισμός, ρυθμίζονται στη "λειτουργία εισόδου" της συσκευής MV100. Όλες οι λειτουργίες εισόδου καθώς και τα χαρακτηριστικά τους, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2-3 Τύποι Εισόδου

Τύπος Εισόδου	Αναγνωριστικό	Περιγραφή
DC Τάση	Volt	Μέτρηση τάσης στο εύρος $\pm 20$ mV ως $\pm 50$ V.
Θερμοστοιχείο	TC	Μέτρηση θερμοκρασίας
Ανιχνευτής θερμοκρασίας αντίστασης	RTD	Μέτρηση θερμοκρασίας



Είσοδος ON/OFF	DI	Απεικονίζει τα σήματα εισόδου, συνδέοντας τα με το 0% ή 100% του εύρους. Κλειστή επαφή αντιστοιχεί σε ON (1) και ανοιχτή επαφή αντιστοιχεί σε OFF (0). Τάση μικρότερη από 2.4 V αντιστοιχεί στο OFF (0), ενώ μεγαλύτερη τάσης αντιστοιχεί στο ON (1)
Διαφορά	Delta	Όταν ο τύπος εισόδου είναι "DC voltage," "thermocouple," "RTD," ή "ON/OFF," η τιμή που λαμβάνεται με την αφαίρεση της μετρούμενης τιμής σε άλλο κανάλι από το σήμα εισόδου του καναλιού που έχει οριστεί ότι υπολογίζει τη διαφορά, απεικονίζεται ως μετρούμενη τιμή του καναλιού αυτού.
Τετραγωνική ρίζα	Sqrt	Όταν ο τύπος εισόδου είναι "DC voltage," η τετραγωνική ρίζα του σήματος του καναλιού που έχει οριστεί να υπολογίζει τη ρίζα απεικονίζεται ως η μετρούμενη τιμή του καναλιού. Το αποτέλεσμα μπορεί να βαθμονομηθεί ώστε να απεικονίζεται σε κατάλληλο εύρος.
Βαθμονόμηση	Scale	Όταν ο τύπος εισόδου είναι "DC voltage," "thermocouple," "RTD," ή "ON/OFF," το σήμα εισόδου μετατρέπεται σε σήμα κατάλληλου εύρους και απεικονίζεται.
Παράβλεψη	Skip	Κανάλια στα οποία δεν γίνεται μέτρηση. Δεν απεικονίζονται.

Εάν το σήμα που πρόκειται να μετρηθεί είναι συνεχές ρεύμα, μπορεί να γίνει μετατροπή του ρεύματος σε τάση, τοποθετώντας μια αντίσταση διακλάδωσης στο τερματικό της εισόδου. Η λειτουργία εισόδου του αντίστοιχου καναλιού πρέπει να οριστεί ως "DC τάση". Το εύρος του σήματος εισόδου που είναι κατάλληλο για τους τύπους εισόδου συνεχούς τάσης, θερμοστοιχείου και ON / OFF, μπορεί να επιλεγεί μεταξύ προκαθορισμένων διαστημάτων που διαθέτει η συσκευή.

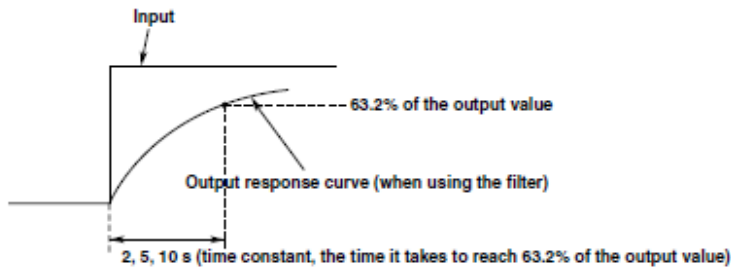
Κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας με τη χρήση θερμοστοιχείου, εάν το θερμοστοιχείο «καεί» (burnout - δηλαδή ξεπεραστούν τα θερμοκά του όρια), το αποτέλεσμα της μέτρησης αυτή μπορεί να τεθεί ως θετική υπέρβαση του ορίου ή αρνητική υπέρβαση του ορίου (παραβίαση του άνω ή κάτω ορίου του εύρους λειτουργίας αντίστοιχα). Το burnout μπορεί να οριστεί σε κάθε κανάλι μέτρησης. Η αρχική ρύθμιση έχει οριστεί έτσι ώστε να μην εμφανίζεται το burnout.

Η θετική υπέρβαση του ορίου είναι μια κατάσταση στην οποία το σήμα εισόδου είναι πάνω από το ανώτερο όριο στο μετρήσιμο εύρος. Η μετρούμενη τιμή υποδεικνύεται ως « + \*\*\*\*\*». Η αρνητική υπέρβαση του ορίου είναι μια κατάσταση στην οποία το σήμα εισόδου είναι κάτω από το κατώτερο όριο στο μετρήσιμο εύρος. Η μετρούμενη τιμή αναφέρεται ως " - \*\*\*\*\*".

Κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας με τη χρήση θερμοστοιχείου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απόσβεση αναφοράς (offset). Υπάρχει δυνατότητα επιλογής του τύπου της απόσβεσης, δηλαδή του κόμβου απόσβεσης αναφοράς που παρέχεται από τη συσκευή ή της εξωτερικής απόσβεσης αναφοράς. Αν χρησιμοποιήσουμε εξωτερική απόσβεση, θα πρέπει να τεθεί επίσης τιμή αναφοράς για την τάση. Η αρχική ρύθμιση έχει οριστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιείται η απόσβεση αναφοράς που παρέχεται από τη συσκευή.

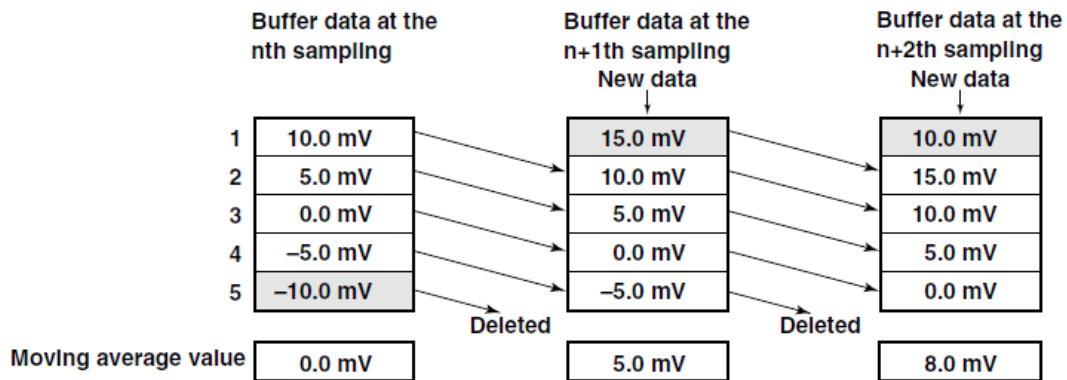
Το φίλτρο και ο κινητός μέσος όρος χρησιμοποιούνται για την απόσβεση του θορύβου που συνοδεύουν το σήμα. Το φιλτράρισμα παρέχεται στις συσκευές MV102 και MV104. Ο κινητός μέσος όρος παρέχεται στις συσκευές MV106 και MV112. Ο κινητός μέσος όρος ή το φίλτρο μπορούν να ρυθμιστούν σε κάθε κανάλι.

Η λειτουργία φίλτρου καταστέλλει τις επιπτώσεις του θορύβου πάνω από τη συχνότητα που καθορίζεται από την καθορισμένη σταθερά χρόνου. Η σταθερά χρόνου μπορεί να ρυθμιστεί σε 2s, 5s, ή 10s. Το φίλτρο είναι αρχικά ενεργοποιημένο σε OFF .



Εικόνα 2-4 Επίδραση του φίλτρου

Σχετικά με τον κινητό μέσο όρο, το σήμα εισόδου του καναλιού μέτρησης ρυθμίζεται προς τη μέση τιμή των πιο πρόσφατων  $m$  δεδομένων ( $m$  ο αριθμός των κινούμενων μέσων όρων των σημείων δεδομένων) που αποκτήθηκαν κατά τη σάρωση. Ο αριθμός των σημείων δεδομένων για τον υπολογισμό του κινούμενου μέσου όρου μπορεί να ρυθμιστεί από 2 έως 16. Ο κινητός μέσος όρος είναι αρχικά απενεργοποιημένος. Το παρακάτω σχήμα δείχνει ένα παράδειγμα της λειτουργίας του ρυθμιστή για τον υπολογισμό του κινούμενου μέσου όρου όταν ο αριθμός των κινούμενων σημείων δεδομένων είναι ρυθμισμένος στο 5.



Εικόνα 2-5 Λειτουργία του ρυθμιστή για τον υπολογισμό του κινούμενου μέσου όρου

Η συσκευή καταγραφής χρησιμοποιεί έναν μετατροπέα A/D (αναλογικού προς ψηφιακό) για να μετατρέψει το αναλογικό σήμα δειγματοληψίας σε ένα ψηφιακό σήμα. Με την ρύθμιση του χρόνου ολοκλήρωσης ώστε να ταιριάζει με το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί σε ένα κύκλο ή σε ακέραιο πολλαπλάσιο ενός κύκλου, ο θόρυβος συχνότητας τροφοδοσίας μπορεί να εξαλειφθεί αποτελεσματικά. Ο χρόνος ολοκλήρωσης του μετατροπέα A/D επιλέγεται ανάλογα με το μοντέλο της συσκευής

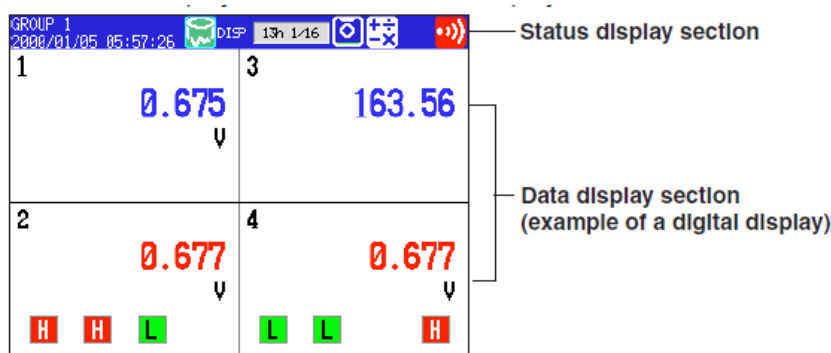
καταγραφής. Εάν επιλεγεί το "Auto", η συσκευή θα ανιχνεύσει αυτόματα τη συχνότητα της παροχής και θα επιλέξει μεταξύ των τιμών 16,7 ms ή 20 ms. Επειδή τα 100 ms είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο του των 20 ms , αυτή η ρύθμιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξαλείψει το θόρυβο συχνότητας τροφοδοσίας.

## 2.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

### 2.4.1 Γενικά στοιχεία

Η συσκευή έχει μία έγχρωμη οθόνη LCD TFT 5.5" με ανάλυση 320x240. Η οθόνη αποτελείται από το τμήμα ένδειξης κατάστασης και το τμήμα προβολής των δεδομένων.

Το τμήμα ένδειξης κατάστασης (status display section), απεικονίζει το όνομα, την ημερομηνία και ώρα ή το όνομα της παρτίδας, την κατάσταση χρήσης της εσωτερικής μνήμης ή της εξωτερικής μνήμης, το μέσο αποθήκευσης, τη κατάσταση συναγερμού, το πλήκτρο κλειδώματος, το όνομα χρήστη και μπορεί να απεικονίσει και την κατάσταση υπολογισμού.



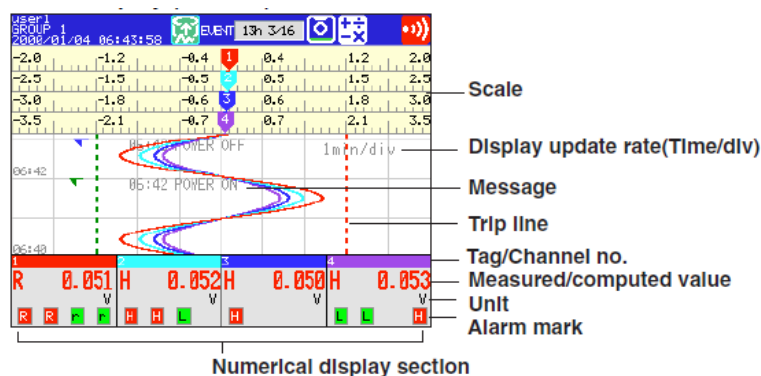
Εικόνα 2-6 Τα τμήματα κατάστασης και προβολής δεδομένων της οθόνης

Το τμήμα απεικόνισης δεδομένων επιτελεί τα εξής: Εμφανίζει την οθόνη λειτουργίας, δηλαδή τις χρονοσειρές, τις ψηφιακές τιμές ή τα ραβδογράμματα των μετρούμενων και υπολογιζόμενων δεδομένων, καθώς και τα σήματα συναγερμού, τα μηνύματα, και τις πληροφορίες αρχείου. Επίσης, εμφανίζει την οθόνη ρύθμισης για τις βασικές λειτουργίες ρύθμισης.

Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα ομαδοποιημένης απεικόνισης. Σε κάθε ομάδα μπορούν να ανατεθούν δεδομένα από έως έξι κανάλια, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν τις χρονοσειρές του σήματος, ψηφιακές τιμές και ραβδογραφήματα. Σε κάθε συσκευή μπορούν να δημιουργηθούν έως τέσσερις τέτοιες ομάδες. Όσον αφορά τις τάσεις, το ψηφιακό διάγραμμα και το ραβδόγραμμα οι ομάδες που εμφανίζονται μπορεί να έχουν περίοδο αυτόματης μεταγωγής στα 5 s, 10 s, 20 s, 30 s, ή σε διαστήματα του 1 λεπτού. Τα κανάλια μπορούν να εμφανίζονται με τον αριθμό του καναλιού ή την ετικέτα (tag).

## 2.4.2 Απεικόνιση κυματομορφών

Η Οθόνη Κυματομορφών (trend screen) εμφανίζει την κυματομορφή των μετρούμενων και υπολογιζόμενων δεδομένων. Η κατεύθυνση της κυματομορφής στην οθόνη μπορεί να ρυθμιστεί σε οριζόντια ή κάθετη.

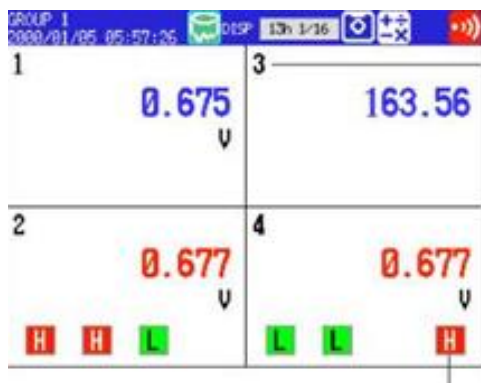


Εικόνα 2-7 Το τμήμα απεικόνισης

Η επικαιροποίηση της κυματομορφής και της ψηφιακής οθόνης γίνεται ανά κουκίδα, καθώς κάθε τμήμα κατά μήκος του άξονα του χρόνου (division) αποτελείται από 30 κουκίδες στην οθόνη LCD. Η εμφανιζόμενη κυματομορφή ενημερώνεται σε ένα διάστημα που αντιστοιχεί σε μία κουκίδα. Αυτό το διάστημα καθορίζεται από το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί σε ένα τμήμα (ρυθμός ανανέωσης της οθόνης).

### 2.4.3 Ψηφιακή οθόνη

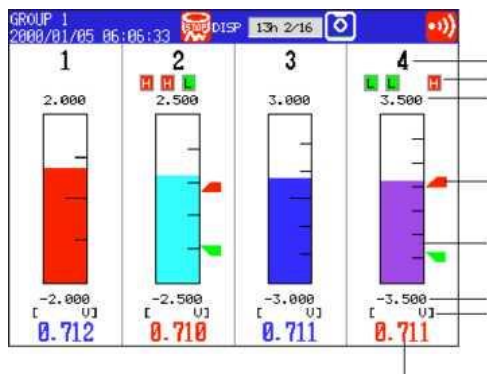
Τα μετρούμενα ή και υπολογιζόμενα δεδομένα απεικονίζονται χρησιμοποιώντας αριθμητικές τιμές σε μεγάλο μέγεθος.



Εικόνα 2-8 Ψηφιακή οθόνη

### 2.4.4 Οθόνη ραβδογράμματος

Τα μετρούμενα ή και υπολογιζόμενα δεδομένα απεικονίζονται σε μορφή ραβδογράμματος.



Εικόνα 2-9 Οθόνη ραβδογράμματος

### 2.4.5 Οθόνη επισκόπησης

Στην οθόνη επισκόπησης παρουσιάζεται μια λίστα των μετρούμενων-υπολογιζόμενων τιμών για κάθε κανάλι. Με τη μετακίνηση του κέρσορα, μπορεί να επιλεγεί ένα κανάλι με στόχο την προβολή όλων των δεδομένων, σε μορφή κυματομορφής, ραβδογράμματος. Επίσης μπορεί να επιλεγεί μια ομάδα δεδομένων και να γίνει προβολή.

1	7	31	37
133.1	L -163.8		
2	8	32	38
186.1	L -214.6		
3	9	33	39
84.8	L -142.3		
4	10	34	40
59.9	L 132.3		
5	11	35	41
39.3	L 179.0		
6	12	36	42
17.5	L 125.9		

Εικόνα 2-10 Οθόνη επισκόπησης

## 2.4.6 Προβολή συμβάντων συναγερμού

Η συσκευή καταγραφής έχει τη δυνατότητα εμφάνισης μιας λίστας των πιο πρόσφατων συναγερμών. Με την κύλιση της οθόνης μπορούν να εμφανιστούν έως 120 περιστατικά. Επιλέγοντας ένα συναγερμό από τη λίστα χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα βέλους, μπορεί να ανακληθεί το ιστορικό των δεδομένων ή των συμβάντων συναγερμού.

Number of the alarm information displayed at the last line of the screen  
Number of the alarm information in the internal memory  
Tag/Channel no.  
Alarm No. (1, 2, 3, 4)/Type (H, L, h, l, R, r, T, t)  
Date & Time (when the alarm occurred).

(000/000)	Channel	Type	Alarm IN Time	Alarm OUT Time
1		H	Jan.09 01:13:13	Jan.09 01:13:33
1		L	Jan.09 01:12:14	Jan.09 01:12:25
3		H	Jan.09 01:11:07	Jan.09 01:11:09
3		H	Jan.09 01:10:58	Jan.09 01:11:05
1		H	Jan.09 01:10:54	Jan.09 01:11:24
1		L	Jan.09 01:10:03	Jan.09 01:10:18

Cursor → (points to the first row)  
Mark (See section 6.1.) → (points to the first column)

Date & Time (when the alarm released).

Εικόνα 2-11 Προβολή συμβάντων συναγερμού

## 2.4.7 Προβολή μηνυμάτων

Τα μηνύματα που έχουν εγγραφεί στην οθόνη επισκόπησης και οι χρόνοι στους οποίους εγγράφηκαν, εμφανίζονται σε μια λίστα. Με την κύλιση της οθόνης χρησιμοποιώντας ένα κλειδί, μπορούν να εμφανιστούν έως 100 περιστατικά. Επιλέγοντας ένα μήνυμα από τη λίστα με τα πλήκτρα βέλους, μπορούν να ανακληθούν τα στοιχεία του μηνύματος.

#### **2.4.8 Αρχείο δεδομένων – Ιστορικά δεδομένα - Μνήμη**

Οι πληροφορίες σχετικά με το αρχείο δεδομένων της οθόνης και το αρχείο δεδομένων των γεγονότων (events) στην εσωτερική μνήμη μπορούν να εμφανιστούν με την επιλογή Memory Summary. Τα δεδομένα που εμφανίζονται αντιστοιχούν στα δομένα που εμφανίζονται στην οθόνη τάσης. Τα δεδομένα συμβάντος είναι δεδομένα που αποθηκεύτηκαν στην εσωτερική μνήμη σύμφωνα με το καθορισμένο διάστημα δειγματοληψίας και την περίοδο συλλογής δεδομένων . Τα δεδομένα είναι ξεχωριστά από τα δεδομένα εμφάνισης.

Επιπλέον εμφανίζονται ο αριθμός των δεδομένων του δείγματος, τα δεδομένα plot (επιλογή), και τα δεδομένα έκθεσης (επιλογή) που υπάρχουν στην εσωτερική μνήμη. Επιλέγοντας το αρχείο δεδομένων της οθόνης ή το αρχείο δεδομένων συμβάντων χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα βέλους, μπορούν να εμφανιστούν τα ιστορικά δεδομένα.

Το σύνολο των δεδομένων του αρχείου που εμφανίζονται στο ιστορικό, μπορεί να εμφανίζεται στο πάνω μέρος της οθόνης (δεξιά τμήμα , εάν η ένδειξη είναι κάθετη) .

Χρησιμοποιώντας ένα δρομέα, μπορούμε να καθορίσουμε τη θέση που θα εμφανίζεται στην οθόνη το ιστορικό. Η συγκεκριμένη θέση γίνεται η θέση αναφοράς για την οθόνη. Επίσης υπάρχει δυνατότητα προβολής των πληροφοριών της μνήμης του αρχείου που εμφανίζεται στο ιστορικό.

Η απεικόνιση δεδομένων στο μισό της οθόνης (μόνο όταν εμφανίζεται η ιστορική εξέλιξη των στοιχείων της οθόνης), εμφανίζει την ιστορική εξέλιξη των στοιχείων της οθόνης στο αριστερό μέρος της οθόνης και τα τρέχοντα δεδομένα στο δεξί ήμισυ της οθόνης.

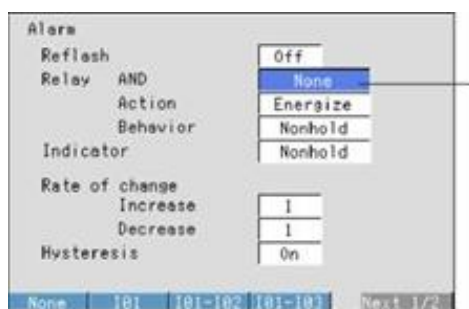
#### **2.4.9 Ρύθμιση οθόνης**

Οι διάφορες λειτουργίες της συσκευής καταγραφής ρυθμίζονται μέσω της λειτουργίας ρύθμισης ή της λειτουργίας βασικής ρύθμισης. Η οθόνη που εμφανίζεται στην Εικόνα 3-12 (ρύθμιση), χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση του εύρους των τιμών

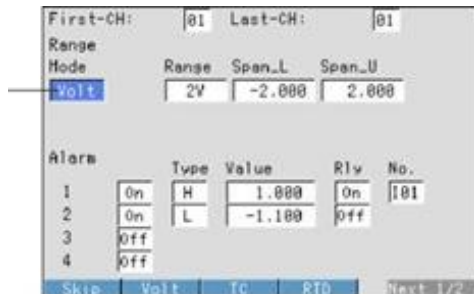


εισόδου, του φίλτρου και του κινούμενου μέσου όρου, των συναγερμών, των χρωμάτων απεικόνισης κλπ.

Στην εικόνα 3-13 εμφανίζεται η οθόνη βασικής ρύθμισης, από την οποία μπορεί να γίνει ρύθμιση των βασικών προδιαγραφών όπως το burnout, το διάστημα ολοκλήρωσης του μετατροπέα αναλογικού προς ψηφιακό και της μεθόδου αποθήκευσης δεδομένων στην εσωτερική μνήμη.



Εικόνα 2-12 Επιλογή παραμέτρων – λειτουργία ρύθμισης



Εικόνα 2-13 Επιλογή παραμέτρων – λειτουργία βασικής ρύθμισης

## 2.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

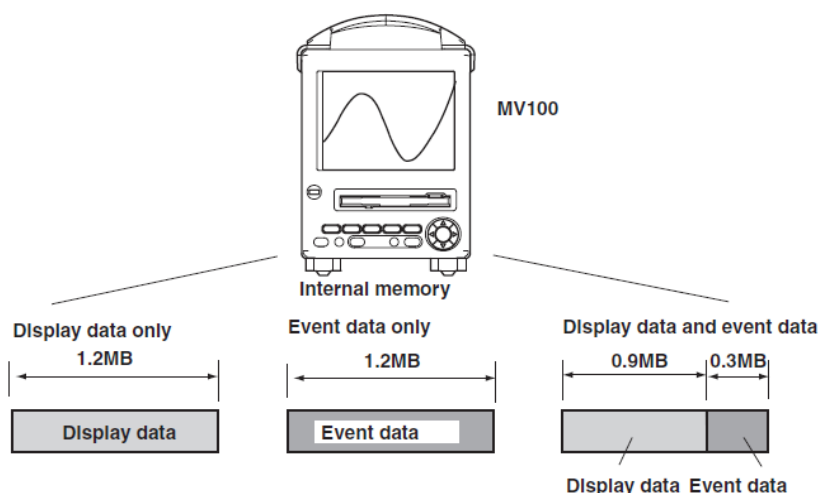
### 2.5.1 Δεδομένα εσωτερικής μνήμης

Τα δεδομένα που μετρούνται ή υπολογίζονται αποθηκεύονται στην εσωτερική μνήμη της συσκευής πρώτα, με τη μορφή δύο τύπων δεδομένων, τα δεδομένα απεικόνισης και τα δεδομένα συμβάντων. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αποθηκεύονται στο εξωτερικό μέσο αποθήκευσης αυτόματα ή όταν πατήσουμε το πλήκτρο MEDIA. Μπορούμε να επιλέξουμε αν θα αποθηκεύσουμε τα δεδομένα που μετράμε ή

υπολογίζουμε ως δεδομένα απεικόνισης, δεδομένα συμβάντων, είτε ως και τις δύο μορφές.

Η χωρητικότητα της εσωτερικής μνήμης για αποθήκευση των δεδομένων απεικόνισης και συμβάντων είναι 1.2 MB. Όταν τα δεδομένα που μετρώνται ή υπολογίζονται αποθηκεύονται και στις δύο μορφές, χρησιμοποιούνται 0.9 MB για την αποθήκευση των δεδομένων της οθόνης και 0.3 MB για την αποθήκευση των δεδομένων του συμβάντος.

Τα δεδομένα απεικόνισης χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση κυματομορφών στην οθόνη του καταγραφικού MV100. Τα δεδομένα απεικόνισης αποτελούνται από μέγιστες και ελάχιστες τιμές των μετρούμενων δεδομένων στο διάστημα σάρωσης εντός του χρονικού διαστήματος που αντιστοιχεί σε μια κουκκίδα στο χρονικό άξονα της οθόνης. Τα δεδομένα απεικόνισης είναι χρήσιμα για μακροχρόνιες παρατηρήσεις.

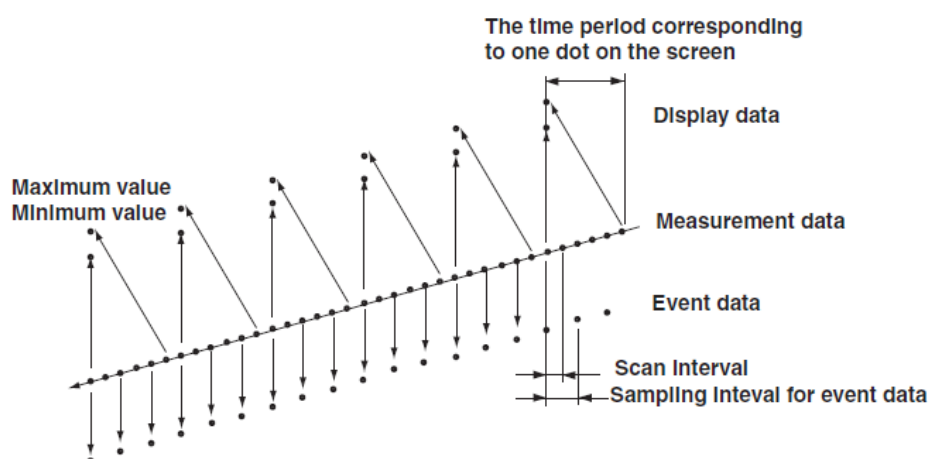


Εικόνα 2-14 Λειτουργίες αποθήκευσης

Τα δεδομένα συμβάντων είναι στιγμιαίες τιμές των μετρούμενων / υπολογιζόμενων δεδομένων σε καθορισμένα διαστήματα δειγματοληψίας. Ρυθμίζοντας το διάστημα δειγματοληψίας ίσο με το διάστημα σάρωσης, μπορούν να αποθηκευτούν όλα τα μετρημένα ή υπολογιζόμενα δεδομένα δειγματοληψίας στο διάστημα σάρωσης. Τα δεδομένα συμβάντων που παράγονται όταν προκύψει ένα συμβάν μπορούν επίσης να αποθηκευτούν. Αυτό είναι χρήσιμο όταν είναι επιθυμητή η λεπτομερειακή ανάλυση των δεδομένων.

Υπάρχει επίσης η λειτουργία κλειδώματος. Κάθε φορά που η συγκεκριμένη λειτουργία ενεργοποιείται, όλες οι στιγμιαίες τιμές των μετρούμενων / υπολογιζόμενων δεδομένων σε εκείνο το σημείο αποθηκεύονται στην εσωτερική μνήμη. Ωστόσο, αυτή αποκλείει κανάλια μέτρησης που παραλείπονται και τα κανάλια υπολογισμού που είναι απενεργοποιημένα.

Όλα τα δεδομένων μετρήσεων και υπολογισμών (στιγμιαίες τιμές) μπορούν να αποθηκευτούν στην εσωτερική μνήμη σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα με την εντολή Plot. Ωστόσο, αυτό αποκλείει τα κανάλια μέτρησης που έχουν παραληφθεί και τα κανάλια υπολογισμού που είναι κλειστά.



Εικόνα 2-15 Λειτουργία δειγματοληψίας

Η μέση, μέγιστη, ελάχιστη τιμή και το άθροισμα υπολογίζονται για συγκεκριμένα κανάλια σε προκαθορισμένα διαστήματα και το αποτέλεσμα μπορεί να αποθηκευτεί στην εσωτερική μνήμη με την λειτουργία Data Report. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μία χρονική διάσταση, όπως ωριαία αναφορά, ημερήσια αναφορά, ωριαία και ημερήσια αναφορά, καθημερινές και εβδομαδιαίες αναφορές, ή καθημερινές και μηνιαίες αναφορές.

## 2.5.2 Εξωτερικά μέσα αποθήκευσης

Τα διάφορα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν στα ακόλουθα εξωτερικά μέσα αποθήκευσης:

- δισκέτα 3.5 " (1,44 MB , 2HD)
- δίσκος Zip (100 MB)
- κάρτα μνήμης flash ATA (4 MB έως 440 MB)

Υπάρχουν δύο μέθοδοι αποθήκευσης δεδομένων στο εξωτερικό μέσο αποθήκευσης. Μία μέθοδος είναι να εισάγουμε το μέσο αποθήκευσης στη μονάδα δίσκου, όταν τα δεδομένα πρέπει να αποθηκευτούν (μη αυτόματη αποθήκευση). Η άλλη μέθοδος αποθηκεύει τα δεδομένα αυτόματα σε ορισμένα χρονικά διαστήματα σε ένα μέσο αποθήκευσης που έχει εισαχθεί στη μονάδα εκ των προτέρων (αυτόματη αποθήκευση).

### **2.5.3 Αποθήκευση δεδομένων μέσω Ethernet**

Τα δεδομένα απεικόνισης, τα δεδομένα συμβάντων, και οι αναφορές, μπορούν να μεταφερθούν αυτόματα σε έναν FTP server μέσω Ethernet και να αποθηκευθούν εκεί. Αντίθετα, το καταγραφικό MV100 μπορεί να λειτουργήσει ως διακομιστής FTP. Η συσκευή μπορεί να είναι προσβάσιμη μέσω υπολογιστή και τα δεδομένα στο εξωτερικό μέσο αποθήκευσης μπορούν να ανακτηθούν για αποθήκευση.

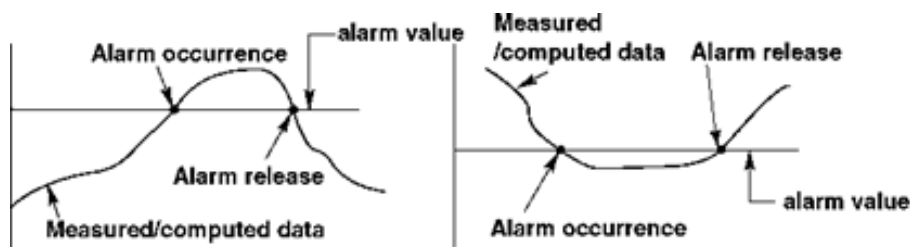
## **2.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ**

Η λειτουργία συναγερμού δημιουργεί μια ειδοποίηση όταν τα δεδομένα που μετρούνται ή υπολογίζονται πληρούν μια ορισμένη συνθήκη. Όταν εμφανίζεται ένας συναγερμός, εμφανίζονται στην οθόνη πληροφορίες κοινοποίησης του συναγερμού. Ταυτόχρονα, σε κάποια μοντέλα με προαιρετική έξοδο συναγερμού, υπάρχει δυνατότητα ενεργοποίησης ενός ρελαί στην πίσω πλευρά του καταγραφικού. Οι συνθήκες συναγερμού εμφανίζονται ως εικονίδια συναγερμού στην ενότητα απεικόνισης κατάστασης. Λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τους συναγερμούς εμφανίζονται στην περίληψη συναγερμού.

1	7	31	37
133.1	-163.8		
106.1	-214.6		
84.6	-142.3		
59.3	132.3		48
29.3	179.0		41
17.5	125.9		42

Εικόνα 2-16 Παράδειγμα απεικόνισης μηνυμάτων συναγερμού

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για την απεικόνιση των συναγερμών. Κατά τη πρώτη μέθοδο, η απεικόνιση του συναγερμού σταματά όταν το αίτιο που προκάλεσε τον συναγερμό σταματήσει να υφίσταται. Στη δεύτερη μέθοδο, η ένδειξη του συναγερμού εμφανίζεται μέχρι να επιβεβαιωθεί η λήψη του μηνύματος από τον χρήστη.



Εικόνα 2-17 Ενεργοποίηση συναγερμού στο ανώτατο και κατώτατο όριο

Για κάθε κανάλι μπορούν να ρυθμιστούν μέχρι τέσσερις συναγερμοί. Υπάρχουν διαθέσιμοι οι κάτωθι τύποι συναγερμών:

- Συναγερμός στο άνω όριο (H): Ο συναγερμός ενεργοποιείται όταν η μετρούμενη τιμή υπερβαίνει την τιμή συναγερμού.
- Συναγερμός στο κάτω όριο (L): Ο συναγερμός ενεργοποιείται όταν η μετρούμενη τιμή πέφτει κάτω από την τιμή συναγερμού .
- Συναγερμός στο άνω όριο με καθυστέρηση (T): Ο συναγερμός ενεργοποιείται όταν η μετρούμενη τιμή παραμένει πάνω από την τιμή συναγερμού για την καθορισμένη χρονική περίοδο (περίοδος καθυστέρησης).

- Συναγερμός στο κάτω όριο με καθυστέρηση (t): Ο συναγερμός ενεργοποιείται όταν η μετρούμενη τιμή παραμένει κάτω από την τιμή συναγερμού για την καθορισμένη χρονική περίοδο (περίοδος καθυστέρησης) .
- Συναγερμός διαφοράς ανώτατου ορίου (h): Ο συναγερμός εμφανίζεται, όταν η διαφορά μεταξύ των μετρούμενων τιμών δύο καναλιών γίνεται μεγαλύτερη από ή ίση με ένα ανώτατο όριο. Μπορεί να καθορίζεται μόνο για τα κανάλια υπολογισμού.
- Συναγερμός διαφοράς κατώτατου ορίου (l): Ο συναγερμός εμφανίζεται, όταν η διαφορά μεταξύ των μετρούμενων τιμών δύο καναλιών γίνεται μικρότερη από ή ίση με ένα κατώτατο όριο.
- Συναγερμός ανώτατου ορίου ρυθμού μεταβολής (R): Ελέγχεται ο ρυθμός μεταβολής των τιμών που έχουν μετρηθεί σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Ο συναγερμός εμφανίζεται όταν η ο ρυθμός αύξησης γίνεται μεγαλύτερος ή ίσος με μια καθορισμένη τιμή. Εφαρμόζεται μόνο σε κανάλια μέτρησης.
- Συναγερμός κατώτατου ορίου ρυθμού μεταβολής (r): Ελέγχεται ο ρυθμός μεταβολής των τιμών που έχουν μετρηθεί σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Ο συναγερμός εμφανίζεται όταν η ο ρυθμός μείωσης γίνεται μεγαλύτερος ή ίσος με μια καθορισμένη τιμή. Εφαρμόζεται μόνο σε κανάλια μέτρησης.

Η λειτουργία της υστέρησης συναγερμού, μπορεί να εφαρμοστεί στους συναγερμούς ανώτατου και κατώτατου ορίου μόνο, όπως αυτοί περιεγράφηκαν παραπάνω. Το πλάτος της υστέρησης καθορίζεται για την τιμή που ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τον συναγερμό. Αυτό αποτρέπει τον συναγερμό από το να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται επανειλημμένα, όταν η μετρούμενη τιμή παρουσιάζει διακυμάνσεις γύρω από την τιμή του συναγερμού. Η υστέρηση είναι σταθερή στο 0,5 % του εύρους της οθόνης.

## 2.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### 2.7.1 Υπολογισμοί

Η συσκευή έχει τη δυνατότητα να αναθέτει σε συγκεκριμένα κανάλια τον υπολογισμό διαφορών στοιχείων μέσω εξισώσεων. Η απεικόνιση των δεδομένων από τα κανάλια υπολογισμών μπορεί να διεξάγεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στα κανάλια

των μετρήσεων. Ο υπολογισμός εκτελείται σε κάθε διάστημα σάρωσης. Στα κανάλια υπολογισμών μπορούν να εκτελεστούν οι κάτωθι υπολογισμοί:

- Πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός και διαίρεση
- Τετραγωνική ρίζα
- Απόλυτη τιμή
- Λογάριθμος
- Εκθετικό
- Λογικές πράξεις: AND, OR, XOR, NOT
- Στατιστικοί δείκτες: μέσος όρος, μέγιστο, ελάχιστο, και μέγιστο-ελάχιστο σε καθορισμένα διαστήματα
- Κινούμενος μέσος όρος

### 2.7.2 Δημιουργία αναφορών

Η λειτουργία αυτή είναι μία από τις λειτουργίες που παρέχονται από την προαιρετική λειτουργία υπολογισμού (/M1). Αυτή η λειτουργία υπολογίζει το μέσο όρο, το μέγιστο, το ελάχιστο και το άθροισμα για τα καθορισμένα κανάλια σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα και καταγράφει το αποτέλεσμα στην εσωτερική μνήμη.

Μπορούμε να επιλέξουμε τον τύπο αναφοράς ως ωριαία, ημερήσια, εβδομαδιαία κλπ και να ορίσουμε το χρονικό διάστημα στο οποίο θα εκτελούνται οι πράξεις υπολογισμού. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της καθημερινής αναφοράς, υπολογίζονται η μέση, η μέγιστη, η ελάχιστη τιμή και το άθροισμα κατά τη διάρκεια της ημέρας για τα συγκεκριμένα κανάλια κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (πχ. για μια ώρα), και τα αποτελέσματα αποθηκεύονται στην εσωτερική μνήμη. Αυτό αποτελεί το σύνολο δεδομένων της αναφοράς.

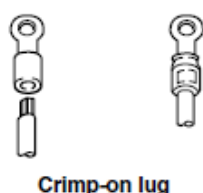
Τα δεδομένα αναφοράς που είναι αποθηκευμένα στη μνήμη μπορούν να εμφανίζονται στην οθόνη LCD της MV100. Επιπλέον, τα στοιχεία της αναφοράς που είναι και αυτά αποθηκευμένα στην εσωτερική μνήμη μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα εξωτερικό μέσο αποθήκευσης. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο εξωτερικό μέσο αποθήκευσης σε μορφή ASCII.

## 2.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟΥ

### 2.8.1 Προφυλάξεις – Καλή πρακτική

Αρχικά θα πρέπει να αναφερθούν οι εξής προφυλάξεις και ιδιαίτερα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν για την τοποθέτηση και σύνδεση του καταγραφικού όπως περιγράφονται στη συνέχεια.

Προτείνεται από τον κατασκευαστή να συνδεθούν κατάλληλοι ακροδέκτες τύπου κοξ όπως φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα, στο άκρο των χάλκινων καλωδίων (τερματικών).



Εικόνα 2-18 Ακροδέκτες τύπου κοξ

Επίσης, κατά τη χρήση του καταγραφικού θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα για την αποφυγή του θορύβου, με τήρηση κατάλληλης απόστασης από το καλώδιο τροφοδοσίας και γείωσης. Επίσης προτείνεται η χρήση κατάλληλου κελύφους μόνωσης του ηλεκτρομαγνητικού θορύβου το οποίο θα γειωθεί. Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν σε όλο το κύκλωμα θα πρέπει να έχουν το κατάλληλο πλέγμα μόνωσης. Επίσης, τα καλώδια θα μπορούσαν να είναι περιεστρεμμένα μεταξύ τους, ώστε να μειωθεί ο θόρυβος από επαγωγή. Θα πρέπει τέλος να ληφθεί κατάλληλη μέριμνα ώστε η αντίσταση γείωσης να είναι μικρότερη των 100 Ω.

Σε περίπτωση σύνδεσης θερμοστοιχείου, όταν στην είσοδο του χρησιμοποιείται εσωτερική αναφορά, θα πρέπει να σταθεροποιείται η θερμοκρασία στους ακροδέκτες της εισόδου. Επομένως θα πρέπει να χρησιμοποιείται το κατάλληλο κάλυμμα των ακροδεκτών εισόδου. Προτείνεται να χρησιμοποιούνται λεπτά καλώδια με διατομή μικρότερη από 0,5 καρέ και θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι η εξωτερική θερμοκρασία παραμένει σχετικά σταθερή.



Τέλος, η σύνδεση πολλών κυκλωμάτων παράλληλα, μπορεί να επιφέρει ανεπιθύμητες παρεμβολές στα σήματα που μετρούνται από τη συσκευή.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΗΨΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

### **3.1 ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ**

Η σύνδεση των αισθητήρων γίνεται στο πίσω μέρος της συσκευής. Η συσκευή διαθέτει συνολικά 12 κανάλια για σύνδεση διαφορετικών αισθητήρων. Ο αύξων αριθμός των αισθητήρων ξεκινά από αριστερά προς τα δεξιά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-1.



*Εικόνα 3-19 Κανάλια στο πίσω μέρος της συσκευής*

Στην περίπτωση των αισθητήρων που μετρούν θερμοκρασία και θερμοροή η σύνδεση έχει ως εξής: Για τη σύνδεση των άκρων που μετρούν θερμοροή, στο πρώτο κανάλι κάτω δεξιά συνδέεται το καλώδιο με τη μαύρη επένδυση και αμέσως επάνω το καλώδιο με την κόκκινη επένδυση. Για τη σύνδεση των άκρων που μετρούν

θερμοκρασία, στο πρώτο κανάλι κάτω συνδέεται το καλώδιο με τη μπλε επένδυση και πάνω το καλώδιο με τη γκρι επένδυση. Στη συνέχεια συνδέουμε έναν επιπλέον αισθητήρα θερμοροής και θερμοκρασίας στο τρίτο και τέταρτο κανάλι. Έχουμε πλέον δύο αισθητήρες θερμοροής-θερμοκρασίας συνδεδεμένους στο καταγραφικό.



Εικόνα 3-20 Σύνδεση δύο αισθητήρων θερμοροής – θερμοκρασίας

### 3.2 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Ο μετασχηματιστής του ρεύματος συνδέεται επίσης στο πίσω μέρος της συσκευής.



Εικόνα 3-21 Σύνδεση τροφοδοσίας

Η συσκευή διαθέτει ενσωματωμένη μπαταρία και για να υπάρξει πρόσβαση σε αυτήν θα πρέπει να ξεβιδωθεί το κάλυμμα στο κάτω μέρος της συσκευής. Αφαιρώντας την προστατευτική ταινία μπορούμε να βγάλουμε την μπαταρία ώστε να τη συνδέσουμε στην ηλεκτρονική πλακέτα. Στη συνέχεια επανατοποθετούμε την προστατευτική ταινία και βιδώνουμε το κάλυμμα.



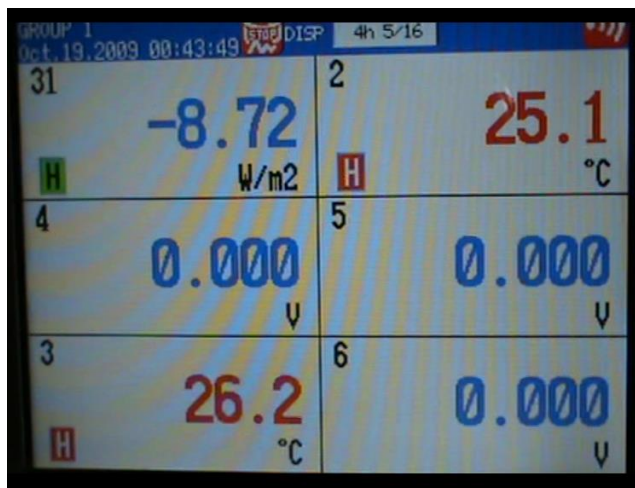
*Εικόνα 3-22 Πρόσβαση στη μπαταρία*

Στη συνέχεια φορτίζουμε τη μπαταρία. Η φόρτιση της μπαταρίας διαρκεί 2,5 ώρες και παράλληλα ανάβει το κόκκινο led με ένδειξη “charge”. Όταν η μπαταρία έχει φορτιστεί το κόκκινο led αναβοσβήνει γρήγορα. Δέκα με δεκαπέντε λεπτά πριν την αποφόρτιση της μπαταρίας ανάβει το led με ένδειξη “alarm”.

Η συσκευή τίθεται σε λειτουργία με το πλήκτρο power. Εισάγουμε τους κωδικούς για την εκκίνηση του interface της συσκευής και εμφανίζεται η ψηφιακή οθόνη.



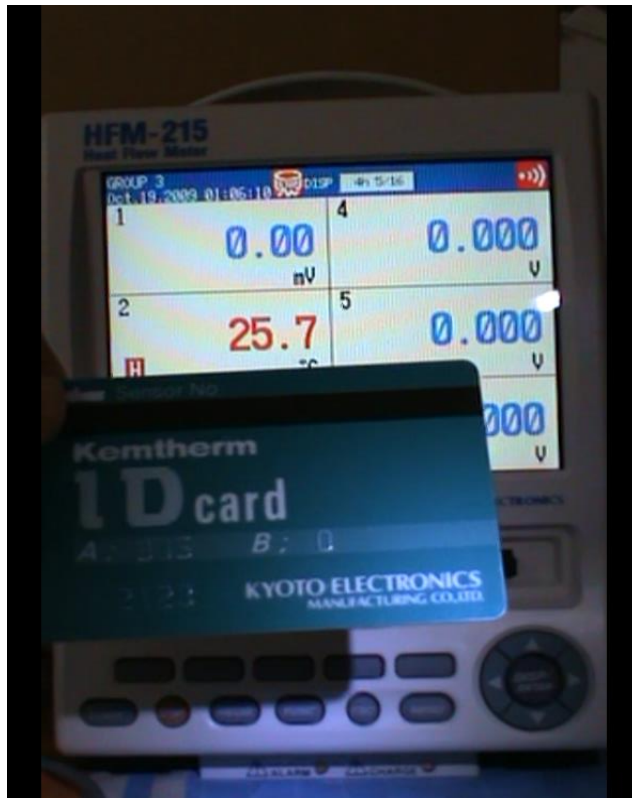
Εικόνα 3-23 Σύνδεση μπαταρίας



Εικόνα 3-24 Αρχική ψηφιακή οθόνη

### 3.3 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

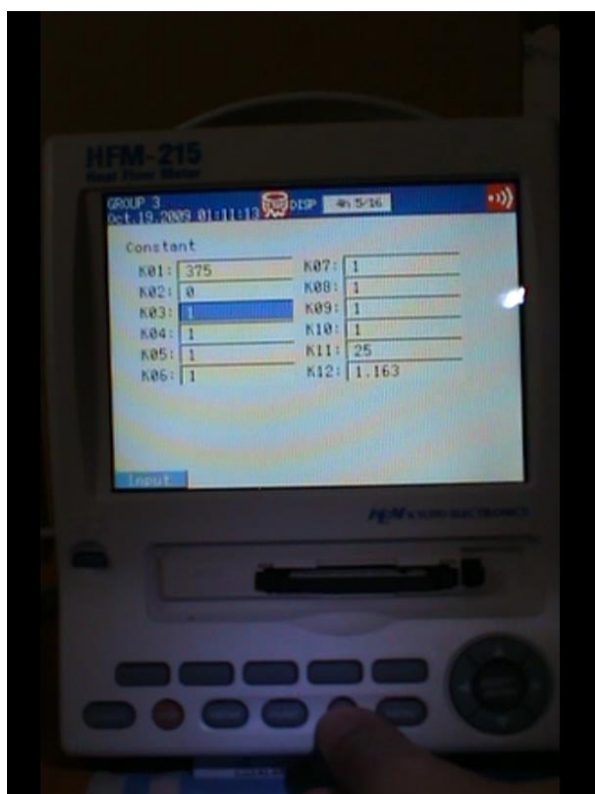
Μετά τη σύνδεση των αισθητήρων γίνονται οι κατάλληλες ρυθμίσεις στο firmware της συσκευής. Αρχικά θα πρέπει να εισαχθούν οι σταθερές A και B που αντιστοιχούν σε κάρτα που συνοδεύει τον εκάστοτε αισθητήρα.



Εικόνα 3-25 Κάρτα αισθητήρα

Στη κάρτα εμφανίζεται η τιμή της σταθεράς A, η τιμή της σταθεράς B και ο σειριακός αριθμός του αισθητήρα. Αυτός ο σειριακός αριθμός αναγράφεται και πάνω στο καλώδιο του αισθητήρα. Προς το σκοπό αυτό πατάμε Menu-Next-Next και επιλέγουμε το #10 Math Set Constant με το δεύτερο πλήκτρο.

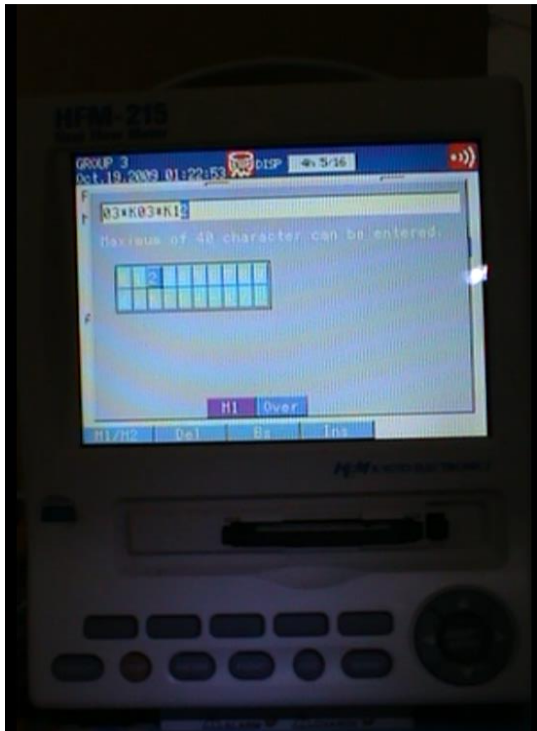
Για τον πρώτο αισθητήρα που είναι συνδεδεμένος στο 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> κανάλι σαν σταθερά A επιλέγουμε την K01 και σαν σταθερά B την K02. Για να μεταβάλλουμε την τιμή της K01 πατάμε input με το 1<sup>ο</sup> πλήκτρο και στην οθόνη που εμφανίζεται επιλέγουμε τη θέση του ψηφίου με το αριστερό ή το δεξί βέλος και η τιμή μεταβάλλεται με το επάνω ή κάτω βέλος. Όταν εισάγουμε την τιμή πατάμε enter και κάνουμε το ίδιο για την K02. Για να βγούμε από το menu πατάμε escape δύο φορές.



Εικόνα 3-26 Εισαγωγή σταθερών αισθητήρα A και B

Έστω ότι ο 2<sup>ος</sup> αισθητήρας είναι συνδεδεμένος στα κανάλια 3 και 4. Ο σειριακός του αριθμός είναι 26721, όπως φαίνεται στην κάρτα αλλά και στο καλώδιο του αισθητήρα. Κάνοντας την ίδια διαδικασία φτάνουμε στο menu που εισάγουμε τις σταθερές A και B που τώρα εισάγονται στα πεδία K03 και K04. Πατάμε escape και επιστρέφουμε στην αρχική ψηφιακή οθόνη μετρήσεων.

Η συσκευή εκτός από τα κανάλια μετρήσεων διαθέτει και κανάλια υπολογισμών. Τα κανάλια υπολογισμών ξεκινούν από το 31 και πάνω. Σε αυτά θα πρέπει να ορίσουμε τις μαθηματικές συναρτήσεις που θα χρησιμοποιούν προκειμένου να απεικονίζουν σωστά τις τιμές που υπολογίζονται μέσα από τις μετρούμενες τιμές των αισθητήρων.

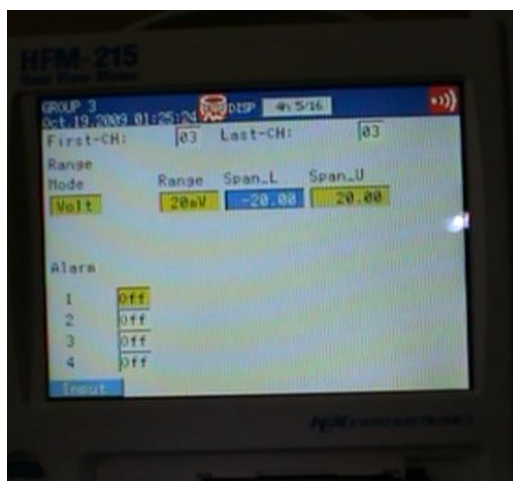


Εικόνα 3-27 Εισαγωγή μαθηματικής συνάρτησης υπολογισμού

Η μέτρηση της θερμοροής του πρώτου αισθητήρα θέλουμε να μετατραπεί σε  $W/m^2$ . Η συνάρτηση είναι το γινόμενο της τιμής την οποία διαβάζει αισθητήρας θερμοροής επί τη σταθερά  $A$  επί έναν συντελεστή που έχει την τιμή 1,163 και ο οποίος έχει εισαχθεί ήδη ως σταθερά  $K12$ . Έστω ότι το κανάλι υπολογισμού είναι το κανάλι 31. Σε αυτό το κανάλι θα πρέπει να εισάγουμε τη συνάρτηση υπολογισμού όπως περιεγράφηκε ανωτέρω. Για να γίνει αυτό, επιλέγουμε menu-next-next και πατάμε το Math Set 1. Επιλέγουμε το κανάλι 31 με το δεύτερο πλήκτρο και με τα βελάκια πάμε στο Math και επιλέγουμε on με το πρώτο πλήκτρο. Για να εισάγουμε την μαθηματική συνάρτηση στο πεδίο calculation expression πατάμε input. Επιλέγουμε το κανάλι στο οποίο μετρά ο αισθητήρας (01 για τη θερμοροή), το σύμβολο του πολλαπλασιασμού, και γράφουμε στη συνέχεια  $K01$ , που βρίσκεται η σταθερά  $A$  του 1<sup>ου</sup> αισθητήρα. Εισάγουμε στη συνέχεια ξανά το σύμβολο του πολλαπλασιασμού και γράφουμε μετά  $K12$  που βρίσκεται η σταθερά 1,63. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για το κανάλι 03 που μετρά θερμοροή για τον πρώτο αισθητήρα. Σε αυτή τη περίπτωση αναθέτουμε τον υπολογισμό στο κανάλι 32.

Εφόσον έχουμε συνδέσει τον αισθητήρα θερμοροής θα πρέπει να εισάγουμε στο firmware της συσκευής τον τύπο της μέτρησης, δηλαδή θερμοροή ή θερμοζεύγος. Επιλέγουμε Menu και στη συνέχεια Range – alarm. Στο παράθυρο που ανοίγει αναφερόμαστε στο κανάλι 1 που είναι συνδεδεμένος ο πρώτος αισθητήρας θερμοροής. Εφόσον ο αισθητήρας είναι θερμοροής, επιλέγουμε στο mode τα volt και στα πεδία δίπλα από αυτό δίνουμε το εύρος μέτρησης από -20mV ως 20mV. Για να φαίνονται οι μονάδες μέτρησης W/m<sup>2</sup> πρέπει να τις θέσουμε σε κάθε κανάλι. Προς το σκοπό αυτό πατάμε Menu-Next-Next και φτάνουμε στην οθόνη που θέσαμε τη συνάρτηση υπολογισμού. Στο πεδίο unit γράφουμε W/m<sup>2</sup>. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για το κανάλι 03 που μετρά θερμοροή για τον δεύτερο αισθητήρα.

Θα πρέπει να κάνουμε το ίδιο για τους αισθητήρες που μετρούν θερμοκρασία και είναι συνδεδεμένοι στα κανάλια 2 και 4. Επιλέγουμε Menu και στη συνέχεια Range – alarm. Στο παράθυρο που ανοίγει αναφερόμαστε στο κανάλι 2 ή 4 που είναι συνδεδεμένος ο αισθητήρας θερμοκρασίας. Εφόσον ο αισθητήρας είναι θερμοκρασίας - θερμοζεύγος, επιλέγουμε στο mode το TC και στη συνέχεια επιλέγουμε το είδος του θερμοζεύγους που είναι K. Το εύρος μέτρησης δίδεται αυτόματα από τη συσκευή από -200K ως 1370K.



Εικόνα 3-28 Ρύθμιση τύπου αισθητήρα θερμοροής



Τώρα λοιπόν στην αρχική οθόνη, στην πρώτη γραμμή εμφανίζονται οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί για τη θερμοροή και τη θερμοκρασία του πρώτου αισθητήρα σε W/m<sup>2</sup> και σε °C αντίστοιχα. Θέλουμε στη θέση 3 και 4 (δηλαδή στη 2<sup>η</sup> γραμμή της ψηφιακής οθόνης) να εμφανίζονται οι ενδείξεις θερμοροής και θερμοκρασίας του δεύτερου αισθητήρα των καναλιών δηλαδή 3 και 4. Επιλέγουμε Menu-Next-Display και μετά Group Set και enter. Στο παράθυρο που ανοίγει πατάμε Channel set και εισάγουμε το κανάλι που επιθυμούμε να εμφανίζεται. Δίπλα στο κανάλι υπολογισμού 31 γράφουμε το κανάλι 32 και δίπλα στο κανάλι 2 γράφουμε το κανάλι 4 που μετρά τη θερμοκρασία.



Εικόνα 3-29 Ρύθμιση τύπου αισθητήρα θερμοζέυγους

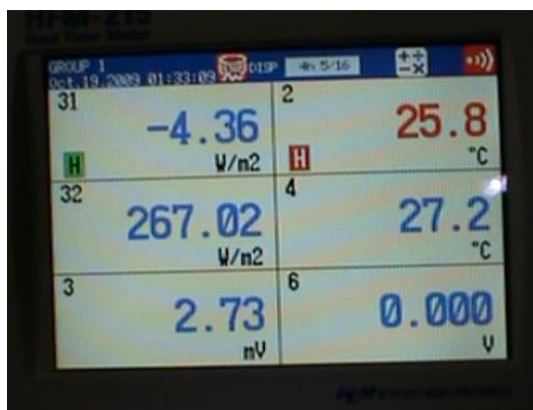
Μετά από τις παραπάνω ρυθμίσεις η οθόνη εμφανίζει τα εξής.



Εικόνα 3-30 Οθόνη πριν την εκκίνηση της καταγραφής

### 3.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

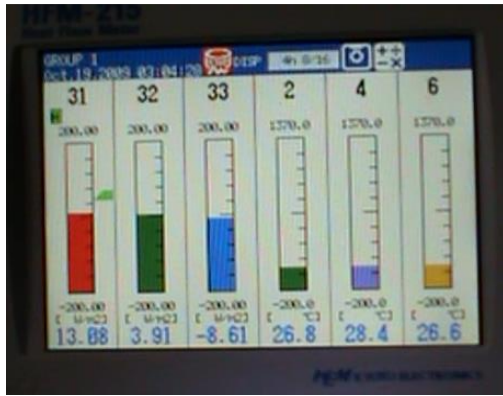
Για να ξεκινήσει ο υπολογισμός της θερμοροής θα πρέπει να επιλέξουμε function και το 4<sup>ο</sup> πλήκτρο από την οθόνη που λέει start math. Για να σταματήσουμε τους υπολογισμούς θα πρέπει να επιλέξουμε πάλι function και το 4<sup>ο</sup> πλήκτρο από την οθόνη που λέει stop math.



Εικόνα 3-31 ενδείξεις οθόνης κατά την καταγραφή

Για να ξεκινήσει η καταγραφή των μετρούμενων τιμών θα πρέπει να εισάγουμε τη μνήμη στη συσκευή στο μπροστά μέρος και να πατήσουμε start (το κόκκινο εικονίδιο γίνεται μπλε και εμφανίζεται ένα βέλος που υποδεικνύει ότι γίνεται αποθήκευση στην εξωτερική μνήμη). Η μνήμη χωράει 16 αρχεία και υπάρχει δυνατότητα καταγραφής ως και τέσσερις ώρες. Πάνω δεξιά στην οθόνη εμφανίζεται ένα εικονίδιο με τους τελεστές των βασικών πράξεων που υποδεικνύει ότι αυτή τη στιγμή γίνονται και υπολογισμοί. Εάν εμφανίζεται κόκκινο εικονίδιο στο δεξί πάκο της οθόνης σημαίνει ότι υπάρχει alarm. Αν πατήσουμε stop η συσκευή μας ρωτάει αν θέλουμε να σταματήσουμε μόνο τους υπολογισμούς ή και την καταγραφή στην μνήμη. Συνολικά υπάρχει η δυνατότητα ταυτόχρονης απεικόνισης ως έξι καναλιών τα οποία αυτόματα μπαίνουν στην ομάδα Group 1. Για την εναλλαγή μεταξύ των Group μετακινούμε τα βελάκια αριστερά και δεξιά.

Πατώντας το πάνω βέλος εμφανίζεται η οθόνη κυματομορφών, δηλαδή τις γραφικές παραστάσεις των μετρούμενων και υπολογιζόμενων μεγεθών συναρτήσει του χρόνου. Πατώντας ξανά το πάνω πλήκτρο, παρουσιάζονται τα ραβδογράμματα των μετρούμενων και υπολογιζόμενων τιμών.

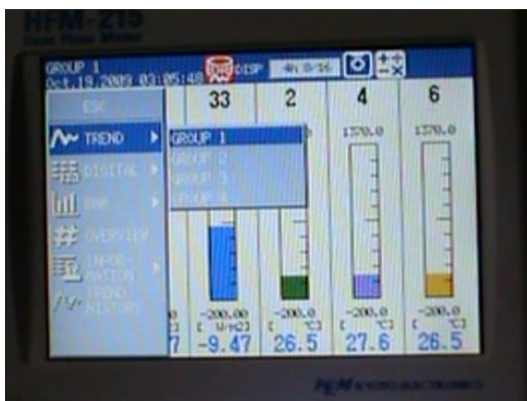


Εικόνα 3-32 Απεικόνιση υπό μορφή ραβδογραμμάτων



Εικόνα 3-33 Απεικόνιση γραφικών παραστάσεων

Η απεικόνιση της οθόνης αλλάζει πατώντας Display και επιλέγοντας τη μορφή που θέλουμε να εμφανίζονται τα δεδομένα.



Εικόνα 3-34 Επιλογή τύπου απεικόνισης

Επίσης μπορούμε να απεικονίσουμε μια συνολική κατάσταση και των 12 καναλιών.

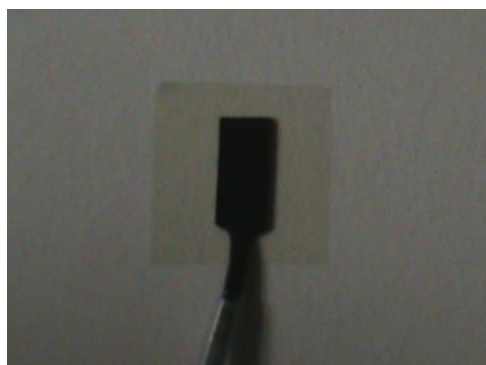


1	7	31	37
0.01	-0.163	4.36	
2	8	32	38
26.4	-0.184	-5.87	
3	9	33	39
-0.36	-0.153	-10.33	
4	10	34	40
27.5	-0.212	3.75	
5	11	35	41
-0.12	-0.223	-5.05	
6	12	36	42
28.5	-0.243	-8.88	

Εικόνα 3-35 Απεικόνιση συνολικής κατάστασης

### 3.5 ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για να πραγματοποιήσουμε μια μέτρηση παίρνουμε μια αυτοκόλλητη ταινία και την κολλάμε στον τοίχο, ή σε όποια επιφάνεια επιθυμούμε να μετρήσουμε. Με τη βοήθεια της λαβίδας αφαιρούμε το πάνω μέρος της ταινίας και κολλάμε τον αισθητήρα με τον σειριακό του αριθμό προς τα έξω. Περιμένουμε περίπου 10 λεπτά μέχρι οι ενδείξεις του συγκεκριμένου αισθητήρα να σταθεροποιηθούν. Τέλος αφαιρούμε τον αισθητήρα με πολύ μεγάλη προσοχή από την κολλητική ταινία.



Εικόνα 3-36 Τοποθέτηση ταινίας και αισθητήρα στην επιφάνεια μέτρησης

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΟΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ**

Με τη διαδικασία που περιεγράφηκε στο Κεφάλαιο 4, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοροής – θερμοκρασίας σε διάφορες επιφάνειες, ως εξής:

- Μεταξύ εσωτερικού τοίχου και εσωτερικού πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή
- Μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή
- Σε διπλό υαλοπίνακα (1 μέτρηση)
- Σε μονό υαλοπίνακα διαχωριστικού
- Σε διπλό υαλοπίνακα (διάρκεια μέτρησης 30 λεπτά – λήψη δεδομένων ανά 5 λεπτά)
- Σε εξωτερικό υποστύλωμα μπετόν

Χρησιμοποιήθηκαν δύο αισθητήρες θερμοροής – θερμοκρασίας για την εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια κάθε μέτρησης. Σε κάθε επιφάνεια μετρήθηκε η θερμοροή σε  $W/m^2$  και η θερμοκρασία. Όλες οι δοκιμές έγιναν την ίδια μέρα σε διάστημα 4 ωρών.

Οι μετρήσεις του πρώτου αισθητήρα με κωδικό 26720 εμφανίζονται στα κανάλια 31 και 2 (για τη θερμοροή και τη θερμοκρασία αντίστοιχα). Οι μετρήσεις του δεύτερου αισθητήρα με κωδικό 26721 εμφανίζονται στα κανάλια 32 και 4 (για τη θερμοροή και τη θερμοκρασία αντίστοιχα).

### **4.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

#### **4.1.1 Τοίχος – πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή**

Ο αισθητήρας 1 τοποθετείται σε εσωτερικό τοίχο και ο αισθητήρας 2 τοποθετείται στο πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-4.

Πίνακας 4-4 Μέτρηση σε τοίχο-πλαίσιο αλουμινίου

	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	-9,19	-4,47	4,72
Θερμοκρασία (° C)	19,5	21,8	2,3

#### 4.1.2 Εξωτερικό πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή

Ο αισθητήρας 1 τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του πλαισίου αλουμινίου και ο αισθητήρας 2 τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια του πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-5.

Πίνακας 4-5 Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή

	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	-1,84	-8,94	-7,1
Θερμοκρασία (° C)	20,6	21,04	0,44

#### 4.1.3 Διπλός υαλοπίνακας – Μία μέτρηση

Ο αισθητήρας 1 τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του διπλού υαλοπίνακα και ο αισθητήρας 2 τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια του διπλού υαλοπίνακα. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-6.

Πίνακας 4-6 Διπλός υαλοπίνακας – 1 μέτρηση

	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	-11,94	-3,58	8,36
Θερμοκρασία (° C)	21,5	22,4	0,9

#### 4.1.4 Μονός υαλοπίνακας εσωτερικού χώρου (διαχωριστικό)

Ο αισθητήρας 1 τοποθετείται στη μία επιφάνεια του διαχωριστικού (μπροστά) και ο αισθητήρας 2 τοποθετείται στη δεύτερη επιφάνεια του διαχωριστικού (πίσω). Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-7.

Πίνακας 4-7 Διαχωριστικός υαλοπίνακας

	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	-2,76	2,68	5,44
Θερμοκρασία (° C)	22,9	22,8	-0,1

#### 4.1.5 Διπλός υαλοπίνακας – 7 μετρήσεις σε 30 λεπτά

Ο αισθητήρας 1 τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του διπλού υαλοπίνακα και ο αισθητήρας 2 τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια του διπλού υαλοπίνακα. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-8. Οι αισθητήρες παραμένουν σταθεροί στις θέσεις του για 30 λεπτά και λαμβάνονται μετρήσεις ανά 5 λεπτά.

Πίνακας 4-8 Διπλός υαλοπίνακας – 7 μετρήσεις

ΜΕΤΡΗΣΗ 1			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	0	-4,47	-4,47
Θερμοκρασία (C )	20,2	22,1	1,9
ΜΕΤΡΗΣΗ 2			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	11,03	-5,37	-16,4
Θερμοκρασία (C )	20	22	2
ΜΕΤΡΗΣΗ 3			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	13,78	-5,37	-19,15
Θερμοκρασία (C )	19,5	21,9	2,4
ΜΕΤΡΗΣΗ 4			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	1,84	-5,37	-7,21
Θερμοκρασία (C )	19,3	21,9	2,6
ΜΕΤΡΗΣΗ 5			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	-2,76	2,68	5,44
Θερμοκρασία (C )	22,9	22,8	-0,1

ΜΕΤΡΗΣΗ 6			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή	10,11	-6,29	-16,4
Θερμοκρασία	19,2	21,9	2,7
ΜΕΤΡΗΣΗ 7			
	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή	11,03	-6,26	-17,29
Θερμοκρασία	18,08	21,8	3,72

#### 4.1.6 Εξωτερικό υποστύλωμα μετόν

Ο αισθητήρας 1 τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του υποστυλώματος και ο αισθητήρας 2 τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια του υποστυλώματος. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 4-9.

Πίνακας 4-9 Υποστύλωμα μετόν

	Αισθητήρας 1	Αισθητήρας 2	Διαφορά
Θερμοροή (W/m <sup>2</sup> )	7,35	-11,63	-18,98
Θερμοκρασία (C )	17	19,1	2,1

#### 4.2 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Οι πρώτες δύο μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή. Τα πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή είναι πλαίσια αλουμινίου που τοποθετούνται σε υαλοπίνακες για να περιορίσουν τη ροή θερμότητας (απώλειες θερμότητας) μεταξύ του πλαισίου, επειδή το αλουμίνιο είναι καλό αγωγός της θερμότητας. Σε υαλοπίνακες (κουφώματα) που δεν διαθέτουν θερμοδιακοπή στα πλαίσια αλουμινίου υπάρχει πιθανότητα εμφάνισης υγρασίας και υδρατμών λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Επίσης τα πλαίσια των κουφωμάτων έρχονται σε άμεση επαφή με τους τοίχους. Επομένως η τοποθέτηση εντός των πλαισίων αλουμινίου, θερμομονωτικών υλικών όπως το πολυαμίδιο, οδηγεί σε προστασία από την υγρασία, την καλύτερη θερμομόνωση και την εξοικονόμηση ενέργειας.



Αρχικά μετρήσαμε τη θερμοροή και τη θερμοκρασία στον τοίχο και το πλαίσιο από την εσωτερική πλευρά. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ πλαισίου και τοίχου υπολογίστηκε στους 2,3° C. Στη συνέχεια μετρήσαμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας και παρατηρούμε ότι είναι μικρότερη, δηλαδή 0,8° C. Επίσης μετράμε τη θερμοροή στην εξωτερική επιφάνεια του πλαισίου ως 1,84W/m<sup>2</sup> που επιβεβαιώνει ότι η θερμοδιακοπή περιορίζει την μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό στο εξωτερικό περιβάλλον.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μέτρηση σε διπλό υαλοπίνακα. Οι υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται στα κτήρια για αερισμό και φυσικό φωτισμό. Ένας σημαντικός αριθμός μελετών έχουν δείξει ότι η υγεία, η άνεση και η παραγωγικότητα των ανθρώπων βελτιώνονται όταν ζουν και εργάζονται σε περιβάλλοντα με καλό αερισμό και πρόσβαση στο φυσικό φωτισμό. Ωστόσο οι υαλοπίνακες αποτελούν και μια σημαντική θερμικών απωλειών, προβλημάτων συμπύκνωσης και αισθήματος δυσφορίας. Μια πραγματική τεχνολογική επανάσταση έχει γίνει στη διάρκεια των τελευταίων ετών στο τομέα των υαλοπινάκων, η οποία περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την εφαρμογή συστημάτων υαλοπινάκων υψηλής ενεργειακής απόδοσης, που μπορούν να μειώσουν δραματικά την ενεργειακή κατανάλωση, παρουσιάζουν μικρές θερμικές απώλειες, μικρότερες διαρροές αέρα, και θερμότερες επιφάνειες που βελτιώνουν το αίσθημα άνεσης και μειώνουν τα προβλήματα συμπυκνώσεως. Αυτοί οι υαλοπίνακες υψηλής ενεργειακής απόδοσης έχουν διάφορα χαρακτηριστικά όπως διπλά ή τριπλά τζάμια, ειδικές διαφανείς επιστρώσεις, μονωτικό αέριο ανάμεσα στα τζάμια, βελτιωμένα πλαίσια, κλπ. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά μειώνουν τις απώλειες θερμότητας μέσω των παραθύρων.

Σε απλό μονό τζάμι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (u-value) είναι με 5,4 W/m<sup>2</sup>°C, ενώ σε διπλό τζάμι ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται στα 2,9 W/m<sup>2</sup>°C. Οι τιμές του συντελεστή μεταβάλλονται ανάλογα με τον κατασκευαστή αλλά τα παραπάνω στοιχεία υποδεικνύουν ότι η απώλεια θερμότητας θα είναι μικρότερη σε διπλό τζάμι και μεγαλύτερη σε μονό τζάμι. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τις μετρήσεις μας. Στο διπλό τζάμι η θερμοροή περιορίζεται και οι θερμοκρασία στο εσωτερικό είναι 22,4° C ενώ στο εξωτερικό είναι 21,5° C. Επομένως το διπλό τζάμι καταφέρνει να διατηρήσει μεγαλύτερη θερμοκρασία στο εσωτερικό του χώρου.

Για το διπλό τζάμι έγιναν και άλλες επτά μετρήσεις σε διάρκεια 30 λεπτών. Οι θερμοκρασίες εκκίνησης στην εξωτερική πλευρά είναι  $20,2^{\circ}\text{C}$  και στην εσωτερική επιφάνεια  $22,1^{\circ}\text{C}$ . Οι θερμοροές που καταγράφονται αρχικά έχουν χαμηλές τιμές. Στην συνέχεια και ενώ η θερμοροή στην εσωτερική επιφάνεια παρουσιάζει μικρή αύξηση της απόλυτης τιμής της, η θερμοροή στην εξωτερική επιφάνεια λαμβάνει υψηλότερες τιμές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η θερμοκρασία στην εσωτερική επιφάνεια να μειώνεται σταδιακά από  $22,1^{\circ}\text{C}$  στους  $21,8^{\circ}\text{C}$  (διαφορά  $0,7^{\circ}\text{C}$ ) μετά από 30 λεπτά, ενώ η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια να μειώνεται από τους  $20,2^{\circ}\text{C}$  στους  $18,08^{\circ}\text{C}$  (διαφορά  $1,4^{\circ}\text{C}$ ).

Στη συνέχεια έγιναν μετρήσεις σε διαχωριστικό με μονό τζάμι. Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων είναι η ίδια συνήθως στα κτίρια, εκτός αν αναφερόμαστε σε χώρους που δεν ανήκουν στην ίδια θερμική ζώνη. Τα γυάλινα διαχωριστικά τοποθετούνται μεταξύ χώρων της ίδιας θερμικής ζώνης καθώς δεν μπορούν να παρέχουν επαρκή θερμομόνωση. Παρατηρούμε ότι θερμοροή και στις δύο επιφάνειες του διαχωριστικού είναι σχετικά χαμηλή, γεγονός που οδηγεί σε εξίσωση των θερμοκρασιών και από τις δύο πλευρές του διαχωριστικού στους  $22,8^{\circ}\text{C} - 22,9^{\circ}\text{C}$ .

Τέλος έγιναν μετρήσεις σε υποστύλωμα μπετόν, όπου παρατηρούμε ότι υπάρχει μεταφορά θερμότητας καθώς η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας είναι  $2,1^{\circ}\text{C}$ . Το μπετόν δεν παρουσιάζει θερμομονωτικά χαρακτηριστικά, αντίθετα παρατηρούμε ότι η θερμοροή είναι ιδιαίτερα αυξημένη, ειδικά στην εξωτερική επιφάνεια

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μετάδοση θερμότητας είναι ένα πεδίο που βρίσκει εφαρμογή σε προβλήματα θερμικού σχεδιασμού. Σε αυτά, απαιτείται η εκπόνηση μελετών μεταφοράς θερμότητας για την εκτίμηση των θερμικών απωλειών και κερδών. Παραδείγματα αποτελούν η θερμομόνωση κτιρίων και άλλων δομών, η ψύξη ακροφύσιων, κινητήρων και ηλεκτρονικών συσκευών, σε τρανζίστορ, διόδους, μπαταρίες κλπ. Η μετάδοση θερμότητας μεταξύ ρευστών μελετάται σε εναλλάκτες, ψυγεία αυτοκινήτων, συστήματα μετατροπής ενέργειας, λέβητες και συμπυκνωτές. Επίσης σε ψυκτικούς κύκλους που διενεργούνται σε εξατμιστές και συμπυκνωτές, βιομηχανίες διεργασιών για την θερμική επεξεργασία μετάλλων και γυαλιού ή τη διαμόρφωση μηχανικών στοιχείων. Η χημική βιομηχανία στηρίζεται και αυτή στη μετάδοση θερμότητας ως προς την εκμετάλλευση της απόβλητης θερμότητας την αποβολή θερμότητας σε ψυκτικούς πύργους. Η μετάδοση θερμότητας μελετάται και στην μετεωρολογία.

Γίνεται λοιπόν κατανοητό, ότι η δυνατότητα μέτρησης καταγραφής και τήρησης ιστορικών στοιχείων σχετικά με τη θερμοροή αποτελεί αναγκαιότητα σε πολλές εφαρμογές. Ειδικά στις μέρες μας, που το ενδιαφέρον για την εξοικονόμηση ενέργειας έχει ενταθεί, οι απώλειες θερμότητας μέσω της ροής θερμότητας μη καλά μονωμένων επιφανειών είναι μέγεθος που πρέπει να καταγράφεται και να περιορίζεται. Για το σκοπό αυτό έχουν κατασκευαστεί συσκευές που ονομάζονται καταγραφικά, οι οποίες μπορούν να συνδεθούν σε αισθητήρες θερμοροής ή και συνδυασμένους αισθητήρες θερμοροής-θερμότητας και να καταγράφουν τις μετρήσεις που λαμβάνουν από αυτούς.

Η συσκευή MV100 που μελετήσαμε στη παρούσα εργασία αποτελεί τέτοιου είδους καταγραφικό, με δυνατότητα φορητότητας (τροφοδοσία από ενσωματωμένη μπαταρία). Η φορητότητα είναι σημαντικό χαρακτηριστικό καθώς επιτρέπει τη λήψη επιτόπου μετρήσεων σε πραγματικές εγκαταστάσεις. Η συσκευή μπορεί να λαμβάνει μετρήσεις και να εκτελεί υπολογισμούς, μετατρέποντας τις μετρήσεις σε μορφή που να γίνεται εύκολα κατανοητή από τον χρήστη. Επίσης μπορεί να αποθηκεύει τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς, τόσο στην εσωτερική της μνήμη όσο και σε εξωτερική μνήμη που εισάγει ο χρήστης και να αποστέλλει τα δεδομένα μέσω Ethernet σε υπολογιστή.

Η χρησιμότητα της συσκευής επιβεβαιώθηκε από τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε σε διάφορες διατάξεις επιφανειών, όπως πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή, διπλά τζάμια και διαχωριστικά εσωτερικών χώρων με μονό τζάμι. Παρατηρήσαμε τη θερμοροή και τη θερμοκρασία στις εξωτερικές και εσωτερικές επιφάνειες των συστημάτων αυτών και βγάλαμε συμπεράσματα για τη θερμομόνωση που παρέχουν. Εκτεταμένη μέτρηση διάρκειας 30 λεπτών έγινε σε διπλό υαλοπίνακα όπου παρατηρήθηκε η μεταβολή (μείωση) της θερμοκρασίας τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική επιφάνεια με την ταυτόχρονη αύξηση της θερμοροής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Νίκας, Κ.Σ. (2010), Αρχές της μετάδοσης θερμότητας για μηχανικούς, Τόμος 1- Έκδοση Α.

Οδηγίες Λειτουργίας και Χρήσης MobileCorder MV100 Model MV102/MV104/MV106/MV112 3<sup>rd</sup> Edition. Yokogawa.