



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Μετρήσεις και Διερεύνηση Φαινομένων σε Ασφαλειοθήκες Ασφαλειών Ισχύος Χαμηλής Τάσης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΣ ΤΖΙΩΚΑ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Μετρήσεις και Διερεύνηση Φαινομένων σε Ασφαλειοθήκες Ασφαλειών Ισχύος Χαμηλής Τάσης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΣ ΤΖΙΩΚΑ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ... Ιουλίου 2010.

(Υπογραφή)

.....
Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Μαρία-Παρασκευή Ιωαννίδου
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Νικόλαος Θεοδώρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2010

(Υπογραφή)

.....

ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΤΖΙΩΚΑ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

© 2010 – All rights reserved

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Καραγιαννόπουλο, καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, για την εμπιστοσύνη του κατά την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και την πολύτιμη καθοδήγηση και επόπτευση κατά την εκπόνησή της.

Ιδιαιτέρως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα κ. Φωτεινή Καραγρηγορίου για τη συνεργασία, την ουσιαστική βοήθειά κατά την υλοποίηση της εργαστηριακής διάταξης και για τη διαρκή επίβλεψη της.

Επιθυμώ να ευχαριστήσω για την αμέριστη βοήθεια τους όλο το προσωπικό με το οποίο συνεργάστηκα αγαστά στο Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μετρήσεων.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια και τους φίλους μου γιατί όπως πάντα μου πρόσφεραν τη στήριξη αλλά και την πρακτική βοήθεια, και γιατί «scripta manent»... οπότε αποτελεί μια πολύ καλή ευκαιρία!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όλες οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις είτε αφορούν βιομηχανικές, κτιριακές, οικιακές εγκαταστάσεις, είτε εγκαταστάσεις υπαίθρου έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την αναγκαιότητα για άριστο σχεδιασμό συστήματος ασφαλειών. Οι ασφάλειες προστατεύουν τους αγωγούς των γραμμών από υπερφορτίσεις και αποτελούν το μοναδικό μέσο προστασίας από πιθανά βραχυκυκλώματα που μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε πυρκαγιά.

Η μελέτη της εγκατάστασης των ασφαλειών είναι εξαιρετικά σημαντική για τη σωστή λειτουργία του εκάστοτε ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και πρέπει να εξετάζει διάφορες παραμέτρους. Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μια αναλυτική αναφορά στις ασφαλειοθήκες, δηλαδή στις συσκευές που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση και προστασία ασφαλειών, καθιστούν εύκολη την τοποθέτηση τους στους ηλεκτρικούς πίνακες ενώ ταυτόχρονα δίνουν τη δυνατότητα εύκολης αντικατάστασής τους. Οι ασφαλειοθήκες διαθέτουν χαρακτηριστικά όπως το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας και η αποδεκτή ισχύς που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή τους για την ομαλή λειτουργία των αντίστοιχων ασφαλειών. Επίσης μία ασφαλειοθήκη ως αναπόσπαστο κομμάτι της διάταξης της ασφάλειας υπόκειται αντίστοιχα σε αύξηση της θερμοκρασίας και πιθανή υπερθέρμανση καθώς και συμμετέχει ενεργά στις απώλειες ισχύος της διάταξης.

Στην παρούσα μελέτη διενεργήθηκαν πειράματα με μαχαιρωτές ασφάλειες διαφόρων ονομαστικών ρευμάτων, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε ασφαλειοθήκες δύο διαφορετικών ονομαστικών ρευμάτων. Στη συνέχεια τέθηκαν σε λειτουργία σε ένα κύκλωμα προσομοίωσης με κατάλληλες διατομές αγωγών και έγιναν δοκιμές με διάφορα ρεύματα τροφοδοσίας για την ασφαλέστερη εξαγωγή συμπερασμάτων. Με τη βοήθεια δύο καταγραφικών μέσων, μίας θερμοκάμερας και ενός ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος, λαμβάνονταν οι θερμοκρασίες της ασφαλειοθήκης και του ακροδέκτη του αγωγού στον οποίο ήταν συνδεδεμένη η ασφαλειοθήκη, ενώ ταυτόχρονα, ένα βολτόμετρο συνδεδεμένο στις επαφές της ασφαλειοθήκης κατέγραφε την πτώση τάσης.

Η επεξεργασία των μετρήσεων περιελάμβανε δύο στάδια. Αρχικά αναλύθηκε η αξιοπιστία των δύο οργάνων μέτρησης της θερμοκρασίας και στη συνέχεια μελετήθηκε το κατά πόσο η επιλογή της ασφαλειοθήκης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας μιας τέτοιας διάταξης όπως και την αύξηση της θερμοκρασίας της. Συνεπώς ειδικά σε μια βιομηχανική ή κτιριακή εγκατάσταση στην οποία οι διατάξεις των ασφαλειών ενδέχεται να είναι πολλές, συμπεραίνεται πως η κατάλληλη επιλογή ασφαλειοθηκών μπορεί να βοηθήσει στην βέλτιστη εκμετάλλευση και προστασία του εξοπλισμού.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ασφαλειοθήκες, Ασφάλειες, Μέτρηση θερμοκρασίας, Θερμογραφική κάμερα, Ψηφιακό καταγραφικό μηχανήμα, Καταναλισκόμενη ισχύς

ABSTRACT

All kinds of electrical installations such as industrial stations, those of buildings, domestic installations or outdoors installations have as common characteristic the necessity for a good planning of the fuse system. Fuses protect conductors' lines from overcurrents and they constitute the unique means of protection from likely short-circuits that can even lead to fire.

Studying fuses' installation is exceptionally important for any kind of electrical equipment so as to operate appropriately and it should examine various parameters. The present thesis includes a detailed report in fuse-holders, aka the devices that are used for the proper placement and protection of fuses, render the placement of the latter easier in the electric panels, while simultaneously give the possibility of their easy replacement.

Fuse-holders' characteristics such as the rated current of operation and the power acceptance should be taken into account during their selection for the best operation of the corresponding fuses. Also, a fuse-holder as an inseparable part of a fuse, is likewise being undertaken an increase of temperature and likely overheat and it participates significantly in the total power losses.

In the present study experiments were held with NH type fuses of various rated currents that were placed in fuse-holders of two different rated currents. Afterwards, they were put in use in a circuit with the appropriate cross-sections of conductors and tests were realized with various supply currents for the best conduction of conclusions. By using two recording devices, a thermo camera and a digital recording device, the temperatures of the fuse-holder and the terminal of the conductor with which the fuse-holder was connected, were being measured. In the mean time, a voltmeter, connected in the terminals of the fuse-holder, recorded the drop of voltage.

After the evaluation of measurements, firstly the reliability of the two means of the temperature measurement was examined. Secondly, it was evaluated whether the selection of the fuse-holder could affect significantly the power dissipation of the circuit, as well as the increase of the temperature. Consequently, especially in an industrial or building installation, where many fuses are required, the selection of the appropriate fuse-holders can lead to the maximum exploitation and protection of the equipment.

KEYWORDS

Fuse-holders, Fuses, Temperature measurement, Thermo camera, Digital recording device, Power Dissipation

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	11
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	13
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	14
1 Εισαγωγή.....	15
1.1 Σκοπός της εργασίας	15
1.2 Δομή της εργασίας.....	15
2 Θεωρητικό υπόβαθρο	17
2.1 Ασφάλειες	17
2.1.1 Είδη ασφαλειών.....	17
2.2 Ασφαλειοθήκες	21
2.2.1 Τυποποίηση ασφαλειοθηκών.....	22
2.2.2 Παράγοντες που καθορίζουν την ορθή επιλογή ασφαλειοθήκης	25
2.2.3 Κανονισμοί.....	32
2.2.4 Υλικά κατασκευής	43
2.2.5 Κατασκευαστές ασφαλειοθηκών	52
3 Πειραματική διάταξη-Διαδικασία μετρήσεων	57
3.1 Πειραματική διάταξη	57
3.2 Διαδικασία μετρήσεων	63
4 Επεξεργασία μετρήσεων	65
4.1 Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας	65
4.1.1 Γραφικές παραστάσεις θερμοκρασίας-χρόνου από τη θερμογραφική κάμερα και το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα.....	66
4.1.2 Στιγμιότυπα από τη θερμογραφική κάμερα	90
4.1.3 Σχετικά με το σφάλμα των μετρήσεων της θερμογραφικής κάμερας.....	91
4.1.4 Συγκριτικοί πίνακες αύξησης θερμοκρασίας	93
4.1.5 Σχόλια.....	95
4.2 Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τη στιγμιαία καταναλισκόμενη ισχύ.....	95
4.2.1 Γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος - θερμοκρασίας.....	95
4.2.2 Σχόλια.....	107

4.3	Μελέτη διακύμανσης στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος και υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας	108
4.3.1	Γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος-χρόνου	108
4.3.2	Σχόλια.....	120
4.4	Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας	121
4.4.1	Προσεγγιστική ολοκλήρωση με τη μέθοδο Simpson	121
4.4.2	Εφαρμογή της μεθόδου για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας	124
4.4.3	Σχόλια.....	127
5	Συμπεράσματα.....	129
5.1	Προτάσεις.....	131
6	Βιβλιογραφία	133
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	135
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	155

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.2-a: Τυποποίηση ασφαλειοθηκών για αυτόματες ασφάλειες οικιακής χρήσης ..	23
Πίνακας 2.2-b : Τυποποίηση ασφαλειοθηκών για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες	24
Πίνακας 2.2-c : Τυποποίηση ασφαλειοθηκών για κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους	24
Πίνακας 2.2-d : Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία	26
Πίνακας 2.2-e : Μέγιστα επιτρεπτά όρια αύξησης της θερμοκρασίας των επαφών των ασφαλειοθηκών	37
Πίνακας 2.2-f : Έρευνα των πλήρων δοκιμών στις ασφαλειοθήκες και απαιτούμενος αριθμός δειγμάτων ασφαλειοθηκών προς δοκιμή	39
Πίνακας 2.2-g : Έρευνα των πλήρων δοκιμών στις ασφαλειοθήκες και απαιτούμενος αριθμός δειγμάτων ασφαλειοθηκών προς δοκιμή	40
Πίνακας 2.2-h : Τάση δοκιμής ασφαλειοθηκών	42
Πίνακας 2.2-i : Κλάσεις του δείκτη αναφλεξιμότητας κατά UL94	48
Πίνακας 4.1-a: Εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών	92
Πίνακας 4.1-b: Συντελεστές προσαρμογής τιμών θερμοκάμερας	93
Πίνακας 4.1-c: Άνοδος θερμοκρασίας στην επαφή της ασφαλειοθήκης	94
Πίνακας 4.1-d: Άνοδος θερμοκρασίας στον ακροδέκτη καλωδίου	94
Πίνακας 4.4-a: Εφαρμογή μεθόδου Simpson	125
Πίνακας 4.4-b: Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας	126

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1.a Ασφάλειες τήξεως.....	18
Εικόνα 2.1.b Βιδωτές ασφάλειες.....	19
Εικόνα 2.1.c : Μαχαιρωτές ασφάλειες.....	19
Εικόνα 2.1.d : Κυλινδρικές ασφάλειες (i)	20
Εικόνα 2.1.e : Κυλινδρικές ασφάλειες (ii).....	20
Εικόνα 2.1.f : Ασφάλειες αυτοκινήτων	20
Εικόνα 2.1.g : Αυτόματες ασφάλειες.....	21
Εικόνα 2.2.a : Ανοιχτή ασφαλειοθήκη για μαχαιρωτή ασφάλεια	21
Εικόνα 2.2.b : Κλειστή ασφαλειοθήκη για μαχαιρωτή ασφάλεια	22
Εικόνα 2.2.c : Ασφαλειοθήκες για ασφάλειες μινιατούρες	22
Εικόνα 2.2.d : Ασφαλειοθήκες για μαχαιρωτές ασφάλειες(i).....	22
Εικόνα 2.2.e : Ασφαλειοθήκες για μαχαιρωτές ασφάλειες (ii).....	23
Εικόνα 2.2.f : Ασφαλειοθήκες για αυτόματες ασφάλειες οικιακής χρήσης	23
Εικόνα 2.2.g : Ασφαλειοθήκες για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες D.....	23
Εικόνα 2.2.h : Ασφαλειοθήκες για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες Do	24
Εικόνα 2.2.i : Ασφαλειοθήκες για κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους.....	24
Εικόνα 2.2.j : Απεικόνιση των χαρακτηριστικών θερμοκρασιών σε μικροασφάλεια τήξης...27	
Εικόνα 2.2.k : Γραφική παράσταση αποδεκτής ισχύος - θερμοκρασίας για διάφορες τιμές του ρεύματος λειτουργίας.....	28
Εικόνα 2.2.l : Γραφική παράσταση αποδεκτής ισχύος-θερμοκρασίας για διάφορες τιμές του ρεύματος λειτουργίας του παραδείγματος	31
Εικόνα 2.2.m : Επίδραση διαφόρων ακαθαρσιών στην ηλεκτρική αγωγιμότητα	49
Εικόνα 3.1.a : Κυκλωματική διάταξη	57
Εικόνα 3.1.b : Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης.....	59
Εικόνα 3.1.c : Διάταξη αυτομετασχηματιστή μετασχηματιστή	59
Εικόνα 3.1.d : Ασφάλεια τοποθετημένη σε ασφαλειοθήκη.....	60
Εικόνα 3.1.e : Αρχή λειτουργίας της υπέρυθρης θερμογραφίας.....	61
Εικόνα 3.1.f: Ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα	61

1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της εργασίας

Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί σήμερα κοινωνικό αγαθό και είδος πρώτης ανάγκης. Έτσι, η σύγχρονη κοινωνία αναμφίβολα εξαρτάται από την επάρκεια και ποιότητα αυτού του ενεργειακού πόρου. Πολλές φορές δυσλειτουργίες στο ηλεκτρικό σύστημα είναι ικανές να προκαλέσουν ισχυρό κλυδωνισμό της οικονομικής και κοινωνικής ζωής. Ωστόσο, η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει τεχνολογία απαλλαγμένη από κάθε κίνδυνο, απόλυτα ασφαλής δεν επιδέχεται αμφισβήτησης. Έτσι, καθώς όλοι οι χώροι όπου ο άνθρωπος ζει, εργάζεται και αναπτύσσει τις δραστηριότητες του διαθέτουν τις ανάλογες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, η προστασία αυτών με σωστό σχεδιασμό και σωστή τοποθέτηση των κατάλληλων ασφαλειών από εξειδικευμένο προσωπικό κρίνεται κάτι παραπάνω από απαραίτητη.

Καθώς οι ασφάλειες τοποθετούνται πάντα σε ασφαλειοθήκες προκειμένου να συνδεθούν στα αντίστοιχα ηλεκτρικά κυκλώματα η μελέτη των χαρακτηριστικών των ασφαλειοθηκών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι με τη βοήθεια πολλών πειραματικών δοκιμών να διερευνηθούν τα φαινόμενα που παρουσιάζονται σε ασφαλειοθήκες ασφαλειών ισχύος χαμηλής τάσης. Μετά τη διενέργεια των δοκιμών αυτών η παρούσα μελέτη σχολιάζει τα σχετικά αποτελέσματα και εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τη σημασία της επιλογής της καταλληλότερης ασφαλειοθήκης σε ανάλογες διατάξεις.

1.2 Δομή της εργασίας

Στον παρόν (1^ο Κεφάλαιο) περιγράφεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας και η δομή της καθώς και περιλαμβάνεται η επιμέρους ανάλυση των κεφαλαίων που την αποτελούν.

Το 2^ο κεφάλαιο αποτελείται από όλο το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο σχετικά με τις ασφαλειοθήκες αφού πρώτα γίνει μία σύντομη αλλά αναγκαία αναφορά στις ασφάλειες. Ακόμη αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνει και τους αντίστοιχους πολύ σημαντικούς κανονισμούς και πρότυπα για ασφαλειοθήκες όπως διαμορφώνονται από επίσημους αρμόδιους φορείς.

Στο 3^ο Κεφάλαιο περιγράφεται η πειραματική διάταξη στην οποία έγιναν οι δοκιμές, τα όργανα μέτρησης όπως και η ακριβής διαδικασία διεξαγωγής των πειραμάτων.

Στο 4^ο Κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των μετρήσεων με σχετικά διαγράμματα και συγκριτικούς πίνακες. Στη συνέχεια, κατόπιν επεξεργασίας των μετρήσεων, συγκρίνονται τα δύο καταγραφικά μέσα θερμοκρασίας και με τη βοήθεια της τάσης που μετρήθηκε κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων μελετάται η κατανάλωση ενέργειας στην εκάστοτε ασφαλειοθήκη.

Μετά την επεξεργασία των μετρήσεων και τους σχετικούς υπολογισμούς του 4^{ου} Κεφαλαίου, εξάγονται συμπεράσματα που παρουσιάζονται στο 5^ο κεφάλαιο και κάποιες προτάσεις-έναυσμα για μελλοντική μελέτη.

Τέλος, τα παραρτήματα 1 και 2 αντίστοιχα, περιέχουν τις απαραίτητες οδηγίες χρήσης και ρυθμίσεις των δύο καταγραφικών μέσων θερμοκρασίας που χρησιμοποιήθηκαν, του ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος και της θερμογραφικής κάμερας.

2

Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1 Ασφάλειες

Ασφάλεια ονομάζουμε την διάταξη που χρησιμοποιείται για να διακόπτει αυτόματα ένα κύκλωμα, όταν η έντασή του ρεύματος που το διαπερνά ξεπεράσει μία ορισμένη τιμή (ονομαστική ένταση ρεύματος). Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται είτε με την τήξη ενός λεπτού σύρματος (ασφάλειες τήξεως) είτε με την πτώση ενός αυτόματου διακόπτη (αυτόματες ασφάλειες). Έτσι, έχουμε προστασία των αγωγών, των μονώσεων και των συσκευών του κυκλώματος από υπερεντάσεις και βραχυκυκλώματα.

Η ασφάλεια μπαίνει πάντα στον αγωγό της φάσεως και στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει ενώ δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί στον αγωγό της γειώσεως και στον ουδέτερο. Ο χρόνος πού χρειάζεται μία ασφάλεια για να διακόψει την τροφοδοσία (χρόνος διακοπής), εξαρτάται από το μέγεθος της υπερεντάσεως και από τον τύπο της ασφάλειας. Γενικά σε περίπτωση βραχυκυκλώματος η διακοπή γίνεται σε μερικά εκατοστά του δευτερολέπτου, ενώ σε περίπτωση υπερεντάσεως σε μερικά δευτερόλεπτα ή και λεπτά.

2.1.1 Είδη ασφαλειών

Διακρίνουμε δύο τύπους ασφαλειών **ανάλογα με την ταχύτητα που διακόπτουν την τροφοδοσία** :

- ασφάλειες ταχείας τήξης (τύπος L) και
- ασφάλειες βραδείας τήξης (τύπος G).

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι ασφάλειες ταχείας τήξης, ενώ οι βραδείας τήξης χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων ή σε συνεργασία με ασφάλειες ταχείας τήξης.

Διακρίνουμε δύο τύπους ασφαλειών **ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής**:

- ασφάλειες τήξεως και
- αυτόματες ασφάλειες (ή μικροαυτόματους).

Τέλος, διακρίνουμε τρεις τύπους ασφαλειών **ανάλογα με τη χρήση τους**:

- ασφάλειες Υψηλής Τάσης (High Voltage, HV)

- ασφάλειες Χαμηλής Τάσης (Low Voltage, LV)
- μικροσκοπικές ασφάλειες (Miniature)

Αυτές οι κατηγορίες είναι εθνικώς αναγνωρισμένες από το Ίδρυμα Βρετανικών Προτύπων (British Standards Institution) και διεθνώς από την Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (International Electrotechnical Commission)(βλ. παράγραφο 2.2.3.1). Ο διαχωρισμός ανάμεσα στις ασφάλειες υψηλής και χαμηλής τάσης γίνεται στα 1000 V AC και ο προσδιορισμός «μικροσκοπικός» (Miniature) συνδέεται σαφώς με τις φυσικές διαστάσεις.

Καθώς στην παρούσα διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθούν μαχαιρωτές ασφάλειες χαμηλής τάσης ακολουθεί μια εκτενέστερη αλλά σύντομη αναφορά στα κύρια χαρακτηριστικά ειδικότερα των ασφαλειών τήξεως και των μικροαυτομάτων.

2.1.1.1 Ασφάλειες τήξεως



Εικόνα 2.1.α Ασφάλειες τήξεως

Οι ασφάλειες τήξεως διακρίνονται σε βιδωτές , μαχαιρωτές, κυλινδρικές και ασφάλειες αυτοκινήτων.

α) Βιδωτές

Χρησιμοποιούνται στις Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις (ΕΗΕ) και υπάρχουν σε δύο τύπους, τις D ή DIAZED και τις Do ή NEOZED που έχουν μικρότερες διαστάσεις.

Η όλη διάταξη μιας ασφάλειας , αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Το φυσίγγι (ασφάλεια), που είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα (τηκτό) και ένα ενδεικτικό χρωματιστό δίσκο, ο οποίος πέφτει όταν η ασφάλεια καεί.
- Την βάση της ασφάλειας ή ασφαλειοθήκη, δηλαδή το εξάρτημα που στερεώνεται πάνω στον πίνακα και μέσα σε αυτό τοποθετείται το φυσίγγι.
- Την μήτρα, δηλαδή ένα μικρό πορσελάνινο εξάρτημα που τοποθετείται στο βάθος της ασφαλειοθήκης και εξασφαλίζει ότι δεν θα τοποθετηθεί μεγαλύτερη ασφάλεια από την κατάλληλη για την γραμμή.

- Το πώμα, δηλαδή ένα πορσελάνινο εξάρτημα που βιδώνει πάνω στην ασφαλειοθήκη και συγκρατεί το φυσίγγι. Στο πάνω μέρος του έχει γυαλί ώστε να είναι ευδιάκριτο αν έχει καεί το φυσίγγι.

Κάθε φυσίγγι χαρακτηρίζεται από την ονομαστική τιμή του ρεύματος του, η οποία καθορίζει έως πόσα Amperes μπορούν να περάσουν από το τηκτό του. Τα ονομαστικά ρεύματα έχουν τυποποιημένες τιμές : 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 35A, 40A, 50A, 63A, 80A, 100A. Για κάθε μέγεθος υπάρχει και ένα χαρακτηριστικό χρώμα πάνω στον ενδεικτικό δίσκο.



Εικόνα 2.1.b Βιδωτές ασφάλειες

β) Μαχαιρωτές

Έχουν σώμα μορφής ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου .Στην πάνω και κάτω βάση τους έχουν από ένα έλασμα (λεπίδα). Τα δύο αυτά ελάσματα, εφαρμόζουν σε αντίστοιχες διπλές ελατηριωτές μεταλλικές λάμες, που βρίσκονται στην βάση της ασφαλειοθήκης. Έτσι γίνεται η στήριξη της ασφάλειας και ταυτόχρονα η ηλεκτρική επαφή με το ηλεκτρικό κύκλωμα. Για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών από την βάση τους χρησιμοποιείται ειδική μονωτική λαβή .

Μαχαιρωτές ασφάλειες υπάρχουν , σε τυποποιημένα μεγέθη , από 6 έως και 1250 A , αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις (άνω των 30 A). Επτά μεγέθη μαχαιρωτών ασφαλειών είναι διαθέσιμα: NH00 από 6 A έως 100 A, NH0 από 6 A έως 160 A, NH1 από 125 A έως 400 A, NH2 από 125 A έως 400 A, NH3 από 315 A έως 630 A, NH4 από 500 A έως 1000 A και NH5 από 500 A έως 1250 A. Δεν υπάρχουν ασφάλειες NH βραδείας ή ταχείας τήξης.



Εικόνα 2.1.c : Μαχαιρωτές ασφάλειες

γ) Κυλινδρικές

Έχουν σώμα κυλινδρικό και οι δύο βάσεις τους είναι από αγωγίμο υλικό για να γίνεται η ηλεκτρική επαφή και η στήριξη.



Εικόνα 2.1.d : Κυλινδρικές ασφάλειες (i)



Εικόνα 2.1.e : Κυλινδρικές ασφάλειες (ii)

Χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις ρεύματος , όπως σε πίνακες υποσταθμών και σε πίνακες διανομής της ΔΕΗ. Επίσης, κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους (Εικόνα 2.1.e), χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών συσκευών. Τα μεγέθη τους είναι 8 x 31, 10 x 38, 14 x 51, 22 x 58 (διάμετρος x μήκος σε mm)

δ) Ασφάλειες αυτοκινήτων

Αποτελούν ασφάλειες τήξεως, μικρού μεγέθους και ειδικής μορφής, με διαφορετικό χρώμα ανάλογα με την ικανότητα διακοπής σε Α.



Εικόνα 2.1.f : Ασφάλειες αυτοκινήτων

2.1.1.2 Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι)

Οι αυτόματες ασφάλειες έχουν διαφορετική κατασκευή από τις ασφάλειες τήξεως , αλλά και αυτές διακόπτουν την τροφοδοσία σε περίπτωση υπερεντάσεως ή βραχυκυκλώματος , με παρόμοιο τρόπο. Μετά την διακοπή όμως , δεν χρειάζεται να αντικατασταθούν, αλλά απλώς με την επανατοποθέτηση του χειριστηρίου αποκαθίσταται η τροφοδοσία (αφού βέβαια πρώτα επισκευαστεί ή απομονωθεί η συσκευή που προκάλεσε το βραχυκύκλωμα) .

Αποτελούνται από ένα ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο (ρελέ) και από ένα διμεταλλικό στοιχείο (θερμικό). Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο κάνει διακοπή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος πολύ γρήγορα (εκατοστά ή και χιλιοστά του δευτερολέπτου), ενώ το διμεταλλικό διακόπτει σε περίπτωση υπερεντάσεως με καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων ή και λεπτών , ανάλογα με την υπερένταση.

Οι αυτόματες ασφάλειες στερεώνονται στην ράγα του πίνακα διανομής , από μία για κάθε μερικό κύκλωμα. Αντέχουν για 20.000 ζεύξεις - αποζεύξεις. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως διακόπτες των κυκλωμάτων , αλλά για περιορισμένο αριθμό χρήσεων.

Επειδή υπάρχει η μικρή πιθανότητα να κολλήσουν και να μην παρέχουν προστασία για πολύ μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώματος (3000 A και πάνω) , πρέπει να τοποθετούμε ως γενική ασφάλεια του πίνακα μία ασφάλεια τήξεως και όχι αυτόματη ασφάλεια (1)



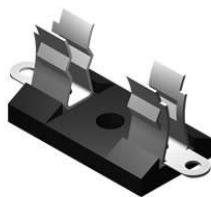
Εικόνα 2.1.g : Αυτόματες ασφάλειες

2.2 Ασφαλειοθήκες

Ασφαλειοθήκες είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση και προστασία ασφαλειών. Σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60269-1 ασφαλειοθήκη είναι ο συνδυασμός μίας βάσης ασφάλειας και ενός φέροντος σώματος. Ακολουθώντας στο ίδιο πρότυπο ορίζεται ως βάση ασφάλειας το τμήμα της διάταξης της ασφάλειας που διαθέτει μεταλλικές τερματικές επαφές και ως φέρον σώμα ορίζεται το κινητό τμήμα της διάταξης της ασφάλειας που είναι σχεδιασμένο για να μεταφέρει το τηκτό. Ως τηκτό ορίζεται το τμήμα της ασφάλειας που πρόκειται να αντικατασταθεί όταν η ασφάλεια έχει επιτελέσει τη λειτουργία της. (2) Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης ασφαλειών σε συνδυασμό με ασφαλειοθήκες είναι ότι δίνουν τη δυνατότητα γρήγορης και εύκολης αντικατάστασης τηγμένων ασφαλειών.

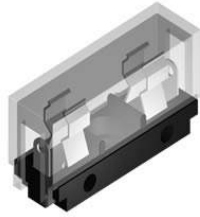
Υπάρχουν πολλά είδη ασφαλειοθηκών προκειμένου να υλοποιείται η τοποθέτηση της εκάστοτε ασφάλειας που χρησιμοποιείται σε ένα κύκλωμα. Έτσι υπάρχουν ασφαλειοθήκες για την τοποθέτηση βιδωτών, μαχαιρωτών, κυλινδρικών, αυτόματων, κλπ ασφαλειών.

Επίσης υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ασφαλειοθηκών, οι ανοικτές και οι πλήρως κλειστές. Ένα παράδειγμα ανοιχτής ασφαλειοθήκης για μαχαιρωτή ασφάλεια φαίνεται στην Εικόνα 2.2.a



Εικόνα 2.2.a : Ανοικτή ασφαλειοθήκη για μαχαιρωτή ασφάλεια

Οι πλήρως κλειστές ασφαλειοθήκες μπορεί να περιλαμβάνουν μια βάση για την ασφάλεια η οποία τοποθετείται μέσα στην ασφαλειοθήκη ή μπορεί να έχουν άλλα μέσα για να περικλείεται πλήρως η ασφάλεια.



Εικόνα 2.2.b : Κλειστή ασφαλειοθήκη για μαχαιρωτή ασφάλεια

Τέλος, ανάλογα την εφαρμογή και τις ανάγκες της, προσφέρονται πολλές επιλογές με διαφορετικά πλεονεκτήματα για την τοποθέτηση ασφαλειοθηκών όπως σε πάνελ ασφαλειών, κλιπ ασφαλειών, πίνακες, Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές και σε τοποθέτηση ασφαλειοθηκών σε σειρά. (3)

2.2.1 Τυποποίηση ασφαλειοθηκών

Οι ασφαλειοθήκες ως συσκευές που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση και προστασία ασφαλειών διαφοροποιούνται σε τρόπο κατασκευής και ονομαστικά μεγέθη λειτουργίας ανάλογα με το είδος των ασφαλειών που εξυπηρετούν. Έτσι συναντώνται:

- ασφαλειοθήκες για ασφάλειες - μινιατούρες με ονομαστικό ρεύμα 6.3A, 16A, 25A λειτουργώντας σε τάση έως 250V



Εικόνα 2.2.c : Ασφαλειοθήκες για ασφάλειες μινιατούρες

- ασφαλειοθήκες για μαχαιρωτές ασφάλειες με ονομαστικό ρεύμα 160A, 250A, 400A, 630A, 1000A, 1250A λειτουργώντας σε τάση έως 690V.



Εικόνα 2.2.d : Ασφαλειοθήκες για μαχαιρωτές ασφάλειες(i)



Εικόνα 2.2.e : Ασφαλειοθήκες για μαχαιρωτές ασφάλειες (ii)

- ασφαλειοθήκες για αυτόματες ασφάλειες οικιακής χρήσης με ονομαστικά μεγέθη λειτουργίας όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ονομαστικό ρεύμα (I_n)	Διάμετρος x μήκος (mm) της αντίστοιχης ασφάλειας	Τάση λειτουργίας(V)
10A	8 x 23	230V
16A	10 x 25	230V
20A	8 x 31	400V
25A	10 x 31	400V
32A	10 x 38	690V

Πίνακας 2.2-α: Τυποποίηση ασφαλειοθηκών για αυτόματες ασφάλειες οικιακής χρήσης



Εικόνα 2.2.f : Ασφαλειοθήκες για αυτόματες ασφάλειες οικιακής χρήσης

- ασφαλειοθήκες για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες D με ονομαστικό ρεύμα 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 35A, 50A και 63A λειτουργώντας σε τάση έως 500V



Εικόνα 2.2.g : Ασφαλειοθήκες για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες D

- ασφαλειοθήκες για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες Do με ονομαστικά ρεύμα όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος ασφαλειοθήκης	Ονομαστικό ρεύμα (I_n)
DO1	16A
DO2	63A
DO3	100A

Πίνακας 2.2-b : Τυποποίηση ασφαλειοθηκών για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες



Εικόνα 2.2.h : Ασφαλειοθήκες για αυτόματες βιδωτές ασφάλειες Do

- ασφαλειοθήκες για κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους με ονομαστικά μεγέθη λειτουργίας όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (4; 5)

Διάμετρος x μήκος (mm) της αντίστοιχης ασφάλειας	8 x 31	10 x 38	14 x 51	22 x 58
Τάση λειτουργίας(V)	Ονομαστικό ρεύμα (I_n)			
400 V	25A	32A	50A	125A
500 V	--	25A	40A	100A
690 V	--	--	25A	80A

Πίνακας 2.2-c : Τυποποίηση ασφαλειοθηκών για κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους



Εικόνα 2.2.i : Ασφαλειοθήκες για κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους

2.2.2 Παράγοντες που καθορίζουν την ορθή επιλογή ασφαλειοθήκης

Ο μηχανικός ο οποίος αναλαμβάνει τον σχεδιασμό ηλεκτρικών συσκευών και ηλεκτρικού εξοπλισμού είναι υπεύθυνος για την ασφάλειά τους και την ορθή λειτουργία τους σε σχέση με ανθρώπους, ζώα και αντίστοιχα αντικείμενα. Αποτελεί δικό του καθήκον να διαβεβαιωθεί και στη συνέχεια να διαβεβαιώσει την ομαλή εξέλιξη του έργου καθώς και ότι τηρούνται έγκυρα εθνικά και διεθνή πρότυπα και κανονισμοί. Έτσι αναμφισβήτητα για να επιτευχθεί η μέγιστη ασφάλεια πάσης φύσεως ηλεκτρολογικού υλικού έχει ιδιαίτερη σημασία η επιλογή της πλέον κατάλληλης ασφαλειοθήκης. Μεταξύ όλων των άλλων παραμέτρων, ο μηχανικός πρέπει να βεβαιωθεί ότι η χρήση μιας συγκεκριμένης ασφαλειοθήκης υπακούει πλήρως στις απαιτήσεις για τη μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ και θερμοκρασία όπως αυτές καθορίζονται από τον κατασκευαστή της. Πολλές φορές όμως, οι διαφορετικοί ορισμοί και οι απαιτήσεις όπως αυτές καταγράφονται στα πιο σημαντικά πρότυπα για τηκτά και ασφαλειοθήκες, αποτελούν την αιτία για την εσφαλμένη επιλογή των ασφαλειοθηκών.

Η επιλογή της ασφαλειοθήκης επιτάσσει ιδιαίτερη προσοχή καθώς για παράδειγμα το να εξισώσουμε απλά το ονομαστικό ρεύμα του τηκτού της ασφάλειας με το ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης ενδέχεται, ειδικότερα σε υψηλότερα ρεύματα, να δημιουργήσει υψηλές, μη αποδεκτές θερμοκρασίες αφού με αυτόν τον τρόπο δε λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της κατανάλωσης ισχύος στις επαφές της ασφαλειοθήκης.

Κατόπιν, παραθέτουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν και πρέπει να συνυπολογιστούν κατά την επιλογή της κατάλληλης ασφαλειοθήκης ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή και τη μέθοδο τοποθέτησης της:

1. Η ονομαστική καταναλισκόμενη ισχύς του τηκτού της αντίστοιχης ασφάλειας. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η μέγιστη κατανάλωση ισχύος της ασφάλειας, η οποία χρησιμοποιείται μαζί με την ασφαλειοθήκη και η οποία καλείται Rated Power Acceptance (αποδεκτή ονομαστική ισχύς)
2. Η αποδεκτή ισχύς, το κανονικό ρεύμα λειτουργίας, η ονομαστική τάση λειτουργίας και οι αποδεκτές θερμοκρασίες λειτουργίας της κατάλληλης ασφαλειοθήκης.
3. Οι διαφορετικές θερμοκρασίες του αέρα περιβάλλοντος στο εξωτερικό και στο εσωτερικό του εξοπλισμού.
4. Το μήκος και η διατομή του καλωδίου που είναι συνδεδεμένο με την ασφαλειοθήκη. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ελάχιστο αγωγιμο μονοπάτι.
5. Η διάχυση θερμότητας/ψύξης και ο αερισμός του χώρου. Η θερμική επίδραση των παρακείμενων εξαρτημάτων του εξοπλισμού.

6. Η ανθεκτικότητα στις δονήσεις και η ικανότητα να είναι αδιάβροχη πρέπει να συνυπολογίζονται ως χαρακτηριστικά της κατάλληλης ασφαλειοθήκης όπως και ο δείκτης τήξης της ασφάλειας¹ που πρόκειται να τοποθετηθεί στην ασφαλειοθήκη.

Οι πιο σημαντικοί παράγοντες αναλύονται ακολούθως:

2.2.2.1 Ονομαστικό ρεύμα μιας ασφαλειοθήκης

Ονομαστικό ρεύμα μιας ασφαλειοθήκης ορίζεται η τιμή του ρεύματος που ανατίθεται από τον κατασκευαστή της ασφαλειοθήκης και αναφέρεται στην ονομαστική ισχύ που αποδέχεται η ασφαλειοθήκη αυτή.

2.2.2.2 Αποδεκτή ονομαστική ισχύς και αποδεκτές θερμοκρασίες μιας ασφαλειοθήκης

Η αποδεκτή ονομαστική ισχύς μιας ασφαλειοθήκης καθορίζεται από μια τυποποιημένη διαδικασία δοκιμών σύμφωνα με τα πρότυπα IEC. Η ισχύς αυτή αποτελεί την κατανάλωση ισχύος που προκαλείται στο τηκτό της ασφάλειας με τις αντίστοιχες επαφές της ασφαλειοθήκης κατά τη λειτουργία στο ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης και σε θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα $T_{A1} = T_{A2} = 23^{\circ}\text{C}$ (για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα). Κατά τη διάρκεια της δοκιμής αυτής η επιφάνεια της ασφαλειοθήκης δεν πρέπει να υπερβαίνει τις ακόλουθες θερμοκρασίες:

Επιφάνεια της ασφαλειοθήκης	Σημεία μέτρησης (Βλ. Εικόνα 2.2.j)	Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{C}$
1. Τα προσβάσιμα μέρη(Σημ. 1.)	T_{S1}	85
2. Μη προσβάσιμα μέρη μονωτικά μέρη((Σημ. 1.))	T_{S2}	Σημ.2.

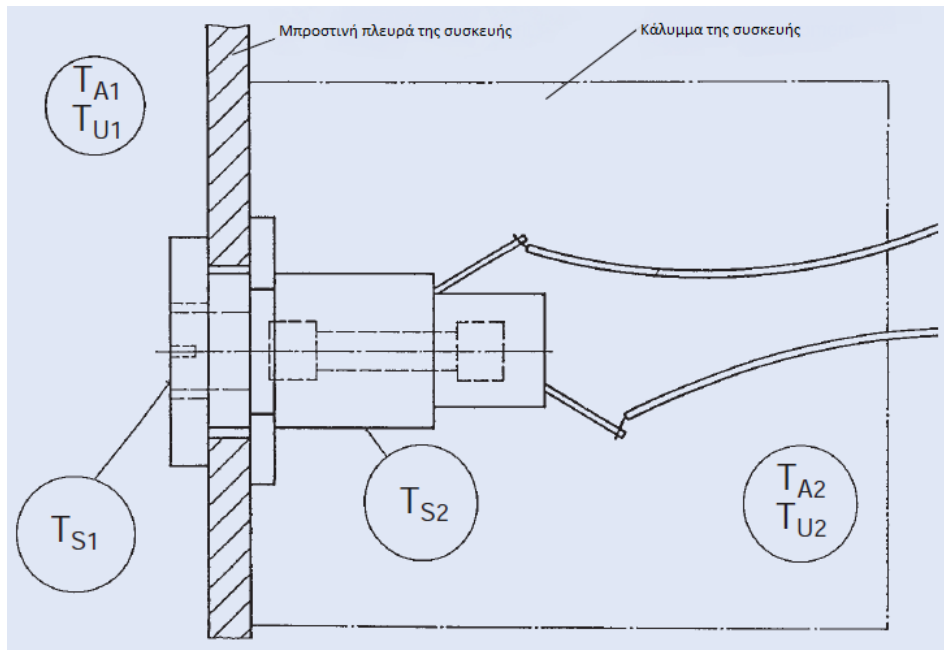
Πίνακας 2.2-d : Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία

Σημειώσεις:

- Όταν η ασφαλειοθήκη είναι σωστά συναρμολογημένη, έχει τοποθετηθεί και λειτουργεί σε κανονική χρήση, όπως για παράδειγμα στην μπροστινή πλευρά του εξοπλισμού.
- Η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία των μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται αντιστοιχεί στον Σχετικό Δείκτη Θερμοκρασίας (Relative Temperature Index (RTI)) όπως αυτός διαμορφώνεται σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60216-1 ή UL 746 B.

¹ Μετά το σχεδιασμό και την κατασκευή οποιασδήποτε ασφάλειας διενεργούνται εργαστηριακές δοκιμές για τον προσδιορισμό της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται για την τήξη αυτής. Αυτή η ενέργεια περιγράφεται ως ονομαστικός δείκτης τήξης I^2t και εκφράζεται σε "Ampere Squared Seconds" ($\text{A}^2 \text{sec.}$). Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να διασφαλιστεί ότι η θερμότητα που θα διαμορφωθεί σε περίπτωση τήξης, θα έχει ικανό χρόνο ώστε να απομακρυνθεί από την ασφάλεια.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ενδεικτικά μια ασφαλειοθήκη για μια μικροασφάλεια τήξης.



Εικόνα 2.2.j : Απεικόνιση των χαρακτηριστικών θερμοκρασιών σε μικροασφάλεια τήξης

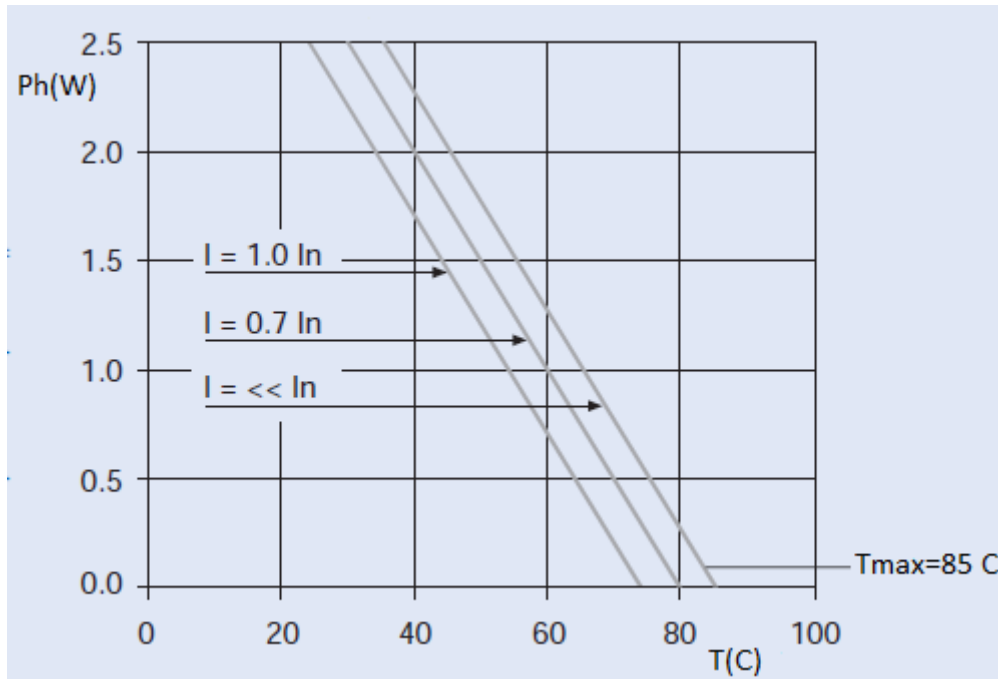
T_{A1} : θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα στην περιοχή που περιβάλλει τη συσκευή

T_{A2} : θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα εντός της συσκευής

T_{S1} : θερμοκρασία των προσβάσιμων μερών στην επιφάνεια της ασφαλειοθήκης

T_{S2} : θερμοκρασία των μη προσβάσιμων μερών στην επιφάνεια της ασφαλειοθήκης

2.2.2.3 Συσχέτιση μεταξύ του ρεύματος λειτουργίας I, της θερμοκρασίας αέρα περιβάλλοντος T_{A1} και της αποδεκτής ισχύος P_h της ασφαλειοθήκης.



Εικόνα 2.2.k : Γραφική παράσταση αποδεκτής ισχύος - θερμοκρασίας για διάφορες τιμές του ρεύματος λειτουργίας

όπου :

I : ρεύμα λειτουργίας

I_n : ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας

Οι καμπύλες αυτές δείχνουν τα αποδεκτά επίπεδα ισχύος μιας ασφαλειοθήκης ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος T_{A1} για τα εξής ρεύματα λειτουργίας της ασφαλειοθήκης: I << I_n, I = 0.7 · I_n και I = 1.0 · I_n . Επίσης, τα επίπεδα αυτά ισχύος αντιστοιχούν στη μέγιστη αποδεκτή κατανάλωση ισχύος του τηκτού της ασφάλειας. Οι αντίστοιχες τιμές για τα υπόλοιπα ρεύματα λειτουργίας μπορούν να βρεθούν με παρεμβολή των παραπάνω καμπυλών ή μπορούν να υπολογισθούν ως εξής :

$$P_h = P_o - P_c = P_o - (R_c \cdot I^2)$$

όπου:

P_h : αποδεκτή ισχύς μιας ασφαλειοθήκης σε Watt, ανάλογα με τη θερμοκρασία T_{A1}.

P_o : αποδεκτή ισχύς μιας ασφαλειοθήκης σε Watt κατά τη λειτουργία της σε ρεύμα μικρότερο του ονομαστικού (I < I_n), ανάλογα με τη θερμοκρασία T_{A1}. Οι τιμές μπορούν να ληφθούν από τις καμπύλες όπου I << I_n της αντίστοιχης ασφαλειοθήκης.

P_c : κατανάλωση ισχύος σε Watt στις επαφές της ασφαλειοθήκης (κατά τη λειτουργία ρεύματος σε Ampere).

I : ρεύμα λειτουργίας της ασφαλειοθήκης σε Ampere.

R_c : αντίσταση σε Ohm της ασφαλειοθήκης.

2.2.2.4 Επιλογή της κατάλληλης ασφαλειοθήκης σε συνάρτηση με την αποδεκτή ισχύ υπό την αντίστοιχη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα

Η τήρηση των ορίων ιδίως αυτών που σχετίζονται με τα αποδεκτά επίπεδα ισχύος υπό τις αντίστοιχες θερμοκρασίες του ατμοσφαιρικού αέρα και τις συνθήκες τοποθέτησης της ασφαλειοθήκης, είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ασφάλεια του προϊόντος. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να ακολουθούνται τα παρακάτω δύο βήματα:

Βήμα 1

Επιλογή της ασφαλειοθήκης σύμφωνα με την αποδεκτή ισχύ P_h κατά τη λειτουργία με ρεύμα I στην ανώτερη θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα T_{A1} .

$$P_f \leq P_h = P_o - P_c = P_o - (R_c \cdot I^2)$$

όπου:

P_f : ονομαστική κατανάλωση ισχύος σε Watt του τηκτού της ασφάλειας, όπως αυτή υπολογίζεται ως $P_f = \Delta V \cdot I_n$, όπου:

I_n : ονομαστικό ρεύμα του τηκτού της ασφάλειας σε Ampere

ΔV : πτώση τάσης κατά τη λειτουργία στο ονομαστικό ρεύμα I_n σε Volt

Βήμα 2

Ο υπεύθυνος για την σχεδίαση μηχανικός θα καθορίσει την απαραίτητη μείωση της αποδεκτής ισχύος της ασφαλειοθήκης λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες συνθήκες του χώρου, τον τρόπο τοποθέτησής της, όπως για παράδειγμα:

- Η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα είναι σημαντικά υψηλότερη εντός κάποιας συσκευής από ότι εκτός αυτής ($T_{A2} > T_{A1}$).
- Η διατομή του αγωγού και η ανεπιθύμητη απαγωγή θερμότητας.
- Η επίδραση της θερμότητας στα παρακείμενα κατασκευαστικά στοιχεία.

Ως εκ τούτου, συμπεραίνεται ότι για μια σωστή ηλεκτρολογική σχεδίαση είναι απολύτως αναγκαίες μετρήσεις θερμοκρασίας της διάταξης τόσο υπό κανονικές συνθήκες όσο και υπό συνθήκες όπου δεν τηρούνται οι απαραίτητες απαιτήσεις καθώς έτσι εξασφαλίζεται η μέγιστη ασφάλεια του εξοπλισμού σε κάθε περίπτωση.

2.2.2.5 Παράδειγμα επιλογής κατάλληλης ασφαλειοθήκης

Δεδομένα:

- Επαφή ασφάλειας ονομαστικού ρεύματος $I_n = 5 \text{ A}$.

Στο ονομαστικό ρεύμα I_n , πτώση τάσης: $\Delta V = 80 \text{ mV}$

Ονομαστική κατανάλωση ισχύος: $P_f = \Delta V \cdot I_n = 0.08 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 0.4 \text{ W}$

- Ασφαλειοθήκη ονομαστικού ρεύματος $I_n = 10 \text{ A}$

Σε θερμοκρασία $T_{A1} = 23^\circ\text{C}$, αποδεκτή ισχύς: $P = 3,2 \text{ W}$.

- Θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος : 50°C .

Αποδεκτή ισχύς P_h σε θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα $T_{A1} = 50^\circ\text{C}$ σύμφωνα με τις αντίστοιχες καμπύλες θερμοκρασίας-ισχύος:

όταν $I \ll I_n$, $P_h = 2.5 \text{ W}$

όταν $I = 0.7 \cdot I_n = 7 \text{ A}$, $P_h = 2.2 \text{ W}$

όταν $I = 1.0 \cdot I_n = 10 \text{ A}$, $P_h = 2 \text{ W}$

- Αντίσταση ασφαλειοθήκης: $R_c = 5 \text{ m}\Omega$

Ζητούμενο:

Ποια είναι η αποδεκτή ισχύς P_h της ασφαλειοθήκης;

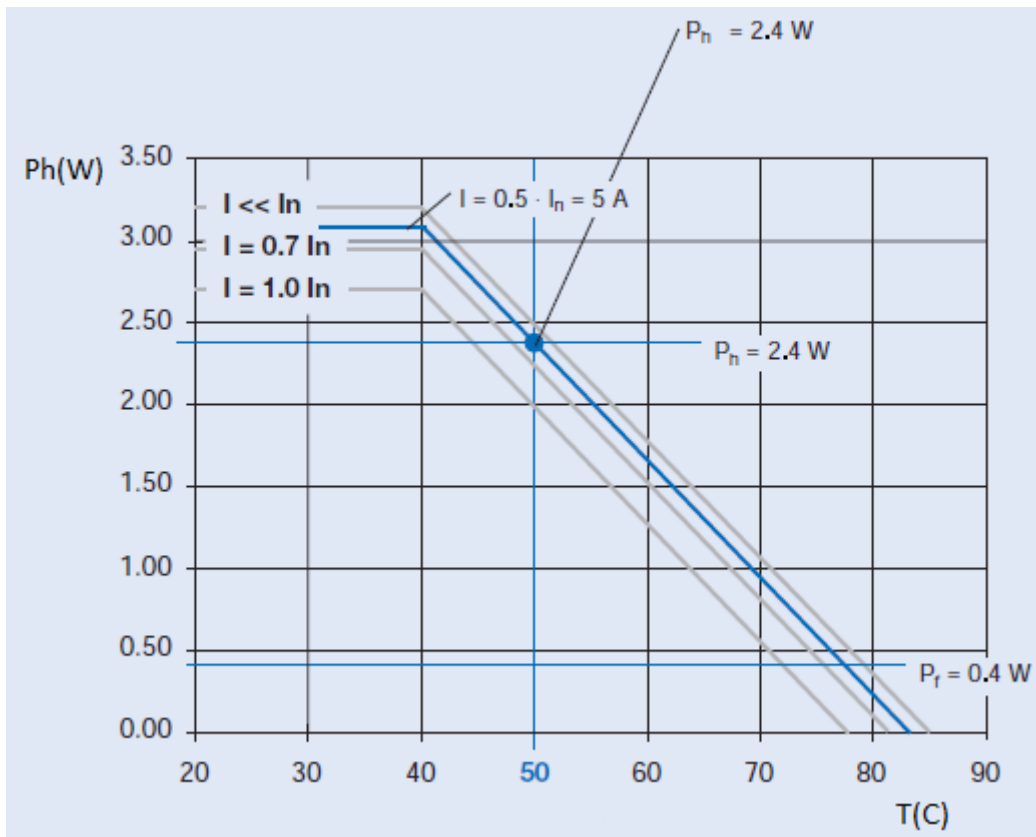
Λύσεις:

α) Με χρήση παρεμβολής για το ονομαστικό ρεύμα

$I = 5 \text{ A}$ η ισχύς P_h είναι ίση με $2,4 \text{ W}$ περίπου.

β) Αντίστοιχα το αποτέλεσμα του υπολογισμού είναι

$$P_h = P_o - P_c = P_o - (R_c \cdot I^2) = 2.5 - (0.005 \cdot 5^2) = 2.37 \text{ W} \square 2.4 \text{ W}$$



Εικόνα 2.2.1 : Γραφική παράσταση αποδεκτής ισχύος-θερμοκρασίας για διάφορες τιμές του ρεύματος λειτουργίας του παραδείγματος

Έλεγχος των θερμικών απαιτήσεων:

Πρέπει να πληρείται η εξής προϋπόθεση όπως αναφέρθηκε στο βήμα 1 της παραγράφου 2.2.2.4:

$P_f \leq P_h$, δηλαδή η ονομαστική κατανάλωση ισχύος του τηκτού της ασφάλειας πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση από την αποδεκτή ισχύ της ασφαλειοθήκης στην αντίστοιχη θερμοκρασία T_{A1} .

Συμπεράσματα:

α) Εδώ η προϋπόθεση πληρείται, αφού σε $T_{A1}=50^{\circ}\text{C}$, $P_f = 0,4 \text{ W} \leq P_h = 2,4 \text{ W}$. Επομένως έχει επιλεγεί η κατάλληλη ασφαλειοθήκη.

β) Εάν η τιμή της P_f ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της P_h η προϋπόθεση δεν θα μπορούσε να ικανοποιηθεί. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να επιλεγεί μια άλλη ασφαλειοθήκη με μεγαλύτερη τιμή αποδεκτής ισχύος ή θα έπρεπε να τροποποιηθούν οι θερμικές απαιτήσεις στη θέση τοποθέτησης της ασφαλειοθήκης. (6)

2.2.3 Κανονισμοί

2.2.3.1 Φορείς προτύπων

Υπάρχουν πολλοί φορείς που περιλαμβάνουν κανονισμούς και εγκρίσεις για ασφαλειοθήκες. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι :

UL: Underwriters Laboratories Inc. USA



Το σύμβολο αυτό, το οποίο χορηγείται από την υπηρεσία των ΗΠΑ Underwriters Laboratories, εγγυάται ότι μια ασφάλεια ή μια ασφαλειοθήκη έχει κατασκευαστεί σε πλήρη συμμόρφωση με το πρότυπο των UL UL / CSA / ANCE (Μεξικό) 248-14 για ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΙΣ (με ανώτατη τάση 600 Volts) (πρώην UL 198G και CSA C22.2, αρ. 59).

CSA: Canadian Standards Association (Πρότυπα καναδικής ένωσης)



Το σύμβολο αυτό, το οποίο χορηγείται από την καναδική υπηρεσία, εγγυάται ότι μια ασφάλεια ή μια ασφαλειοθήκη έχει κατασκευαστεί σε πλήρη συμμόρφωση με το CSA C22.2 Αρ. 248,14 ή CSA C22.2 Αρ. 39 πρότυπο αντίστοιχα. Είναι ισοδύναμη με το UL Listing στις Η.Π.Α..

SEMKO (Σουηδικό Ινστιτούτο Δοκιμών και Εγκρίσεων Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού)



Το σύμβολο αυτό, το οποίο χορηγείται από το σουηδικό οργανισμό, εγγυάται ότι μια ασφάλεια ή μια ασφαλειοθήκη έχει κατασκευαστεί σε πλήρη συμμόρφωση με το αντίστοιχο άρθρο του προτύπου IEC 60127.

UL Recognition



Το UL's Component Recognition Program επιτρέπει τη δοκιμή των κατασκευαστικών στοιχείων (περιλαμβανομένων ασφαλειών και ασφαλειοθηκών) για τις οποίες δεν υπάρχει συγκεκριμένο πρότυπο UL ή μόνο ορισμένα τμήματα ενός συγκεκριμένου UL προτύπου αναφέρονται σε τέτοιου είδους κατασκευαστικά στοιχεία. Μια ασφάλεια ή μια ασφαλειοθήκη μπορεί να υποβληθεί στην UL για δοκιμή, σύμφωνα με τα κριτήρια που θα καθορίσει ο κατασκευαστής. Εάν οι βασικές απαιτήσεις ασφάλειας ικανοποιηθούν κατά τη διάρκεια των δοκιμών και το υπό εξέταση στοιχείο παρουσιάσει την αναμενόμενη συμπεριφορά, το στοιχείο πλέον αναγνωρίζεται από τη UL. Συνήθως, τα τμήματα που φέρουν την αναγνώριση αυτή ενσωματώνονται σε εξοπλισμό που κατασκευάζεται από έναν OEM(original equipment manufacturer)² και η επιλογή τους καθορίζεται με βάση τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και τα στοιχεία του εξοπλισμού στον οποίο πρόκειται να παρέχεται προστασία. Τέλος, ασφαλειοθήκες κατασκευασμένες σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό IEC 60127 πρότυπο για ασφάλειες, δηλαδή με την έγκριση της Semko, της VDE, και / ή της BSI, διαθέτουν τα τεχνικά προσόντα να υποβάλουν αίτηση για αναγνώριση UL.

BSI Kitemark License



Το σύμβολο αυτό, το οποίο χορηγείται από τον βρετανικό οργανισμό, εγγυάται ότι μια ασφάλεια έχει κατασκευαστεί σε πλήρη συμμόρφωση με το κατάλληλο τμήμα του προτύπου IEC 60127 (BS 4265).

IEC: International Electrotechnical Commission (Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή)



Ο οργανισμός IEC είναι διαφορετικός από τις UL και CSA, καθώς ο IEC μόνο καθορίζει κάποιες προδιαγραφές και δεν παρέχει πιστοποιητικά. Οι UL και CSA ορίζουν τις προδιαγραφές, είναι υπεύθυνες για τις δοκιμές των προϊόντων και δίνουν στη συνέχεια τη σχετική πιστοποίηση. Την αντίστοιχη πιστοποίηση για προϊόντα που είναι σύμφωνα με προδιαγραφές που ορίζει ο IEC δίνονται από άλλους φορείς, όπως Semko (Swedish Institute of Testing and Approvals of Electrical Equipment) και BSI (British Standards Institute), καθώς και UL και CSA.

² Ένας OEM κατασκευάζει προϊόντα ή τμήματα προϊόντων τα οποία αγοράζονται από μια εταιρεία και εισέρχονται στο εμπόριο υπό την επωνυμία της εταιρείας που τα αγόρασε. Ως OEM αναφέρεται η εταιρεία που κατασκεύασε αρχικά το προϊόν.

VDE



Το σύμβολο αυτό, το οποίο χορηγείται από τον γερμανικό οργανισμό VDE, εγγυάται ότι μια ασφάλεια ή μια ασφαλειοθήκη έχει κατασκευαστεί σε πλήρη συμμόρφωση με το αντίστοιχο άρθρο του προτύπου IEC 60127.

MITI Approval (same as Dentori Approval)



Το σύμβολο αυτό, το οποίο χορηγείται από το ιαπωνικό εργαστήριο ηλεκτρικών δοκιμών (Japan Electrical Testing Laboratory), εγγυάται ότι μια ασφάλεια έχει κατασκευαστεί σε πλήρη συμμόρφωση με το ιαπωνικό πρότυπο MITI. (7)

2.2.3.2 Πρότυπο IEC 60269-1

Παρουσιάζονται κατόπιν παράγραφοι σχετικές με τις ασφαλειοθήκες όπως διαμορφώνονται από το πρότυπο IEC 60269-1. (8)

1 Ασφαλειοθήκες

- α) Ονομαστική τάση
- β) Ονομαστικό ρεύμα (βλ. παράγραφο 2)
- γ) Είδος του ρεύματος και ονομαστική συχνότητα, κατά περίπτωση
- δ) Ονομαστική αποδεκτή ισχύς (βλ. παράγραφο 3)
- ε) Διαστάσεις, μέγεθος
- στ) Αριθμός πόλων, εάν είναι περισσότεροι από ένας
- ζ) Μέγιστο ρεύμα αντοχής

2 Ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης

Το ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης, εκφρασμένο σε Ampere, πρέπει να επιλέγεται από τη σειρά των ονομαστικών ρευμάτων των αντίστοιχων τηκτών. Για ασφάλειες "gG" και "aM", το ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης αντιπροσωπεύει το μέγιστο ονομαστικό ρεύμα του τηκτού με το οποίο πρόκειται να συνδεθεί.

3 Ονομαστική κατανάλωση ισχύος ενός τηκτού και ονομαστική αποδεκτή ισχύς μιας ασφαλειοθήκης.

Η ονομαστική κατανάλωση ισχύος του τηκτού καθορίζεται από τον κατασκευαστή. Αυτή η τιμή δε θα πρέπει να ξεπερνιέται υπό τις ειδικές συνθήκες δοκιμής.

Η ονομαστική αποδεκτή ισχύς μιας ασφαλειοθήκης καθορίζεται από τον κατασκευαστή. Στόχος είναι να είναι η μέγιστη αποδεκτή ισχύς που η ασφαλειοθήκη μπορεί να αντέξει υπό τις ειδικές συνθήκες δοκιμής χωρίς να ξεπερνιέται η ειδική επιτρεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας.

4 Ετικέτες των ασφαλειοθηκών

Οι παρακάτω πληροφορίες πρέπει να σημειώνονται πάνω σε όλες τις ασφαλειοθήκες:

- όνομα του κατασκευαστή ή ένα εμπορικό σήμα με το οποίο μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί η ταυτότητα του.
- αναφορά στην ταυτότητα του κατασκευαστή τέτοια ώστε να επιτρέπει την εύρεση όλων των χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 1.
- ονομαστική τάση
- ονομαστικό ρεύμα
- είδος του ρεύματος(εναλλασσόμενο/ συνεχές) και ονομαστική συχνότητα, όπου διατίθενται.

Σημείωση: Μία ασφαλειοθήκη που σημειώνεται με a.c. μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και με d.c. Αν μια ασφαλειοθήκη περιλαμβάνει μια κινητή βάση και κάποιο κινητό φέρον, και στα δύο πρέπει ξεχωριστά να σημειώνονται τα στοιχεία τους.

5 Αύξηση θερμοκρασίας, κατανάλωση ισχύος του τηκτού και αποδεκτή ισχύς της ασφαλειοθήκης

Η ασφαλειοθήκη πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένη έτσι ώστε υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας να φέρει το ονομαστικό ρεύμα του τηκτού με το οποίο είναι συνδεδεμένη χωρίς να υπερβαίνει:

- τα όρια θερμοκρασίας όπως αυτά καθορίζονται στον Πίνακα 2.2-e στην ονομαστική αποδεκτή ισχύ της ασφαλειοθήκης όπως αυτή ορίζεται από τον κατασκευαστή.

Το τηκτό πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένο έτσι ώστε υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας να φέρει το ονομαστικό ρεύμα του χωρίς να υπερβαίνει:

- την ονομαστική καταναλισκόμενη ισχύ του τηκτού όπως αυτή ορίζεται από τον κατασκευαστή.

Πιο συγκεκριμένα, τα όρια θερμοκρασίας όπως αυτά καθορίζονται στον Πίνακα 2.2-e δεν πρέπει να ξεπερνιούνται:

- όταν το ονομαστικό ρεύμα του τηκτού είναι ίσο με το ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης που πρόκειται να συνδεθεί με το συγκεκριμένο τηκτό
- όταν η κατανάλωση ισχύος του τηκτού είναι ίση με την ονομαστική αποδεκτή ισχύ της ασφαλειοθήκης.

Οι απαιτήσεις αυτές ελέγχονται με τις δοκιμές που υλοποιούνται σύμφωνα με την παράγραφο 2.6 του υποκεφαλαίου 2.2.3.3.2.

			Αύξηση Θερμοκρασίας (K)	
			Μη περικλειόμενη	Περικλειόμενη
Επαφές	Ελατηρίου	Καθαρός χαλκός	40	45
		Καθαρός ορείχαλκος	45	50
		Με επίστρωση κασσίτερου	55	60
		Επινικελωμένο	70	75
		Επάργυρο	1)	1)
		Καθαρός χαλκός	55	60

	Βιδωτές	Καθαρός ορείχαλκος	60	65
		Με επίστρωση κασσίτερου	65	65
		Επινικελωμένο	80	85
		Επάργυρο	1)	1)
Ακροδέκτες	Καθαρός χαλκός	55	60	
	Καθαρός ορείχαλκος	60	65	
	Με επίστρωση κασσίτερου	65	65	
	Επινικελωμένο ή επάργυρο	70	70	
1) Περιορίζεται μόνο από την ανάγκη να μην προκαλούν βλάβη σε παρακείμενα τμήματα.				

Πίνακας 2.2-ε : Μέγιστα επιτρεπτά όρια αύξησης της θερμοκρασίας των επαφών των ασφαλειοθηκών

2.2.3.3 Δοκιμές ελέγχου ασφαλειοθηκών

Ο πρωταρχικός στόχος των ελέγχων συνθηκών λειτουργίας είναι να προσδιορισθούν κοινά πρότυπα δοκιμών που θα είναι στη συνέχεια απαραίτητα για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των νέων ηλεκτρικών στοιχείων που κατασκευάζονται.

2.2.3.3.1 Δοκιμές κατά UL

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας τους όρους ελέγχου λειτουργίας όπως αυτοί καθορίζονται από την Underwriters Laboratories(UL) συνιστάται οι ασφαλειοθήκες να μη λειτουργούν σε περισσότερο από το 60% της ονομαστικής έντασης ρεύματος τους για θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C. Η διαδικασία που ακολουθείται από την Underwriters Laboratories για τον έλεγχο των ασφαλειοθηκών είναι η εξής:

Τοποθετείται η ασφάλεια στην ασφαλειοθήκη και στη συνέχεια η ένταση του ρεύματος τροφοδοσίας αυξάνεται μέχρι να πραγματοποιηθεί μια ορισμένη αποδεκτή άνοδος της θερμοκρασίας. Το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας που παράγεται από τη διάταξη οφείλεται στην αντίσταση των μεταλλικών επαφών της ασφαλειοθήκης. Αυτή η τιμή της έντασης του ρεύματος θεωρείται ότι είναι το ονομαστικό ρεύμα του ασφαλειοθήκης και ορίζει το 100% του ονομαστικού ρεύματος.

Όμως, σε πολλές από τις συνηθισμένες καθημερινές εφαρμογές οι συνθήκες λειτουργίας μιας ασφαλειοθήκης ενδέχεται να διαφέρουν από τις ιδανικές συνθήκες υπό τις οποίες γίνονται οι δοκιμές της UL. Για παράδειγμα η κυκλοφορία του αέρα πλησίον της ασφαλειοθήκης, οι αλλαγές στο μέγεθος σύνδεσης καλωδίων (διάμετρος και το μήκος), η περίπτωση πλήρως κλειστών ασφαλειοθηκών, η ιδιαίτερα υψηλή αντίσταση κάποιων μεταλλικών επαφών, οι παροδικές αιχμές της τάσης, συχνά λαμβάνουν χώρα κατά την πραγματική λειτουργία ασφαλειοθηκών ακόμη και αν δε λαμβάνονται υπόψη κατά τις δοκιμές ελέγχου τους. Ωστόσο, επειδή ακόμη και μικρές αποκλίσεις από τις ελεγχόμενες συνθήκες δοκιμής όπως αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη λειτουργία μιας ασφαλειοθήκης, συνιστάται να μειώνεται το ρεύμα τροφοδοσίας κατά 40% του ονομαστικού ρεύματος της ασφαλειοθήκης, δηλαδή η ασφαλειοθήκη να μη λειτουργεί σε περισσότερο από το 60% του ονομαστικού ρεύματος της. (9)

2.2.3.3.2 Δοκιμές κατά IEC

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι απαραίτητες δοκιμές για τον έλεγχο των ασφαλειοθηκών σύμφωνα με τα σχετικά άρθρα του προτύπου IEC 60269-1.

1 Γενικά

1.1 Είδος δοκιμών

Οι δοκιμές όπως ορίζονται σε αυτήν την παράγραφο είναι τυπικές δοκιμές και πραγματοποιούνται υπό την ευθύνη του κατασκευαστή. Εάν κατά τη διάρκεια κάποιας από αυτές τις δοκιμές συμβεί κάποιο λάθος που καθιστά ακατάλληλο το ελεγχόμενο προϊόν και ο κατασκευαστής μπορεί να αποδείξει ότι η αποτυχία δεν είναι τυπικό παράδειγμα αλλά ελάττωμα του συγκεκριμένου δείγματος, τότε θα πρέπει η σχετική δοκιμή να επαναληφθεί. Αυτό δε εφαρμόζεται σε περίπτωση αποτυχίας στη δοκιμή της ικανότητας διακοπής.

Εάν οι αποδεκτές δοκιμές είναι αντικείμενο διακανονισμού μεταξύ του κατασκευαστή και του χρήστη του προϊόντος, οι δοκιμές αυτές πρέπει να ανήκουν στις τυπικές δοκιμές.

Οι τυπικές δοκιμές ορίζονται έτσι ώστε να επιβεβαιώνουν ότι ένας συγκεκριμένος τύπος διάταξης ασφάλειας ή ένα είδος διατάξεων διαμορφώνει μια ομοιογενή σειρά προϊόντων που ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και λειτουργεί ικανοποιητικά τόσο υπό κανονικές συνθήκες όσο και υπό ειδικές συνθήκες λειτουργίας.

Επιτυχία στις τυπικές δοκιμές αποδεικνύει ότι η διάταξη της ασφάλειας ανταποκρίνεται κατασκευαστικά στις απαιτήσεις του προτύπου.

Οι τυπικές δοκιμές θα πρέπει να επαναλαμβάνονται εάν κάποιο τμήμα της διάταξης της ασφάλειας τροποποιηθεί με τέτοιο τρόπο που πιθανώς να επηρεάσει τα αποτελέσματα των δοκιμών στις οποίες είχε υποβληθεί στο παρελθόν.

1.2 Θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος

Η θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος θα πρέπει να μετράται από ειδική συσκευή προστατευμένη από ακτινοβολία θερμότητας, τοποθετημένη στο ύψος του κέντρου της διάταξης της ασφάλειας και σε απόσταση περίπου 1m. Στην αρχή κάθε δοκιμής, η ασφάλεια θα πρέπει να βρίσκεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

1.3 Δοκιμές των ασφαλειοθηκών

Οι ασφαλειοθήκες πρέπει να τεθούν υπό τις δοκιμές όπως αυτές ορίζονται στον Πίνακα 2.2-f

Δοκιμή	Αριθμός δειγμάτων ασφαλειοθηκών			
	1	1	3	3
Διαστάσεις	X		X	X
Ιδιότητες μόνωσης	X			
Αύξηση θερμοκρασίας και αποδεκτή ισχύς		X		
Μέγιστη αποδεκτή τιμή έντασης του ρεύματος		X		
Βαθμός προστασίας	X			
Αντίσταση στη θερμότητα		X		
Μη αλλοίωση των επαφών				X
Μηχανική δύναμη	X	X	X	X
Ελευθερία από εποχιακό σπάσιμο ¹⁾			X	
Αντίσταση σε αφύσικη ζέση και σε φωτιά	X			
Αντίσταση στο σκούριασμα		X		
Για ασφαλειοθήκες με τα μέρη που διαρρέονται από ρεύμα να είναι από ελατό κράμα χαλκού με λιγότερο από 83% χαλκό.				
Σημείωση: Επιπρόσθετες δοκιμές που σχετίζονται με ειδικά συστήματα ασφαλειών που αναφέρονται σε επακόλουθα μέρη μπορεί να είναι απαραίτητες. Ο αριθμός των δειγμάτων εξαρτάται από το σύστημα και το υλικό.				

Πίνακας 2.2-f : Έρευνα των πλήρων δοκιμών στις ασφαλειοθήκες και απαιτούμενος αριθμός δειγμάτων ασφαλειοθηκών προς δοκιμή

Τον Πίνακα 2.2-f συμπληρώνει ο παρακάτω Πίνακας 2.2-g που δημοσιεύεται στο πρότυπο IEC 60269-2-1. (10)

Δοκιμή	Αριθμός δειγμάτων ασφαλειοθηκών						
	1	1	1	1	1	1	5
Επαλήθευση της μέγιστης τιμής έντασης ρεύματος της βάσης της ασφάλειας				X	X		
Επαλήθευση της αντίστασης στην θερμότητα						X	
Επαλήθευση της μη αλλοίωσης των άμεσων ακροδεκτών των σφικτήρων							X
Μηχανική αντοχή της βάσης της ασφαλειοθήκης	X	X	X				
Μη αλλοίωση των μονωτικών μερών του τηκτού και της βάση της ασφάλειας	X	X	X				

Πίνακας 2.2-g : Έρευνα των πλήρων δοκιμών στις ασφαλειοθήκες και απαιτούμενος αριθμός δειγμάτων ασφαλειοθηκών προς δοκιμή

2. Έλεγχος των ιδιοτήτων μόνωσης

2.1 Σχετικά με την ασφαλειοθήκη

Η ασφαλειοθήκη πρέπει να συνδέεται με τηκτά των μεγίστων διαστάσεων που είναι προβλεπόμενες για το συγκεκριμένο τύπο ασφαλειοθήκης.

Όταν η ίδια η βάση της ασφάλειας προορίζεται για μόνωση, τα μεταλλικά της μέρη θα πρέπει να είναι τοποθετημένα στα συγκεκριμένα σημεία σύμφωνα με τις συνθήκες εγκατάστασης της ασφάλειας όπως αυτές ορίζονται από τον κατασκευαστή, και αυτά τα μέρη θα θεωρούνται ως μέρος του πλαισίου της συσκευής. Αν δεν διευκρινίζεται αλλιώς από τον κατασκευαστή, η βάση της ασφάλειας θα πρέπει να είναι τοποθετημένη σε ένα μεταλλικό δίσκο.

Αν το τηκτό πρόκειται να αντικαθίσταται ενώ είναι σε λειτουργία, οι επιφάνειες του τηκτού, της συσκευής αντικατάστασης ή του φέροντος αλλά και οτιδήποτε άλλο μπορεί να έρθει σε

επαφή κατά την ορθή αντικατάσταση θεωρούνται μέρη της ασφάλειας. Έτσι, οι επιφάνειες αυτές, αν είναι από μονωτικό υλικό, πρέπει να έχουν μεταλλικά καλύμματα κατά τη διάρκεια των δοκιμών στο πλαίσιο της συσκευής. Αν οι επιφάνειες αυτές είναι από μεταλλικό υλικό θα πρέπει να συνδεθούν κατευθείαν στο πλαίσιο της συσκευής.

Αν επιπρόσθετα μονωτικά μέσα όπως διαχωριστικά τοιχώματα παρέχονται από τον κατασκευαστή, αυτά τα μονωτικά μέσα θα πρέπει να τηρούνται στη θέση τους κατά τη διάρκεια των δοκιμών.

2.2 Σημεία εφαρμογής της τάσης δοκιμής

Η τάση δοκιμής θα πρέπει να εφαρμόζεται:

- μεταξύ των ηλεκτροφόρων σημείων και του πλαισίου με το τηκτό, ενώ η συσκευή για την αντικατάσταση του, ή το φέρον σώμα, αν υπάρχουν είναι σε κανονική θέση
- μεταξύ των ακροδεκτών, όταν το τηκτό και η συσκευή για την αντικατάστασή του ή το φέρον σώμα, αν υπάρχουν, έχουν απομακρυνθεί.
- μεταξύ των ηλεκτροφόρων μερών διαφορετικής πολικότητας σε περίπτωση μίας πολυπολικής ασφαλειοθήκης με τηκτά μέγιστων διαστάσεων, έτσι ώστε η ασφαλειοθήκη που εισέρχεται και οι συσκευές για την αντικατάσταση του τηκτού ή του φέροντος σώματος, εάν υπάρχουν να είναι σε κανονική θέση
- μεταξύ ηλεκτροφόρων μερών τα οποία, στην περίπτωση μίας πολυπολικής ασφαλειοθήκης, μπορούν να φτάσουν σε διαφορετικά δυναμικά μετά τη λειτουργία του τηκτού, με το φέρον σώμα ή τις συσκευές που θα αντικαταστήσουν το τηκτό να είναι σε κανονική θέση

2.3 Τιμή της τάσης δοκιμής

Οι rms τιμές της τάσης δοκιμής ισχύος-συχνότητας φαίνονται στον Πίνακα 2.2-h σαν συνάρτηση της ονομαστικής τάσης της ασφαλειοθήκης.

Ονομαστική τάση V_n της ασφαλειοθήκης (V)		AC τάση δοκιμής (rms) (V)
AC και DC ρεύματα	Έως και συμπεριλαμβανομένου του 60	1000
	61-300	2000
	301-660	2500
	661-800	3000
	801-1000	3500

Μόνο DC	1001-1200	3500
	1201-1500	5000

Πίνακας 2.2-h : Τάση δοκιμής ασφαλειοθηκών

2.4 Μέθοδος δοκιμής

2.4.1 Η τάση δοκιμής θα πρέπει να εφαρμόζεται προοδευτικά και να διατηρείται στην τιμή που δίνεται στον Πίνακας 2.2-h για 1 λεπτό.

Σημείωση: Η πηγή της τάσης δοκιμής πρέπει να έχει ένα ρεύμα βραχυκύκλωσης τουλάχιστον 0.1A στη ρύθμιση που αντιστοιχεί στην τάση δοκιμής σε ανοιχτό κύκλωμα

2.4.2 Η ασφαλειοθήκη πρέπει να υπόκειται σε υγρές καιρικές συνθήκες

Η συμπεριφορά της ασφαλειοθήκης σε υγρασία πρέπει να ελέγχεται σε ένα δωμάτιο υγρασίας που θα περιέχει αέρα με σχετική υγρασία που θα διατηρείται μεταξύ 91% και 95%.

Η θερμοκρασία του αέρα στο μέρος που το δείγμα της ασφαλειοθήκης είναι τοποθετημένο θα πρέπει να διατηρείται εντός 2K από οποιαδήποτε πρόσφορη θερμοκρασία T ανάμεσα στους 20°C και 30°C.

Πριν τοποθετηθεί το δείγμα στο δωμάτιο υγρασίας θα πρέπει να βρίσκεται σε θερμοκρασία διαφορετική από αυτή που αναφέρθηκε προηγουμένως σαν T και όχι πάνω από +2K.

Το δείγμα πρέπει να παραμείνει μέσα στο δωμάτιο για 48 ώρες.

Αμέσως μετά τον έλεγχο αυτό και αφού απομακρυνθούν οι σταγόνες νερού που προέκυψαν από τη συμπύκνωση, η αντίσταση της μόνωσης θα πρέπει να μετρηθεί ανάμεσα στα σημεία που σημειώνονται στη παράγραφο 2.2 εφαρμόζοντας d.c. τάση περίπου 500V.

2.5 Έλεγχος των αποτελεσμάτων της δοκιμής

2.5.1 Καθ' όλη τη διάρκεια εφαρμογής της τάσης δοκιμής, δεν πρέπει να συμβεί καμία διακοπή της μόνωσης ή κάποια ανάφλεξη. Πιθανές πυρακτώσεις που δε συνοδεύονται από κάποια πτώση στην τάση μπορούν να παραμεληθούν.

2.5.2 Η αντίσταση μόνωσης που μετρείται σύμφωνα με την παράγραφο 2.4.2 δε θα πρέπει να είναι λιγότερη από 5 MΩ.

2.6 Μέθοδος δοκιμής

Οι δοκιμή 2.6.1 θα πρέπει να συνεχίζεται μέχρι να είναι εμφανές ότι η αύξηση της θερμοκρασίας δε θα ξεπερνούσε τα ειδικά όρια αν οι δοκιμές συνεχίζονταν μέχρι να φτάσει αυτή σε μια σταθερή θερμοκρασία. Σταθερή θερμοκρασία θα πρέπει να θεωρείται ότι έχει επιτευχθεί όταν η μεταβολή της δεν υπερβαίνει τον ένα βαθμό Κ ανά ώρα. Η μέτρηση θα πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια του τελευταίου τετάρτου. Η δοκιμή επιτρέπεται να γίνεται και σε μειωμένη τάση τροφοδοσίας.

2.6.1 Αύξηση της θερμοκρασίας της ασφαλειοθήκης

Η δοκιμή για την άνοδο θερμοκρασίας θα πρέπει να γίνει με εναλλασσόμενο ρεύμα χρησιμοποιώντας ένα τηκτό, το οποίο στο ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης επιτυγχάνει κατανάλωση ισχύος ισοδύναμη με την ονομαστική αποδεκτή ισχύ της ασφαλειοθήκης. Το ρεύμα που εφαρμόζεται θα πρέπει να είναι το ονομαστικό ρεύμα της ασφαλειοθήκης.

2.7 Έλεγχος των αποτελεσμάτων της δοκιμής

Η άνοδος της θερμοκρασίας δε θα πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές που διευκρινίζονται στον Πίνακα 2.2-e.

Η κατανάλωση ισχύος του τηκτού δε θα πρέπει να υπερβαίνει την ονομαστική κατανάλωση ισχύος του. Η αποδεκτή ισχύς της ασφαλειοθήκης δε θα πρέπει να είναι μικρότερη από την ονομαστική κατανάλωση ισχύος του τηκτού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στην συγκεκριμένη ασφαλειοθήκη.

Μετά τη δοκιμή, η ασφάλεια θα πρέπει να είναι σε ικανοποιητική κατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, τα μονωμένα μέρη της ασφαλειοθήκης θα πρέπει να αντέχουν τη δοκιμή τάσης σύμφωνα με τη παράγραφο 2 αφού ψυχθούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (βλ. Πίνακας 2.2-h). Επιπλέον, δεν πρέπει να έχουν υποστεί καμία παραμόρφωση που θα μπορούσε να επηρεάσει τη σωστή λειτουργία τους. (8)

2.2.4 Υλικά κατασκευής

Τα μονωτικά υλικά που συγκρατούν τα μεταλλικά μέρη μιας ασφαλειοθήκης είναι γενικά μη αγώγιμα και επομένως απάγουν τη θερμότητα από την επιφάνειά τους. Έτσι συμπεραίνεται ότι η παραγόμενη από το σύστημα θερμότητα άγεται, και άρα διαχέεται, μέσω των μεταλλικών τμημάτων του συστήματος, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη μέτρηση της πτώσης τάσης και τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ισχύος στη διάταξη της ασφάλειας.

Συνεπώς η ορθή επιλογή των υλικών κατασκευής μίας ασφαλειοθήκης κρίνεται πολύ σημαντική και τόσο το υλικό κατασκευής της βάσης όσο και εκείνο των επαφών της

ασφαλειοθήκης οφείλουν να έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες και να πληρούν δεδομένες προϋποθέσεις.

2.2.4.1 Βάση της ασφαλειοθήκης

Συνηθέστερα για τη βάση της ασφαλειοθήκης χρησιμοποιούνται:

- **Θερμοπλαστικά (thermoplastics)** και
- **Θερμοσκληρυνόμενα (thermosets ή thermosetting plastics)**

και ακολούθως αναφέρονται οι βασικές ιδιότητες τους:

2.2.4.1.1 Θερμοπλαστικά (thermoplastics)

Αποτελούνται από κυρίως γραμμικά μακρομόρια που με τη θέρμανση μαλακώνουν και ρέουν, λόγω χαλάρωσης των μοριακών δεσμών και αφού μορφοποιηθούν, αποψύχονται και στερεοποιούνται. Η διεργασία αυτή είναι αντιστρεπτή. Τα θερμοπλαστικά είναι ευαίσθητα στη θερμοκρασία και τους διαλύτες. Στα θερμοπλαστικά ευρείας και βιομηχανικής χρήσεως περιλαμβάνονται το πολυαιθυλένιο (PE), το χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), το πολυπροπυλένιο (PP), το πολυστυρένιο (PS), το πολυακρυλονιτρίλιο (PAN), τα πολυαμίδια (Nylon), καθώς επίσης και η οικογένεια των φθοροπολυμερών (11).

Ειδικότερα, τα θερμοπλαστικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ασφαλειοθηκών συνήθως είναι:

- (i) το PETP (UL 94V-O)
- (ii) το PBTP
- (iii) το πολυανθρακικό πολυμερές (Polycarbonate)
- (iv) το Polyamide (UL 94 3V)

και ακολούθως αναφέρονται οι βασικές ιδιότητες και εφαρμογές τους:

(i) Πολυβουτυλενο-τερεφθαλικός εστέρας (PBTP)

Ο πολυβουτυλενο-τερεφθαλικός εστέρας (PBTP) είναι ένα μερικώς κρυσταλλικό, θερμοπλαστικό πολυμερές που συνδυάζει εξαιρετικές μηχανικές και ηλεκτρικές ιδιότητες με καλή χημική αντοχή και ανήκει στην κατηγορία των πολυεστερικών ρητινών. Κρυσταλλοποιείται γρήγορα και επιτρέπει την κατασκευή ελαφρών και χαμηλού κόστους κατασκευών. Το PBTP έχει μεγάλη ακαμψία και αντοχή ενώ είναι ανθεκτικό σε ένα μεγάλο εύρος χημικών, διαλυτών και πετρελαιοειδών. Τα αντικείμενα από PBTP διατηρούν σταθερές τις διαστάσεις τους, δεν απορροφούν υγρασία και είναι καλοί ηλεκτρικοί μονωτές.

Λόγω του ιξώδους του τηγμένου PBTP οι κύριες μέθοδοι μορφοποίησης που χρησιμοποιούνται είναι η χύτευση με έγχυση και η εκβολή. Για την κατασκευή φιαλών σωληνώσεων κ.α. γίνεται μορφοποίηση με εμφύσηση. Διάφορες ενισχυμένες μορφές του

PBTP χρησιμοποιούνται από την αυτοκινητοβιομηχανία για την κατασκευή εξαρτημάτων του συστήματος ανάφλεξης και της ηλεκτρικής εγκατάστασης των αυτοκινήτων, όπως σε διακόπτες, φics και σε μονώσεις. Τα PBTP υλικά χρησιμοποιούνται ευρέως και έχουν λάβει εγκρίσεις VDE και UL.

Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα του PBTP είναι τα εξής:

- Υψηλή αντοχή
- Εξαιρετική αναλογία ακαμψίας προς βάρος
- Καλή σκληρότητα
- Χαμηλή απορρόφηση υγρασίας
- Πολύ καλός μονωτής ηλεκτρικού ρεύματος
- Χαμηλές διηλεκτρικές απώλειες
- Ανθεκτικότητα σε μεγάλο εύρος χημικών
- Αντοχή σε μεγάλες θερμοκρασίες
- Καλή αντίσταση στην φυσική αποσύνθεση
- Μη αλογονωμένο επιβραδυντικό φλόγας
- Ανθεκτικά σε φωτοχημική γήρανση
- Εύκολα μορφοποιήσιμο
- Χρωματίζεται εύκολα

Εφαρμογές

Πολλές μορφές PBTP είναι σχεδιασμένες για την κατασκευή ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Χρησιμοποιούνται σε ασφάλειες, σε συνδέσεις, σε περιβλήματα αισθητήρων, σε πλακέτες, σε ηλεκτρικούς πίνακες, σε διακόπτες, σε πρίζες, σε μονώσεις στατών ηλεκτροκινητήρων και άλλου.

Επειδή είναι πολύ καλός μονωτής και έχει υψηλή διηλεκτρική αντοχή, το PBTP προστατεύει από διαρροές ηλεκτρικού ρεύματος και βραχυκυκλώματα. Η υψηλή διηλεκτρική αντοχή του μειώνει τις ενεργειακές απώλειες στα ηλεκτρονικά υψηλής ισχύος. Επιπλέον για εφαρμογές που απαιτείται, υπάρχουν μορφές PBTP με επιβραδυντές φλόγας. (12)

(ii) Πολυαιθυλενο-τερεφθαλικός εστέρας (PETP)

Ο πολυαιθυλενο-τερεφθαλικός εστέρας (PETP) είναι ένα καθαρά κρυσταλλικό πολυμερές, που χρησιμοποιείται για την κατασκευή μηχανολογικών εξαρτημάτων ακριβείας που πρέπει να αντέχουν σε μεγάλες φορτίσεις ή υπόκεινται σε τριβή. Ο πολυαιθυλενο-τερεφθαλικός (PETP) έχει άριστη διαφάνεια, καλές μηχανικές αντοχές, ελάχιστη διαπερατότητα υδρατμών και αερίων, αντοχή σε οξέα, βάσεις, λιπαρά και διαλύτες και σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι βασικότερες ιδιότητες του PETP είναι:

- Υψηλή μηχανική αντοχή, σκληρότητα και ακαμψία
- Πολύ καλή αντοχή σε ερπυσμό
- Εξαιρετική ανθεκτικότητα στην τριβή (συγκρίσιμη με αυτή του Nylon)
- Εξαιρετική σταθερότητα διαστάσεων
- Καλύτερη αντοχή στα χημικά από το nylon και το πολυακετυλένιο
- Πολύ καλός ηλεκτρικός μονωτής
- Καλή αντοχή στις ακτινοβολίες (Gamma και X-rays)

Εφαρμογές

Τυπικές εφαρμογές του PETP είναι οι κατασκευές:

- Εργαλείων
- Ωστικών εδράνων
- Εξαρτημάτων αντλιών
- Ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων
- Μηχανολογικών εξαρτημάτων μεγάλης ακρίβειας (13)

(iii) Πολυανθρακικό πολυμερές (Polycarbonate)

Το πολυανθρακικό πολυμερές (Polycarbonate) είναι ένα διαφανές άμορφο πολυμερές το οποίο διαθέτει εξαιρετικές φυσικές ιδιότητες όπως πολύ μεγάλη αντοχή στην κρούση (σχεδόν άθραυστο), αντοχή στην θερμοκρασία έως 120° C και διαύγεια. Ανήκει στα θερμοπλαστικά πολυμερή, είναι πολύ εύκολο στην μορφοποίηση με χύτευση και γι' αυτό και είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο στην σύγχρονη βιομηχανία. Συνήθως χρησιμοποιείται για να αντικαταστήσει μέταλλο ή γυαλί σε απαιτητικές περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 125° C.

Οι βασικότερες ιδιότητες του Polycarbonate είναι:

- Διαφανές.
- Μεγάλη αντοχή σε κρούση.
- Μεγάλη αντοχή στην θερμοκρασία, όπου για μικρή μηχανική καταπόνηση αντέχει έως 135° C ενώ ενισχυμένο με ίνες γυαλιού αντέχει ακόμα και 145° C.
- Καλή αντοχή σε φυσική και χημική αποσύνθεση.
- Πολύ καλός ηλεκτρικός μονωτής.
- Επιβραδυντικό φλόγας.

Εφαρμογές

Τυπικές εφαρμογές του Polycarbonate είναι:

- Στην αυτοκινητοβιομηχανία
- Στην οπτική
- Στην ιατρική
- Σε συσκευασίες
- Σε αθλητικά και είδη ένδυσης
- Σε ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές εφαρμογές

Στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές εφαρμογές περιλαμβάνονται εξαρτήματα όπως βύσματα, πρίζες, διακόπτες, πίνακες ελέγχου, ασφάλειες, ασφαλειοθήκες και άλλα (13).

(iv) Πολυαμίδιο (Nylon)

Τα πολυαμίδια (Nylon) ανακαλύφθηκαν το 1928 από τον Wallace Carothers (DuPont) και θεωρείται το πρώτο θερμοπλαστικό που χρησιμοποιήθηκε σε μηχανολογικές εφαρμογές.

Ιδιότητες

- Εξαιρετική αντίσταση σε χημικά, έλαια και βάσεις
- Καλή αντίσταση σε διαλύτες, φορμαλδεΰδες και αλκοόλες
- Μικρή αντίσταση σε διαλυτικά οξέα
- Κακή αντίσταση σε φαινόλες, αλκάλια, οξέα και ιώδιο
- Μέγιστη θερμοκρασία: 99°C, Ελάχιστη θερμοκρασία: -70°C
- Σημείο τήξης: 216°C
- Όριο εφελκυσμού: 5,800 psi
- Σκληρότητα: R92
- Καλή UV αντίσταση
- Διαφανές
- Ειδικό βάρος: 1.13
- Εξαιρετική συμπεριφορά σε κατεργασία
- Σκληρό, ισχυρό και ανθεκτικό σε κρούση υλικό
- Ανθεκτικό στην τριβή

Εφαρμογές

- ηλεκτρικές συνδέσεις
- γρανάζια, διαδρόμους, κάμερες και ρουλεμάν
- λινά ελαστικών
- δοχεία υγρών (14)

2.2.4.1.2 Θερμοσκληρυνόμενα (thermosets ή thermosetting plastics)

Πρόκειται για δισδιάστατα ή τρισδιάστατα δίκτυα, αποτελούμενα από μικρά σχετικά μακρομόρια που προέρχονται από την επανάληψη του μονομερούς μερικές εκατοντάδες φορές. Κατά την ανάμιξη των συστατικών του πολυμερούς (ρητίνη με το αντίστοιχο σκληρυντικό), με ή χωρίς θέρμανση, το πολυμερές σκληραίνει και μορφοποιείται κατά αναντίστροφο τρόπο. Τα θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή δεν επιδέχονται περαιτέρω κατεργασία, διότι αυξανόμενης της θερμοκρασίας διασπώνται οι δευτερεύοντες δεσμοί, αν και το πολυμερές δεν τήκεται λόγω της ιδιαίτερης δικτυωτής κατανομής των μακρομορίων του. Συνήθως είναι άμορφα. Τα κυριότερα θερμοσκληρυνόμενα είναι τα φαινολικά πολυμερή (φαινοπλάστες ή βακελίτες), οι εποξιδικές ρητίνες, οι αμινοπλάστες (ρητίνες ουρίας ή μελαμίνης με φορμαλδεΰδη), οι πολυεστέρες, κλπ. (11)

2.2.4.1.3 UL 94 Δείκτης αναφλεξιμότητας (Flammability Rating)

Η UL 94 δοκιμή προσδιορίζει την τάση, ικανότητα του υλικού είτε να σβήσει ή να διαδώσει τη φλόγα μετά την ανάφλεξη ενός δείγματος. Η διαδικασία της δοκιμής περιγράφεται στο UL 94 («Πρότυπο για την ασφάλεια της ευφλεκτότητας των πλαστικών υλικών για τον έλεγχο τμημάτων συσκευών και συσκευών») όπως αυτό είναι εναρμονισμένο με τα IEC 60707, 60695-11-10 και 60695-11-20 και τα ISO 9772 και 9773.

Μια σύντομη περιγραφή των έξι UL 94 κλάσεων παρουσιάζεται στον Πίνακας 2.2-i : Κλάσεις του δείκτη αναφλεξιμότητας κατά UL94 Πίνακας 2.2-i: (9)

UL 94 Flammability Rating Summary	
5VA Surface Burn	Σε πλαστικό τοποθετημένο σε κατακόρυφη θέση, η φλόγα ύψους 127mm αφού εφαρμοστεί για 5s, για πέντε φορές, σβήνει μέσα σε 60s και κάθε σταγόνα λειωμένου πλαστικού δεν είναι αρκετά ζεστή ώστε να κάψει ένα βαμβακερό κομμάτι που βρίσκεται κάτω από το πλαστικό.
5VB Surface Burn	Σε πλαστικό τοποθετημένο σε κατακόρυφη θέση, η φλόγα ύψους 127mm αφού εφαρμοστεί για 5s, για πέντε φορές, σβήνει μέσα σε 60s.
V-0 Vertical Burn	Σε πλαστικό τοποθετημένο σε κατακόρυφη θέση, η φλόγα σβήνει σε 10s χωρίς να στάξει.
V-1 Vertical Burn	Σε πλαστικό τοποθετημένο σε κατακόρυφη θέση, η φλόγα σβήνει σε 30s χωρίς να στάξει.
V-2 Vertical Burn	Σε πλαστικό τοποθετημένο σε κατακόρυφη θέση, η φλόγα σβήνει σε 30s αλλά το λειωμένο υλικό επιτρέπεται να στάξει.
H-B Horizontal Burn	Σε πλαστικό τοποθετημένο σε οριζόντια θέση, η φλόγα προχωράει με ταχύτητες: λιγότερο από 76mm/min για πλαστικό με πάχος λιγότερο 3mm και λιγότερο από 38mm/min για πάχος μεγαλύτερο από 3mm

Πίνακας 2.2-i : Κλάσεις του δείκτη αναφλεξιμότητας κατά UL94

2.2.4.2 Επαφές της ασφαλειοθήκης

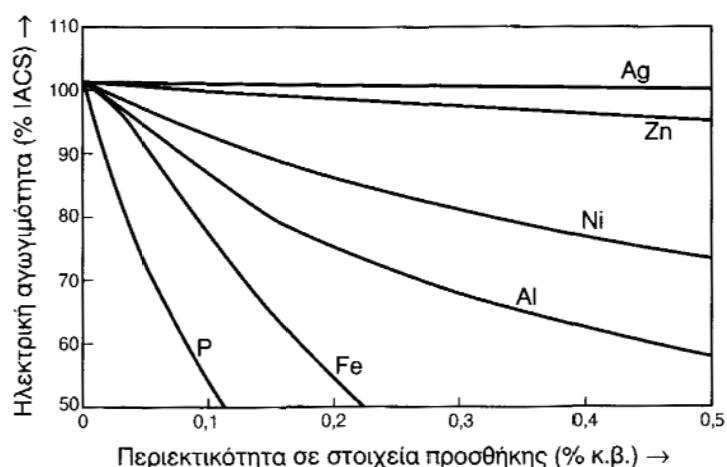
Συνηθέστερα για τις επαφές της ασφαλειοθήκης χρησιμοποιούνται:

- Κράματα χαλκού και
- Κασσίτερος

Ακολούθως αναφέρονται οι βασικές ιδιότητες τους.

2.2.4.2.1 Κράματα χαλκού

Ο χαλκός ήταν το πρώτο μέταλλο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο, σε καθαρή μορφή ή υπό μορφή κράματος. Παρουσιάζει εξαιρετική ηλεκτρική αγωγιμότητα και θαυμάσια θερμική αγωγιμότητα, για αυτό και η μισή περίπου παγκόσμια παραγωγή του Cu χρησιμοποιείται για την κατασκευή αγωγών, μετασχηματιστών, γεννητριών, ηλεκτρικών εξαρτημάτων, κλπ.. Κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο σύστημα και είναι μέταλλο που μορφοποιείται εύκολα. Η επίδραση διαφόρων ακαθαρσιών στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του Cu φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 2.2.m : Επίδραση διαφόρων ακαθαρσιών στην ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα εκφράζεται σε % IACS (International Annealed Cooper Standard) όπου 1 IACS αντιστοιχεί σε $1,7241 \mu\Omega \cdot \text{cm}$.

Ως προς τα μετέχοντα στο κράμα στοιχεία, οι κύριες κατηγορίες κραμάτων χαλκού είναι:

- τα κράματα Cu-Zn, τα οποία ονομάζονται **ορείχαλκοι**
- τα κράματα Cu-Sn, τα οποία ονομάζονται **μπρούντζοι**
- το κράμα Cu-Al, το οποίο ονομάζεται **χαλκοαλουμίνιο**
- το κράμα Cu-Ni, το οποίο ονομάζεται **χαλκονικέλιο**
- τα κράματα Cu-Zn-Ni, τα οποία ονομάζονται **Maillechorts**

- το κράμα Cu-Be, το οποίο ονομάζεται **χαλκοβηρυλλιο** και
- το κράμα Cu-Si, το οποίο ονομάζεται **χαλκοπυρίτιο**.

Ειδικότερα, από τα κράματα χαλκού στην κατασκευή ασφαλειοθηκών συνηθέστερα χρησιμοποιούνται οι:

- (i) ορείχαλκοι
- (ii) μπρούντζοι
- (iii) χαλκονικέλιο (ή γερμανικό ασήμι)

και ακολουθούν οι βασικές ιδιότητές τους.

(i) ορείχαλκοι

Οι ορείχαλκοι αποτελούν κράματα Cu-Zn, στα οποία το ποσοστό του ψευδαργύρου, στην πράξη, δεν υπερβαίνει το 45%, μπορεί όμως θεωρητικά να φθάσει και το 68%.

Γενικά, οι ιδιότητες των ορειχάλκων μεταβάλλονται κατά συνεχή τρόπο, με την αύξηση της περιεκτικότητας του Zn. Αυξανόμενου του ποσοστού σε Zn, το χρώμα των ορειχάλκων μεταβάλλεται από κόκκινο σε κίτρινο, ενώ η ηλεκτρική τους αγωγιμότητα ελαττώνεται, γεγονός που τους καθιστά ακατάλληλους για ηλεκτρικές εφαρμογές. Επίσης, με την αύξηση της περιεκτικότητας σε Zn αυξάνεται η σκληρότητα και η ολκιμότητα, για ορείχαλκο με περιεκτικότητα σε Zn μέχρι 28-30%. Με περαιτέρω αύξηση της περιεκτικότητας σε ψευδάργυρο, η σκληρότητα ελαττώνεται, ενώ η ολκιμότητα συνεχίζεται αυξανόμενη. Γενικά, οι ορείχαλκοι παρουσιάζουν αντοχή σε διάβρωση, σε διάφορα είδη διαβρωτικού περιβάλλοντος. Η αντοχή σε διάβρωση των ορειχάλκων βελτιώνεται με την προσθήκη 1% Sn ή Al (π.χ. το κράμα Cu-22% Zn-2% Al). Επιπλέον αντιδιαβρωτική προστασία τους επιτυγχάνεται με τη δημιουργία προστατευτικών ηλεκτρολυτικών επικαλύψεων από Ni, Cr ή Au.

(ii) μπρούντζοι

Το κράμα Cu-Sn (Μπρούντζος) είναι κράμα χαλκού – κασσίτερου, αν και ο όρος χρησιμοποιείται και για πολλά άλλα κράματα χαλκού. Συνήθως, η περιεκτικότητα του κασσίτερου δεν υπερβαίνει το 16%. Οι μπρούντζοι, συχνά, εμπεριέχουν P, σε ποσοστό μικρότερο του 0,1%, το οποίο δεσμεύει οξυγόνο, κατά την χύτευση τους.

Τα φωσφορούχα κράματα διαμόρφωσης Cu-Sn, που περιέχουν 1,25-10%Sn μπορούν να σκληρυνθούν με ενδοτράχυνση. Παρουσιάζουν καλύτερη μηχανική αντοχή και αντοχή σε θαλάσσια διάβρωση από τα κράματα Cu-Zn, ωστόσο είναι ακριβότερα, διότι ο Sn στοιχίζει πιο ακριβά από τον Zn. Όταν η περιεκτικότητα του Sn υπερβεί το 10%, τα κράματα Cu-Sn είναι αδύνατο να μορφοποιηθούν με πλαστική παραμόρφωση. Τέτοια κράματα με Sn έως 16%, παρασκευάζονται με χύτευση.

Μπρούντζοι με προσθήκες ψευδαργύρου και μολύβδου χρησιμοποιούνται σε υδραυλικές εργασίες, λόγω των καλών μηχανικών τους ιδιοτήτων, της αντοχής τους σε τριβή και φθορά και της καλής αντοχής τους σε διάβρωση.

(iii) χαλκονικέλιο, Maillechorts (ή γερμανικό ασήμι)

Τα κράματα Cu-Ni περιέχουν Ni, σε ποσοστό 10-30%. Ο χαλκός και το νικέλιο είναι μέταλλα πλήρως αναμίξιμα, στην υγρή και τη στερεά κατάσταση. Το σχηματιζόμενο στερεό διάλυμα κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο σύστημα. Αύξηση της περιεκτικότητας σε νικέλιο, προκαλεί αύξηση της μηχανικής αντοχής και της αντοχής σε θαλάσσια διάβρωση του κράματος.

Στα τριμερή κράματα Cu-Zn-Ni, η περιεκτικότητα του Zn κυμαίνεται από 17% έως 27%, και του Ni από 8% έως 18%. Η παρουσία του Ni προκαλεί μεταβολή του χρώματος του κράματος, από κίτρινο, που είναι το τυπικό χρώμα των κραμάτων Cu-Zn, σε λευκό. Τα κράματα Cu-Zn-Ni παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή σε διάβρωση, αλλά μέτριες μηχανικές ιδιότητες. Χρησιμοποιούνται στην ωρολογοποιία, την οπτική, στην κατασκευή κοσμημάτων και στην παραγωγή αντιστάσεων, λόγω της χαμηλής ηλεκτρικής τους αγωγιμότητας.

2.2.4.2.2 Κασσίτερος

Ο κασσίτερος είναι στρατηγικής σημασίας για την βιομηχανία ηλεκτρονικών. Επιπλέον χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία και αλλού σαν επένδυση άλλων υλικών ώστε να τα προστατεύει από την διάβρωση. Σε καθαρή κατάσταση ο κασσίτερος είναι μέταλλο αργυρόλευκο. Έχει ειδικό βάρος 7,3, σημείο τήξης 232°C και συντελεστή γραμμικής διαστολής 0,000027. Η φυσική του λάμψη δεν εξαφανίζεται ακόμη και μετά από μακροχρόνια αποθήκευση. Η εφελκυστική αντοχή του μπορεί να αυξηθεί με την προσθήκη μολύβδου και χαλκού ενώ ελαττώνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία. Ο κασσίτερος ανήκει στα πιο εύπλαστα μέταλλα και μπορεί να σφυρηλατηθεί, να συρματοποιηθεί και να ελαθεί εν ψυχρώ. Η διαμόρφωση με θέρμανση δεν εφαρμόζεται στον κασσίτερο επειδή στους 200°C γίνεται εύθραυστος και ψαθυρός και τελικά θρυμματίζεται εντελώς. Παρατηρείται όμως ευαισθησία του κασσιτέρου και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ήδη στους 13,2°C ο καθαρός κασσίτερος μεταπίπτει σε σκόνη, πράγμα που στις τεχνικές εφαρμογές του εμποδίζεται με την προσθήκη αντιμονίου και βισμούθιου. Ο κασσίτερος είναι ένα στοιχείο ευγενές σχεδόν όσο και υδρογόνο, είναι πολύ ανθεκτικός στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις, στα περισσότερα αλκάλια, αλογόνα και ενώσεις αλογόνων.

Εφαρμογές

Λόγω της ανθεκτικότητας του στο μαλακό νερό και σε νερό που περιέχει οξέα, ο κασσίτερος χρησιμοποιείται σε σωλήνες υδρεύσεων. Σε μορφή φύλλων χρησιμεύει στην επένδυση δεξαμενών και σε μορφή λεπτών φύλλων (foils) για μονώσεις. Χρησιμεύει επίσης για μαλακές κολλήσεις (κασσιτεροκολλήσεις).

Τέλος ο κασσίτερος χρησιμοποιείται στην επικασσιτέρωση λεπτών φύλλων σιδήρου και στην παρασκευή συγκολλητικών κραμάτων (π.χ. το καλάνι είναι κράμα κασσιτέρου και μολύβδου).

Ο κασσίτερος επίσης ευρέως χρησιμοποιείται ηλεκτρονική βιομηχανία λόγω της δυνατότητάς του να προστατεύσει το μέταλλο βάσης από την οξείδωση και να συντηρεί τη συγκολλησιμότητά του. Στις ηλεκτρονικές εφαρμογές συνήθως προστίθεται και μόλυβδος. (15)

2.2.5 Κατασκευαστές ασφαλειοθηκών

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται οι πιο σημαντικοί κατασκευαστές ασφαλειοθηκών με αλφαβητική σειρά.

AA Electric USA

Η AA Electric παρέχει ελέγχους και τεχνική εμπειρογνώμοσύνη σε κατασκευαστές εξοπλισμού και σε βιομηχανικούς πελάτες. Με εξειδικευμένα ηλεκτρικά προϊόντα σε απόθεμα, η AA προσφέρει τα πιο καινοτόμα προϊόντα και συστήματα ελέγχου στη βιομηχανία.

Allen-Bradley / Rockwell Automation (Mfg.) Milwaukee, WI

Τα προϊόντα Allen-Bradley από την Rockwell Automation περιλαμβάνουν την αυτοματοποίηση, τον ολοκληρωμένο έλεγχο και πλατφόρμες πληροφοριών, τον ευφυή έλεγχο μηχανών και βιομηχανικά συστατικά.

Atlee of Delaware, Inc.

Κατασκευάστρια εταιρεία τρανζίστορ, ασφαλειών και ασφαλειοθηκών, βιομηχανικών στοιχείων ασφαλειοθηκών, ασφαλειοθηκών κυκλωμάτων πινάκων. ΗΠΑ. (<http://www.atlee.com>)

Bulgin Components PLC

Κατασκευάζει PCB, πάνελ και ασφαλειοθήκες τοποθετημένες σε σειρά για 5x20 και 6.3x32mm ασφάλειες, LED δείκτες τοποθετημένους σε πάνελ, ανθεκτικούς διακόπτες ασφαλείας, ακροδέκτες και συνδέσμους για εφαρμογές ρεύματος 10 έως 45 Α. Ηνωμένο Βασίλειο. (<http://www.bulgin.co.uk>)

Bussmann

Πλήρης σειρά βιομηχανικών και ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφαλειοθηκών, ασφαλειοδιακοπών, ασφαλειοδιακοπών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Che Yen Industrial Co., Ltd.

Κατασκευαστής τηκτών, μαχαιρωτών ασφαλειών, μίνι ασφαλειών, ασφαλειών τύπου σωλήνα, κλιπ ασφαλειών, ασφαλειοθήκων τύπου σωλήνα, κουτιών ασφαλειών, διακοπών κυκλώματος, αυτόματων ηχοσυστημάτων. Ταϊβάν, Κίνα. (<http://www.che-yen.com.tw>)

Cooper Bussmann, Inc.

Κατασκευάζει: βιομηχανικές ασφάλειες ισχύος, διακόπτες αποσύνδεσης, μονάδες κάλυψης κιβωτίων για τις ασφάλειες, ασφαλειοθήκες τοποθετημένες: σε πίνακα PC, σε πάνελ, σε σειρά, σε ράγα και ακόμη, στοιχεία προστασίας υπερρεύματος και ασφάλειες μετασχηματιστών. ΗΠΑ. (<http://www.bussmann.com>)

Digi-Key Corporation (Dist.) Thief River Falls, MN

Ξεκίνησε το 1972 σαν μια ιδέα, μια νέα αντίληψη στον τομέα της διανομής. Σε διάστημα μόλις έξι ετών, η Digi-Key πέρασε από τον 16ο στον 5ο μεγαλύτερο, ανάμεσα στους 300, διανομείς ηλεκτρονικών στη Βόρεια Αμερική.

Ferraz Shawmut (Mfg.) Newburyport, MA

Ευρεία ποικιλία βιομηχανικών και ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφαλειοδιακοπών και διακοπών διανομής ισχύος.

FLEX-CORE (Mfg.) Columbus, OH

Ειδική εταιρεία στην μέτρηση, παρακολούθηση, καταγραφή και τον έλεγχο του ρεύματος, ενέργειας και ισχύος.

Groupe Carbone Lorraine

Κατασκευάζει βιομηχανικές ασφάλειες, ασφαλειοθήκες, διακόπτες (ειδικά για τα κυκλώματα πολύ υψηλής τάσεως), μόνιμους μαγνήτες για τις μικρές ηλεκτρικές μηχανές, κλπ. Γαλλία. (<http://www.carbonelorraine.com>)

Interpower Corporation (Mfg.) Oskaloosa, IA

Κατασκευάζει ασφάλειες και ασφαλειοθήκες, καλώδια διεθνών προδιαγραφών και προδιαγραφών Βόρειας Αμερικής, πρίζες, συνδέσεις, συσκευές υψηλής ισχύος, τερματικούς διακόπτες, εισόδους σύμφωνες με τον IEC 60320 κανονισμό, μονάδες εισόδου ισχύος, αξεσουάρ διανομής ισχύος, διακόπτες, διακόπτες ισχύος, μετασχηματιστές και μετατροπείς τάσης, δοκιμαστικό εξοπλισμό ασφαλείας, και νοσοκομειακά προϊόντα. ΗΠΑ. (<http://www.interpower.com>)

JFW Industries, Inc. (Mfg.) Indianapolis, IN

Κατασκευάζει: προγραμματίσιμους εξασθενητές 2000 - 6000 MHz και προγραμματίσιμα συστήματα μείωσης, χαμηλού κόστους διαιρέτες και συνδυαστές ρεύματος (με τους συνδετήρες N ή SMA), νέους ευρυζωνικούς διαιρέτες ρεύματος, διακόπτες μητρών και συστήματα μεταγωγής μέχρι 18 GHz, προϊόντα χαμηλής ενδοδιαμόρφωσης(PIM).

Keystone Electronics Corp. (Mfg.) Astoria, NY

Κατασκευάζει για τα αυτοκίνητα, 2AG, 3AG, 5mm και μικροασφάλειες, κλιπ ασφαλειών και ασφαλειοθήκων (2AG, 3AG, 5mm), καλύμματα ασφαλειών, 5mm και 3AG ασφαλειοθήκες, κλπ.

Littelfuse, Inc. (Mfg.) Chicago, IL

Πλήρης σειρά βιομηχανικών και ηλεκτρονικών ασφαλειών, κλιπς ασφαλειών, ασφαλειοθήκες, μεταβλητές αντιστάσεις οξειδίου του μετάλλου (MOV's), θυρίστορ, Sidactors, TVS δίοδοι, ESD καταστολείς, προστατευτικά φυσικού αερίου.

Memory Protection Devices, Inc. (Mfg.) Farmingdale, NY

Κατασκευάζει: υποδοχές μπαταριών, θήκες μπαταριών, αυτόματες πρίζες, αυτόματες υποδοχές και αυτόματες συνδέσεις καλωδίων. Επίσης: 2AG και 5mm κλιπς ασφαλειών, 3AG κλιπς ασφαλειών και PC ασφαλειοθήκες, ασφάλειες, ασφαλειοθήκες κλπ.

Newark (Dist.)Chicago, IL

Με έδρα στο Σικάγο, η Newark αποτελεί μέρος της παγκόσμιας Premier Farnell Group με υψηλή ποιότητα υπηρεσίας διανομής ηλεκτρονικών, υποστηρίζει εκατομμύρια μηχανικούς και την αγορά των επαγγελματιών σε ολόκληρη την αμερικανική ήπειρο. Προσφέρουν ευρεία επιλογή εξαρτημάτων και εξοπλισμού δοκιμών, τεχνικές πληροφορίες για μηχανικούς σχεδίου και επαγγελματίες συντήρησης σε όλες τις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Μεξικό.

OMEGA Engineering, Inc. (Mfg.) Stamford, CT

Η OMEGA Engineering, Inc. είναι μια ιδιωτική εταιρεία στο Stamford, CT. Ιδρύθηκε το 1962 και ενσωματώθηκε στο Delaware.

Pasternack Enterprises, Inc. (Mfg.) Irvine, CA

Οι επιχειρήσεις Pasternack, A.E., που ιδρύθηκαν το 1972, προσφέρουν την πιο εκτενή γραμμή RF, μικροκύματος, και προϊόντων οπτικών ινών στη βιομηχανία. Τα προϊόντα A.E. Pasternack χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές στις τηλεπικοινωνίες, στο στρατό, τα καταναλωτικά ηλεκτρονικά, τη μεταφορά, το βιομηχανικό εξοπλισμό, το ιατρικό εξοπλισμό,

τους υπολογιστές, το αεροδιάστημα, και τις βιομηχανίες μεταφορών. Corporation Rittal (Mfg.) Urbana, OH

Schurter, Inc. (Mfg.) Santa Rosa, CA

Κατασκευάζει ευρύ φάσμα ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφαλειοθηκών, ηλεκτρονικών διακοπών ισχύος για εξοπλισμό (CBE's), PTC συσκευές, IEC συνδέσμων, φιλτραρισμένων και μη φιλτραρισμένων μονάδων εισόδου ισχύος, διακόπτων τάσης.

Shin Chin Industrial Co., Ltd. (Mfg.) Taiwan

Η Shin Chin Industrial Co, Ltd ιδρύθηκε από τον K. L. Hong το 1953. Κατά την αρχική φάση, η SCI είχε εμπλακεί στην κατασκευή διακοπών και χειριστηρίων για την εγχώρια βιομηχανία, σε μια προσπάθεια να εισάγει τον αυτόματο εξοπλισμό, καθώς και τη μείωση των δαπανών.

Soynia Electronics

Η Soynia Electronics ιδρύθηκε το 1988 με όραμα να προσφέρει στους πελάτες της την υψηλότερη ποιότητα ακρίβειας βιομηχανικών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων σε πιο ανταγωνιστικές τιμές. Ειδικεύεται στην κατασκευή διακοπών, μικρο και μίνι διακοπών, διακοπών με κουμπί, πρίζες ρεύματος, πρίζες ρελέ, υποδοχές για ρελέ μινιατούρα, υποδοχές πλακέτας, ασφαλειοθήκες, ενδεικτικές λυχνίες, φώτα νέον, ακροδέκτες μπαταρίας, κ.λπ. για τις τηλεπικοινωνίες, τους υπολογιστές, τα αυτοκίνητα, τις επιχειρήσεις, και τον βιομηχανικό τομέα των ηλεκτρονικών.

Sumi Motherson Group

Παρέχει ασφαλειοθήκες για εφαρμογές αυτόματων συστημάτων και συστήματα ασφαλειοθηκών για ηλεκτρονικές εφαρμογές, εξοπλισμό καλωδίωσης, καλώδια μολύβδου, καλώδιο μπαταριών, ακροδέκτες, συνδέσμους, σφιγκτήρες και τους συνδέσμους, εξοπλισμό επιστρώματος χρωμάτων και βιομηχανικούς αεροσυμπιεστές, κλπ. Ινδία. (<http://www.motherson.com>)

Trayer Engineering Corporation

Κατασκευάζει: ασφαλειοθήκες, υποβρύχιους διακόπτες κενού, τριφασικούς ορατούς διακόπτες κενού αποσύνδεσης, αυτόματα συστήματα μεταφοράς, αυτοματοποιημένους διακόπτες-ελεγκτές. ΗΠΑ. (<http://www.trayer.com>)

Zierick Manufacturing

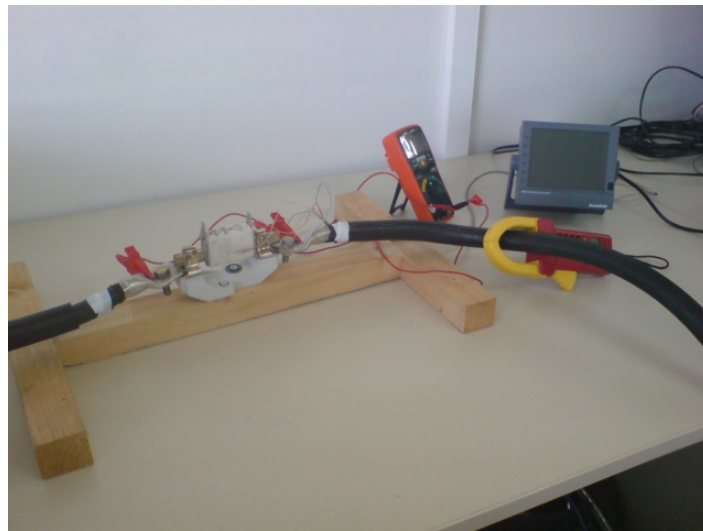
Παρέχει ένα ευρύ φάσμα συνδέσμων τοποθετημένων σε επιφάνεια και εξοπλισμό συνδέσεων. (3; 16)

3

Πειραματική διάταξη-Διαδικασία μετρήσεων

3.1 Πειραματική διάταξη

Προκειμένου να γίνει η διερεύνηση των φαινομένων στο σύστημα ασφάλεια-ασφαλειοθήκη-αγωγοί κατά τις δοκιμές υλοποιείται η ακόλουθη διάταξη:



Εικόνα 3.1.a : Κυκλωματική διάταξη

Ειδικότερα, η κυκλωματική διάταξη αποτελείται από τα εξής μέρη:

(i) Αυτομετασχηματιστής

Ένας συνήθης μονοφασικός μετασχηματιστής του οποίου τα τυλίγματα 1 και 2 συνδέονται σε σειρά ονομάζεται αυτομετασχηματιστής (ΑΜΣ). (17) Συνήθως το τυλίγμα 1 ονομάζεται τυλίγμα σειράς, ενώ το τυλίγμα 2, κοινό τυλίγμα. Το τυλίγμα 1 αποτελεί ένα πηνίο με σιδηροπυρήνα, το οποίο διαθέτει μία ή περισσότερες λήψεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η τάση που λαμβάνεται ανάμεσα σε μία λήψη και ένα κοινό σημείο να είναι μικρότερη από την τάση εισόδου επιτυγχάνοντας έτσι υποβιβασμό τάσης. Συνεπώς ο αυτομετασχηματιστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετασχηματισμό ισχύος τάσεως V_H σε χαμηλότερης τάσεως V_X ή αντίστροφα. Για ανύψωση τάσης κάνουμε την αντίστροφη διαδικασία, τροφοδοτώντας τον αυτομετασχηματιστή από το τυλίγμα λήψης και ένα κοινό σημείο και παίρνοντας μεγαλύτερη τάση στα δύο άκρα του. Τέλος, αν η λήψη του

αυτομετασχηματιστή είναι μεταβλητή με τη βοήθεια μιας κινητής επαφής (μεταβλητός αυτομετασχηματιστής ισχύος) όπως είναι αυτός που χρησιμοποιούμε στην πειραματική μας διάταξη, τότε δίνεται η δυνατότητα να παίρνουμε διάφορες επιθυμητές τάσεις στην έξοδό του. (18)

Οι αυτομετασχηματιστές χρησιμοποιούνται για να εξουδετερώνουν διακυμάνσεις των τάσεων στα δίκτυα, για την εκκίνηση ασύγχρονων κινητήρων καθώς και για τη σύνδεση δικτύων με διαφορετική τάση. Το πλεονέκτημα που έχει ο αυτομετασχηματιστής είναι ότι είναι φτηνότερος σε κόστος αφού διαθέτει μόνο ένα τύλιγμα και έτσι χρησιμοποιείται λιγότερος χαλκός και αντίστοιχα λιγότερο σιδηρομαγνητικό υλικό. Επίσης, ο υψηλός βαθμός απόδοσης του αυτομετασχηματιστή αποτελεί ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημά του. Η χρήση του όμως είναι περιορισμένη σε πολύ ειδικές εφαρμογές διότι δεν παρέχει γαλβανική απομόνωση μεταξύ των δικτύων Υψηλής και Χαμηλής Τάσης, με αποτέλεσμα οι δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας του ενός δικτύου να μεταφέρονται στο άλλο. Για αυτό το λόγο οι μονώσεις του δικτύου Χ.Τ. πρέπει να αντέχουν στην Υ.Τ. Ακόμη ο αυτομετασχηματιστής πρέπει να προστατεύεται με πηνία καθώς έχει μεγάλο ρεύμα βραχυκύκλωσης. (19)

(ii) Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης

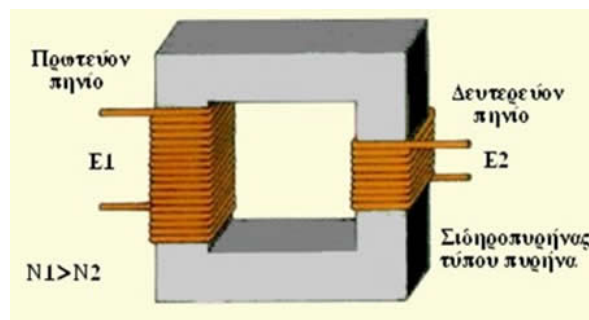
Οι μετασχηματιστές αποτελούν συσκευές στις οποίες εισέρχεται ηλεκτρική ενέργεια σε μια ορισμένη τάση και εξέρχεται πάλι ηλεκτρική ενέργεια, αλλά σε μια διαφορετική τάση. Ένας μονοφασικός μετασχηματιστής αποτελείται από δύο τυλίγματα συζευγμένα μέσω ενός κοινού μαγνητικού κυκλώματος (Εικόνα 3.1.b : Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης). Το ένα τύλιγμα ονομάζεται πρωτεύον ενώ το άλλο τύλιγμα, από το οποίο εξέρχεται η ηλεκτρική ισχύς, ονομάζεται δευτερεύον. Τα ηλεκτρικά μεγέθη του πρωτεύοντος συμβολίζονται με το δείκτη 1 και του δευτερεύοντος με το δείκτη 2. Τόσο το πρωτεύον όσο και το δευτερεύον θεωρούνται τυλιγμένα γύρω από το σιδηρένιο πυρήνα ενός μαγνητικού κυκλώματος, το οποίο διαρρέεται από μαγνητική ροή Φ . Αν με N_1 συμβολιστεί ο αριθμός των ελιγμάτων του πρωτεύοντος και με N_2 συμβολιστεί ο αριθμός των ελιγμάτων του δευτερεύοντος, ο λόγος των ελιγμάτων n είναι:

$$n = \frac{N_1}{N_2} \quad (20)$$

Αν θεωρήσουμε έναν μετασχηματιστή χωρίς απώλειες (ιδανικός μετασχηματιστής), τότε το ρεύμα που κυκλοφορεί στο πρωτεύον αναπτύσσει στο δευτερεύον μια ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 . Αν E_1 είναι η τάση του πρωτεύοντος τότε οι μεταβολές της κοινής ροής θα είναι ανάλογες προς τον λόγο των ελιγμάτων n . Δηλαδή θα ισχύει ο λόγος μετασχηματισμού:

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2}. \text{ Αν λοιπόν } n = \frac{N_1}{N_2} > 1, \text{ δηλαδή } N_1 > N_2, \text{ τότε θα έχουμε } E_1 > E_2, \text{ δηλαδή ο}$$

μετασχηματιστής θα είναι μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης. (18)



Εικόνα 3.1.b : Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης

Στα πειράματα που θα διενεργήσουμε, θα χρησιμοποιήσουμε τον μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσης (Εικόνα 3.1.c), συνδέοντας την υπόλοιπη διάταξη με το δευτερεύον που έχει τις λιγότερες σπείρες, ώστε να λειτουργήσει ως πηγή ρεύματος που θα τροφοδοτεί συνεχώς τη διάταξη.



Εικόνα 3.1.c : Διάταξη αυτομετασχηματιστή μετασχηματιστή

(iii) Καλώδια

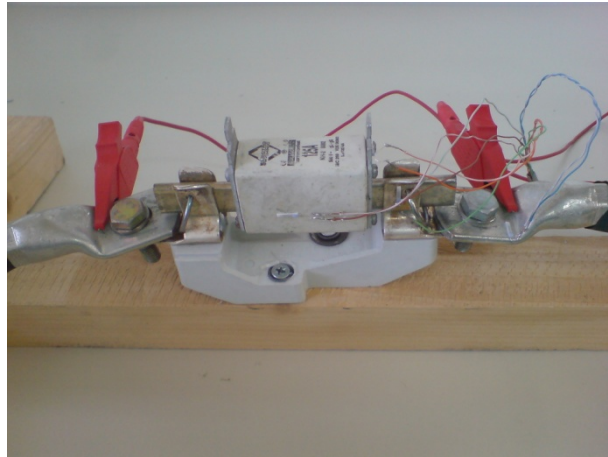
Στην ηλεκτρολογία ως αγωγοί χαρακτηρίζονται τα υλικά σώματα, τα άτομα των οποίων διαθέτουν ελεύθερα ηλεκτρόνια, με συνέπεια να επιτρέπουν την ελεύθερη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων μέσω αυτών. Πολλοί αγωγοί είναι μέταλλα, όπως ο χαλκός και το αλουμίνιο. Κατασκευές από τέτοιους ρευματοφόρους αγωγούς αλλά με μόνωση χαρακτηρίζονται ως καλώδια και σκοπό έχουν την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. (21; 22) Χάρη στην εξωτερική μόνωση το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να μεταφερθεί μέσα από τους αγωγούς με ασφάλεια. Με τη βοήθεια καλωδίων συνδέουμε τα διάφορα στοιχεία ενός κυκλώματος. Στη πειραματική μας διάταξη με δύο καλώδια θερμοπλαστικής μόνωσης συνδέσαμε τον μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσης με τη βάση της ασφάλειας (ακροδέκτες της ασφαλειοθήκης).

Στην διάταξη μας χρησιμοποιήσαμε καλώδια NYA διατομής 35 mm^2 , 120 mm^2 , για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, σύμφωνα με την τιμή του ρεύματος που θα διέρρεε τη διάταξη στο εκάστοτε πείραμα.

(iv) Ασφάλεια τοποθετημένη στην αντίστοιχη ασφαλειοθήκη

Οι ασφάλειες που θα τοποθετηθούν πάνω στη βάση είναι τύπου NH-2 8002, χαρακτηριστικής τάσης 500 V ~ και ρεύματος $I_1 > 120$ kA. Οι ονομαστικές τιμές ρεύματος των ασφαλειών που έχουμε στη διάθεσή μας είναι: 80 A, 125 A και 250 A.

Οι ονομαστικές τιμές ρεύματος των ασφαλειοθηκών που θα χρησιμοποιηθούν είναι: 250A και 400A.



Εικόνα 3.1.d : Ασφάλεια τοποθετημένη σε ασφαλειοθήκη

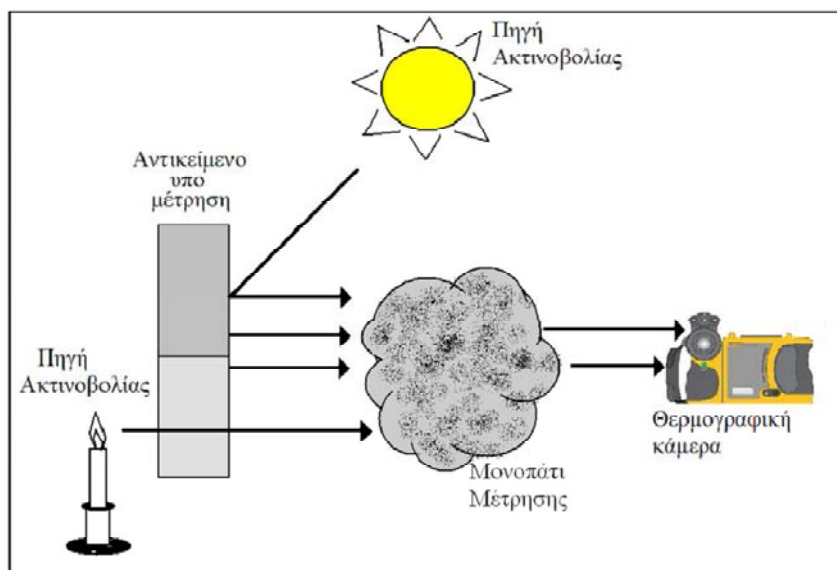
Όργανα Μέτρησης

Τα όργανα που θα χρησιμοποιηθούν για τις επικείμενες μετρήσεις είναι:

(i) μια θερμογραφική κάμερα

Γνωρίζουμε πως τα αντικείμενα που έχουν θερμοκρασία επιφανείας υψηλότερη από 0K, εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Μετρώντας την ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, μπορούμε να εκτιμήσουμε τη θερμοκρασία της επιφανείας. Έτσι, κατά την τελευταία δεκαετία με την ανάπτυξη κεφαλών (CCD) ευαίσθητων σε υπέρυθρη ακτινοβολία, αναπτύχθηκε ως παραλλαγή της συνηθισμένης βιντεοκάμερας, η κάμερα υπέρυθρων. Έτσι εξελίχθηκε μία νέα επιστήμη μετρήσεων θερμοκρασιών με πολύπλευρες δυνατότητες, που ονομάζεται υπέρυθρη θερμογραφία. (23) Η θερμογραφική κάμερα αποτελεί μια κάμερα κινούμενης εικόνας βίντεο η οποία έχει τη δυνατότητα να απεικονίσει με χρώματα την θερμοκρασία των αντικειμένων. Αυτό σημαίνει ότι δε βλέπουμε τα αντικείμενα με τα φυσικά τους χρώματα, αλλά με τεχνητά τα οποία αντιπροσωπεύουν μια αντίστοιχη θερμοκρασία: το ψυχρό απεικονίζεται με μπλε και όσο περνάμε στα θερμότερα, τα χρώματα γίνονται πιο ερυθρά, κίτρινα έως και το άσπρο που απεικονίζει το θερμότερο αντικείμενο (24).

Η αρχή λειτουργίας της υπέρυθρης θερμογραφίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1.e:



Εικόνα 3.1.e : Αρχή λειτουργίας της υπέρυθρης θερμογραφίας

- (ii) ένα **ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα** δύο –τουλάχιστον– καναλιών για τη μέτρηση της αντίστασης των αισθητήρων και την μετατροπή της σε μονάδες θερμοκρασίας(Εικόνα 3.1.f)



Εικόνα 3.1.f: Ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα

Το καταγραφικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται είναι το Paperless Recorder VR18 και έχει τη δυνατότητα καταγραφής μεγεθών (τάσης, ρεύματος, αντίστασης, κ.ά.) συνολικά δεκαέξι καναλιών με μεγάλη ακρίβεια. Στο προκείμενο πείραμα θα χρησιμοποιηθούν τα δύο από τα δεκαέξι κανάλια του για τη μέτρηση του σήματος αντίστασης των δύο αισθητήρων. Επιπλέον, το καταγραφικό αυτό μηχάνημα έχει τη δυνατότητα μετατροπής της αντίστασης σε μονάδες θερμοκρασίας κατόπιν κατάλληλης συνδεσμολογίας μεταξύ των καναλιών και κατάλληλων ρυθμίσεων στην πλακέτα της οποίας τα κανάλια χρησιμοποιούμε.

- (iii) μία **αμπεροτσιμπίδα**, για τον έλεγχο και τη μέτρηση του ρεύματος που διαρρέει τη διάταξη.
- (iv) δύο **αισθητήρες αντίστασης PT100**, για τη μέτρηση της θερμοκρασίας σε δύο διαφορετικά στοιχεία του κυκλώματος.
- (v) ένας **υπολογιστής** συνδεδεμένος με το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα, για την καταγραφή και την επεξεργασία των μετρήσεων.
- (vi) ένα **ψηφιακό πολύμετρο** σε κατάλληλη ρύθμιση για τη μέτρηση της τάσεως στα άκρα (επαφές) της ασφαλειοθήκης.
- (vii) ένα **καλώδιο UTP Cat6** για τη σύνδεση των αισθητήρων αντίστασης PT100 με τα κανάλια του ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος.

Το καλώδιο UTP (Unshielded Twisted Pair) αποτελείται αθωράκιστα καλώδια συστρεμμένων ζευγών και χρησιμοποιούνται κατά κόρον τόσο για μετάδοση φωνής, όσο και για μετάδοση δεδομένων. Το καλώδιο της κατηγορίας 6 είναι φτιαγμένο από τέσσερα ζεύγη περιπλεγμένων μονωμένων μεταλλικών ινών που περιβάλλονται από έναν κοινό μανδύα. Η ίνα αποτελείται από χάλκινο αγωγό με μονωτικό περίβλημα. Οι ίνες έχουν χρωματικό κώδικα (ένα πορτοκαλί, ένα πράσινο, ένα μπλε, ένα καφέ και τέσσερα λευκά) και αριθμούνται από 1 μέχρι 8. Τα βύσματα που χρησιμοποιούνται ονομάζονται τύπου RJ-45. Οι ίνες είναι ανά δύο περιπλεγμένες και σχηματίζουν τέσσερα ζεύγη. Τα ζεύγη αποτελούνται από μια έγχρωμη και μια λευκή ίνα. Για αποφυγή λάθους, οι λευκές ίνες εμφανίζουν και το χρώμα της αντίστοιχης ίνας, σχηματίζοντας έτσι τους συνδυασμούς:

- λευκό-πορτοκαλί
- λευκό-πράσινο
- λευκό-μπλε
- λευκό-καφέ (25)

Ρυθμίσεις

Για την ολοκλήρωση της υλοποίησης της πειραματικής διάταξης, θα πρέπει να τοποθετηθούν στις κατάλληλες θέσεις οι διαθέσιμοι αισθητήρες αντίστασης που θα καταγράψουν τη θερμοκρασιακή μεταβολή κατά τη διαδικασία των μετρήσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι για την τοποθέτηση των αισθητήρων επιλέχθηκαν θέσεις που θεωρούνται ως σημαντικά σημεία απαγωγής θερμότητας.

Έτσι οι δύο αισθητήρες τοποθετούνται στις εξής θέσεις :

Θέση 1: Υποδοχή ασφαλειοθήκης για τη στήριξη της ασφάλειας στη δεξιά πλευρά.

Θέση 2: Ακροδέκτης καλωδίου στο σημείο σύνδεσης του με τη δεξιά πλευρά της βάσης της ασφάλειας.

Επίσης, για τη συνεχή επίβλεψη του ρεύματος που διαρρέει τη διάταξη, η αμπεροτσιμπίδα ρυθμίζεται σε λειτουργία “AC”.

Τέλος, το καταγραφικό μηχάνημα θα πρέπει να ρυθμιστεί στην κατάλληλη λειτουργία, προκειμένου να γίνει η ταυτόχρονη καταγραφή ανά 10 δευτερόλεπτα των μετρήσεων αντίστασης των δύο καναλιών (Ch1–Ch2) στα οποία συνδέονται οι αισθητήρες θερμοκρασίας. Οι συνοπτικές οδηγίες χρήσης του ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος παρατίθενται στο Παράρτημα 1.

3.2 Διαδικασία μετρήσεων

Σε αυτή την παράγραφο θα γίνει η περιγραφή της διαδικασίας των μετρήσεων, για την οποία ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Με τη βοήθεια ειδικής μονωτικής λαβής τοποθετούμε την εκάστοτε ασφάλεια δοκιμής στην εκάστοτε ασφαλειοθήκη.

Βήμα 2: Με τη χρήση κολλητηριού και καλάι, πραγματοποιούμε την κόλληση των δύο αισθητήρων PT100 στις αντίστοιχες θέσεις που αναφέρθηκαν στις ρυθμίσεις της παραγράφου 3.1. Για μία επιτυχημένη κόλληση και την εξασφάλιση καλής αγωγιμότητας η μύτη του κολλητηριού πρέπει είναι καθαρή, δεν πρέπει να έχει χρώμα μαύρο ή καφέ αλλά ασημένιο, για να εφαρμοστεί εκεί λίγο καλάι.

Βήμα 3: Ενεργοποιούμε το ψηφιακό πολύμετρο και το ρυθμίζουμε στη λειτουργία βολτομέτρου για εναλλασσόμενο ρεύμα.

Βήμα 4: Τοποθετούμε και ενεργοποιούμε την αμπεροτσιμπίδα στην κατάλληλη θέση ρυθμισμένη για λειτουργία “AC”, με την οποία ελέγχεται το ρεύμα καθ’ όλη τη διάρκεια της δοκιμής.

Βήμα 5: Τοποθετούμε την θερμοκάμερα σε κατάλληλη θέση, με την απαραίτητη εστίαση, στοχεύοντας ως σημεία μέτρησης της θερμοκρασίας τις θέσεις των δύο αισθητήρων.

Βήμα 6: Τροφοδοτούμε με ρεύμα την πειραματική διάταξη μέσω του αυτομετασχηματιστή ρυθμίζοντας ταυτόχρονα το ρεύμα στην εκάστοτε επιθυμητή τιμή.

Βήμα 7: Επιλέγουμε από το μενού ρυθμίσεων εικόνας της θερμοκάμερας “autocapture” τη λήψη στιγμιότυπων ανά 10 s,(360/h), και πατώντας την επιλογή “start sequence” από το μενού, εκκινείται η λήψη στιγμιότυπων.

Βήμα 8: Καταγράφουμε τις ενδείξεις των δύο καναλιών (Ch1–Ch2) του ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος Paperless Recorder VR18. Αυτό γίνεται παρακολουθώντας την μέτρηση από τη λειτουργία real time viewer του καταγραφικού, το οποίο έχουμε συνδέσει με τον υπολογιστή.

Βήμα 9: Μετά το πέρας των μετρήσεων απενεργοποιούμε την πειραματική

διάταξη μέσω του αυτομετασχηματιστή.

Βήμα 10: Μεταφέρουμε τα δεδομένα της μέτρησης από την θερμοκάμερα και το καταγραφικό. Από το καταγραφικό, με τη δημιουργία DDE link οι αντίστοιχες μετρήσεις της θερμοκρασίας μεταφέρονται σε ένα αρχείο excel. Από τη θερμοκάμερα μεταφέρουμε τα στιγμιότυπα που έχουν αποθηκευτεί από την κάρτα μνήμης της, στον υπολογιστή.

4

Επεξεργασία μετρήσεων

4.1 Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας

Κατά τη διάρκεια όλων των δοκιμών η θερμοκρασία των προς εξέταση σημείων λαμβάνονταν από δύο καταγραφικά όργανα, μίας θερμογραφικής κάμερας και ενός ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν ανά 10s για μία ώρα, όσο δηλαδή διαρκούσε κάθε δοκιμή. Στην παράγραφο 4.1.1 οι τιμές θα παρουσιαστούν σε διαγράμματα θερμοκρασίας-χρόνου ως εξής:

A) Διάγραμμα θερμοκρασίας-χρόνου από τη θερμογραφική κάμερα

B) Διάγραμμα θερμοκρασίας-χρόνου από το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα

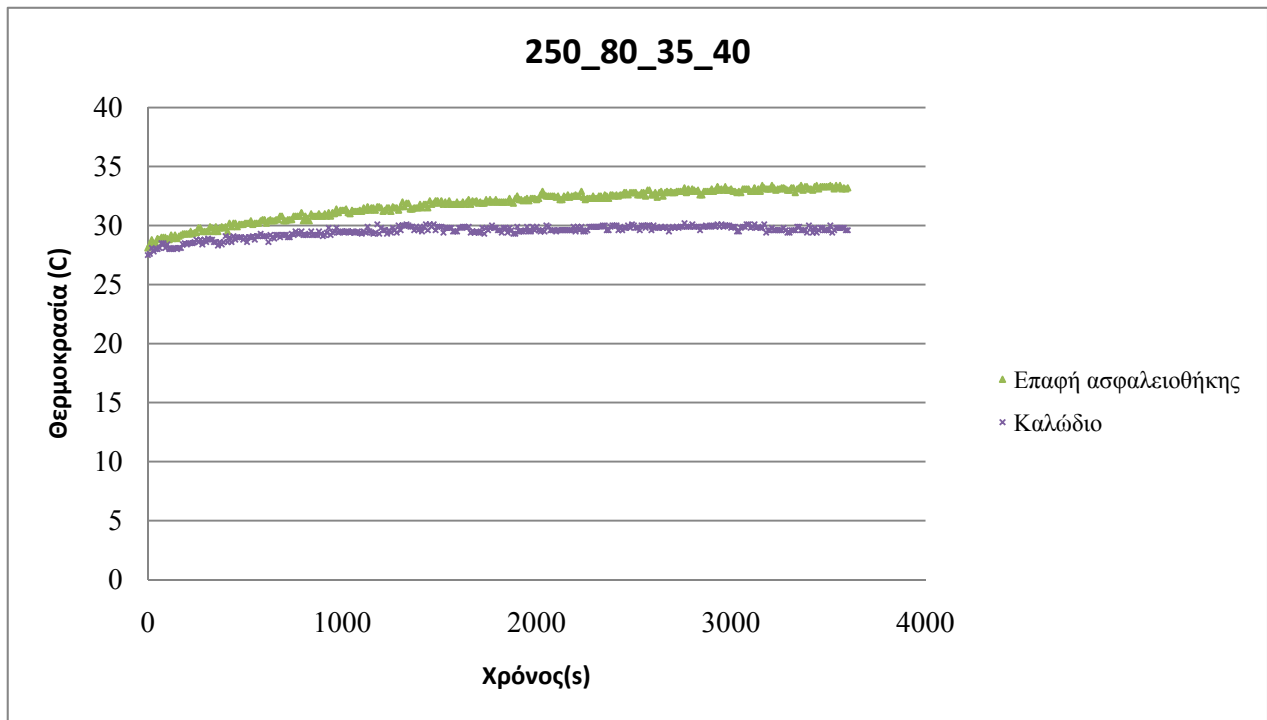
Σημειώσεις:

- 1) Η ονομασία του κάθε πειράματος ακολουθεί το εξής πρότυπο:
ονομαστικό ρεύμα ασφαλειοθήκης_ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας_διατομή καλωδίου_ρεύμα τροφοδοσίας.
π.χ.**250**(ασφαλειοθήκη)_**125**(ασφάλεια)_**120**(καλώδιο)_**125**(ρεύμα τροφοδοσίας)
- 2) Σε αρκετές από τις δοκιμές παρατίθεται το διάγραμμα όπως αυτό προκύπτει απευθείας από το λογισμικό του ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος ώστε ο αναγνώστης να αποκτήσει μια ακριβέστερη εικόνα του οργάνου μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε. Στις υπόλοιπες παρατίθεται το διάγραμμα όπως προέκυψε κατόπιν επεξεργασίας των δεδομένων σε Microsoft Excel.
- 3) Στην 4.1.3 θα παρουσιαστούν ενδεικτικά κάποια στιγμιότυπα από τη θερμογραφική κάμερα. Ωστόσο, τα διαγράμματα που ακολουθούν στην παρούσα παράγραφο αποτελούν αποτέλεσμα των δεδομένων όλων των φωτογραφιών (361 στιγμιότυπα) μετά την επεξεργασία τους σε Microsoft Excel.

4.1.1 Γραφικές παραστάσεις θερμοκρασίας-χρόνου από τη θερμογραφική κάμερα και το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα

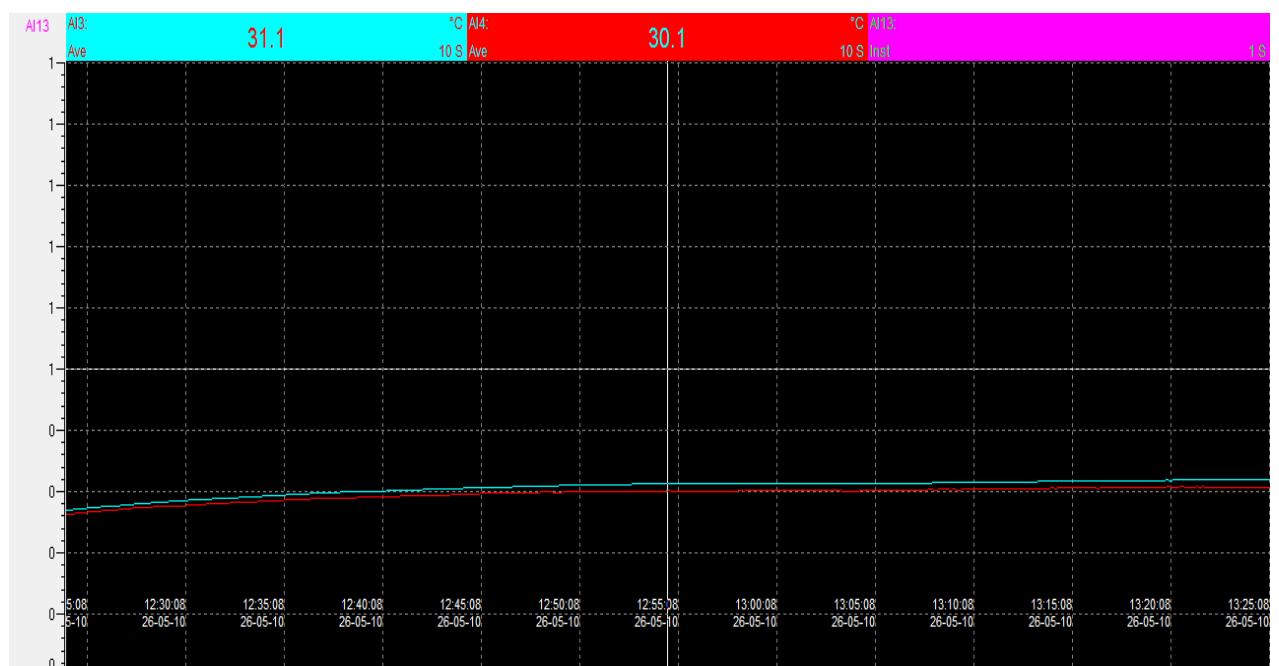
4.1.1.1 Ασφαλειοθήκη ονομαστικού ρεύματος 250 A

A)

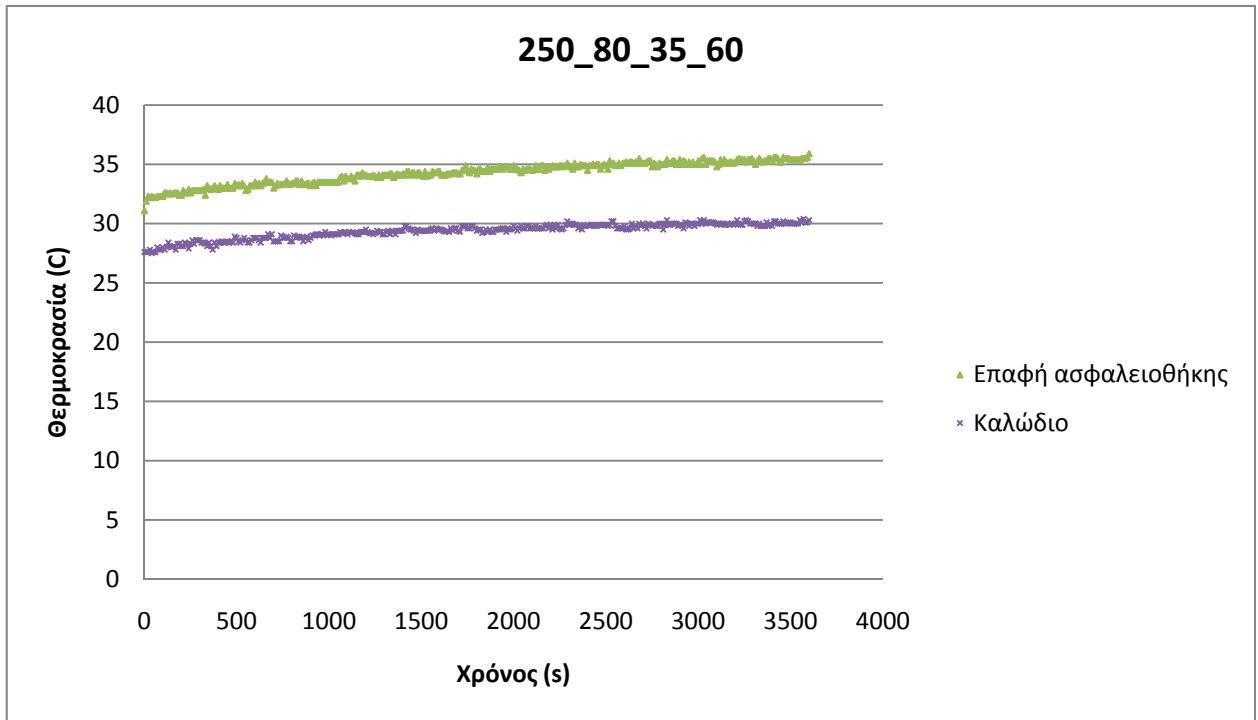


B)

επαφή ασφαλειοθήκης καλώδιο

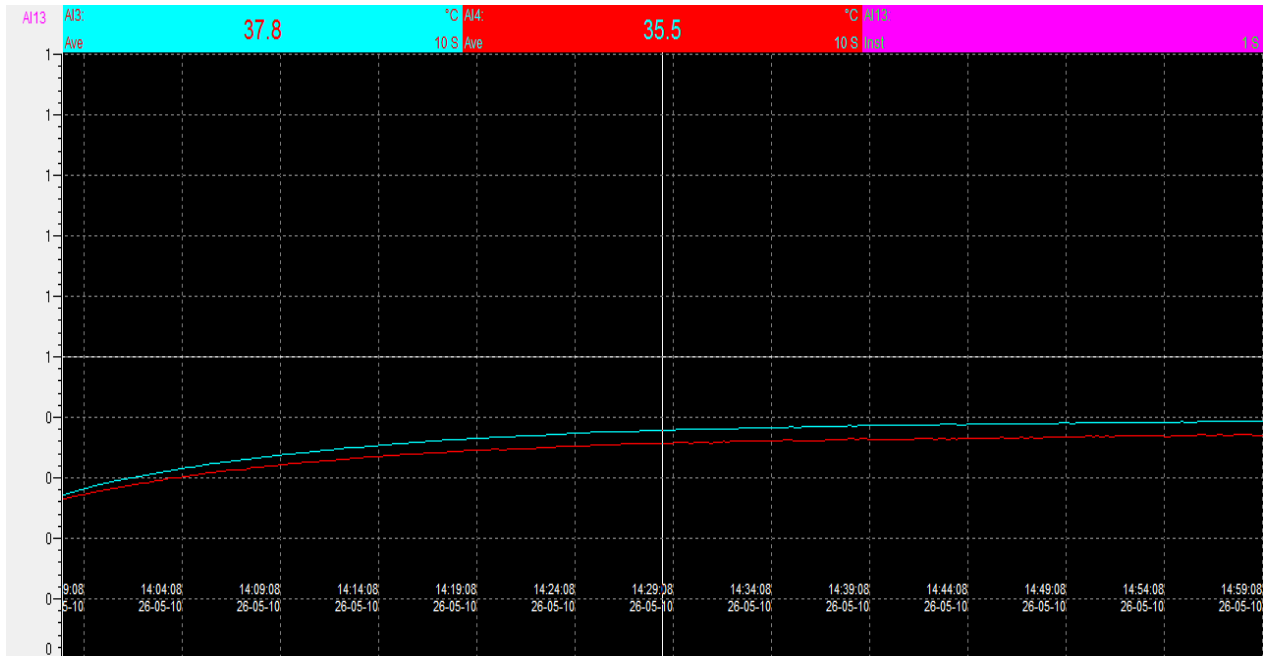


A)



B)

επαφή ασφαλειοθήκης καλώδιο

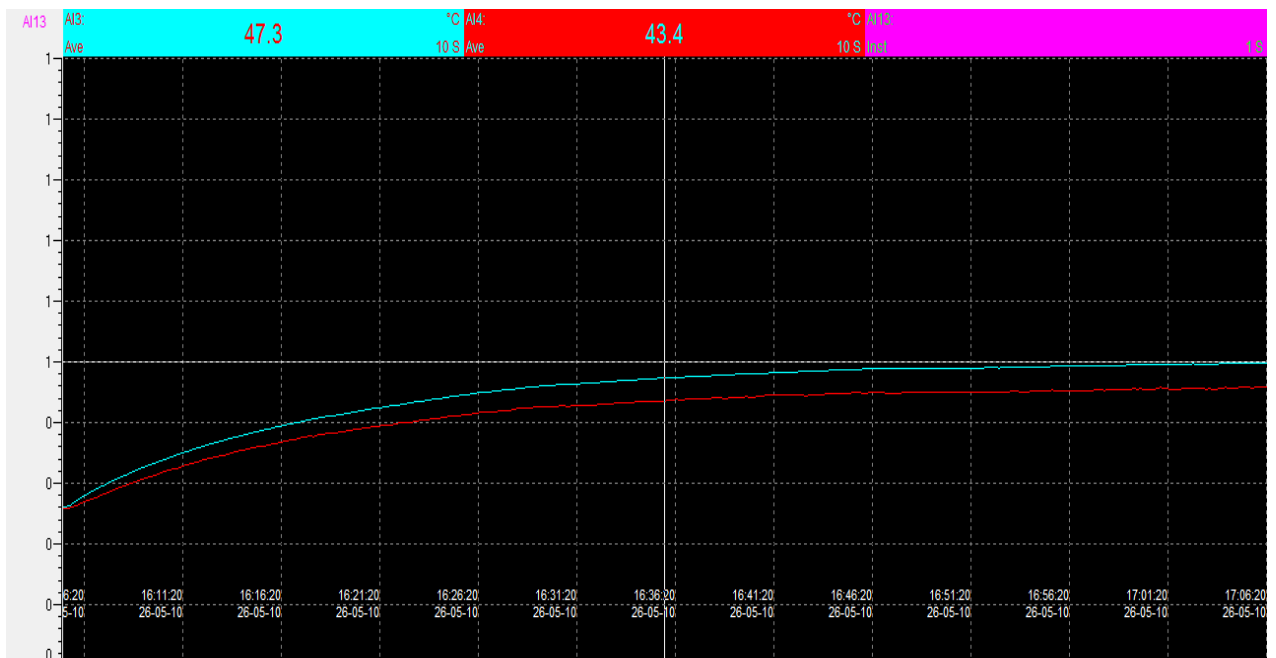


A)

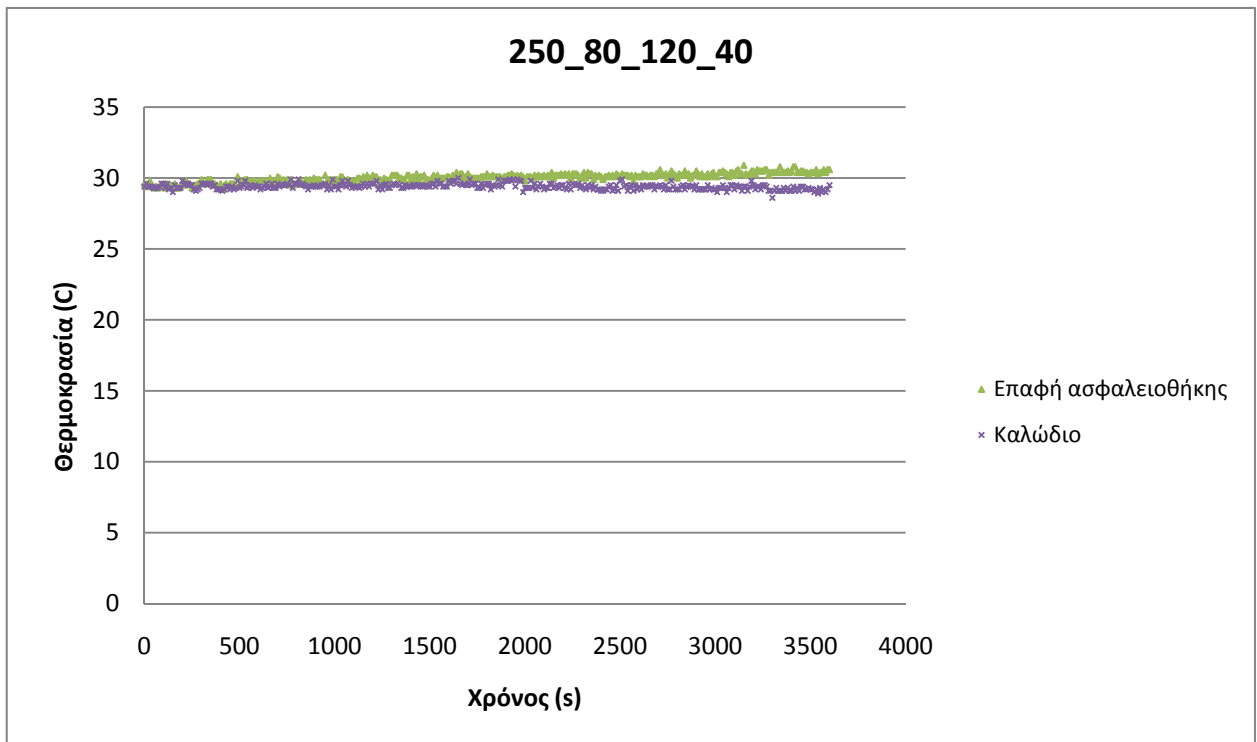


B)

επαφή ασφαλειοθήκης καλώδιο

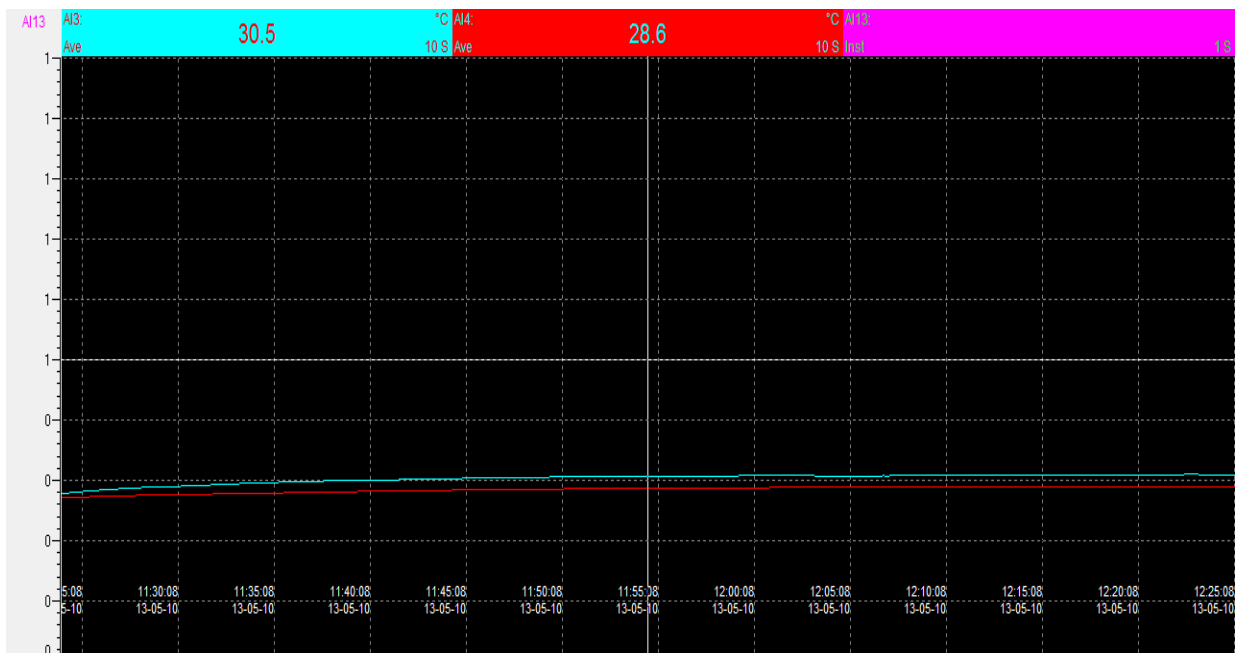


A)

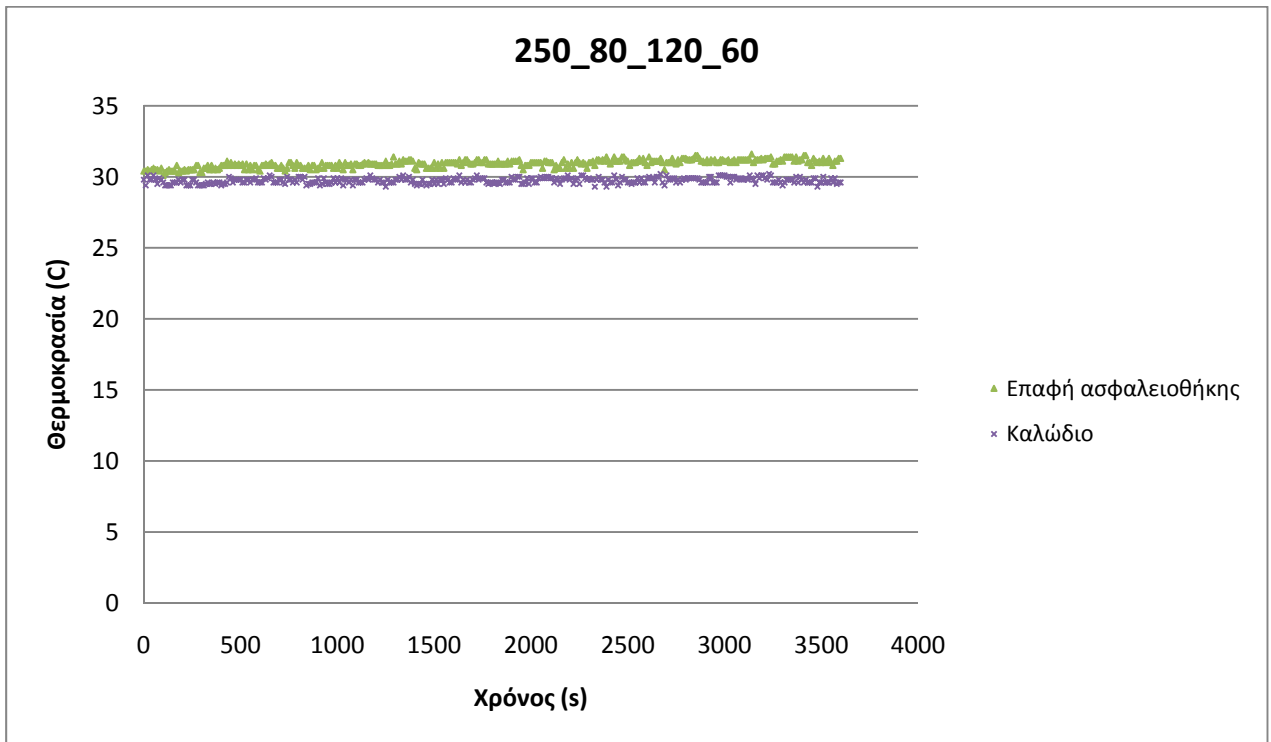


B)

επαφή ασφαλειοθήκης καλώδιο

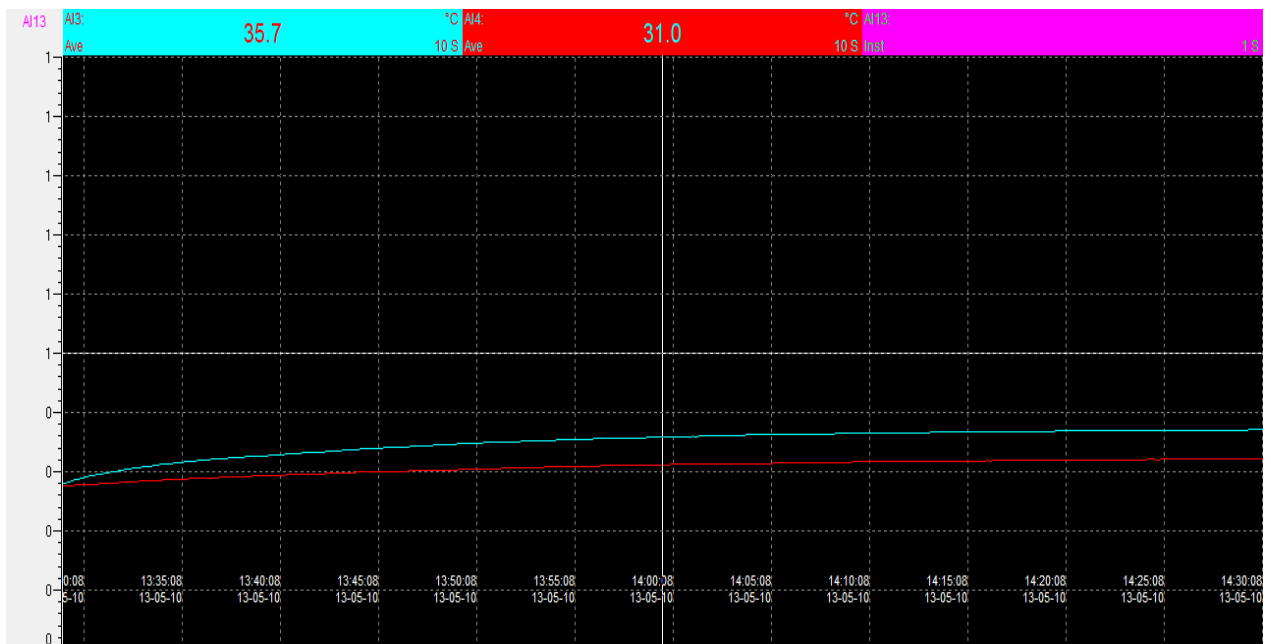


A)

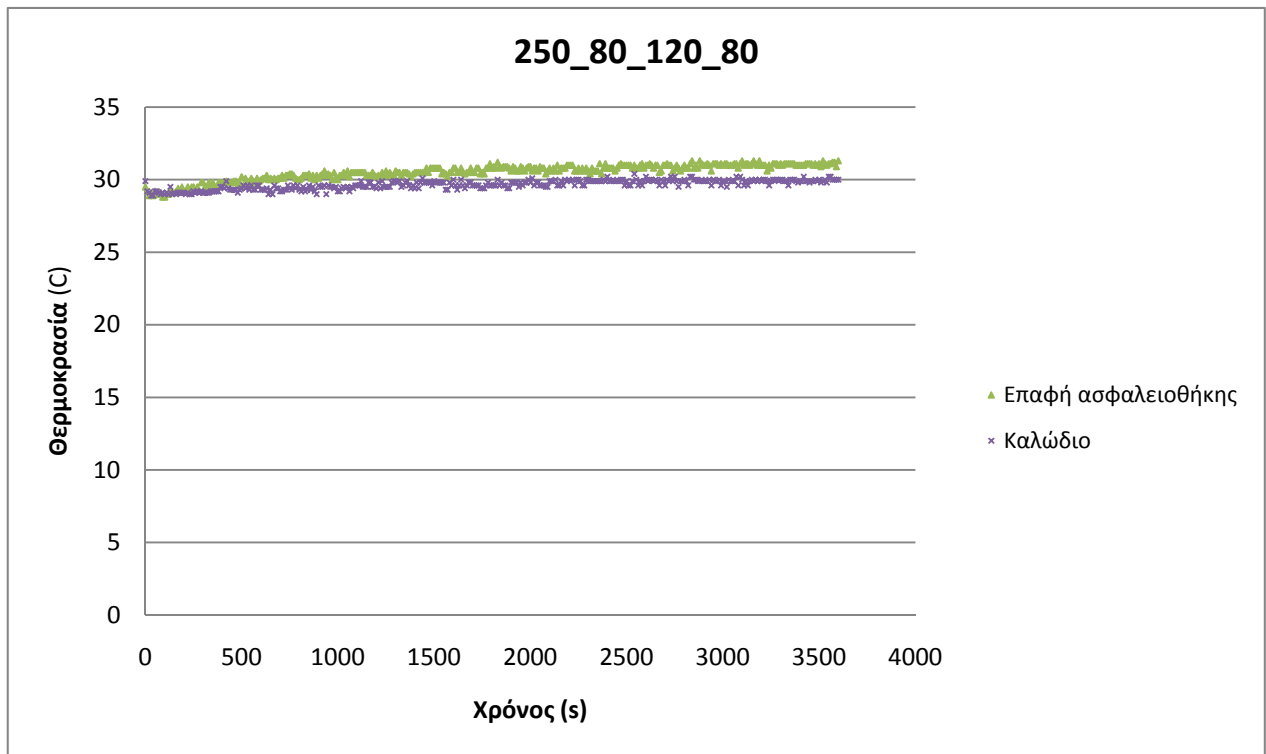


B)

επαφή ασφαλειοθήκης καλώδιο

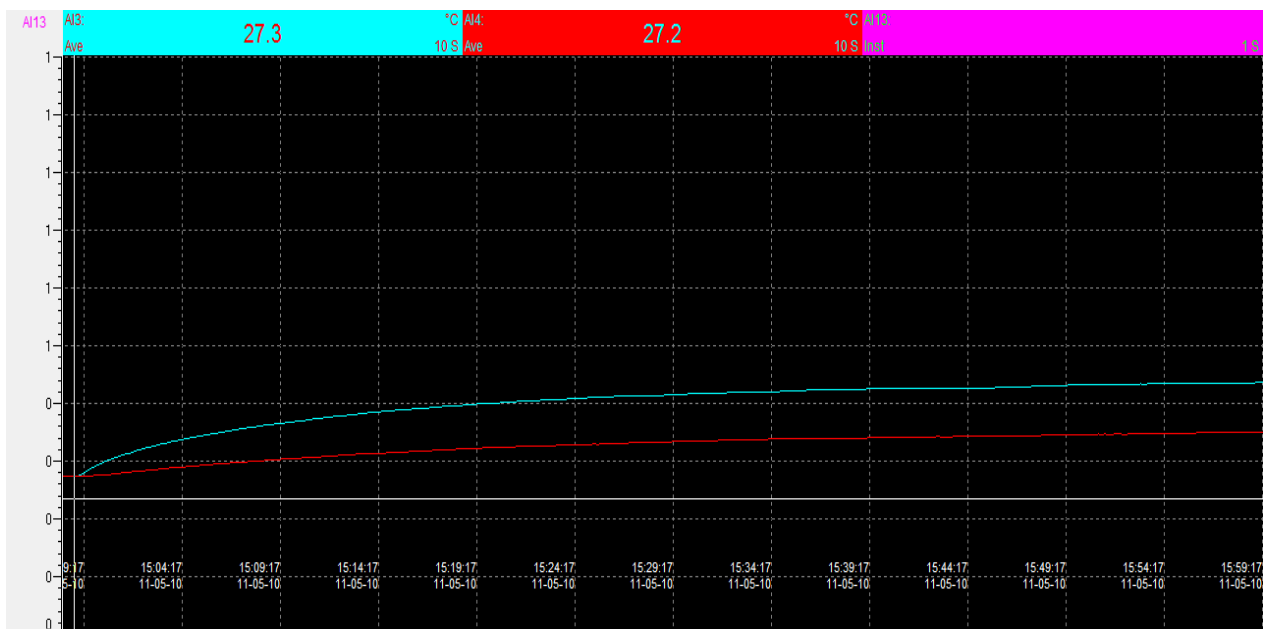


A)

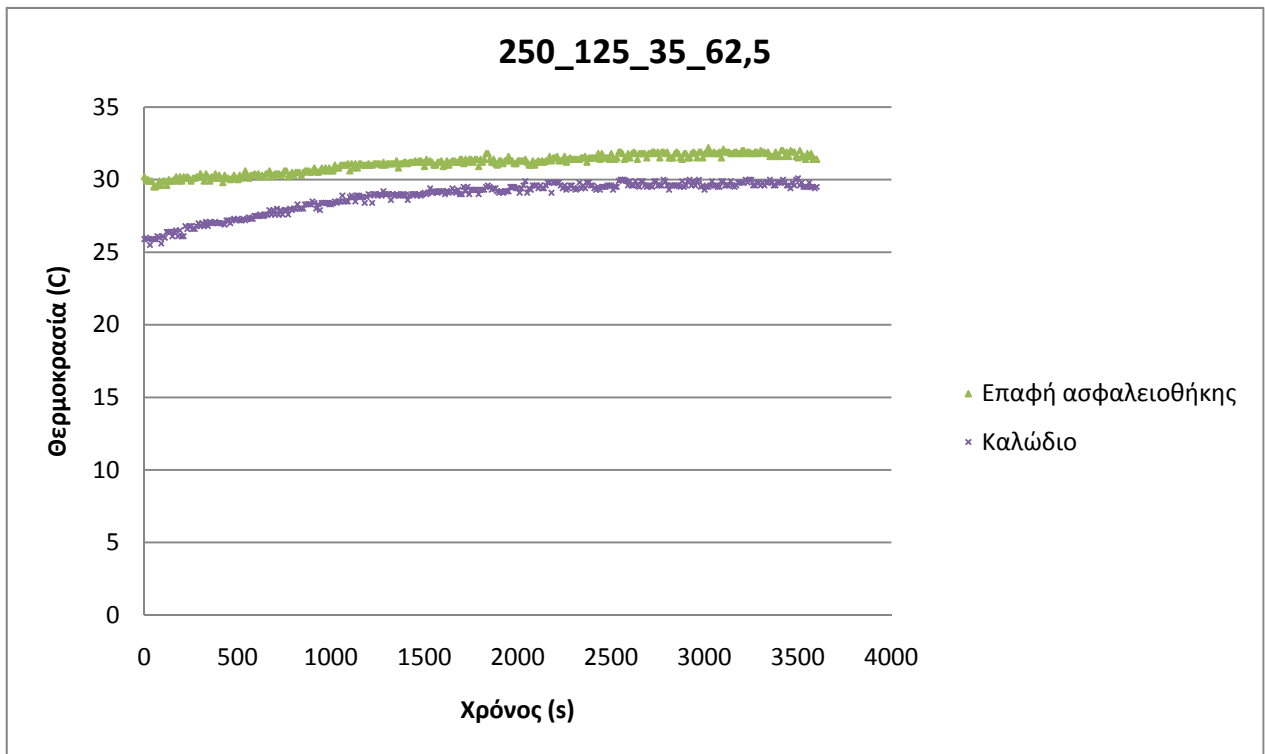


B)

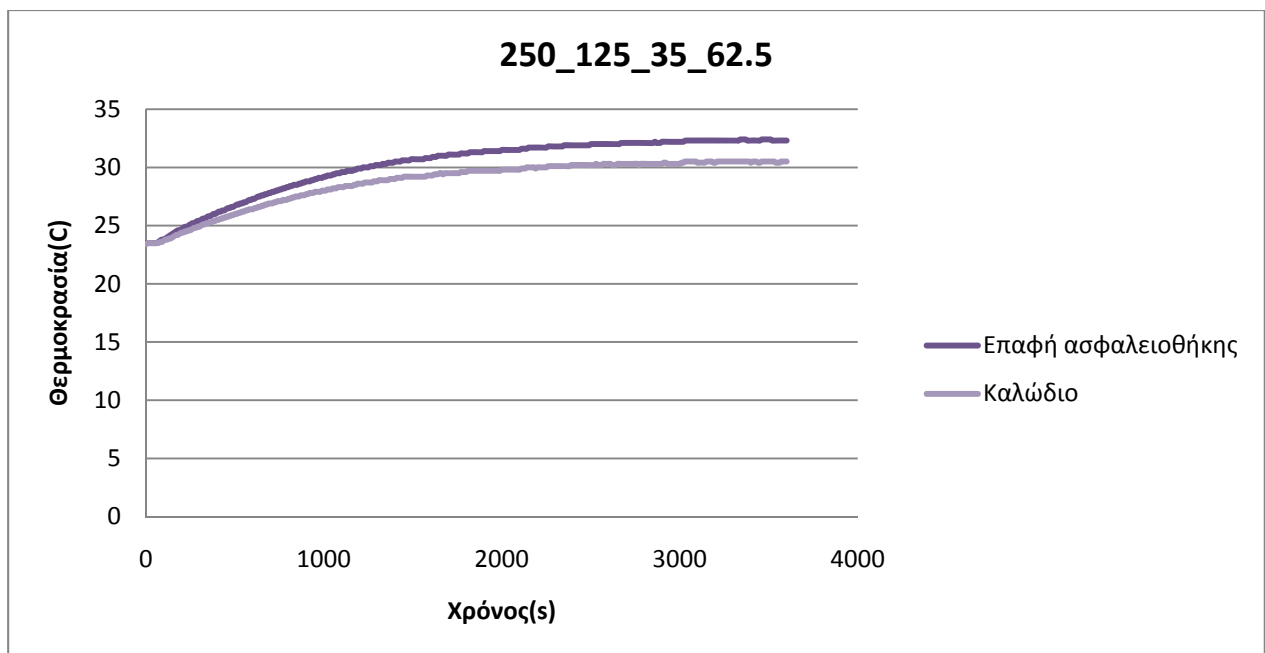
επαφή ασφαλειοθήκης καλώδιο



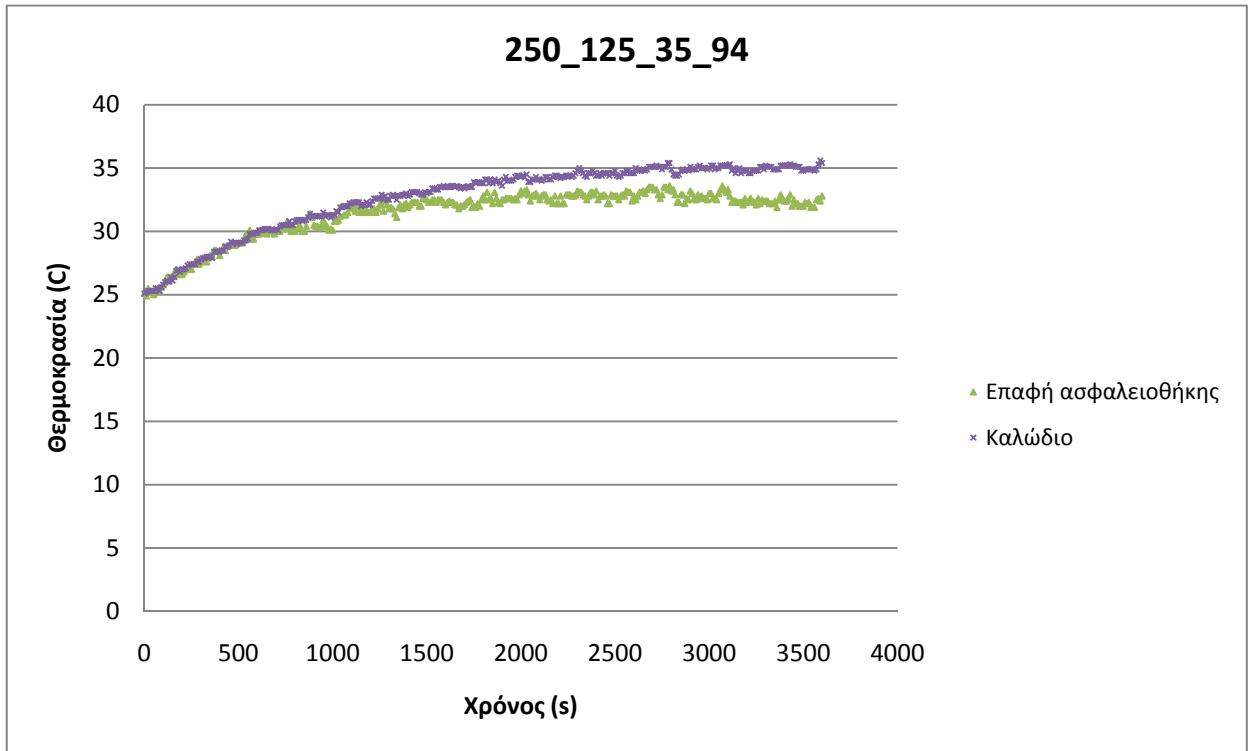
A)



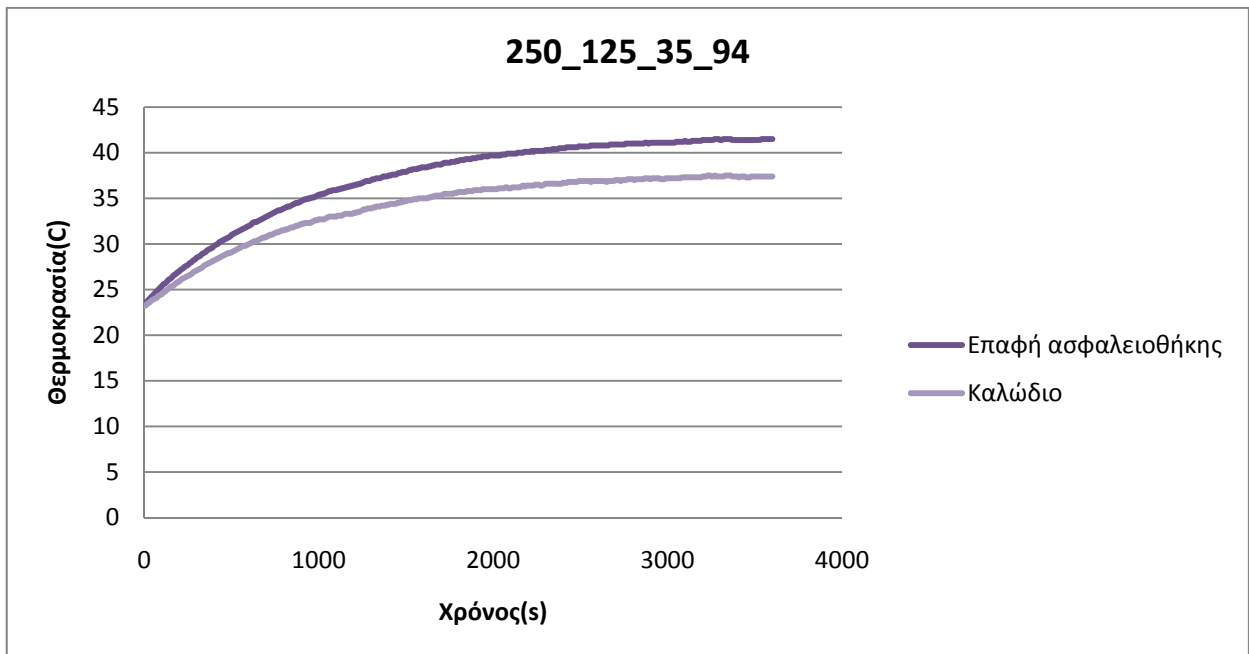
B)



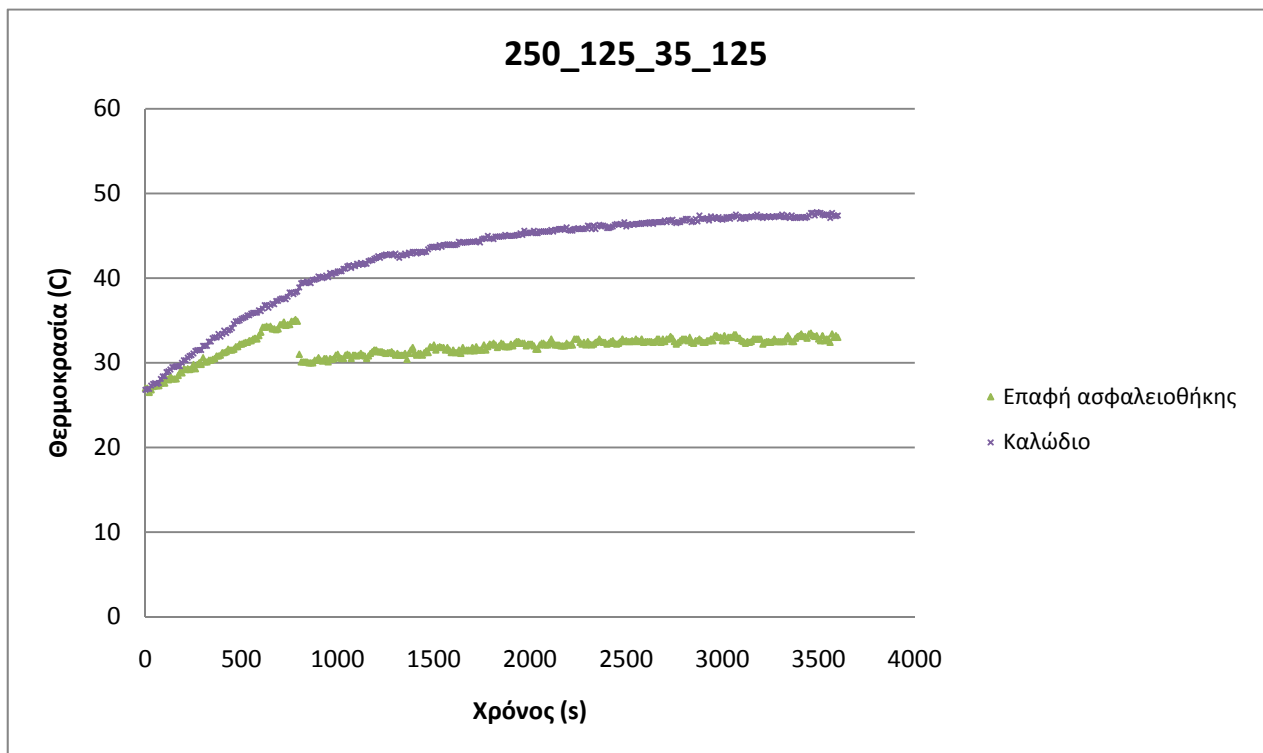
A)



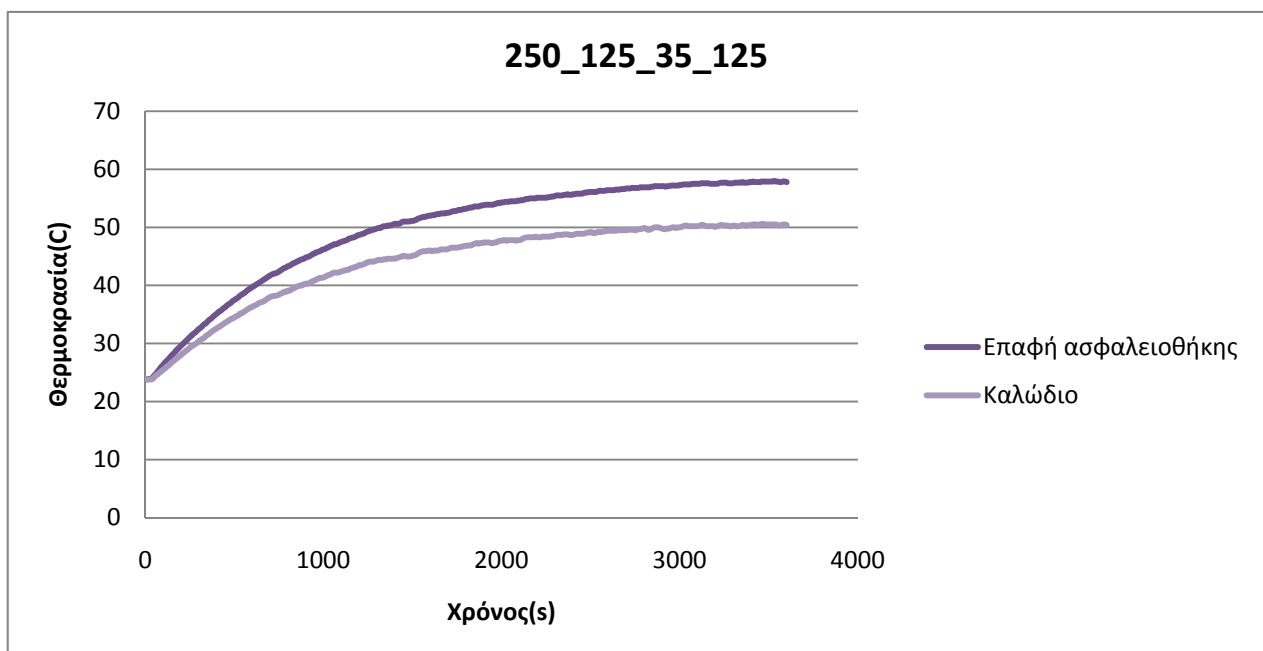
B)



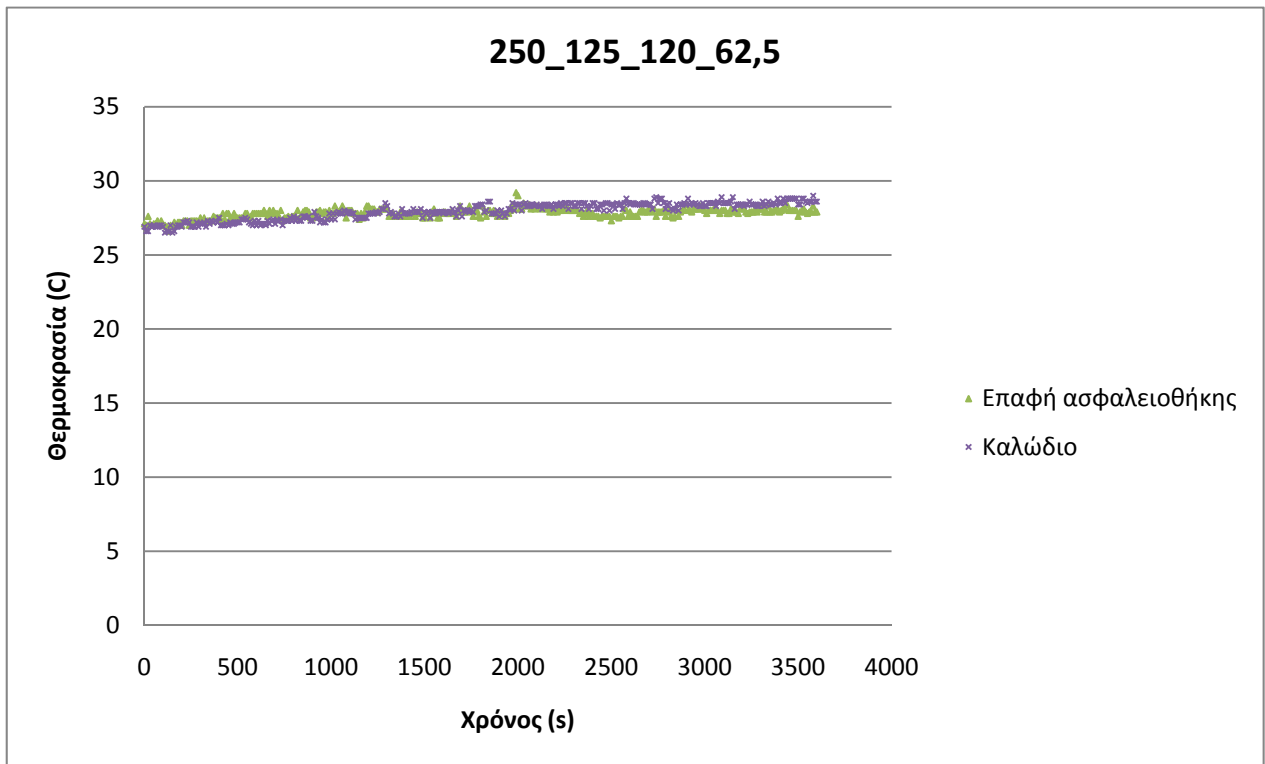
A)



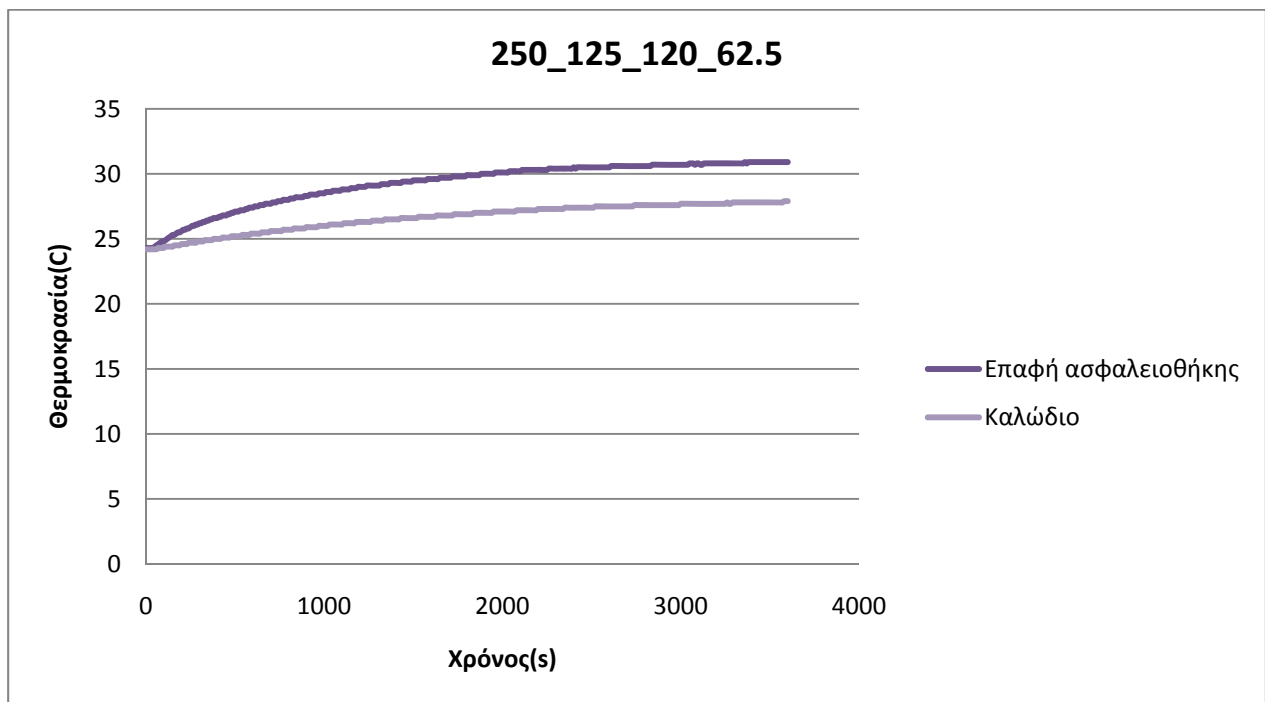
B)



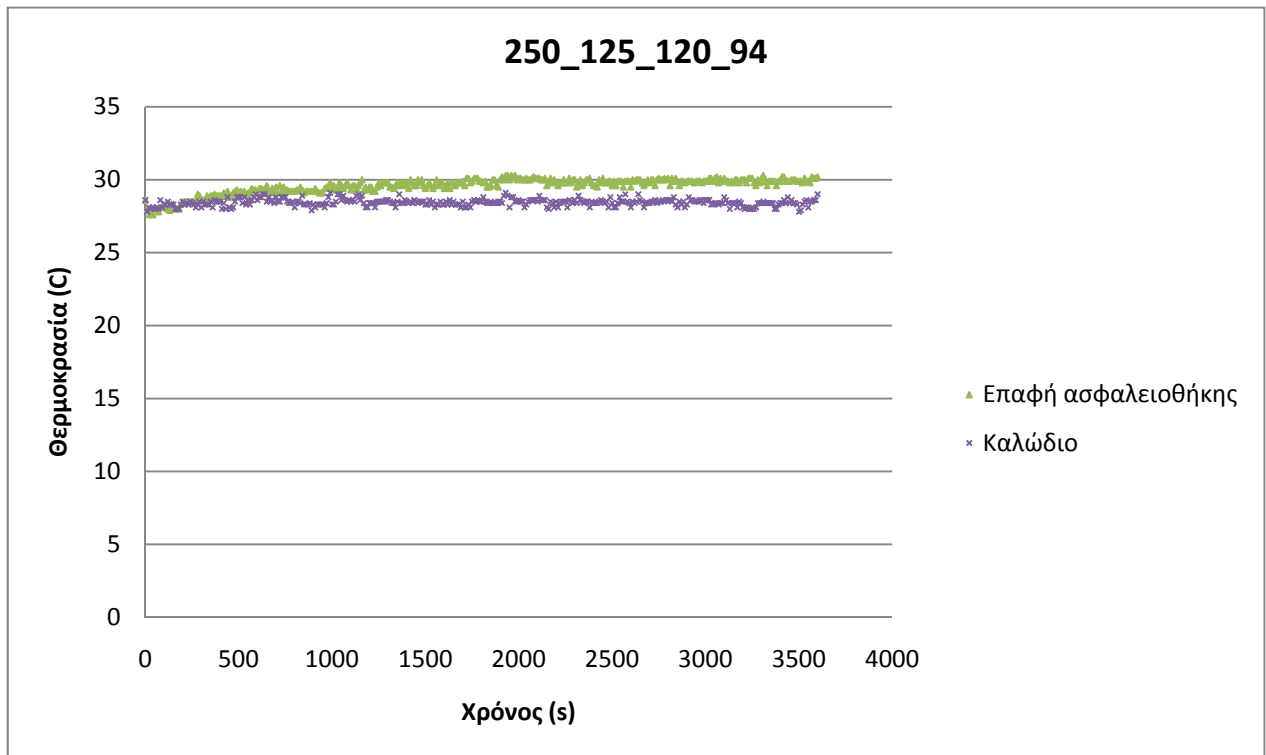
A)



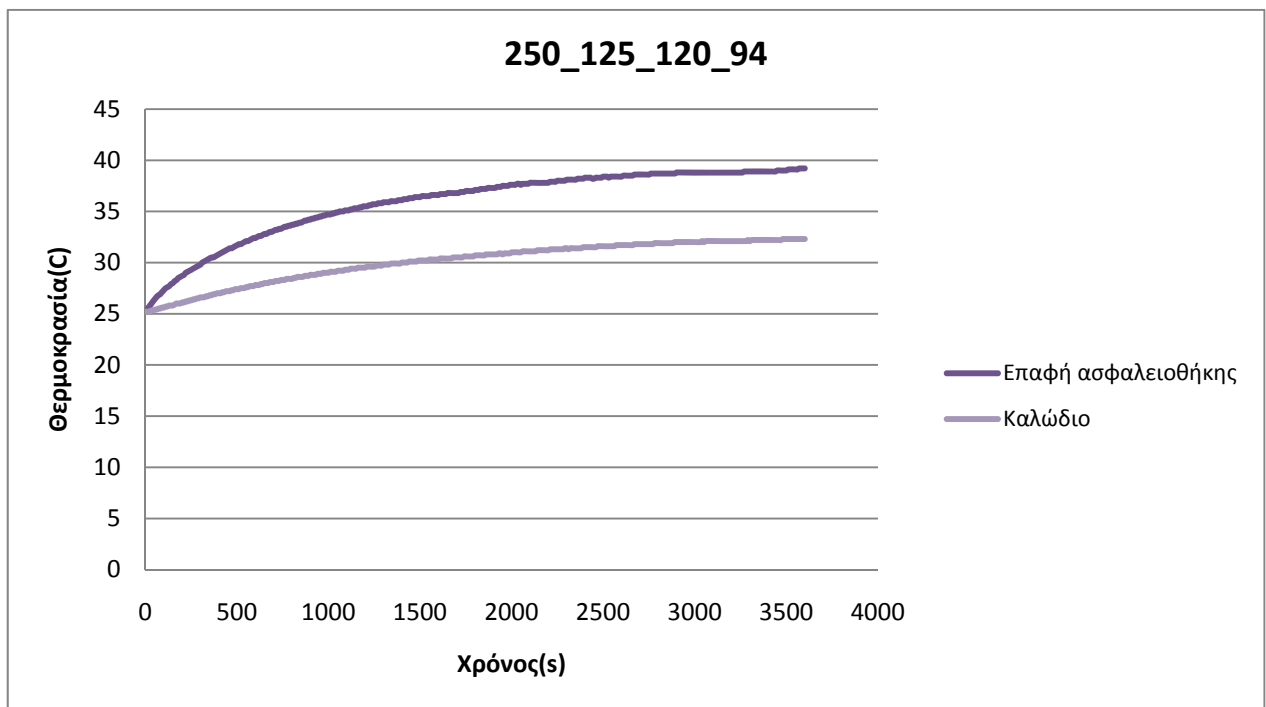
B)



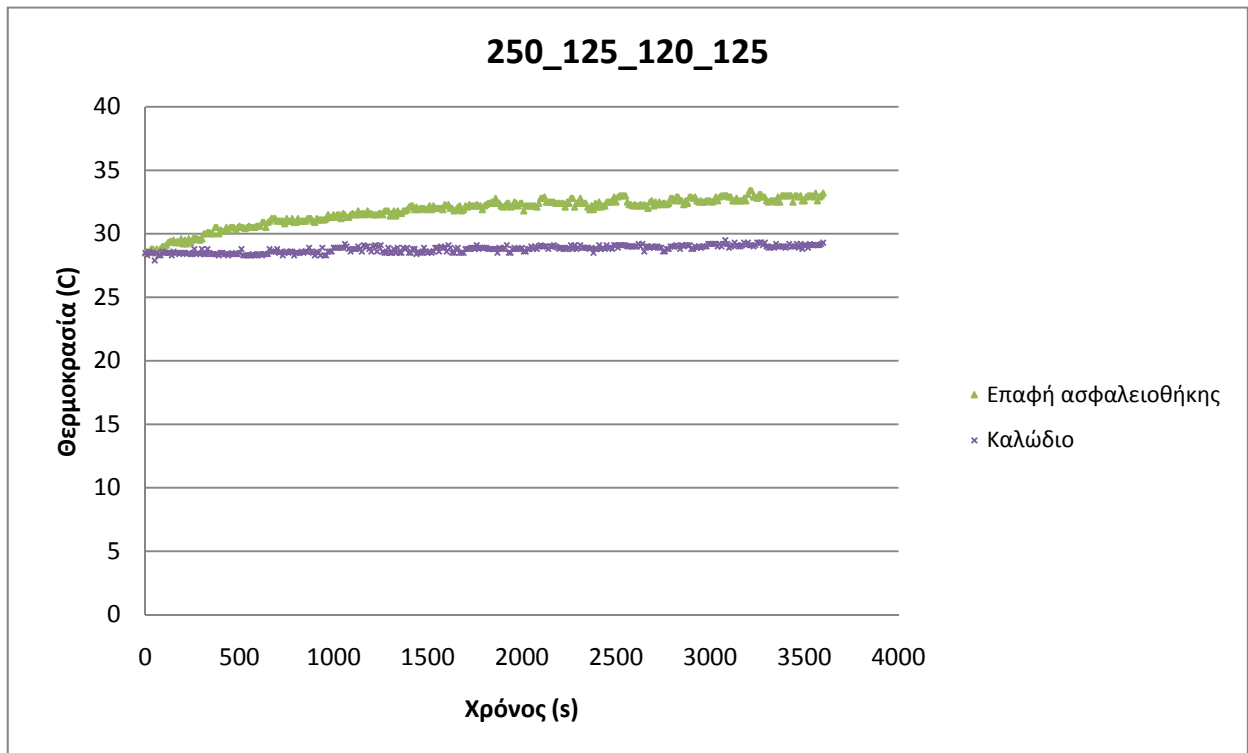
A)



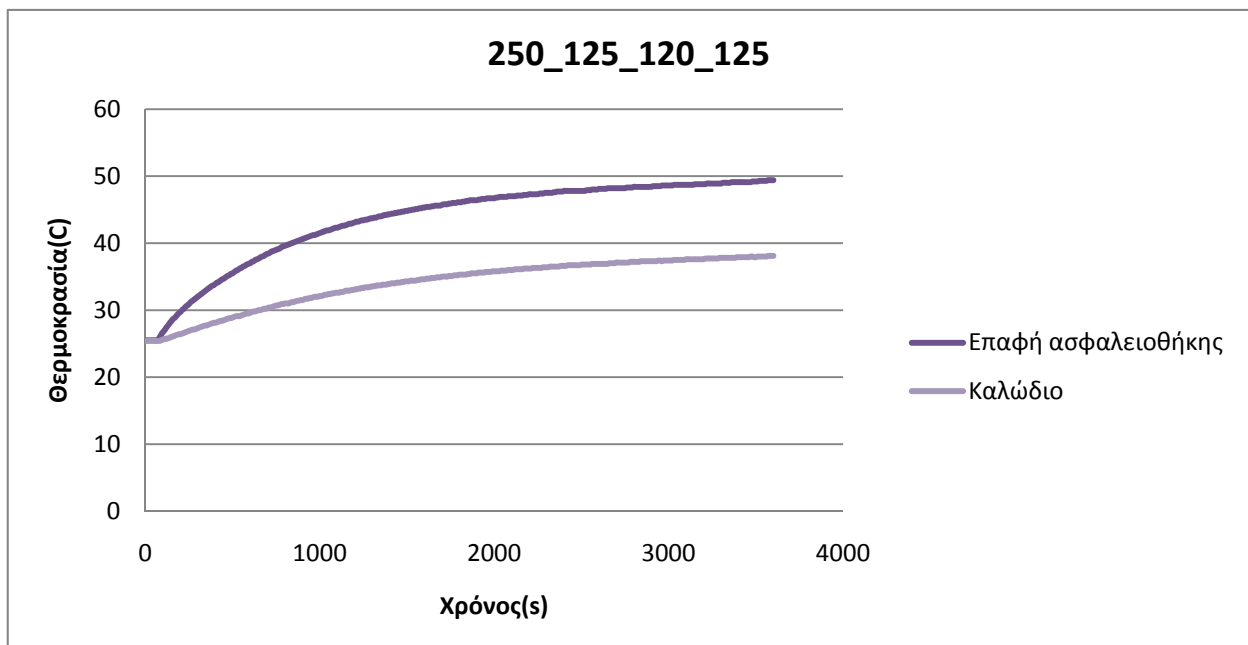
B)



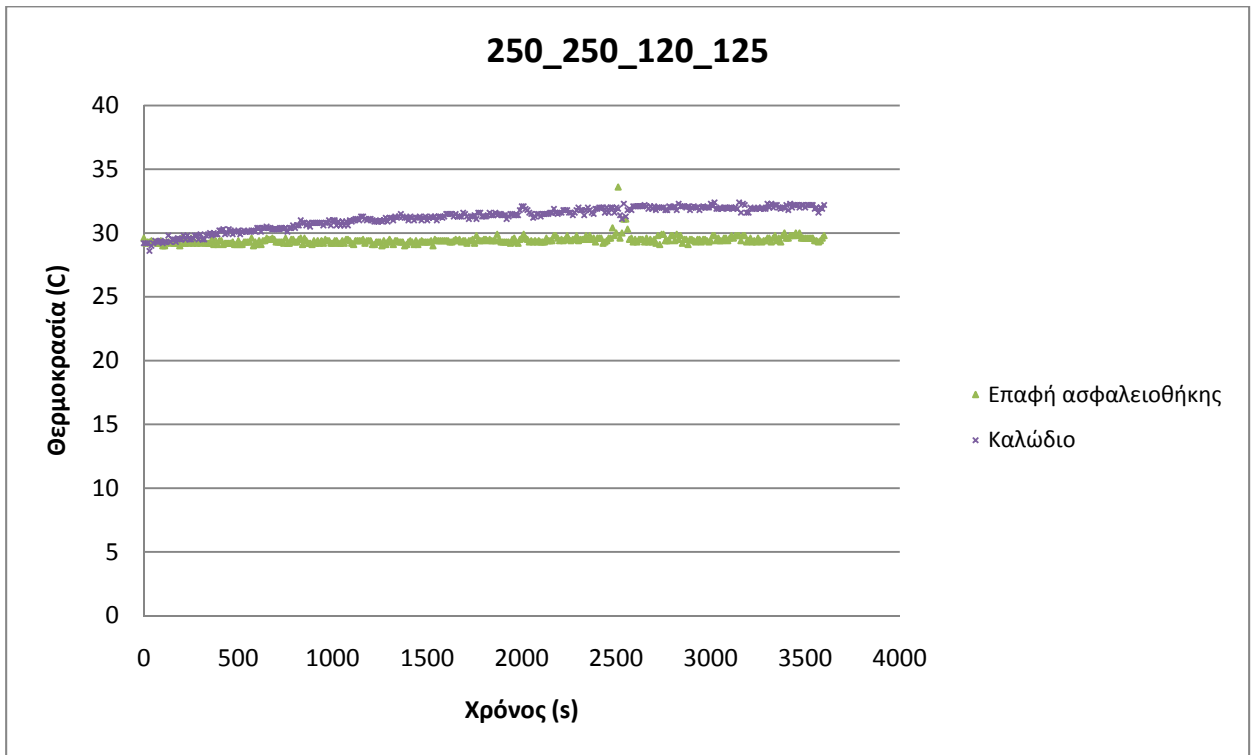
A)



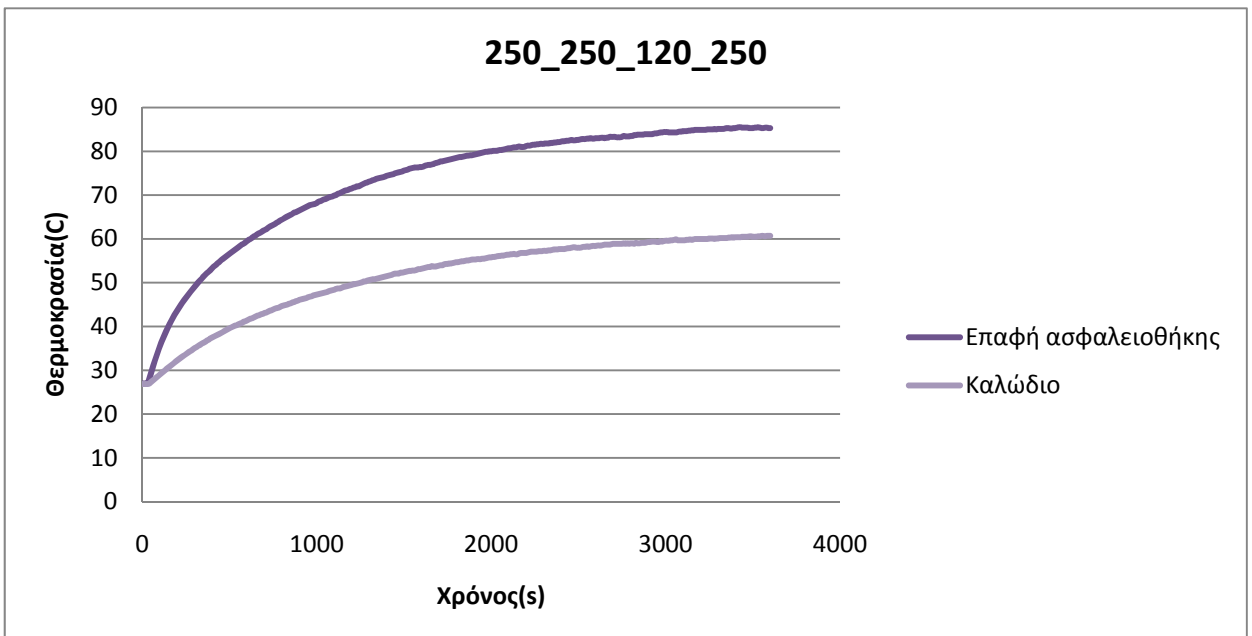
B)



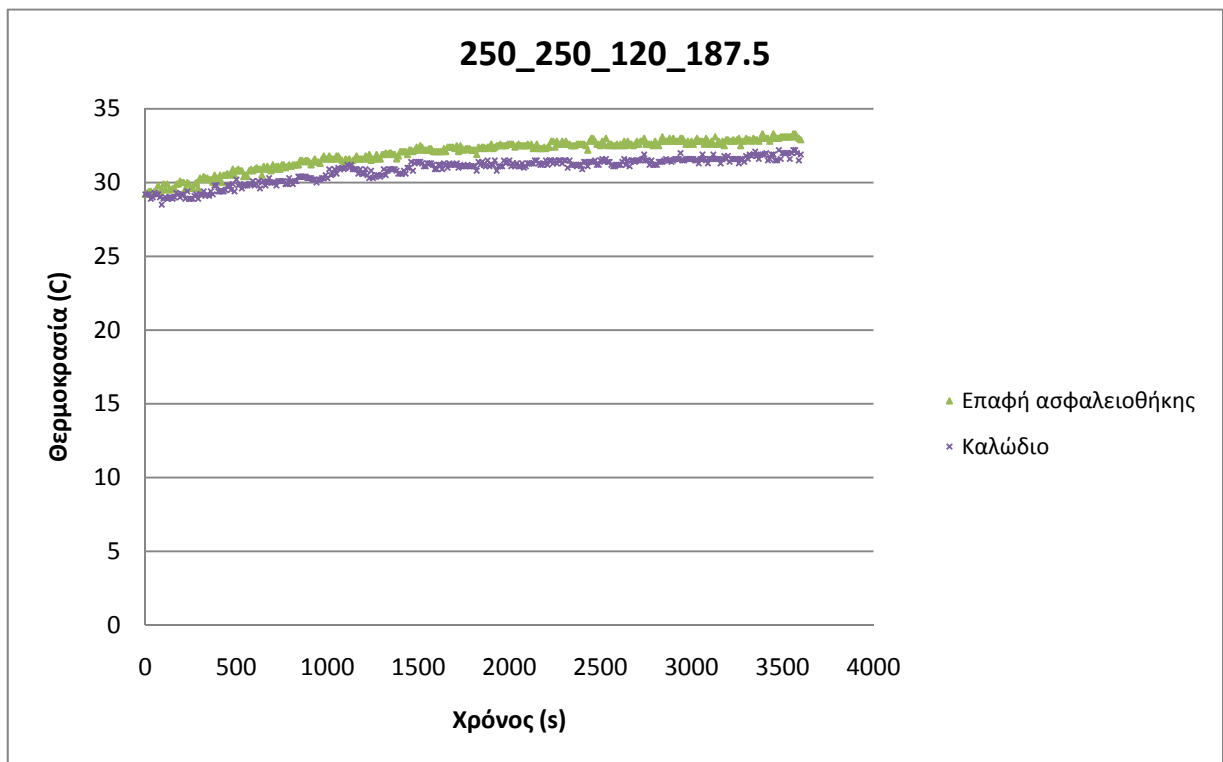
A)



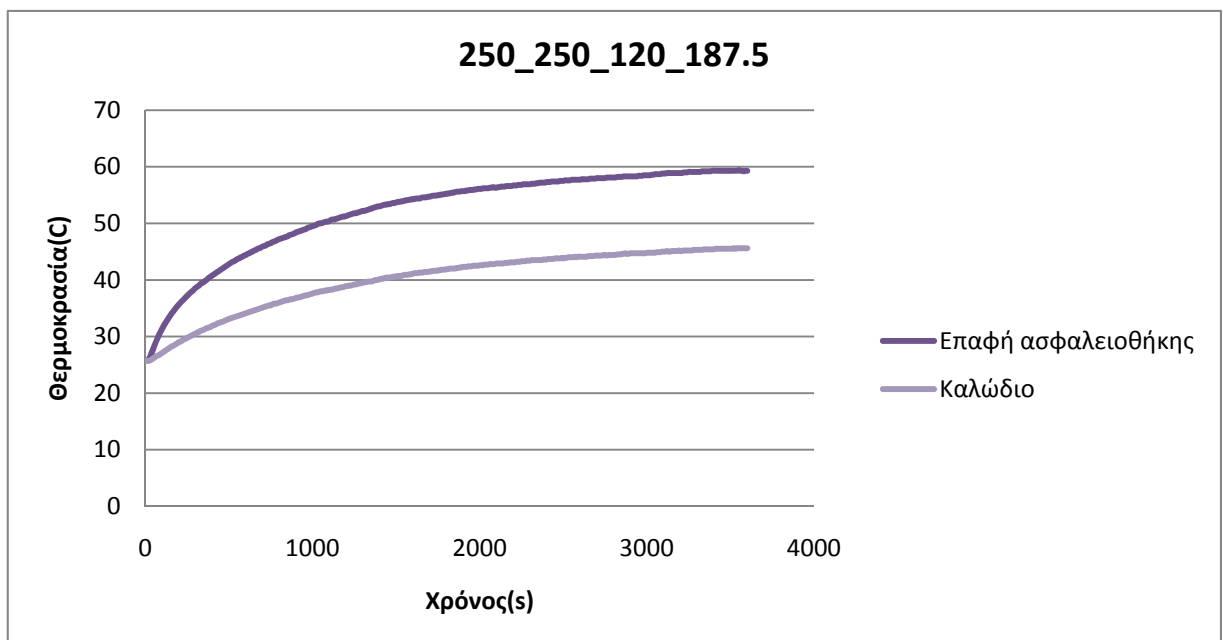
B)



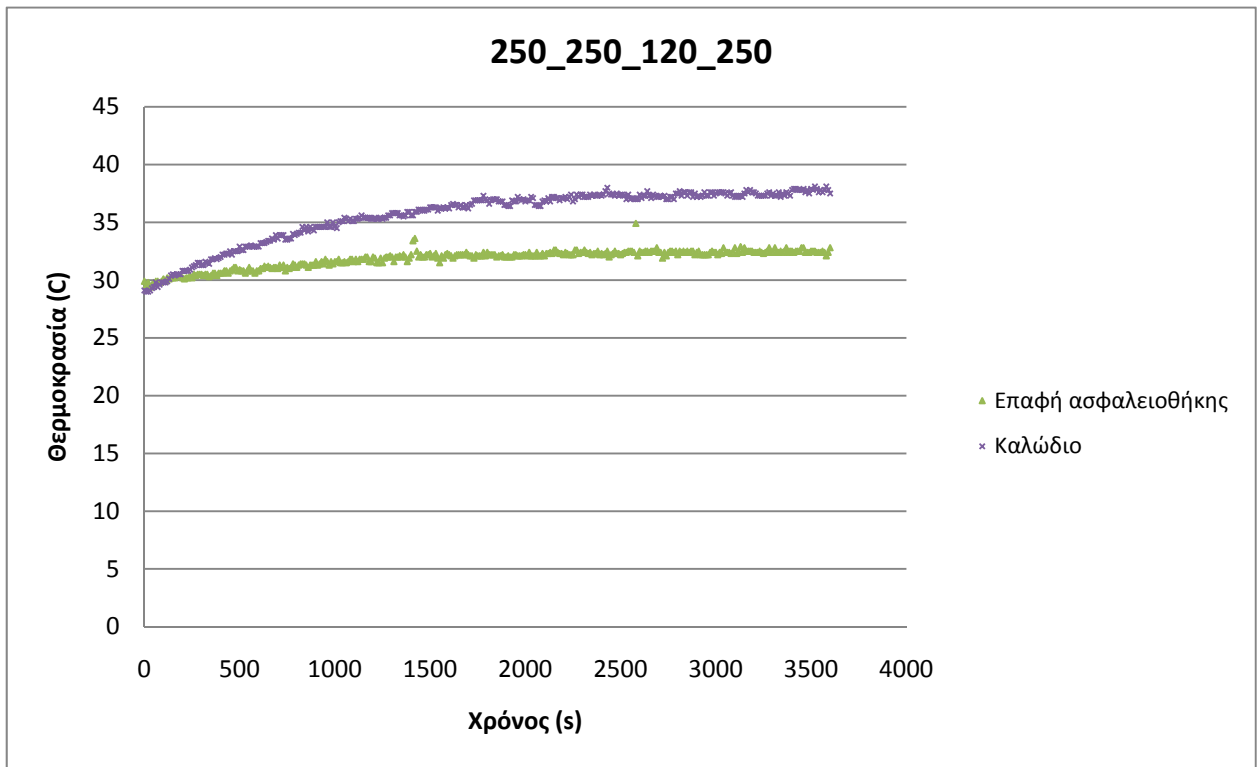
A)



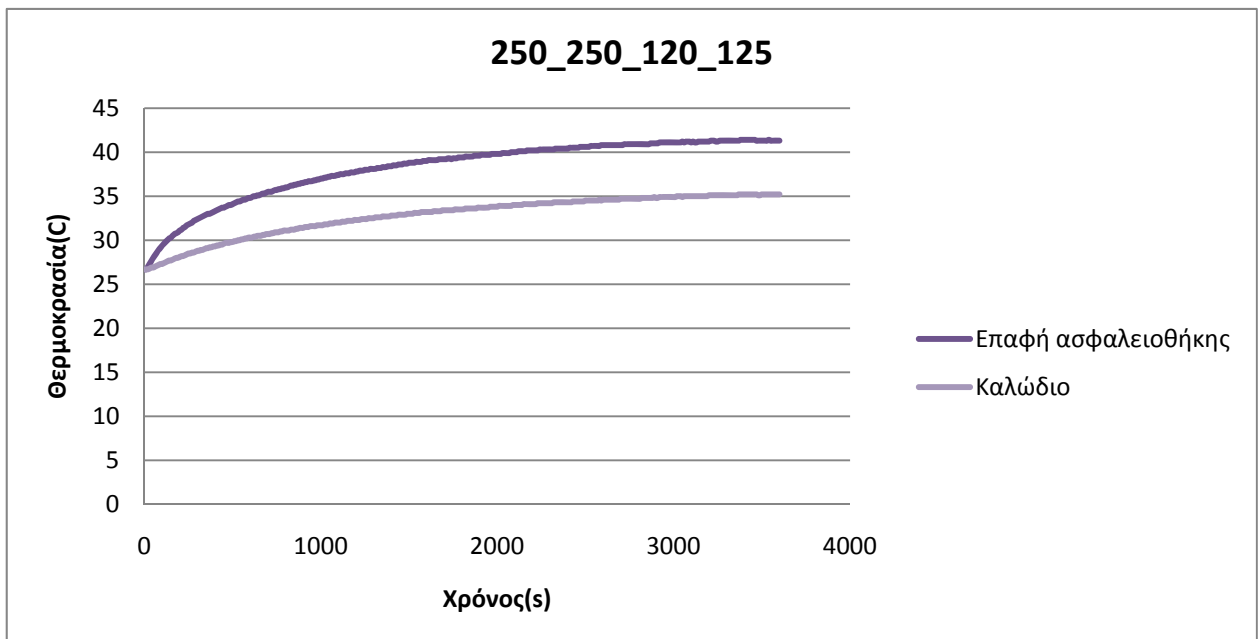
B)



A)

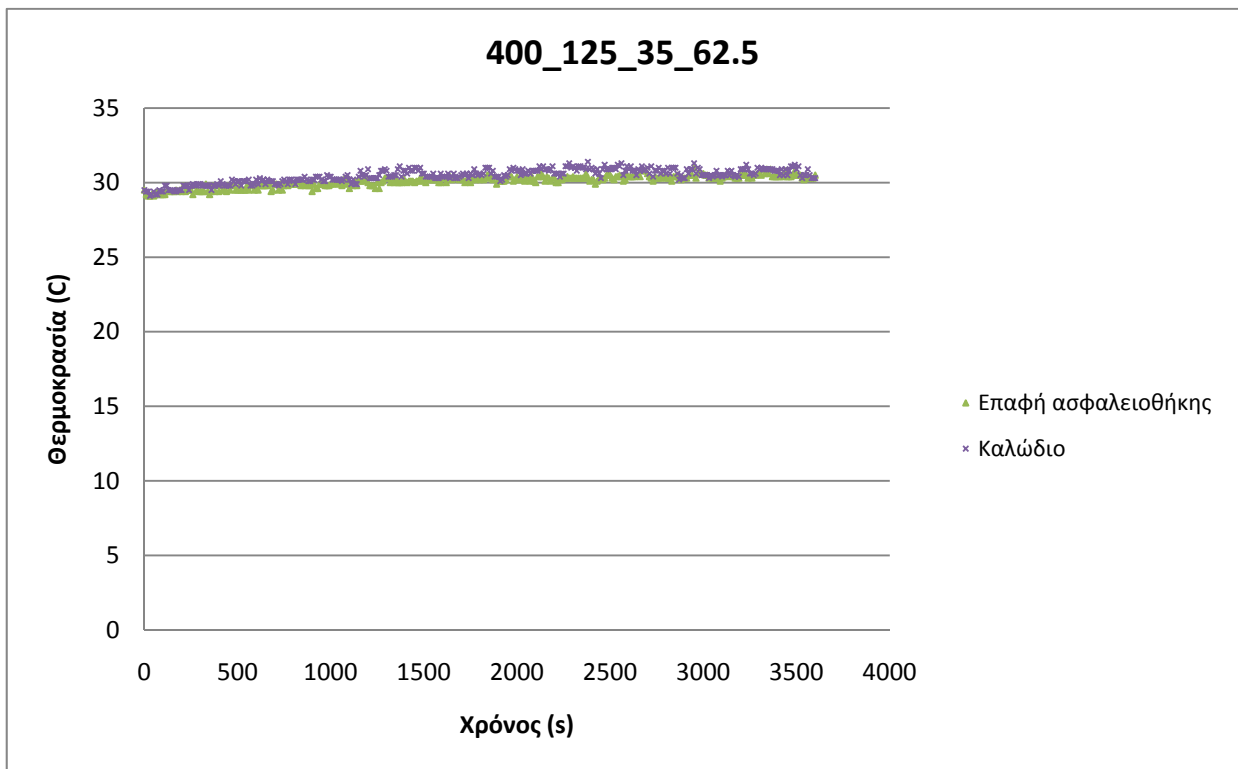


B)



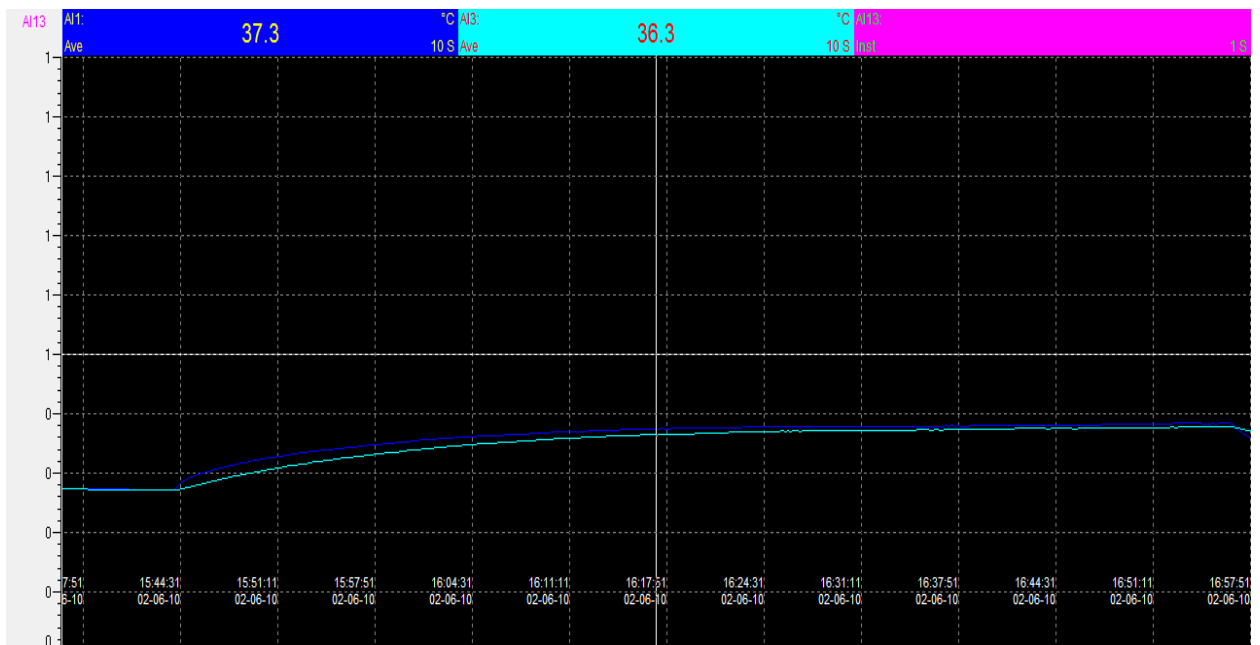
4.1.1.2 Ασφαλειοθήκη ονομαστικού ρεύματος 400 A

A)

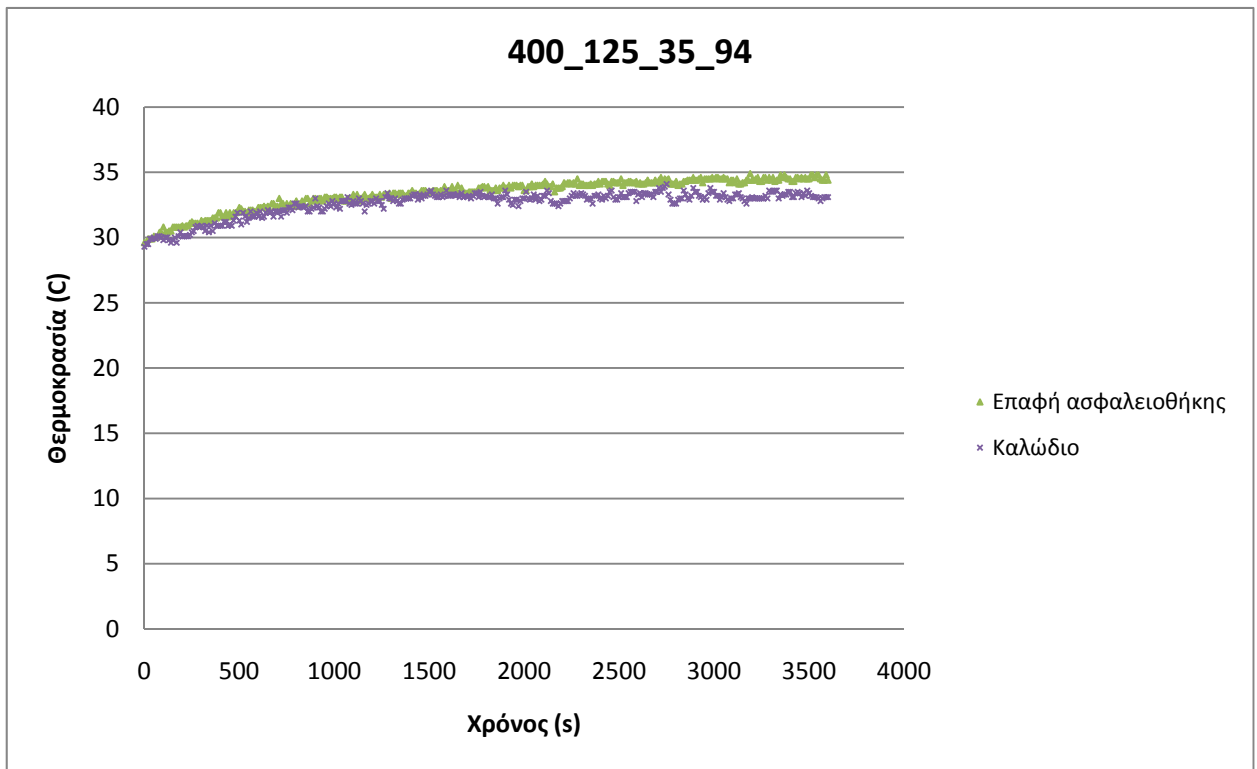


B)

Επαφή ασφαλειοθήκης Καλώδιο

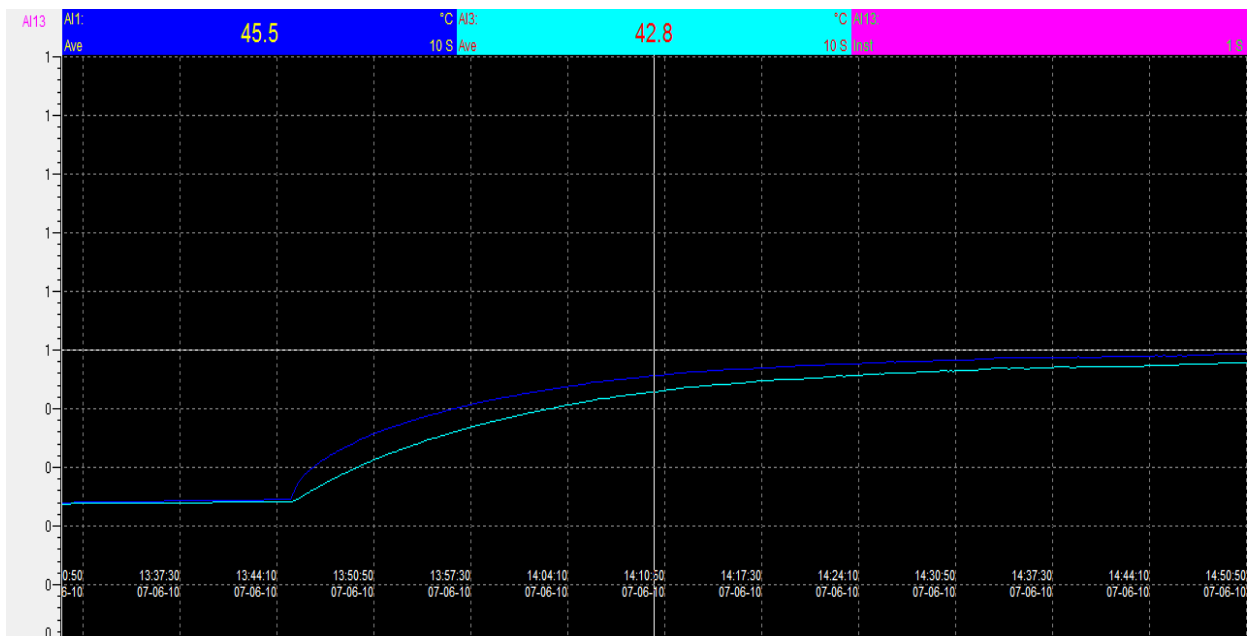


A)

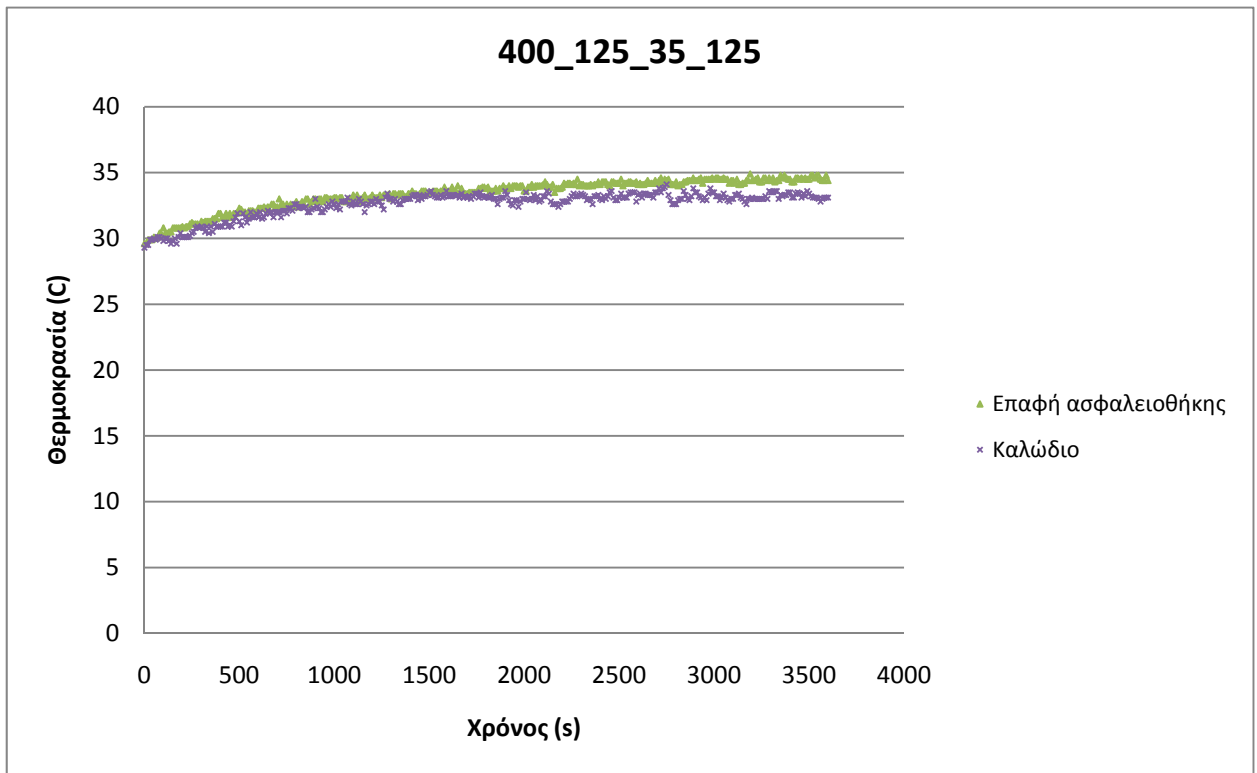


B)

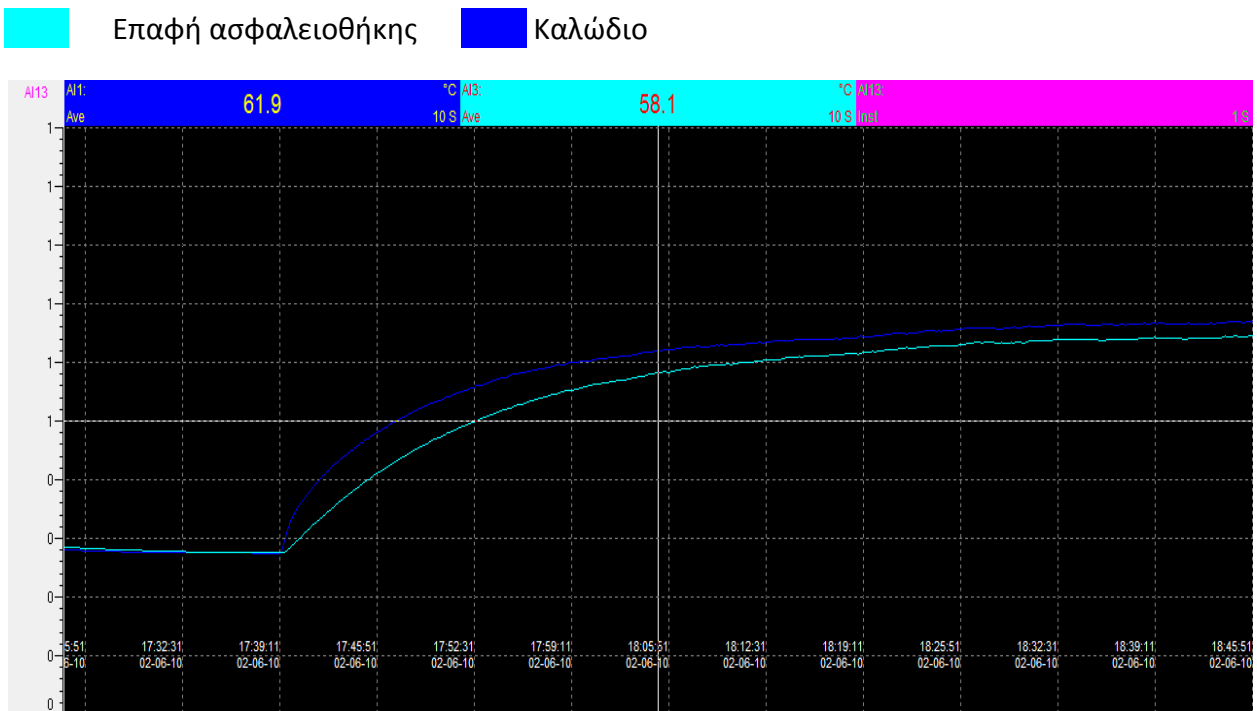
Επαφή ασφαλειοθήκης Καλώδιο



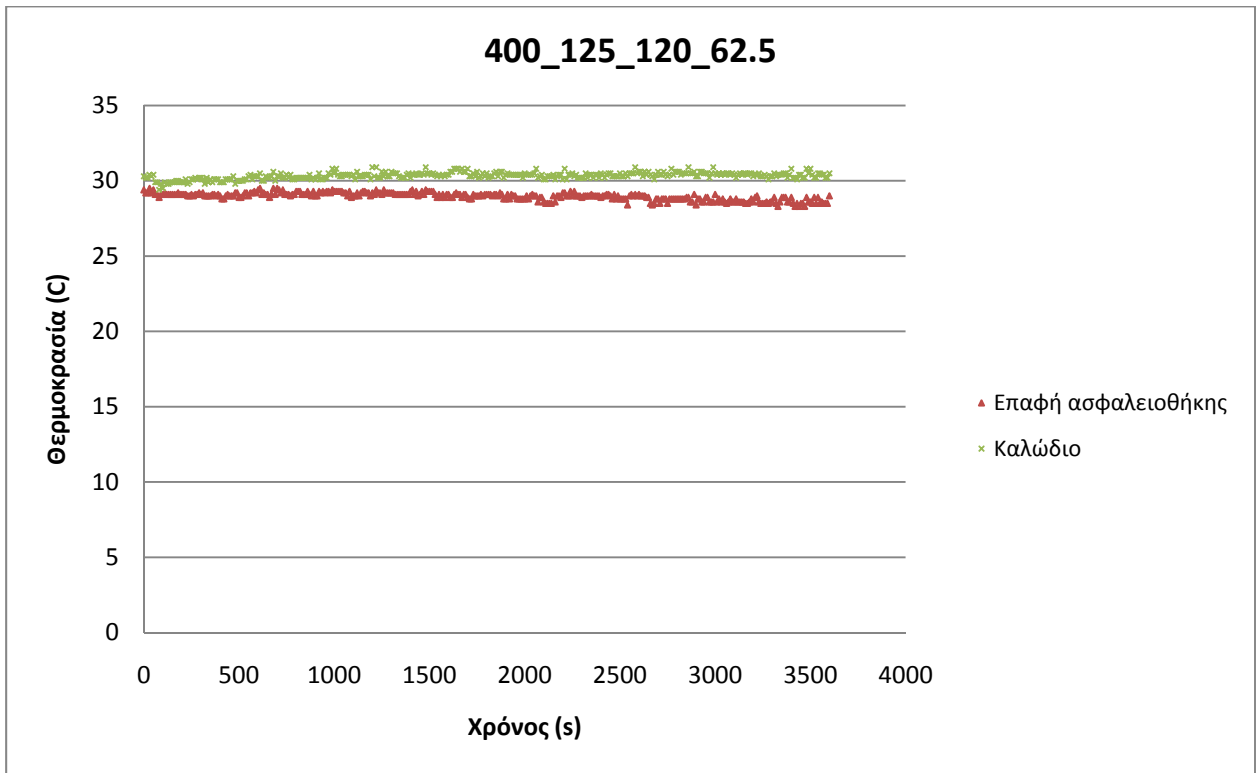
A)



B)

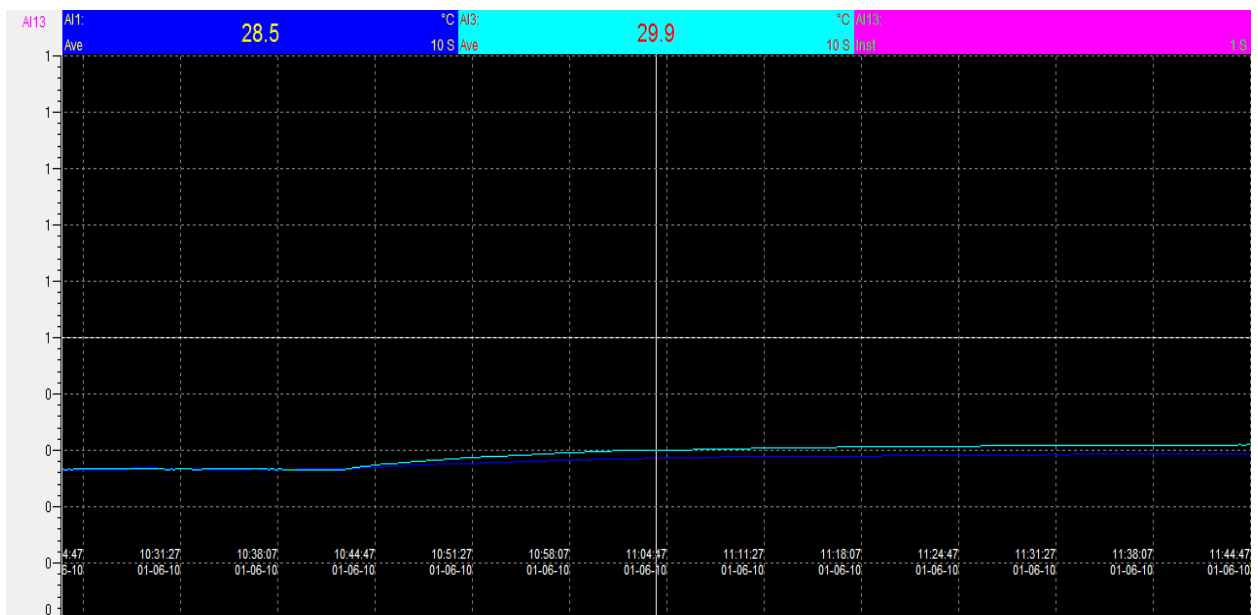


A)

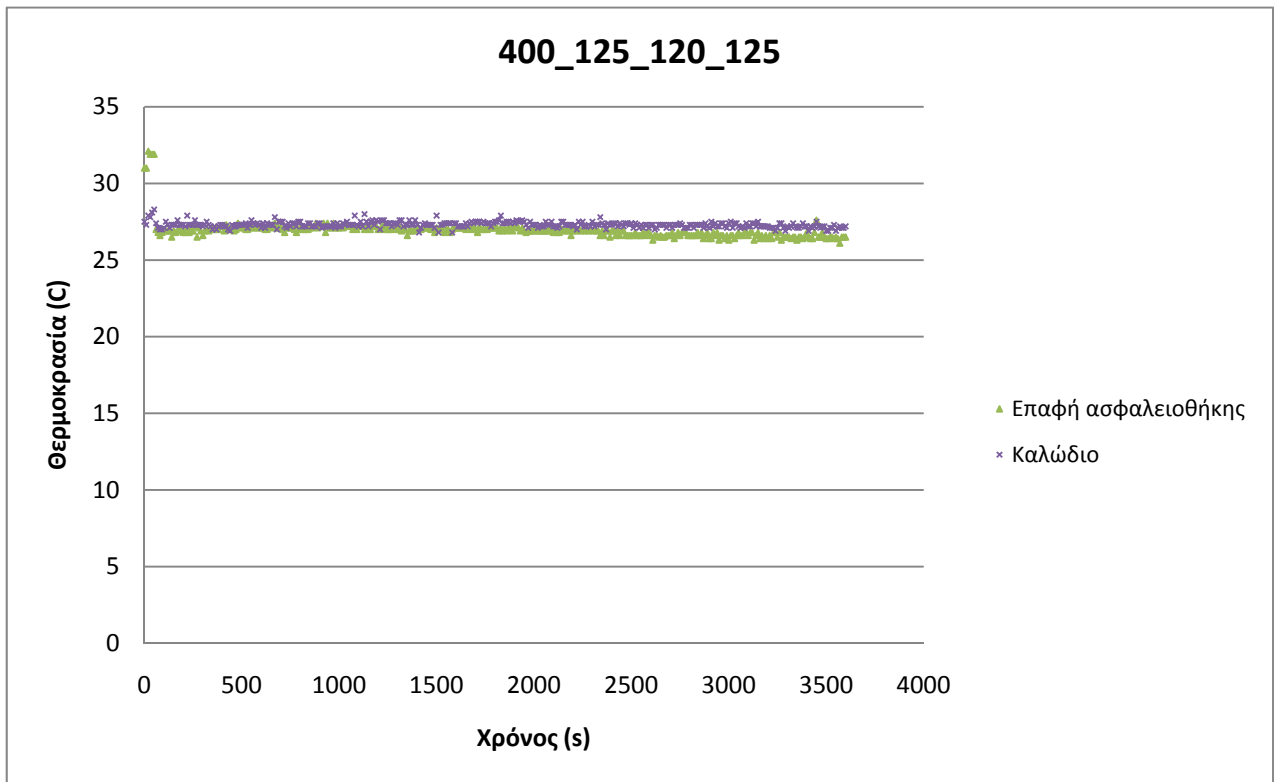


B)

Επαφή ασφαλειοθήκης Καλώδιο

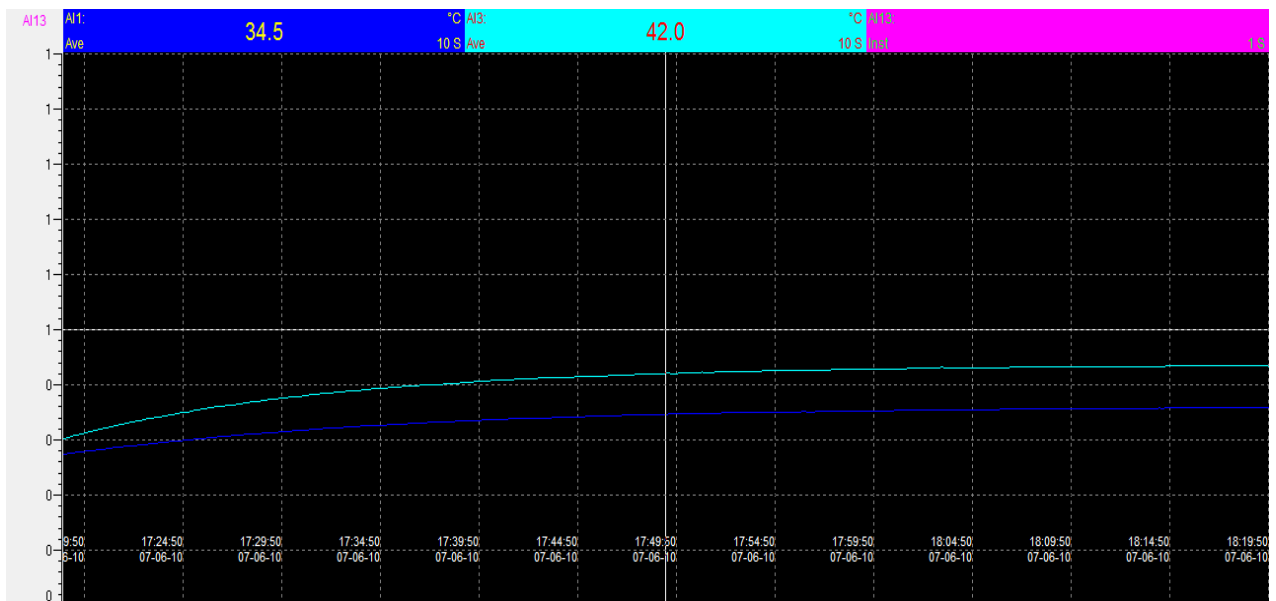


A)

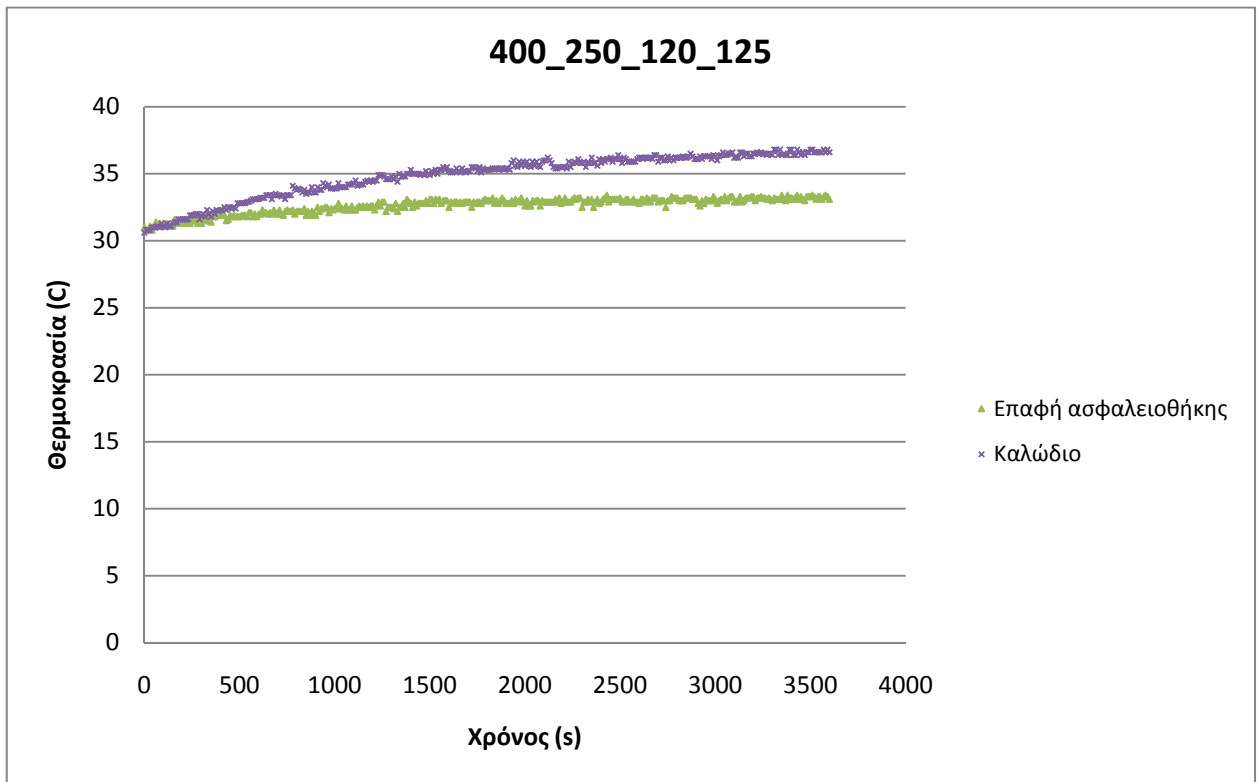


B)

■ Επαφή ασφαλειοθήκης ■ Καλώδιο

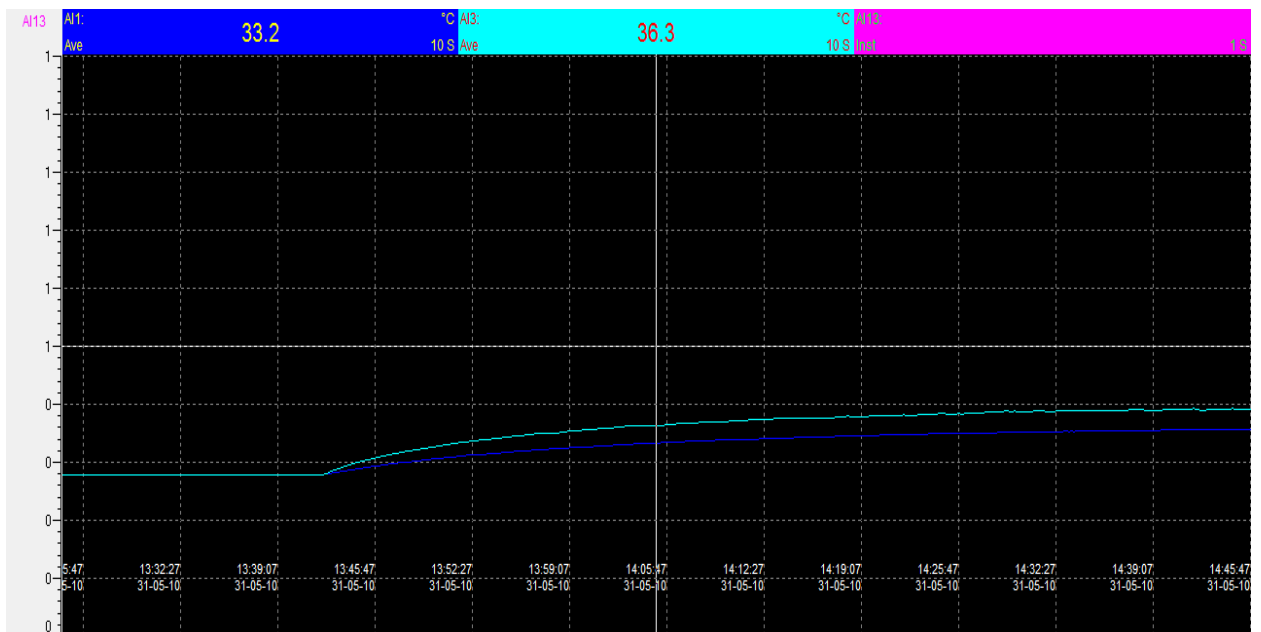


A)

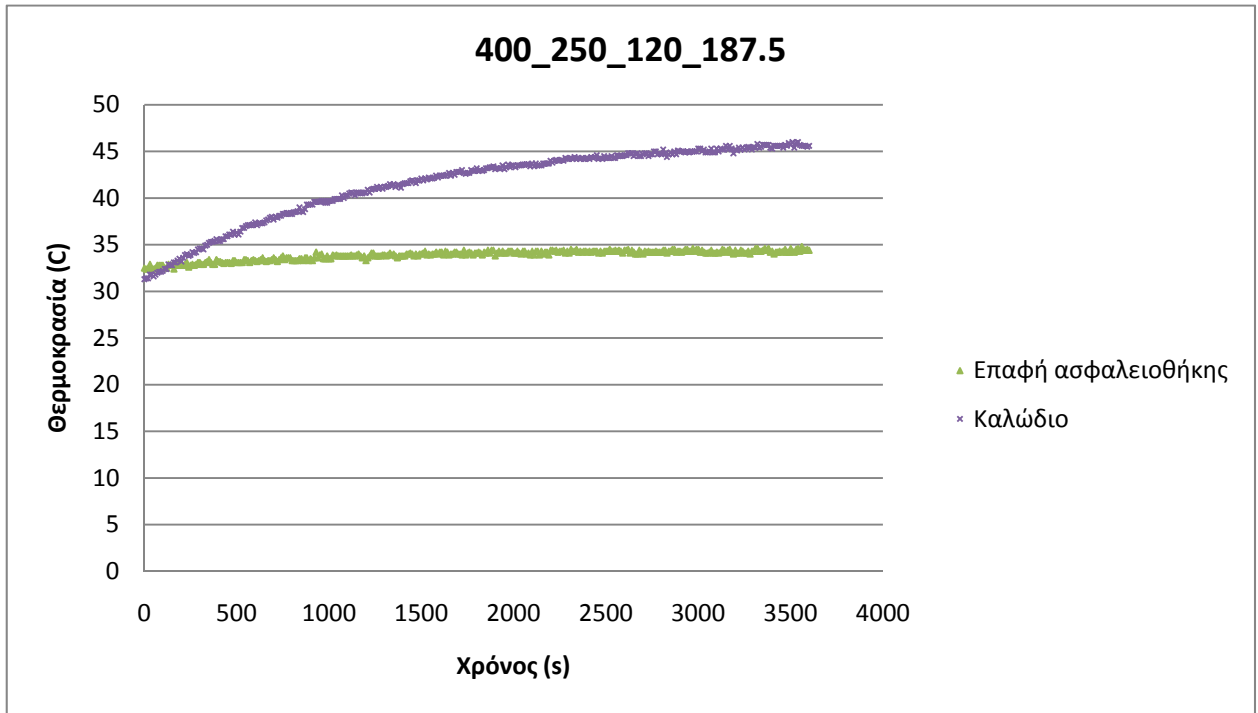


B)

Επαφή ασφαλειοθήκης Καλώδιο

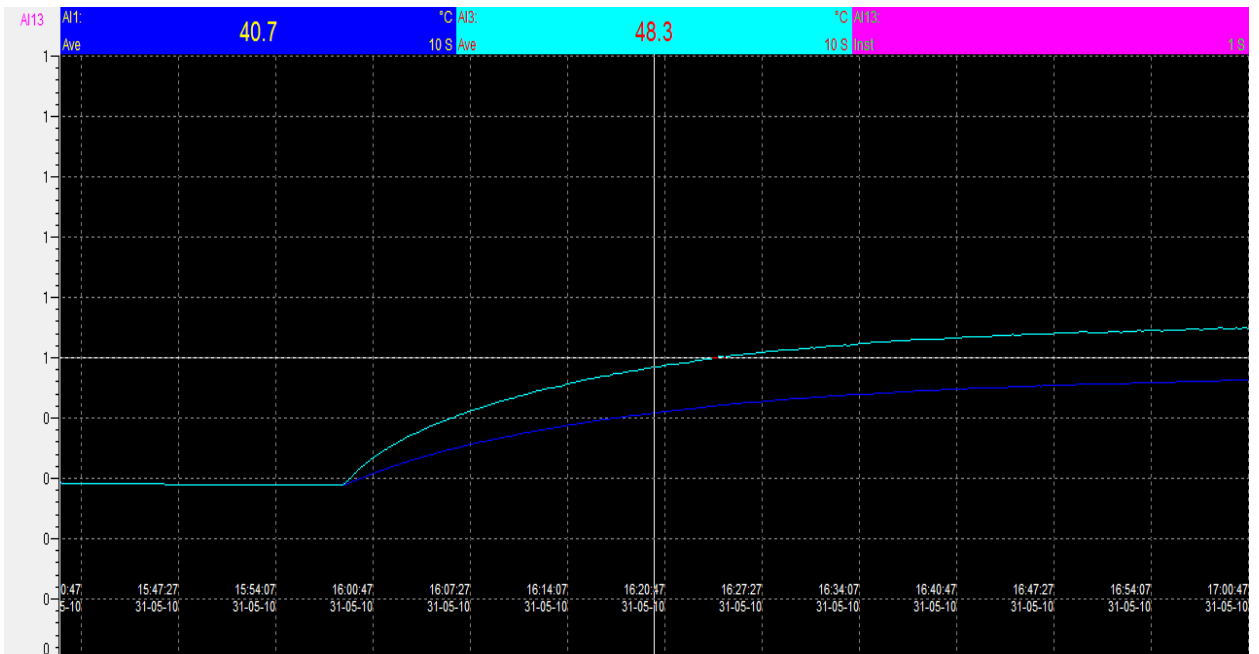


A)

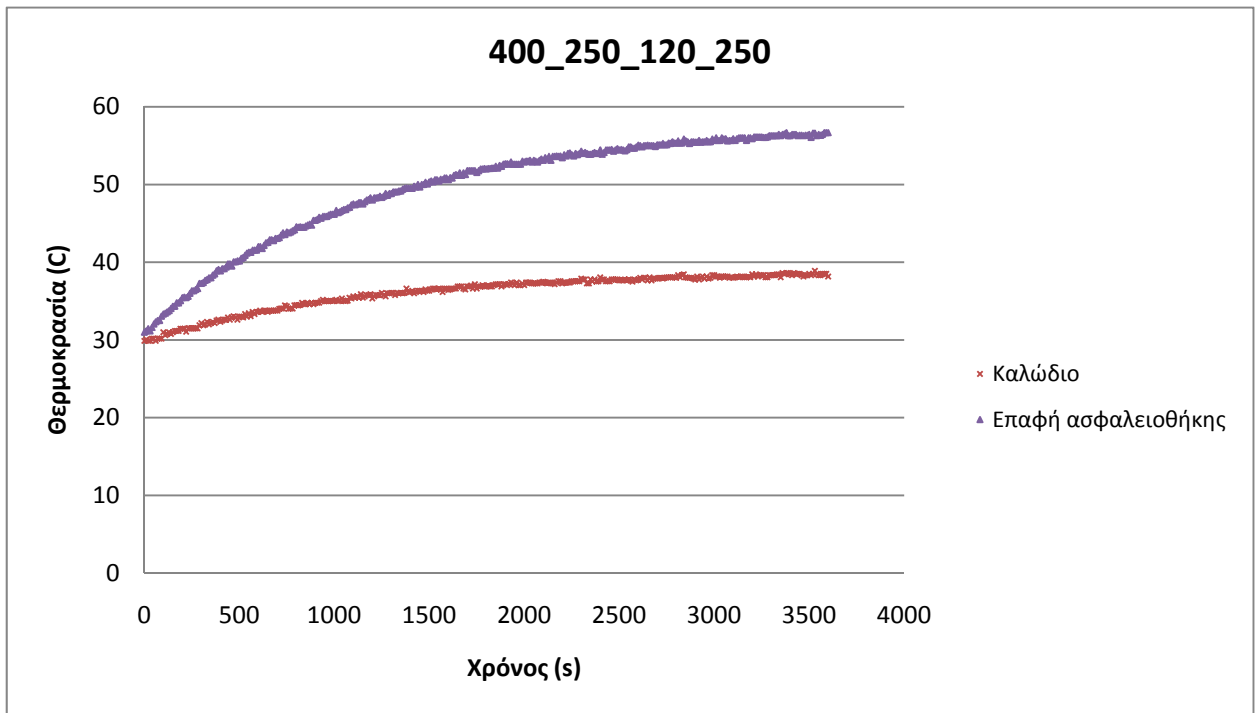


B)

Επαφή ασφαλειοθήκης Καλώδιο

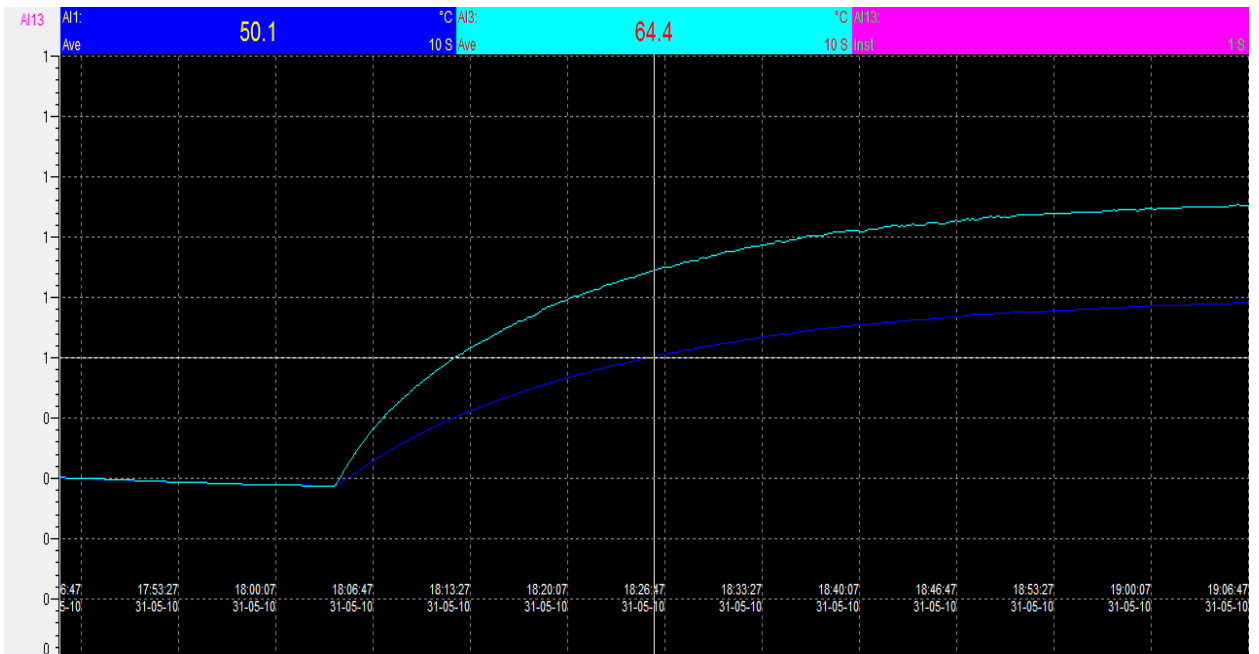


A)



B)

Επαφή ασφαλειοθήκης Καλώδιο



4.1.2 Στιγμιότυπα από τη θερμογραφική κάμερα

Ακολούθως παρατίθενται ενδεικτικά κάποιες φωτογραφίες όπως ελήφθησαν από τη θερμογραφική κάμερα. Στα στιγμιότυπα αυτά φαίνονται τα δύο σημεία που έχουν επισημανθεί προκειμένου μετράται η θερμοκρασία τους, δηλαδή η επαφή της ασφαλειοθήκης και ο ακροδέκτης του καλωδίου. Το τρίτο σημείο που φαίνεται στο κέντρο της ασφάλειας είναι το θερμότερο σημείο (hot cursor). Οι τιμές θερμοκρασίας που έχουν τα διαγράμματα της παραγράφου 4.1.1 προέκυψαν από την επεξεργασία τέτοιων εικόνων για την εκάστοτε δοκιμή.



Εικόνα 4.1.2α: Στιγμιότυπο από τη μέτρηση 250_125_35_94



Εικόνα 4.1.2β: Στιγμιότυπο από τη μέτρηση 250_80_120_80

4.1.3 Σχετικά με το σφάλμα των μετρήσεων της θερμογραφικής κάμερας

Εύκολα παρατηρείται πως οι τιμές των θερμοκρασιών όπως προέκυψαν από την επεξεργασία των φωτογραφιών της θερμογραφικής κάμερας αποκλίνουν από εκείνες που προέκυψαν από το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα. Κάτι τέτοιο θεωρείται αναμενόμενο καθώς :

- Η θερμογραφική κάμερα παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς μέτρησης μόνο ενός υλικού καθώς ρυθμίζεται με συγκεκριμένη εκπεμπτικότητα (συντελεστή εκπομπής). Στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, μετρήθηκε η θερμοκρασία της επαφής της ασφαλειοθήκης και της επαφής του καλωδίου. Έτσι, δεν ήταν δυνατό η θερμογραφική κάμερα να παρέχει ακριβή μέτρηση και για τα δύο διαφορετικά υλικά και ρυθμίστηκε ενδεικτικά ως 0.95.

Εκπεμπτικότητα (emissivity) είναι ο λόγος της ακτινοβολίας ενός σώματος σε μια δεδομένη θερμοκρασία προς την ακτινοβολία ενός σώματος που απορροφά όλη την ακτινοβολία στην ίδια θερμοκρασία. Ο ακριβής καθορισμός της επιφανειακής εκπεμπτικότητας είναι το κλειδί για τη σωστή μέτρηση της επιφανειακής θερμοκρασίας ενός υλικού.

Η εκπεμπτικότητα είναι μια συνάρτηση του μήκους κύματος, της θερμοκρασίας της επιφάνειας και της κατεύθυνσης της παρατήρησης σε σχέση με την επιφάνεια. Επιπλέον, η εκπεμπτικότητα μιας επιφάνειας στο ορατό φάσμα συχνά διαφέρει αρκετά σε σχέση με την εκπεμπτικότητα στο φάσμα των υπεριώθρων.

Γενικά, τα μέταλλα έχουν σχετικά υψηλή εκπεμπτικότητα που αυξάνεται γρήγορα με τη θερμοκρασία έως ότου διαμορφωθεί ένα οξείδιο στην επιφάνεια του θερμού μετάλλου. Άλλα υλικά έχουν υψηλές εκπεμπτικότητες που τείνουν να μειωθούν με τη θερμοκρασία. Σε όλες τις περιπτώσεις, η εκπεμπτικότητα εξαρτάται από την επιφάνεια του υλικού.

Για ένα δεδομένο υλικό, η εκπεμπτικότητα ανάγεται συχνά υπό κανονικές συνθήκες και μπορεί να υπολογισθεί σε όλα τα μήκη κύματος. Το τελευταίο αναφέρεται ως *ολική εκπεμπτικότητα* και είναι η αναλογία της ενέργειας που ακτινοβολείται από το υλικό σε μια δεδομένη θερμοκρασία και της ενέργειας που ακτινοβολείται από ένα μέλαν σώμα στην ίδια θερμοκρασία. (26)

Ακολουθεί ένας πίνακας με την εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών:

ΥΛΙΚΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΟΛΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΚΠΕΜΠΤΙΚΟΤΗΤΑ
Γυαλισμένο αλουμίνιο	0	0,03
Γυαλισμένο αλουμίνιο	100	0,05
Γυαλισμένος χρυσός	100	0,02
Γυαλισμένος σίδηρος	40	0,21
Οξειδωμένο σίδηρος	100	0,64
Γυαλισμένος χάλυβας	100	0,07
Οξειδωμένος χάλυβας(800 °C)	100	0,79
Ασπρο χαρτί	20	0,93
Ξύλο	20	0,90
Γυαλισμένο γυαλί	20	0,94
Ανθρώπινο δέρμα	32	0,98
Νερό	1	0,92
Χιόνι	0	0,80

Πίνακας 4.1-α: Εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.1-α: Εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών κατάσταση της επιφάνειας και η οξείδωση του μετάλλου μπορούν να αλλάξουν την εκπεμπτικότητα σημαντικά. Έτσι, για έναν ακόμη λόγο η θερμογραφική κάμερα ήταν αδύνατο να παρέχει ακριβή μέτρηση καθώς στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν και τα δύο προς εξέταση υλικά ήταν μέταλλα.

- Πριν από την έναρξη κάθε πειράματος με τη βοήθεια επιλογών του μενού της θερμογραφικής κάμερας σημειώνονταν τα σημεία προς παρατήρηση(επαφή ασφαλειοθήκης, καλώδιο). Η σημείωση αυτή καθοριζόταν με βάση τους αντίστοιχους αισθητήρες, για να γίνει στη συνέχεια σύγκριση με τις τιμές που λαμβάνονταν από το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα. Ωστόσο η σημείωση αυτή γινόταν με χειροκίνητη στόχευση με αποτέλεσμα το εκάστοτε σημείο μέτρησης της θερμοκρασίας από τη θερμοκάμερα και το καταγραφικό αντίστοιχα, να παρουσιάζει πιθανή απόκλιση.
- Πριν από την έναρξη κάθε πειράματος ρυθμιζόταν χειροκίνητα η εστίαση της θερμογραφικής κάμερας, το οποίο επιπρόσθετε σφάλμα κατά τη διαδικασία της στόχευσης των σημείων όπως αυτή αναφέρθηκε παραπάνω.

Για τη σύγκριση των δύο καταγραφικών μέσων υπολογίστηκε ο λόγος μ , όπου:

$$\mu = \frac{\text{τιμή ψηφιακού καταγραφικού}}{\text{τιμή θερμογραφικής κάμερας}}$$

Παρατίθεται ο σχετικός πίνακας όπου φαίνονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων που ελήφθησαν ανά 10 δευτερόλεπτα για κάθε πείραμα. Ακόμη υπολογίζεται ο μέσος όρος των

τριών πειραμάτων(ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας, 75% και 50% αυτού) για κάθε πειραματική διάταξη ασφάλεια-ασφαλειοθήκη-καλώδιο.

Έτσι για την εύρεση των πραγματικών τιμών θερμοκρασίας μόνο με χρήση της θερμογραφικής κάμερας, οι παρακάτω συντελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν προσφέροντας αξιόπιστη προσέγγιση.

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Συντελεστής θερμογραφικής κάμερας									
	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)	Ρεύμα τροφο δοσίας (A)	Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)							
			250A				400A			
			Επαφή ασφαλειο θήκης		Καλώδιο		Επαφή ασφαλειο θήκης		Καλώδιο	
80A	35	40	0.95	1.1	0.99	1.16	--			
		60	1.06		1.17					
		80	1.28		1.33					
	120	40	1	1.14	0.96	1.03				
		60	1.12		1.03					
		80	1.3		1.09					
125A	35	62.5	0.97	0.79	1	0.68	1.16	1.33	1.18	1.53
		94	-0.15		0		1.18		1.59	
		125	1.55		1.03		1.65		1.82	
	120	62.5	1.05	1.21	0.95	1.06	1.03	1.22	0.94	1.07
		94	1.21		1.06		1.17		1.06	
		125	1.36		1.18		1.47		1.21	
250A	120	125	1.3	1.73	1.05	1.26	1.11	1.46	0.95	0.98
		187.5	1.62		1.29		1.43		0.99	
		250	2.28		1.43		1.85		1.01	

Πίνακας 4.1-b: Συντελεστές προσαρμογής τιμών θερμοκάμερας

Ωστόσο, η θερμογραφική κάμερα εξακολουθεί να παρέχει μια ποιοτική εικόνα της αύξησης της θερμοκρασίας ακόμη και αν δεν αποδίδει ακριβή μέτρηση των θερμοκρασιών.

4.1.4 Συγκριτικοί πίνακες αύξησης θερμοκρασίας

Στους παρακάτω συγκριτικούς πίνακες φαίνεται η άνοδος της θερμοκρασίας όπως υπολογίστηκε:

$$\text{Αύξηση θερμοκρασίας} = T_{\text{τελ.}} - T_{\text{αρχ.}}$$

Για τον υπολογισμό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις από το ψηφιακό καταγραφικό καθώς θεωρήθηκαν πιο αξιόπιστες μετά την ανάλυση που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1.2:

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)		Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)					
			250A			400A		
			T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρα σίας	T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρα σίας
80A	35	40	25.6	31.8	6.2			
		60	26.5	39.2	12.7			
		80	26	49.6	23.6			
	120	40	26.8	30.8	4			
		60	27.6	36.9	9.3			
		80	27.3	43.4	16.1			
125A	35	62.5	23.5	32.3	8.8	27	37.3	10.3
		94	23.5	41.5	18	24.2	47.4	23.2
		125	23.8	57.8	34	27.4	64.2	36.8
	120	62.5	24.3	30.9	6.6	26.5	30.8	4.3
		94	25.3	39.2	13.9	26	38.1	12.1
		125	25.5	49.4	23.9	25.6	43.3	17.7
250A	120	125	26.7	41.3	14.6	27.7	39.1	11.4
		187.5	25.8	59.3	33.5	28.7	54.7	26
		250	27	85.3	58.3	28.6	74.9	46.3

Πίνακας 4.1-ε: Άνοδος θερμοκρασίας στην επαφή της ασφαλειοθήκης

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)		Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)					
			250A			400A		
			T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρα σίας	T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρα σίας
80A	35	40	25.4	30.6	5.2			
		60	26.1	36.9	10.8			
		80	25.7	45.7	20			
	120	40	26.9	28.8	1.9			
		60	27.5	32	4.5			
		80	27.2	34.8	7.6			
125A	35	62.5	23.4	30.5	7.1	27.1	38	10.9
		94	23.2	37.4	14.2	24.4	48.9	24.5
		125	23.8	50.4	26.6	27.3	66.6	39.3
	120	62.5	24.2	27.9	3.7	26.6	29.2	2.6
		94	25.2	32.3	7.1	26.3	34.1	7.8
		125	25.4	38.1	12.7	25.7	35.7	10
250A	120	125	26.7	35.2	8.5	27.8	35.5	7.7
		187.5	25.7	45.6	19.9	28.8	46	17.2
		250	26.9	60.7	33.8	28.6	58.7	30.1

Πίνακας 4.1-δ: Άνοδος θερμοκρασίας στον ακροδέκτη καλωδίου

4.1.5 Σχόλια

Παρατηρείται πως κατά τη χρήση και των δύο ασφαλειοθηκών όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα τροφοδοσίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση της θερμοκρασίας στην επαφή της ασφαλειοθήκης και στο καλώδιο. Ειδικότερα κατά την τροφοδοσία της διάταξης με το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας παρατηρείται, όπως είναι λογικό, η μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας, αφού πραγματοποιείται η μεγαλύτερη καταπόνηση αυτής.

Ωστόσο, στις δοκιμές με χρήση της ασφαλειοθήκης ονομαστικού ρεύματος 400A διαπιστώνεται μικρότερη αύξηση σε σχέση με τις αντίστοιχες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν με χρήση της ασφαλειοθήκης ονομαστικού ρεύματος 250A. Η ασφαλειοθήκη ονομαστικού ρεύματος 400A διαθέτει μεγαλύτερη αντοχή και έτσι η διέλευση του ρεύματος από τη διάταξη καθίσταται ευκολότερη και συνεπώς η αύξηση της θερμοκρασίας είναι μικρότερη.

Τέλος, με τη χρήση μεγαλύτερης διατομής επιτυγχάνεται ευκολότερη διέλευση του ρεύματος τροφοδοσίας και διαπιστώνεται πως η αύξηση της θερμοκρασίας είναι σημαντικά μικρότερη σε όλες τις αντίστοιχες δοκιμές με χρήση καλωδίου διατομής 120mm².

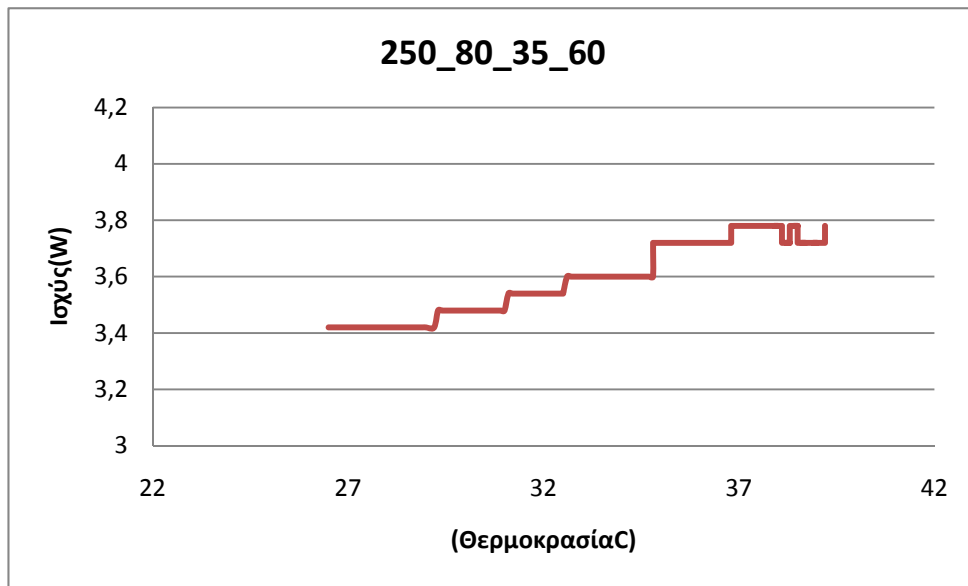
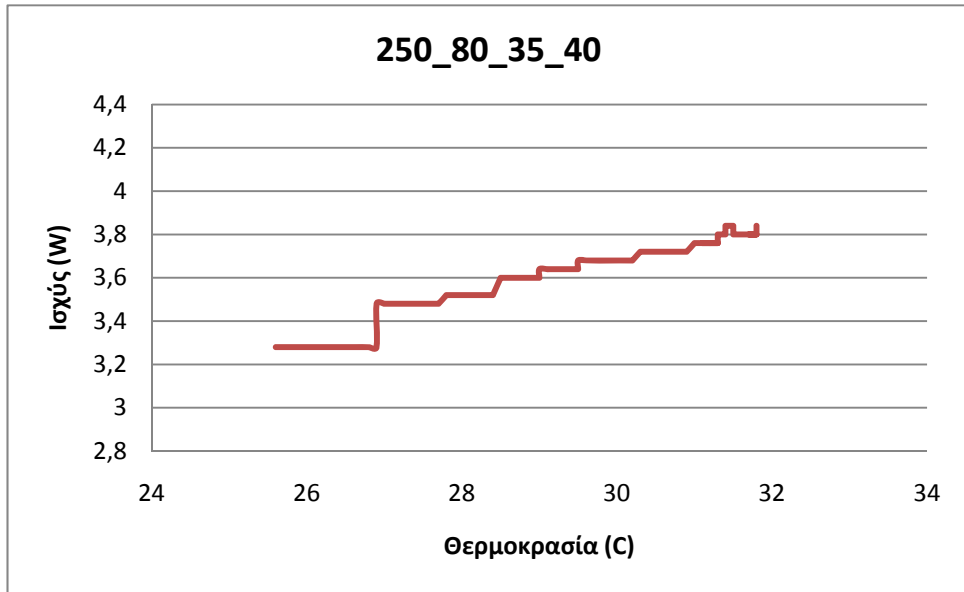
Σημείωση: Η αρχική θερμοκρασία είναι διαφορετική σε κάθε πείραμα εξαιτίας της διαφορετικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος όπως αυτή διαμορφώθηκε από την ημέρα και την ώρα κατά την οποία αυτό πραγματοποιήθηκε.

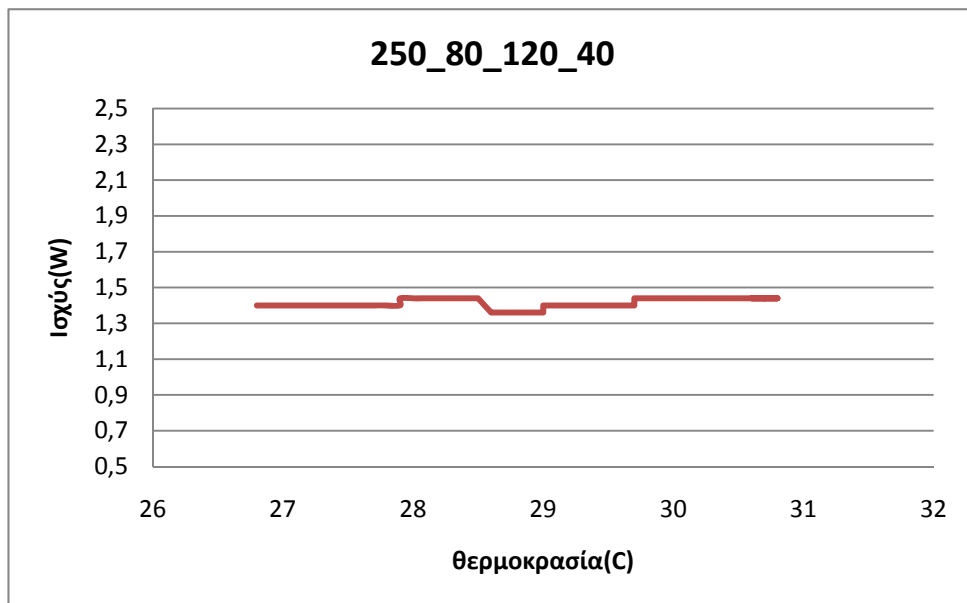
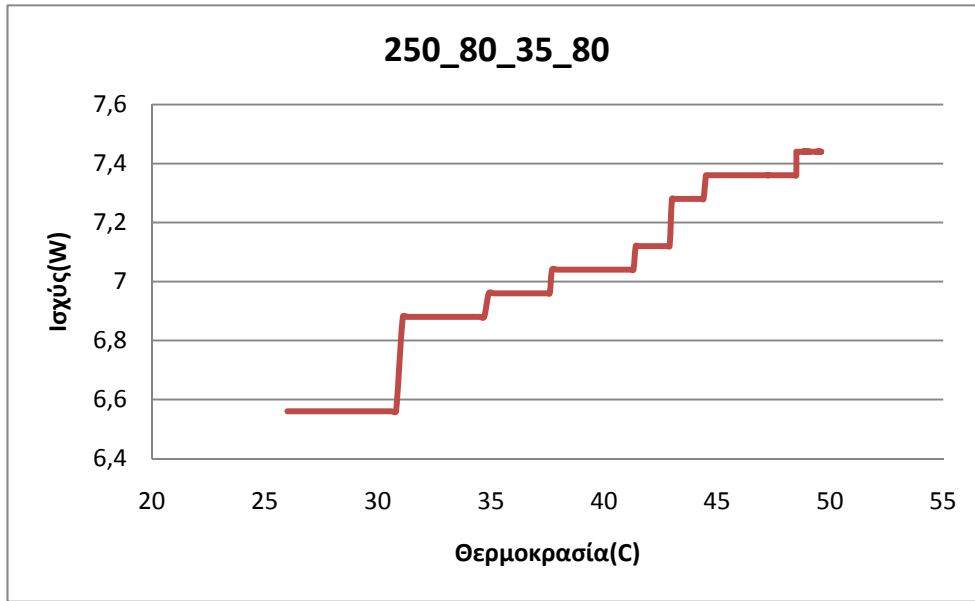
4.2 Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τη στιγμιαία καταναλισκόμενη ισχύ

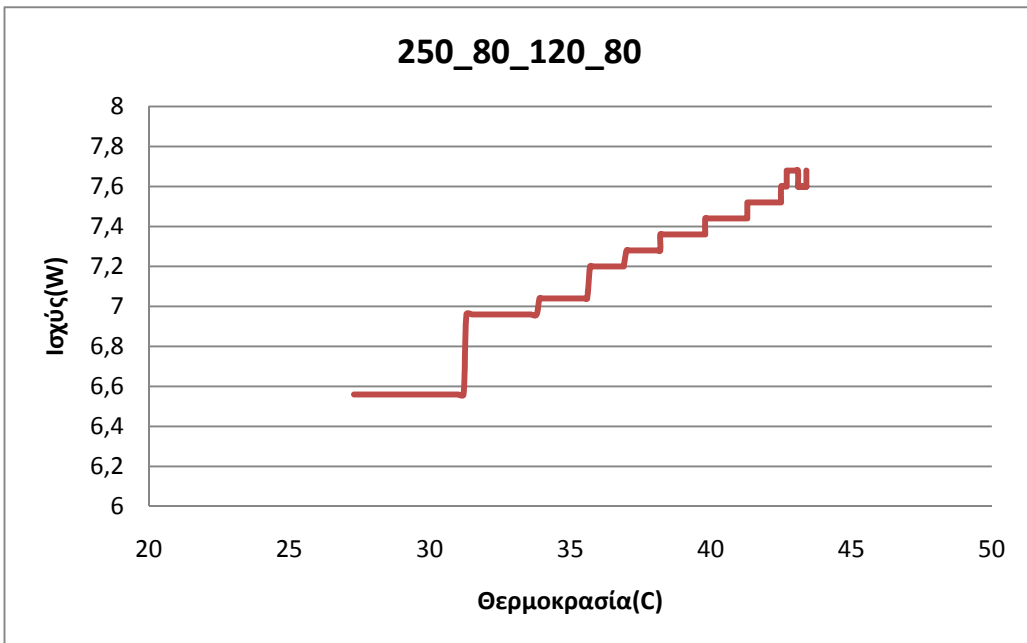
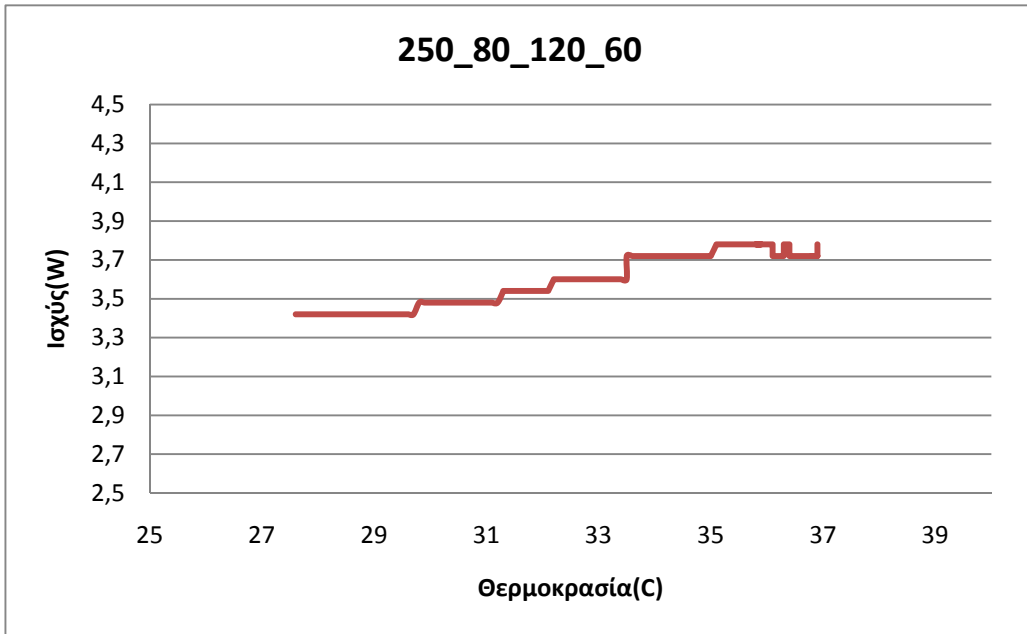
4.2.1 Γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος - θερμοκρασίας

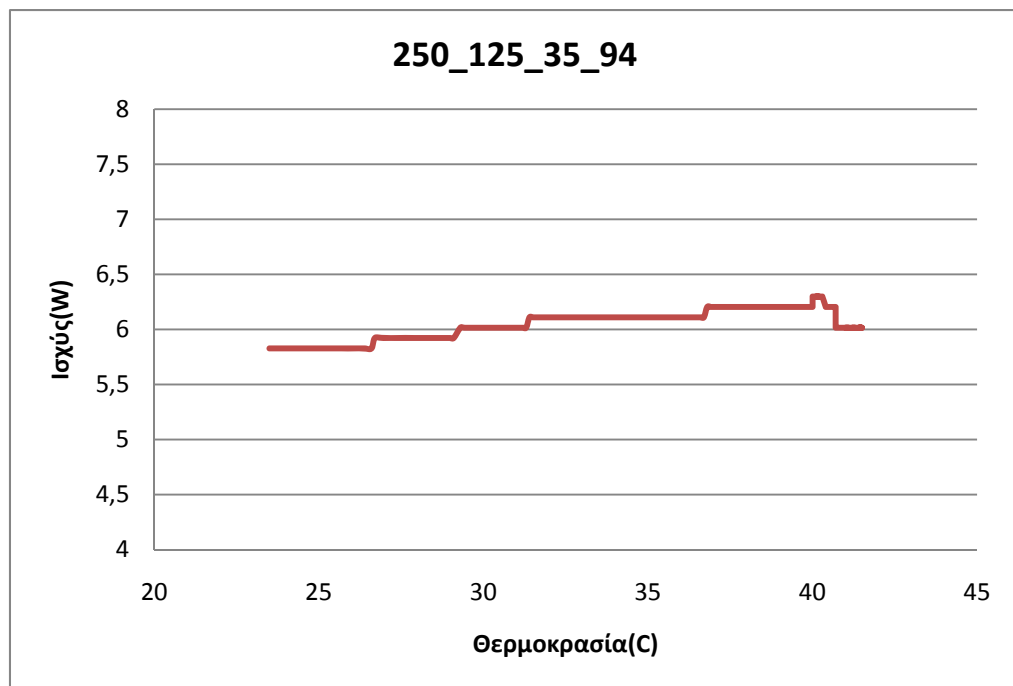
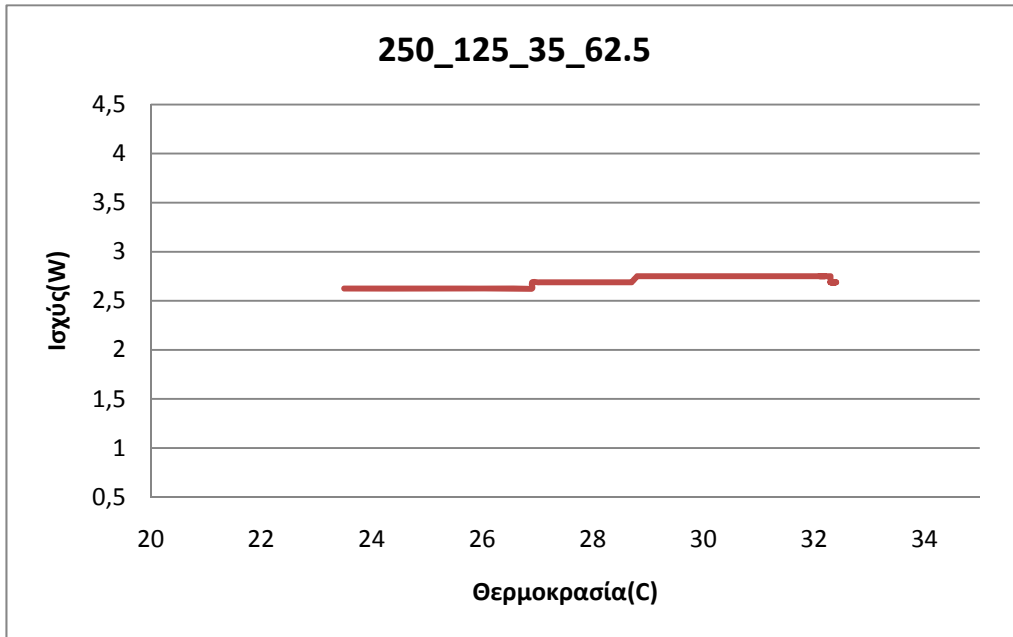
Ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος-θερμοκρασίας για κάθε δοκιμή. Η ονομασία του κάθε πειράματος και πάλι ακολουθεί το εξής πρότυπο:

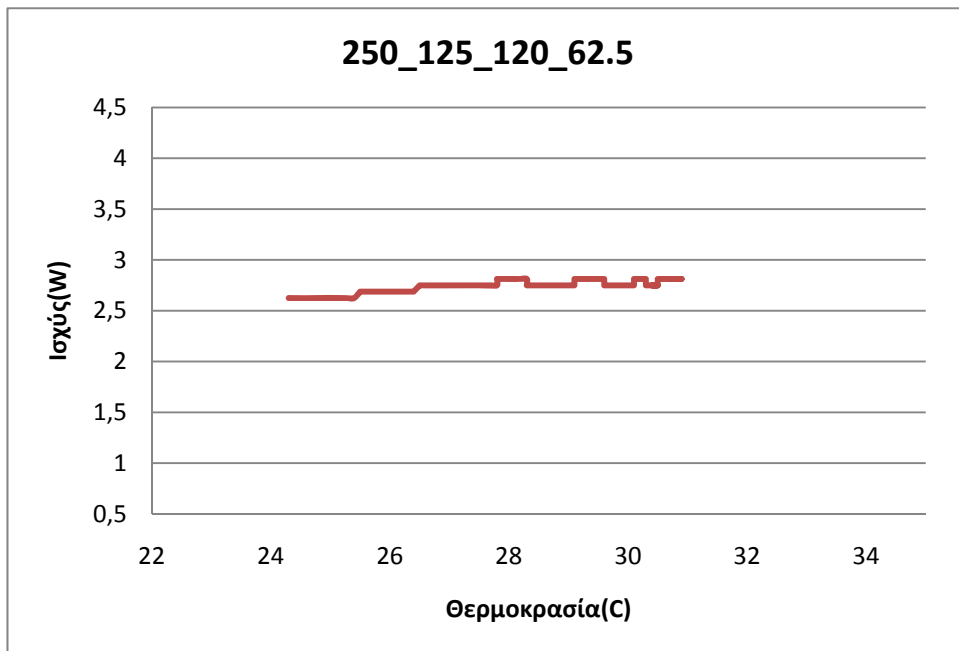
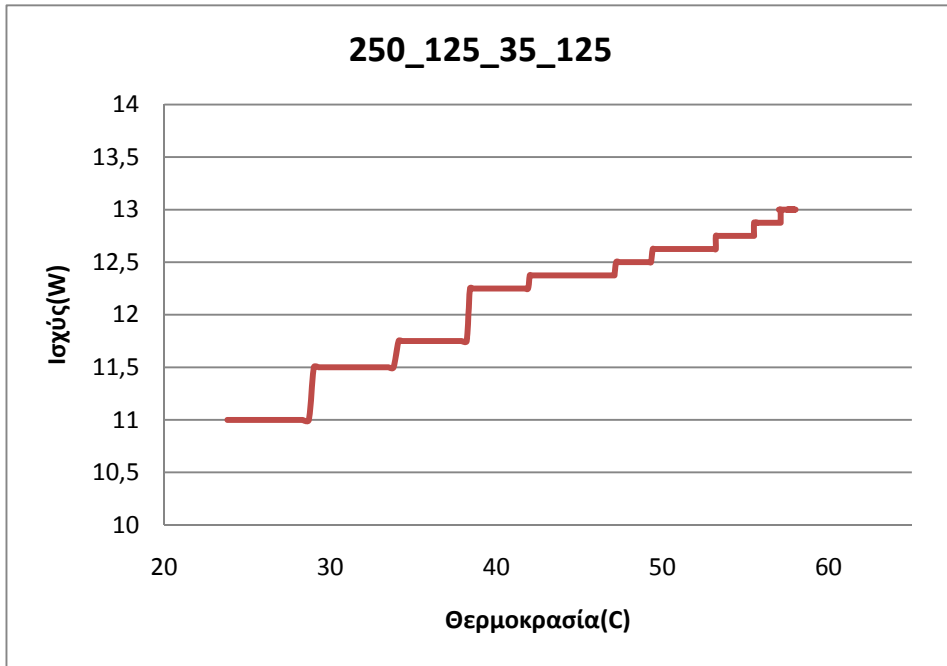
ονομαστικό ρεύμα ασφαλειοθήκης_ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας_διατομή καλωδίου_ρεύμα τροφοδοσίας. π.χ.250(ασφαλειοθήκη)_125(ασφάλεια)_120(καλώδιο)_125(ρεύμα τροφοδοσίας)

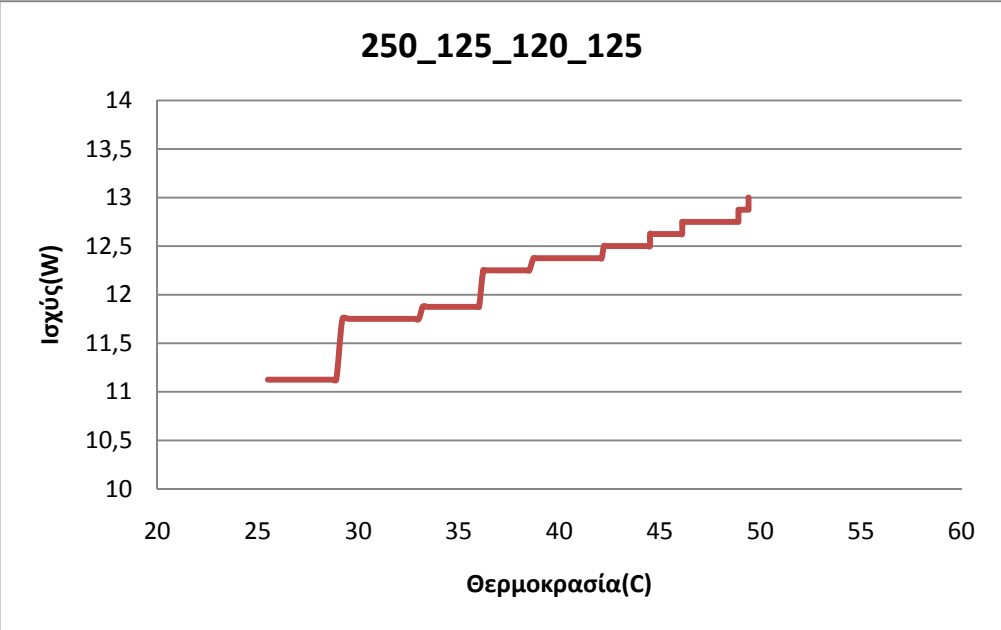
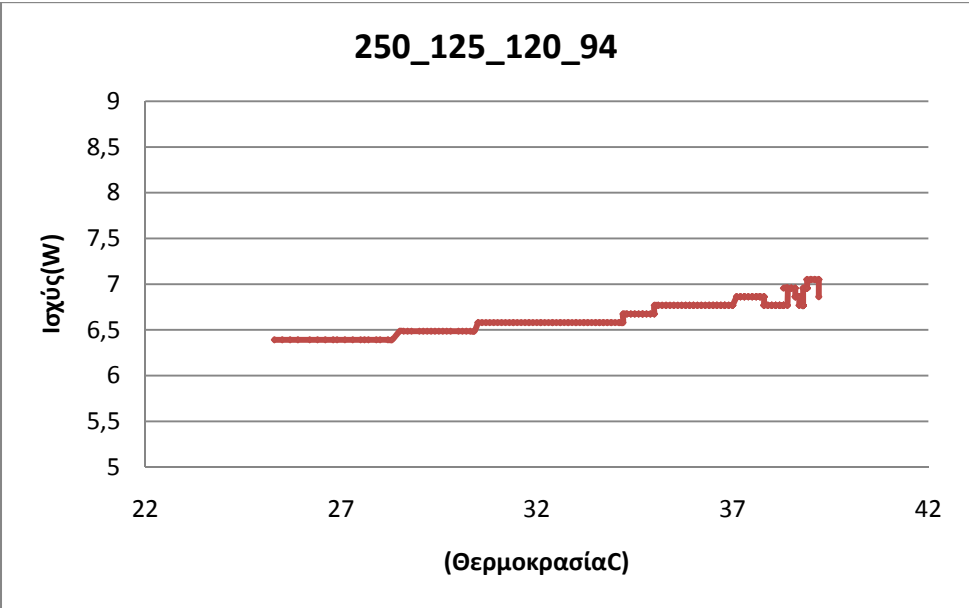


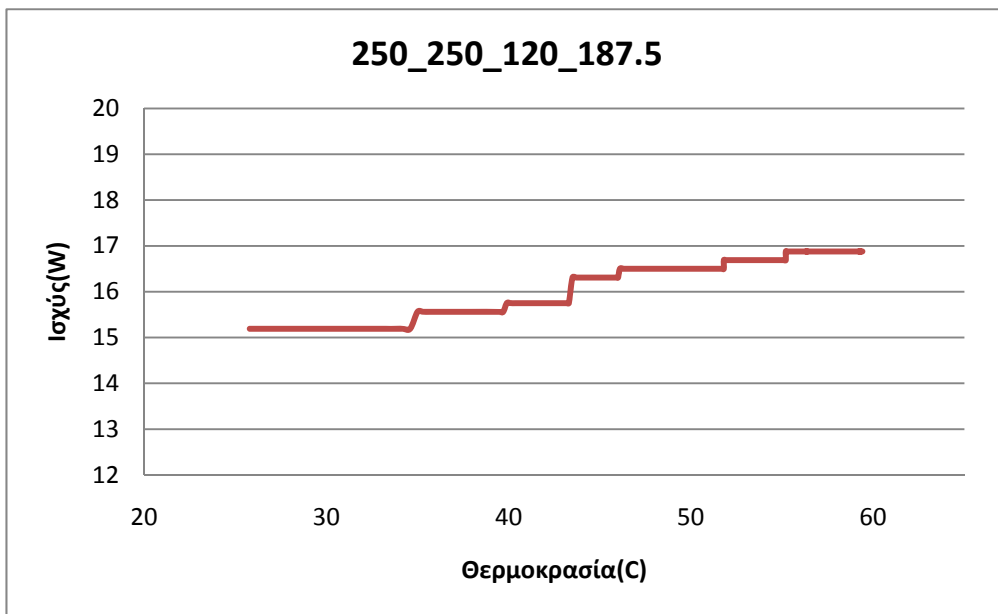
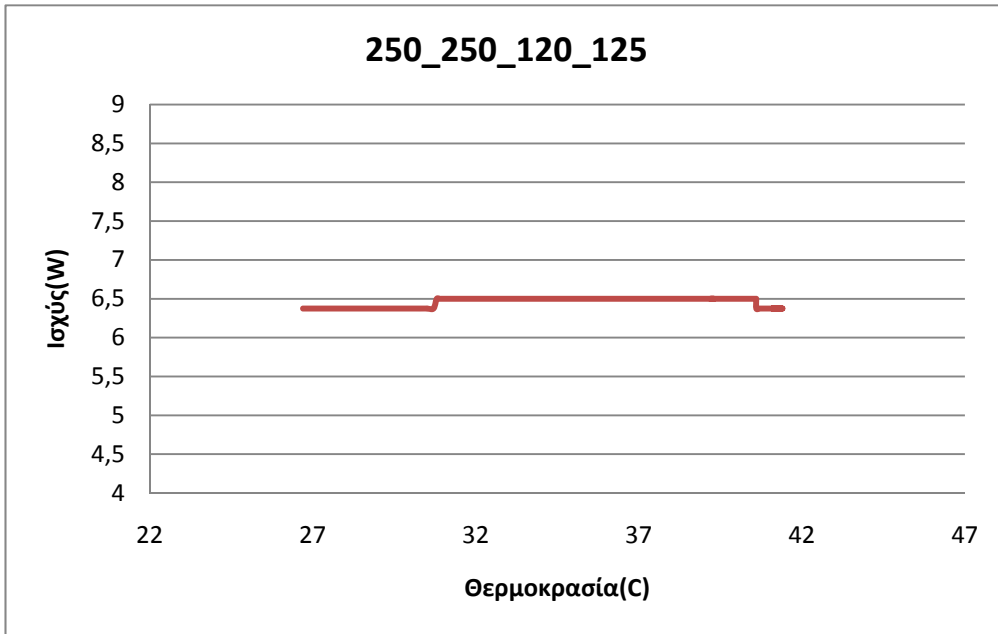


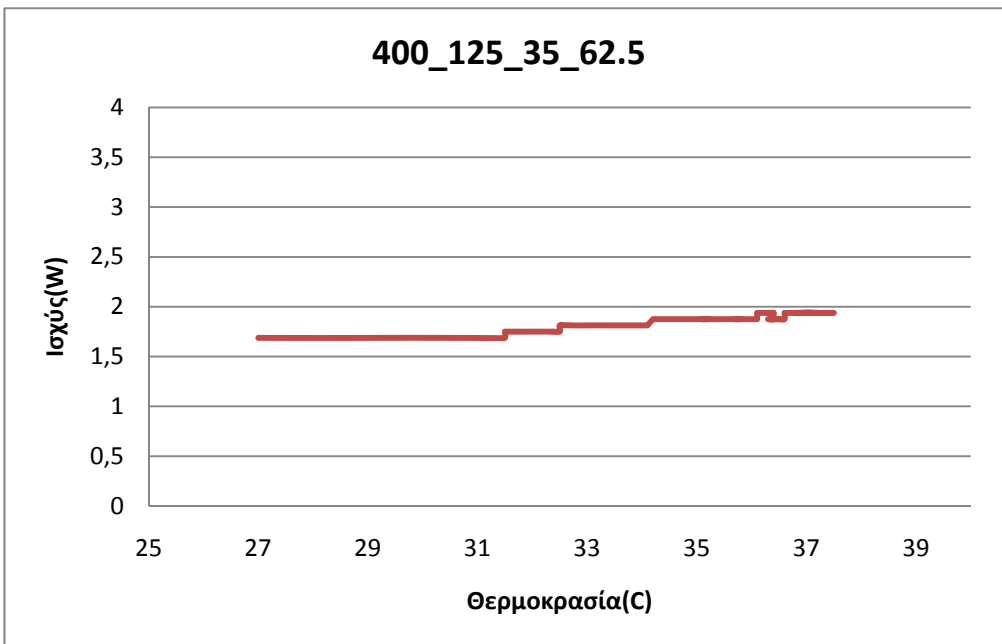
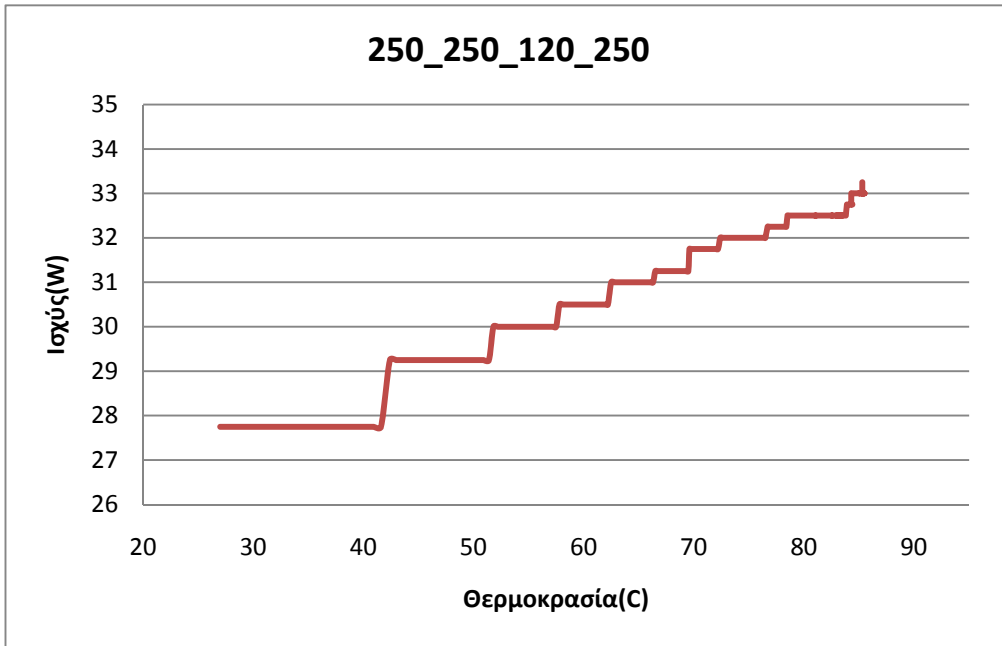


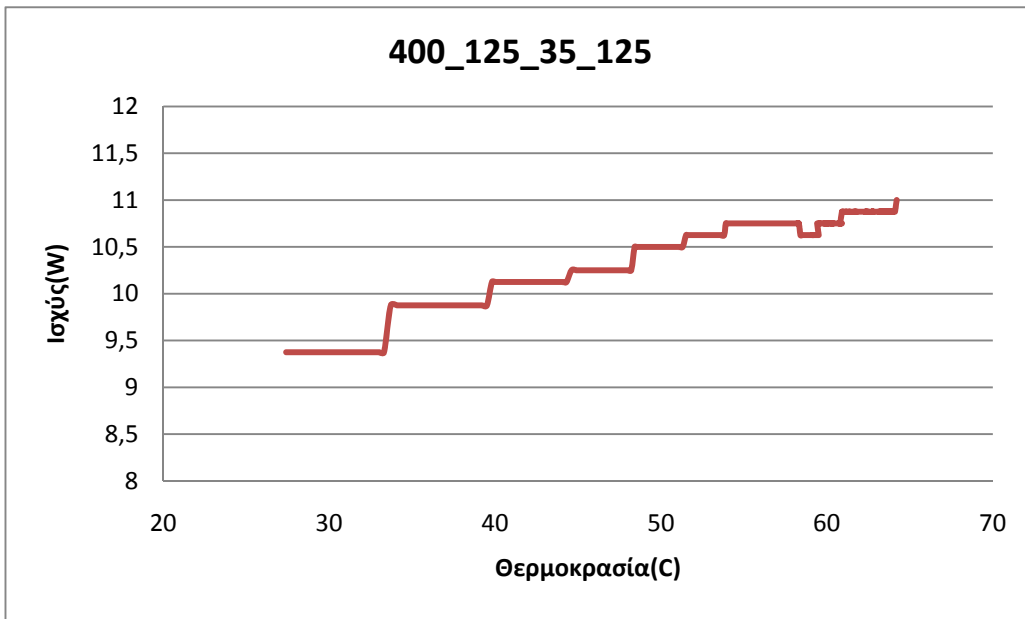
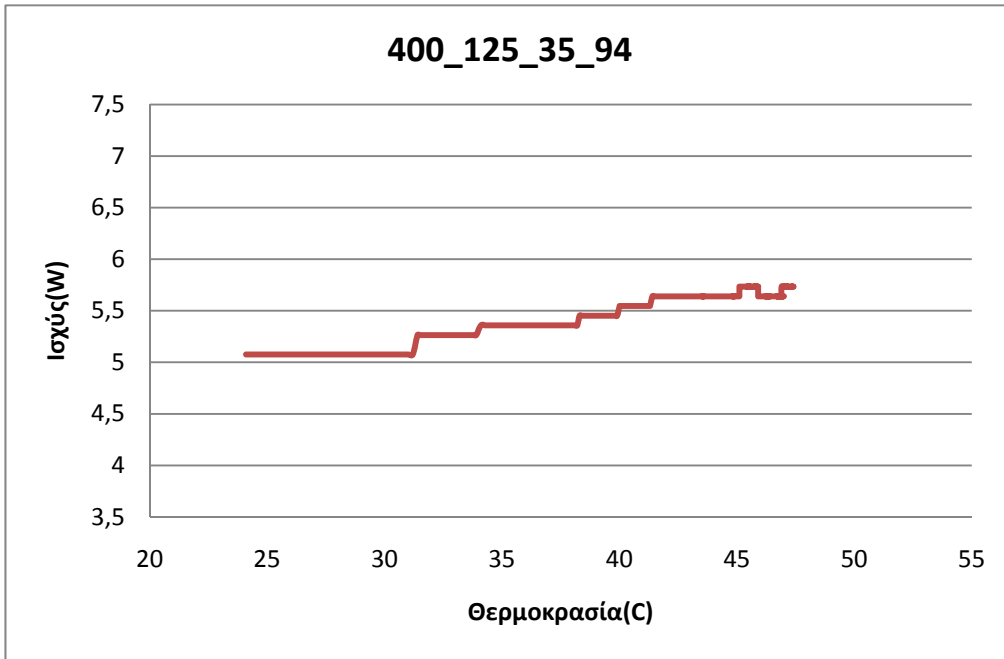


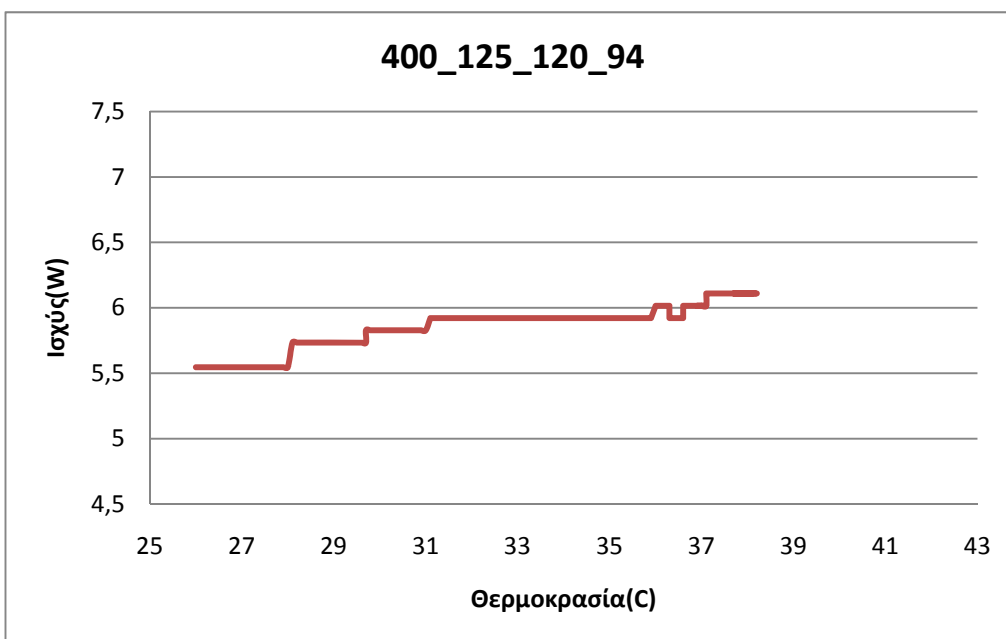
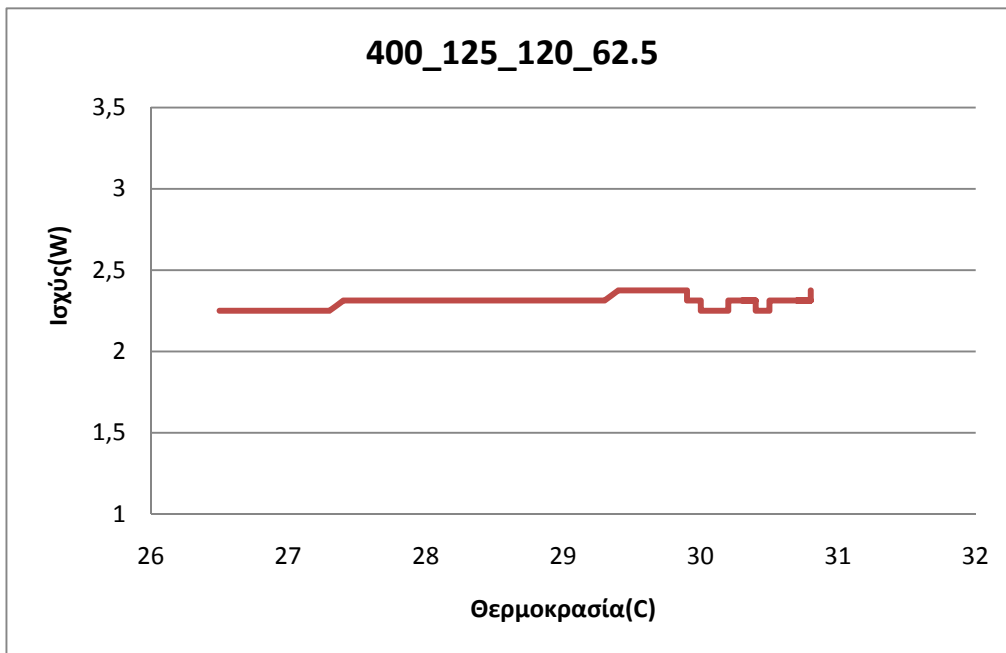


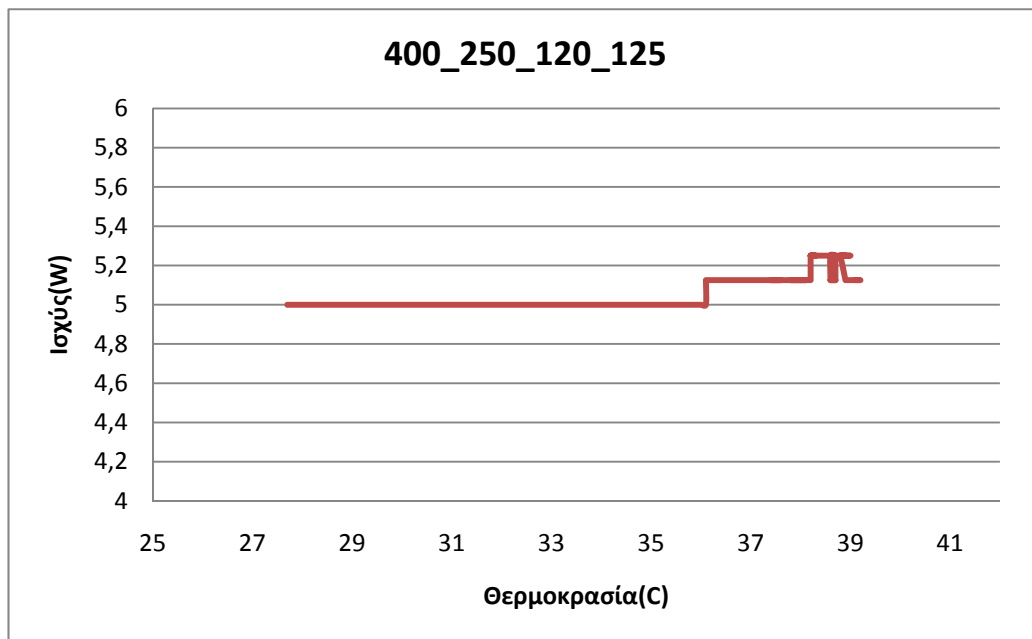
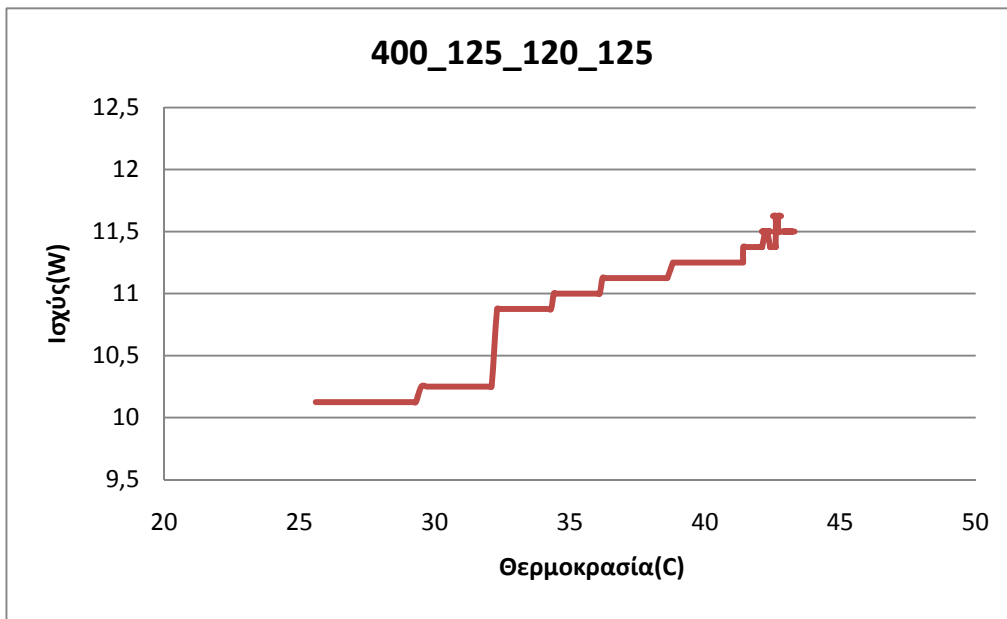


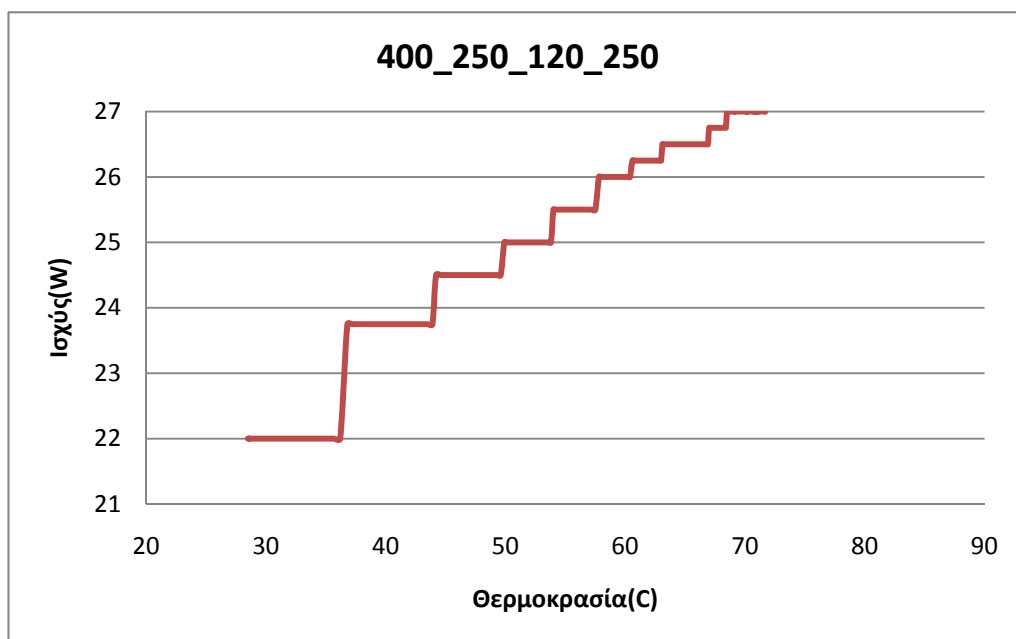
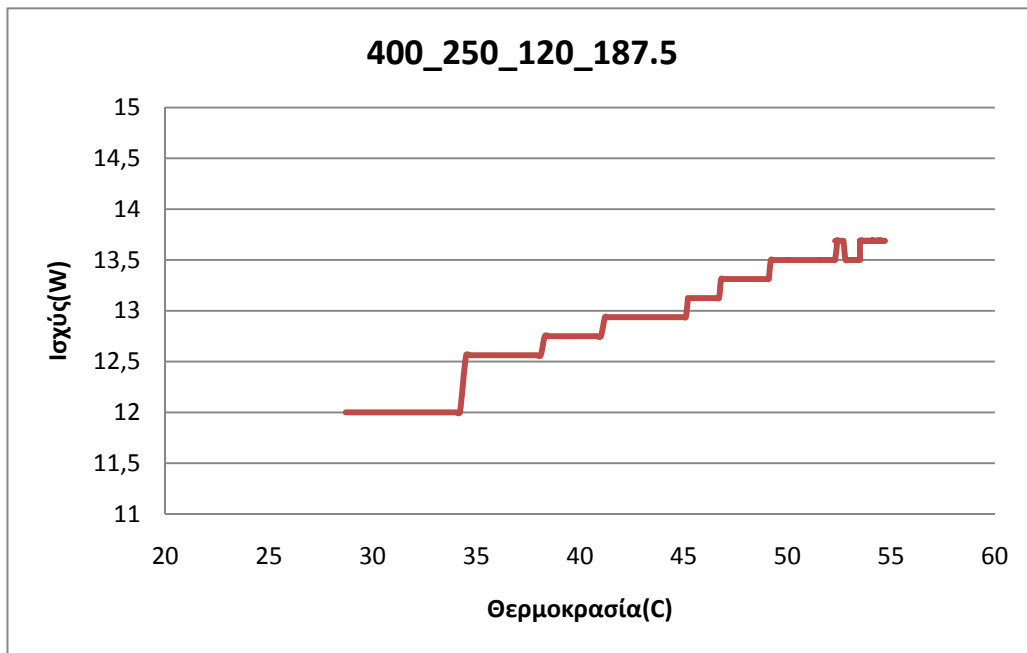












4.2.2 Σχόλια

Από τα παραπάνω διαγράμματα στιγμιαίας ισχύος - θερμοκρασίας του αισθητήρα στην επαφή της ασφαλειοθήκης παρατηρείται ότι σε όλες τις δοκιμές η καμπύλη έχει την ίδια ποιοτικά μορφή, δηλαδή, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία της επαφής, αυξάνεται και η ισχύς που καταναλώνεται σε αυτή. Ακόμη σε όλα τα πειράματα διαπιστώνεται ότι όσο

αυξάνεται το ρεύμα τροφοδοσίας, από το 50% του ονομαστικού ρεύματος, το 75% αυτού και τελικά το ίδιο το ονομαστικό ρεύμα, η αύξηση της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη και κατά συνέπεια και η αύξηση της στιγμιαίας καταναλισκόμενη ισχύος και έτσι η καμπύλη είναι σαφώς πιο απότομη. Τέλος, κατά τη λειτουργία των διατάξεων με το 50% του ονομαστικού ρεύματος οι διακυμάνσεις της ισχύος είναι λιγότερες και μικρότερες σε τιμή (της τάξεως του δεκάτου), αφού όπως παρατηρήθηκε, η τιμή της τάσεως σε αυτές τις δοκιμές παρέμενε αρκετά σταθερή.

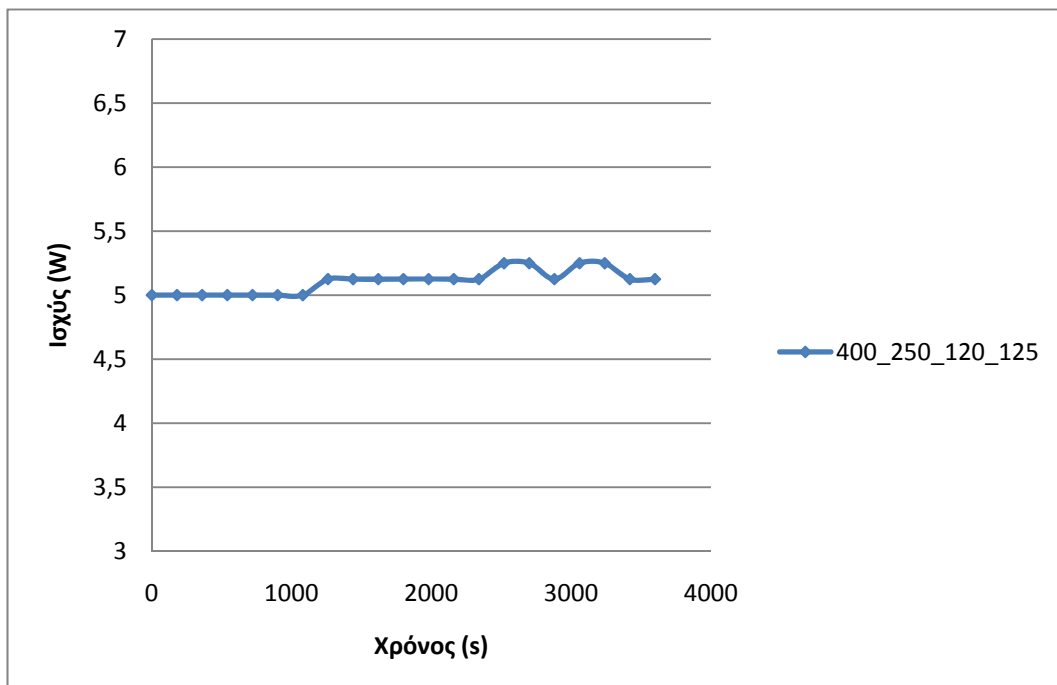
4.3 Μελέτη διακύμανσης στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος και υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας

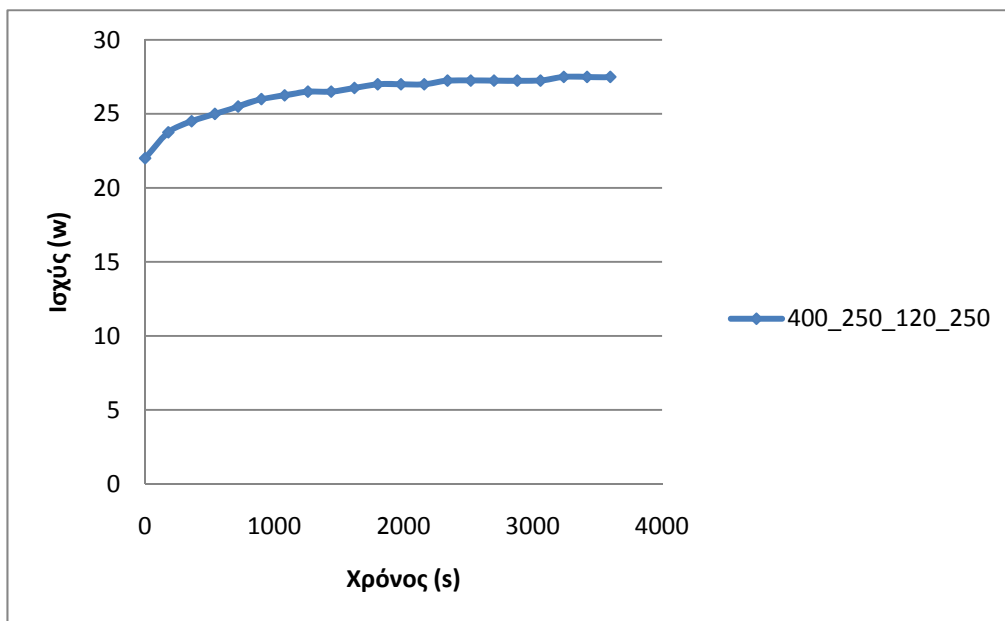
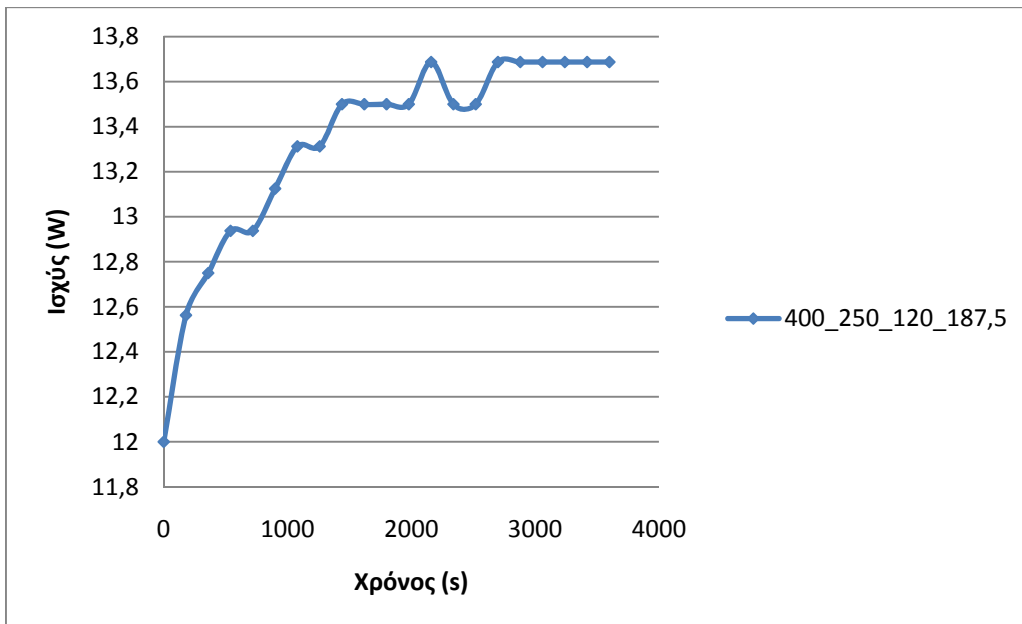
4.3.1 Γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος-χρόνου

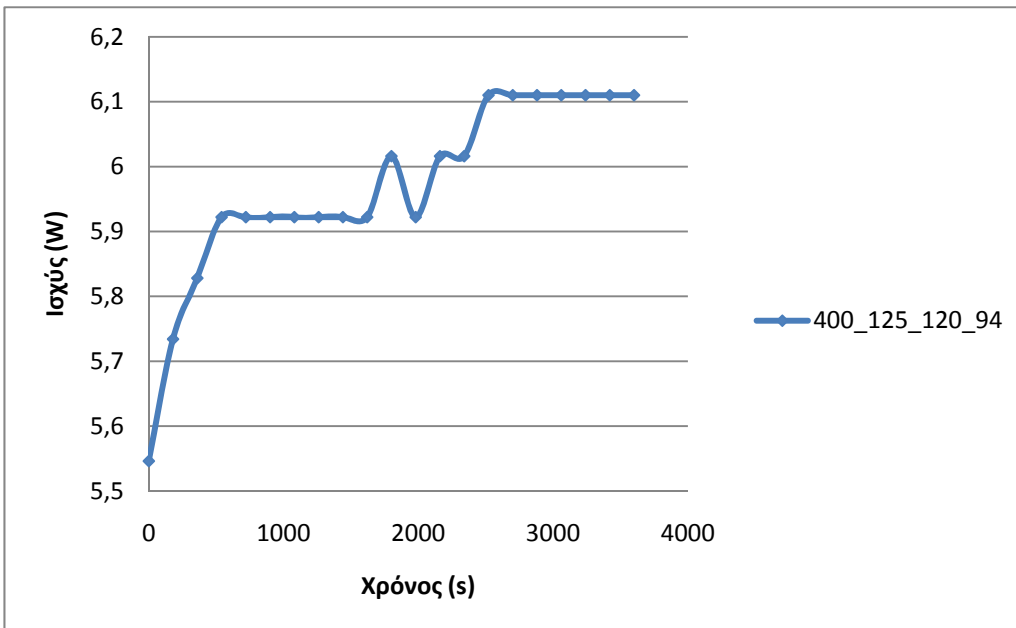
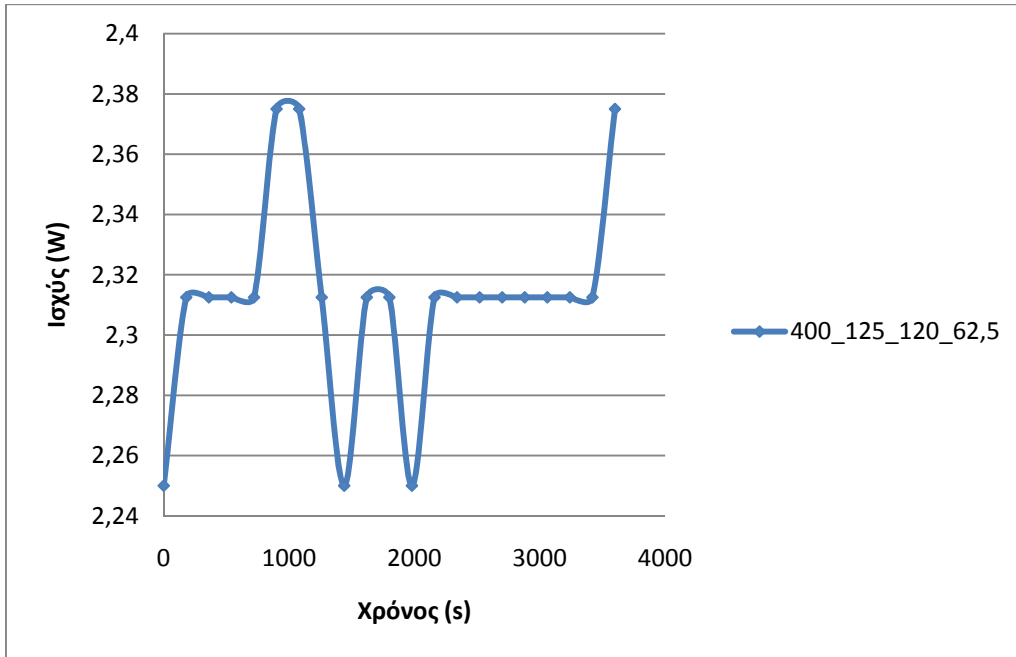
Ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις καταναλισκόμενης ισχύος-χρόνου. Η ονομασία του κάθε πειράματος και πάλι ακολουθεί το εξής πρότυπο:

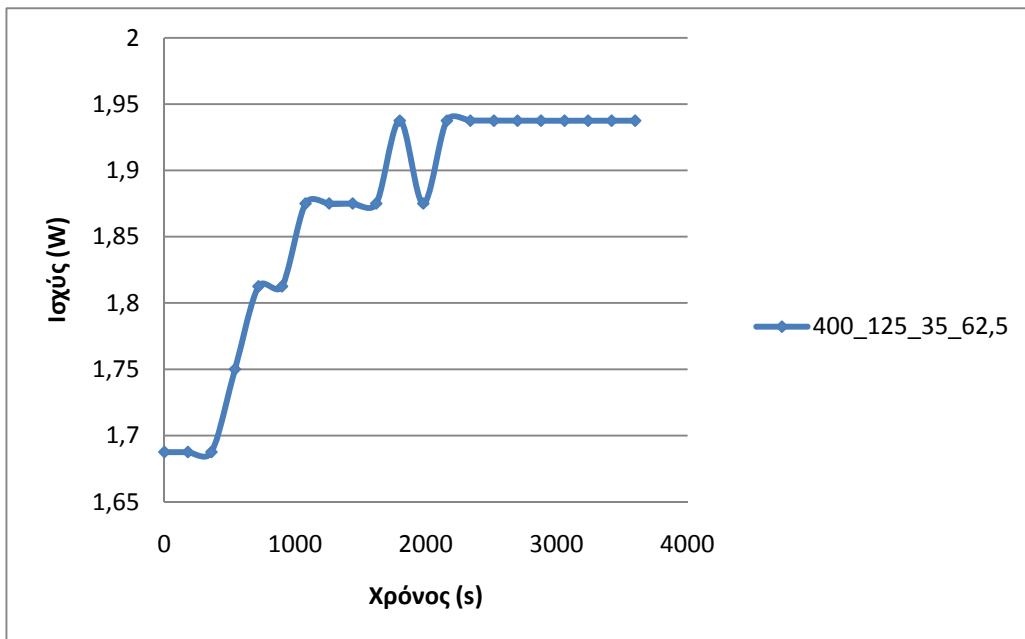
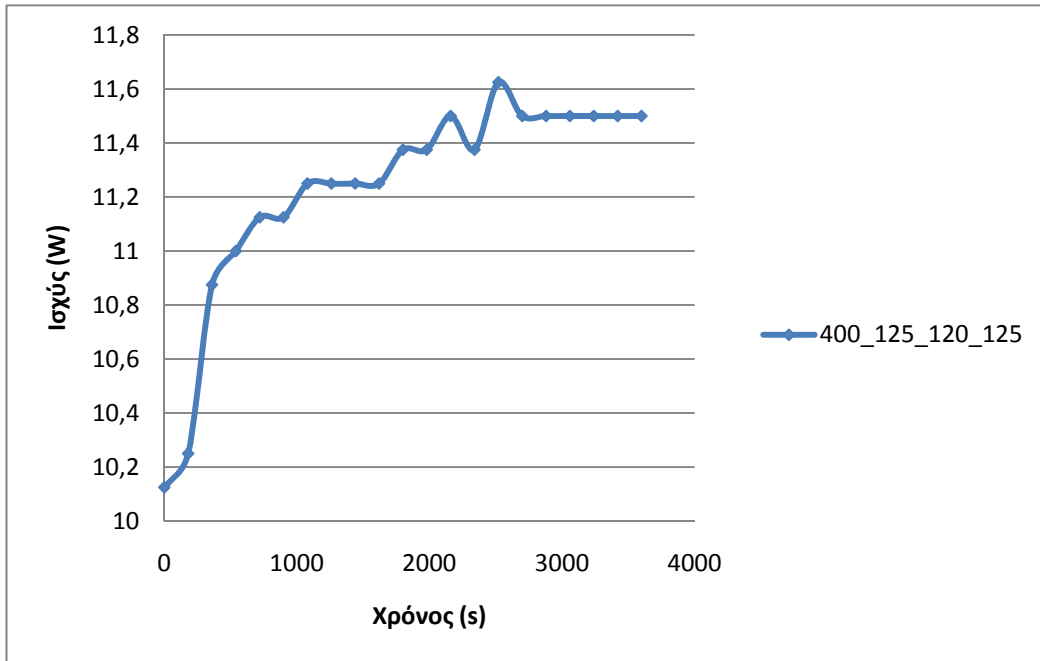
ονομαστικό ρεύμα ασφαλειοθήκης_ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας_διατομή καλωδίου_ρεύμα τροφοδοσίας.

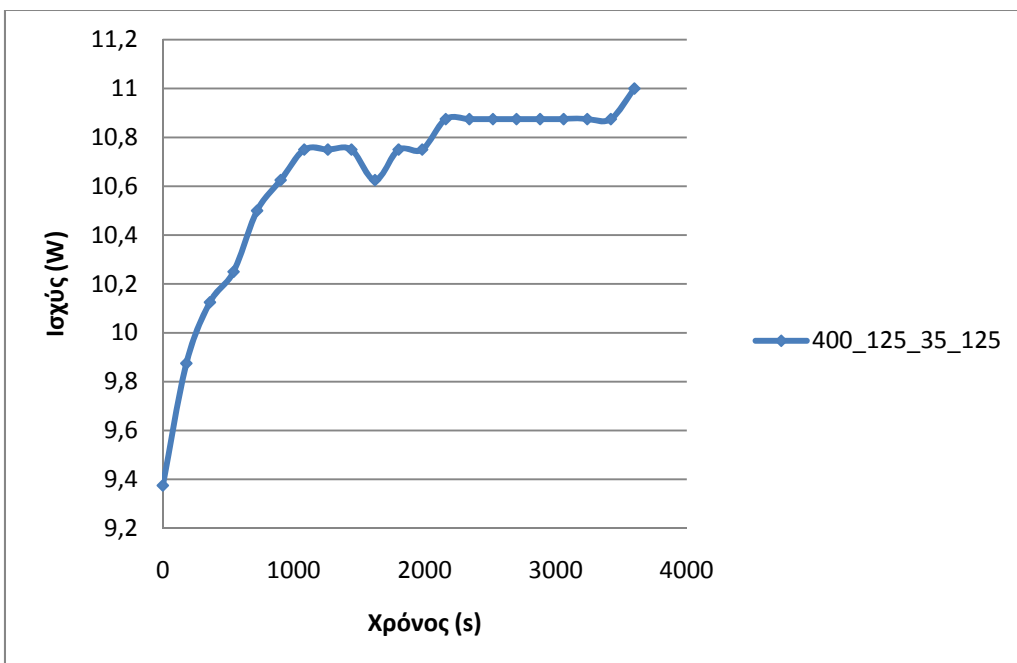
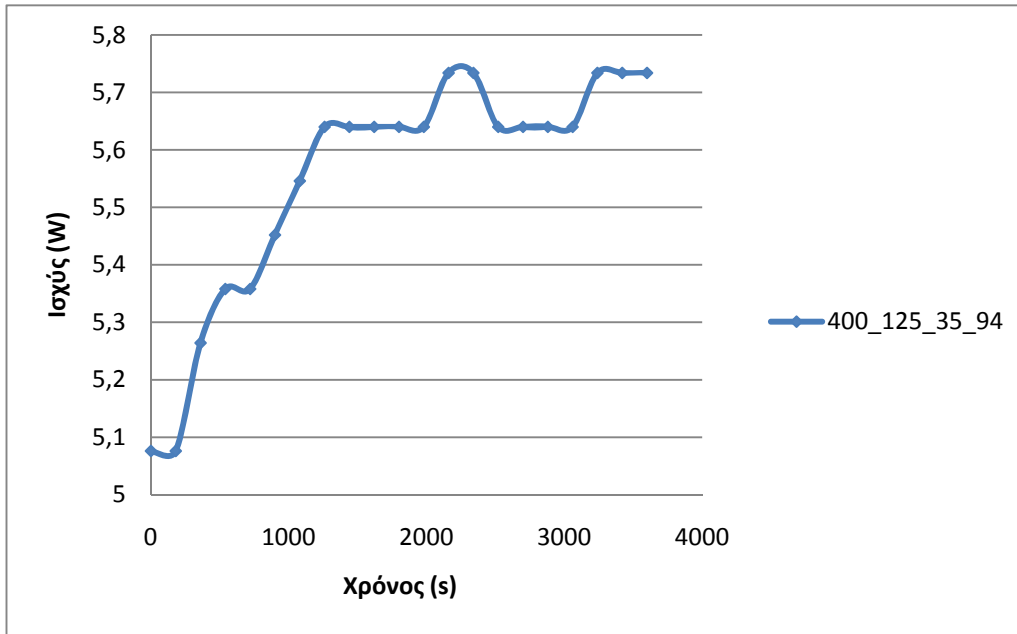
π.χ.250(ασφαλειοθήκη)_125(ασφάλεια)_120(καλώδιο)_125(ρεύμα τροφοδοσίας)

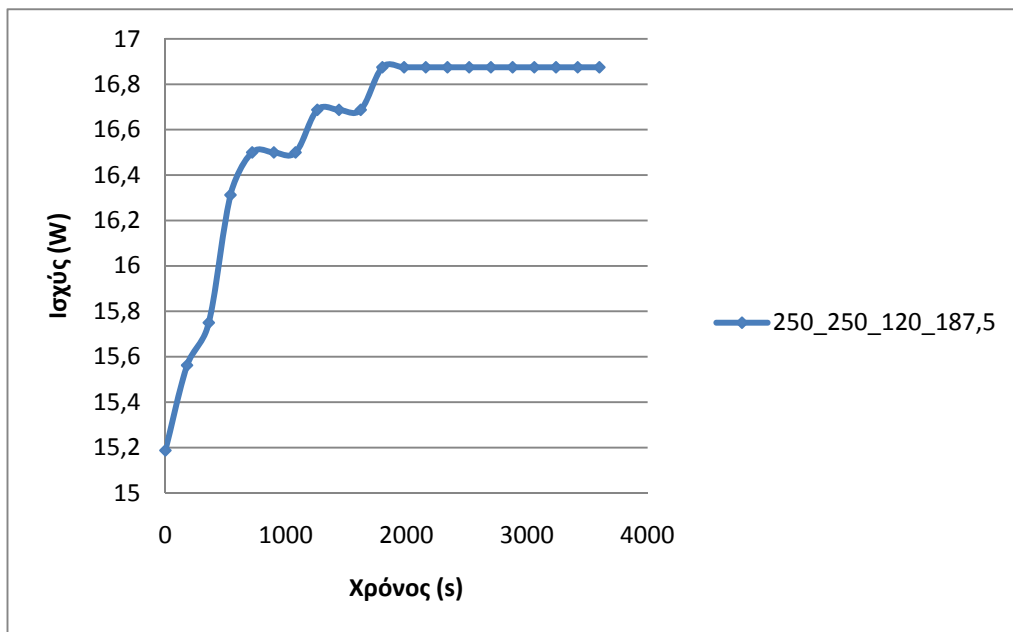
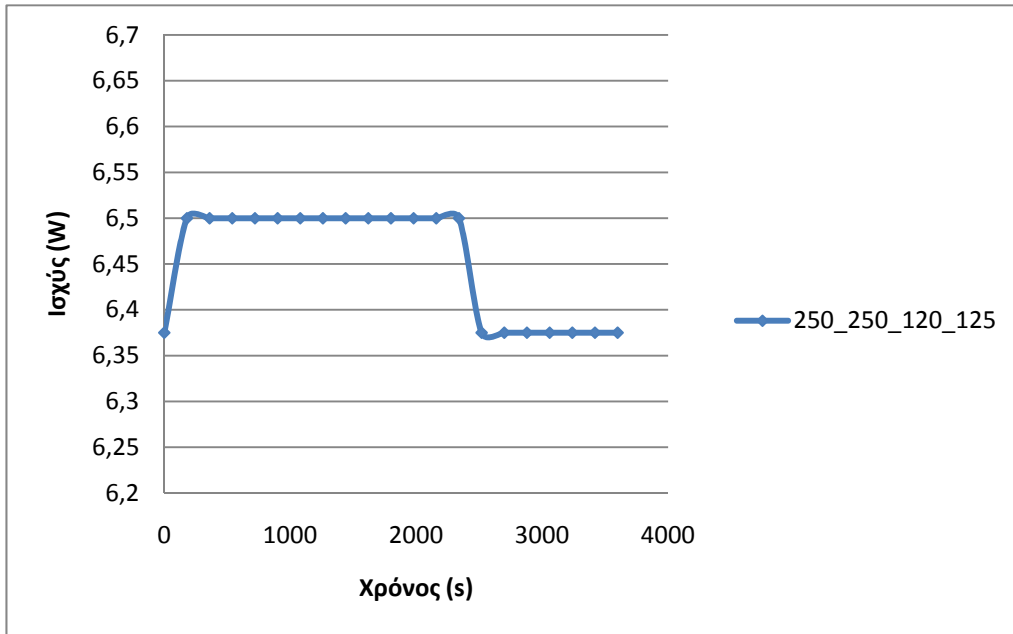


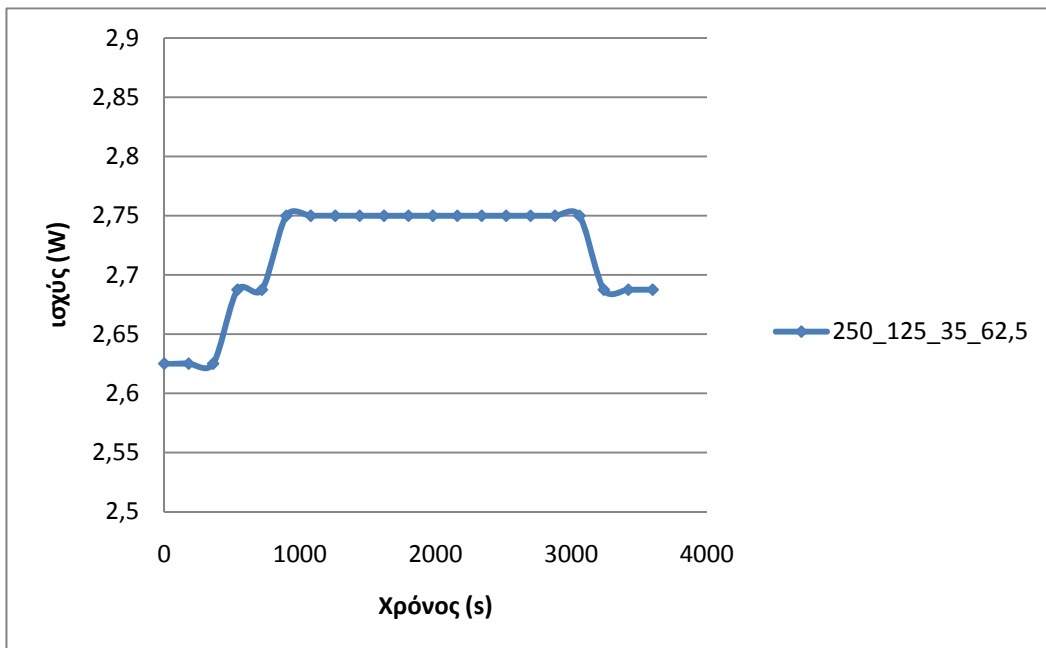
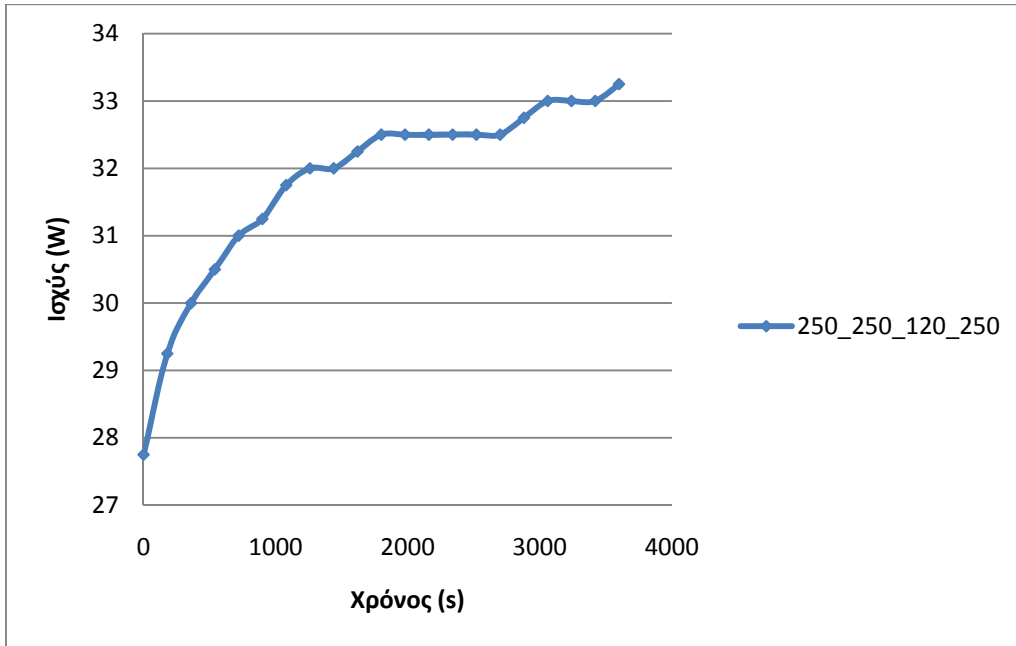


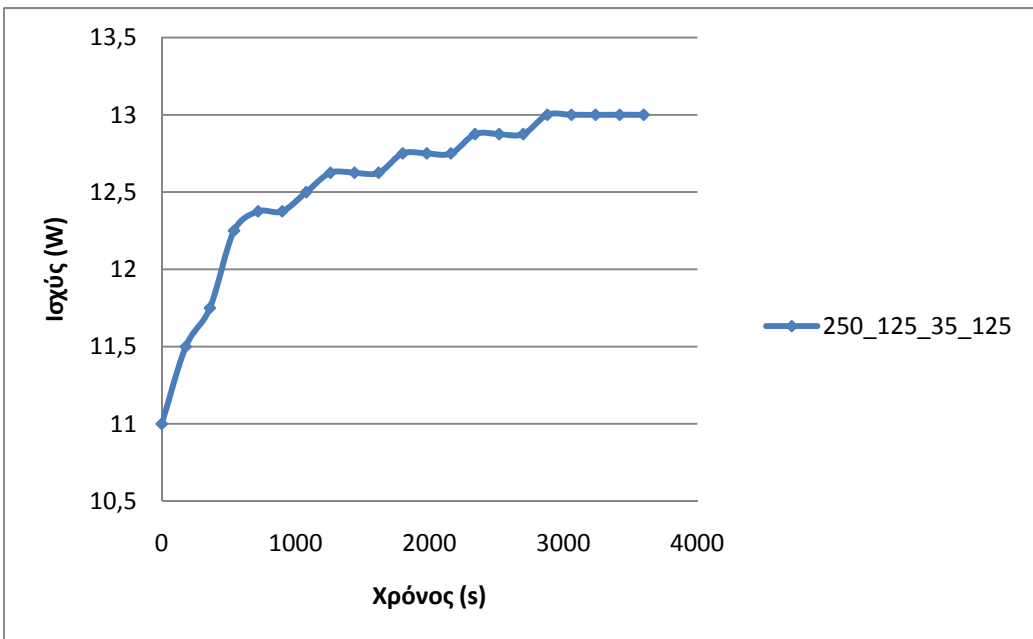
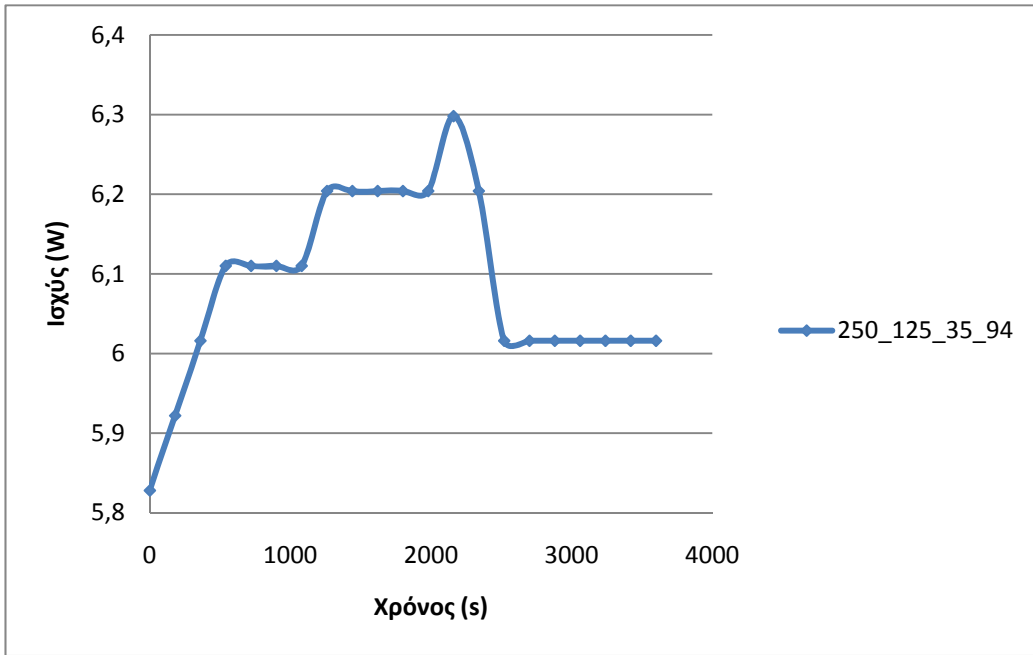


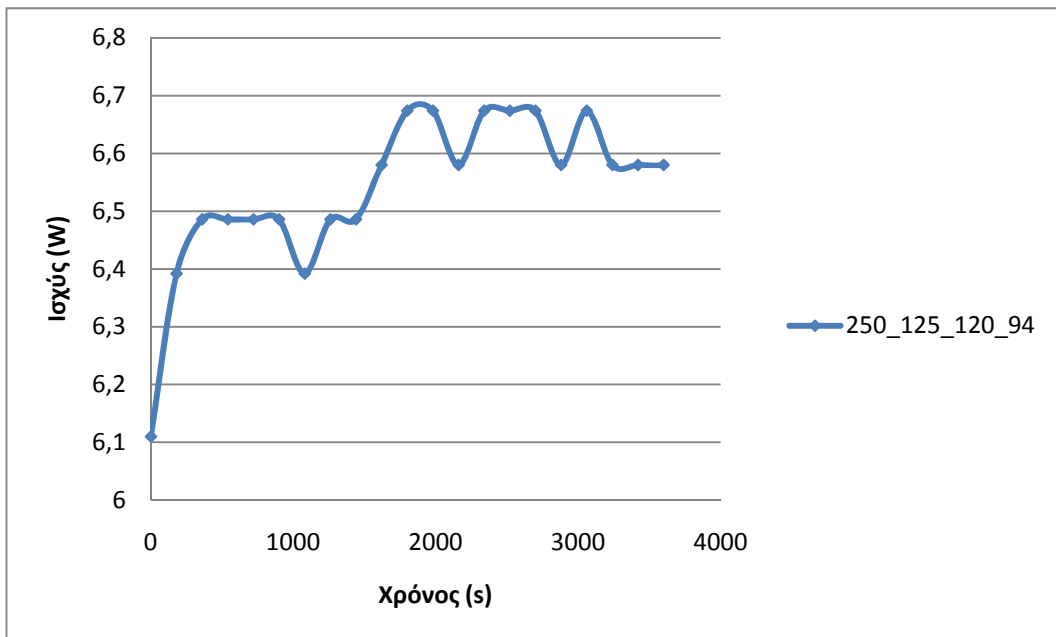
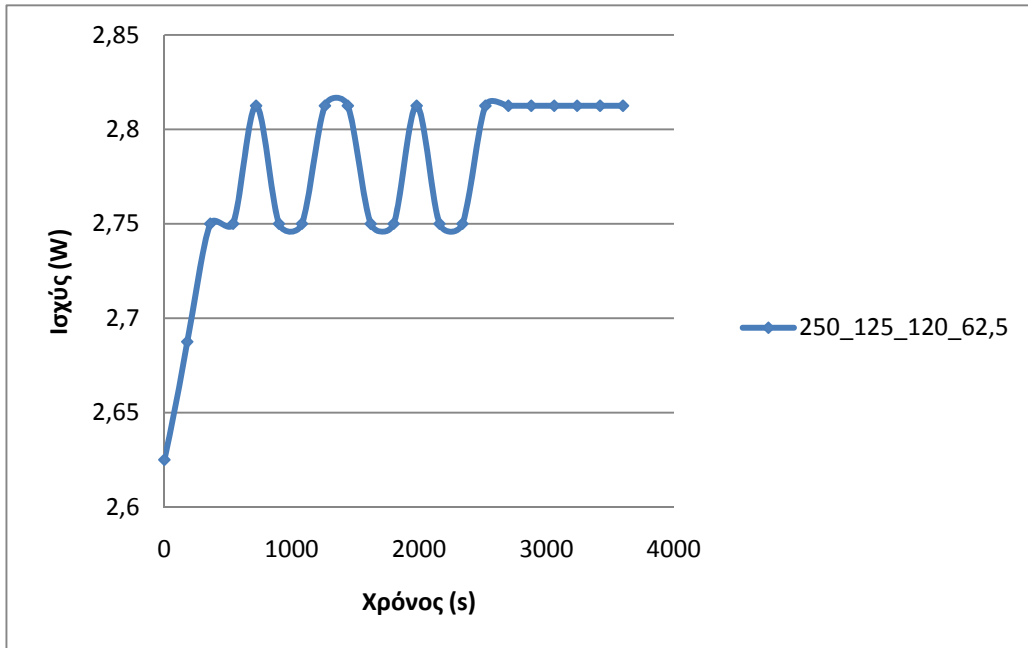


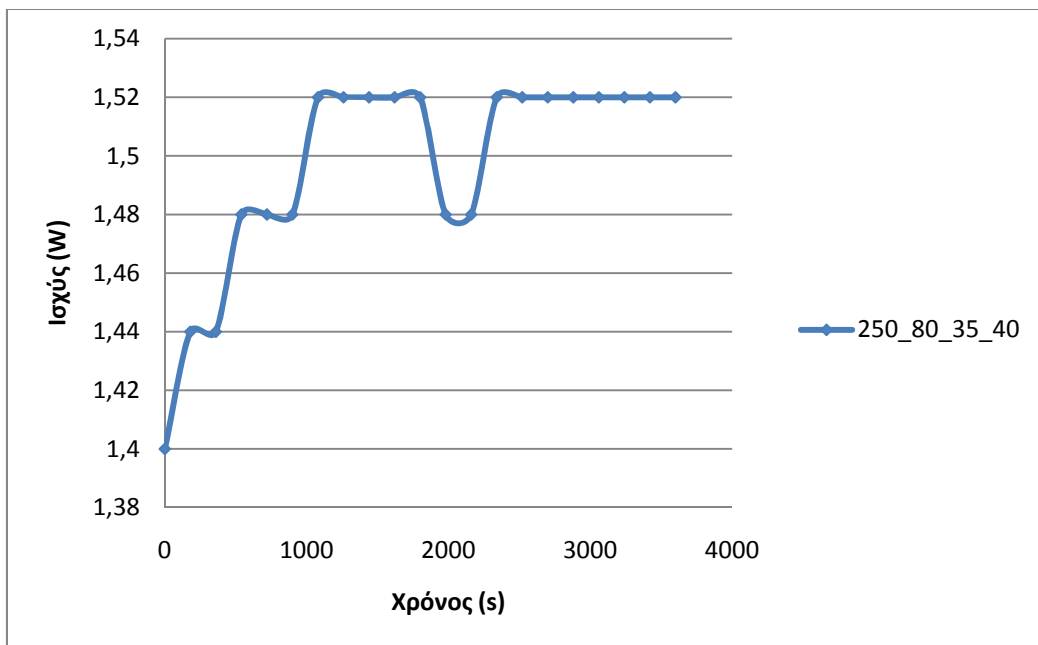
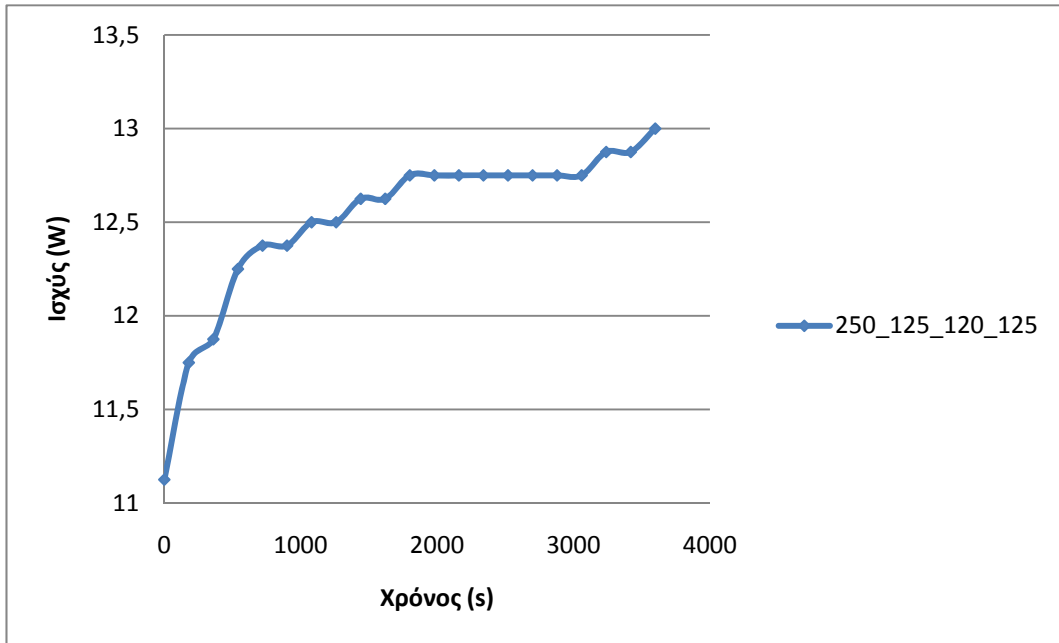


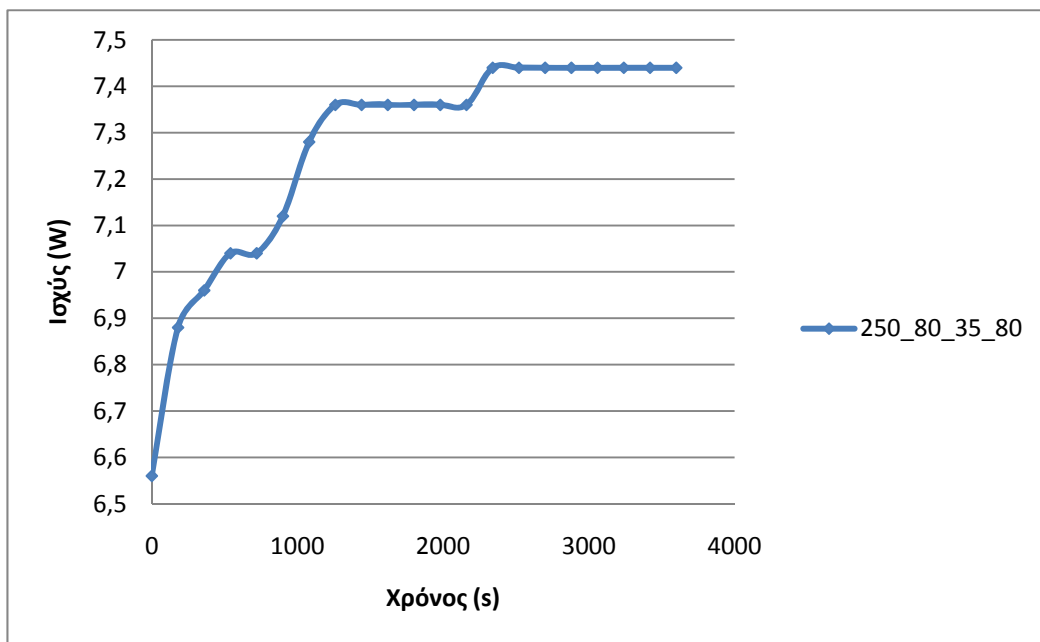
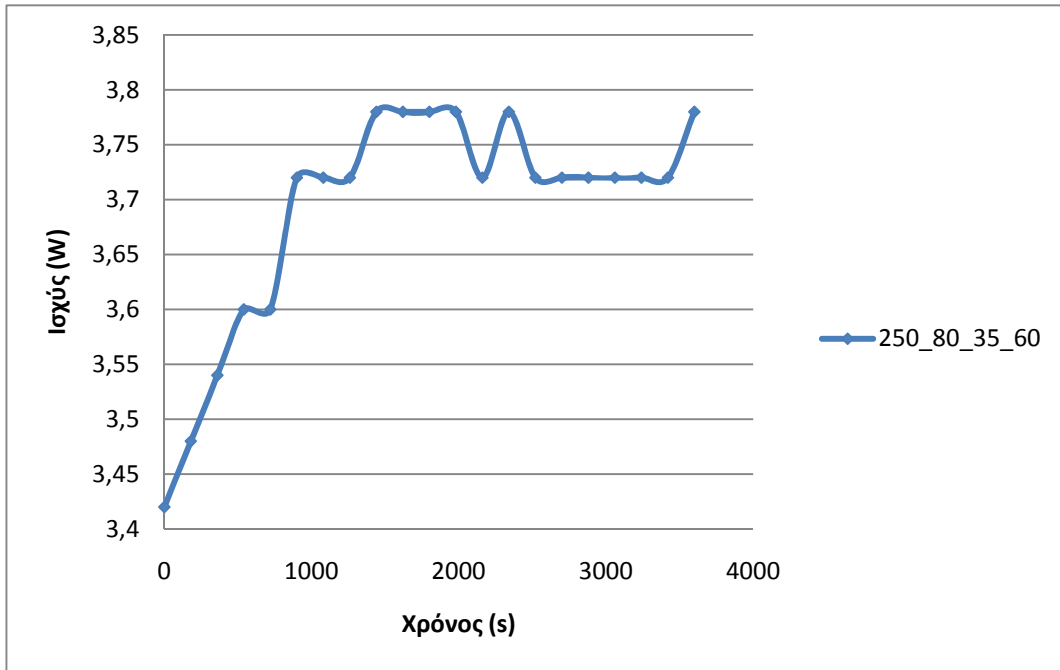


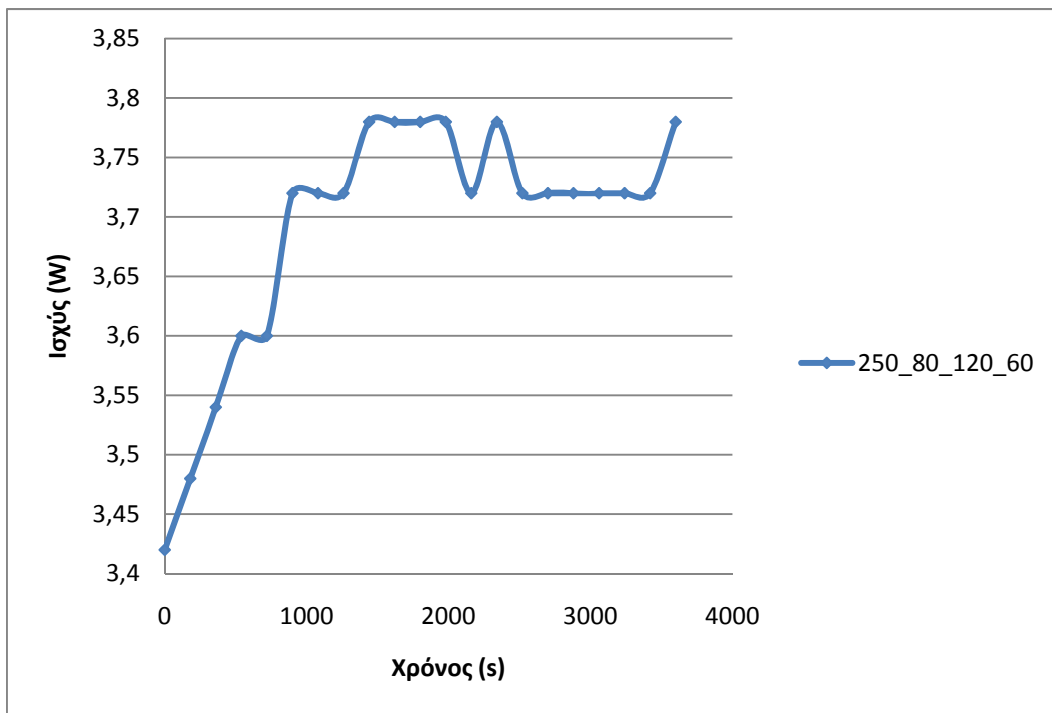
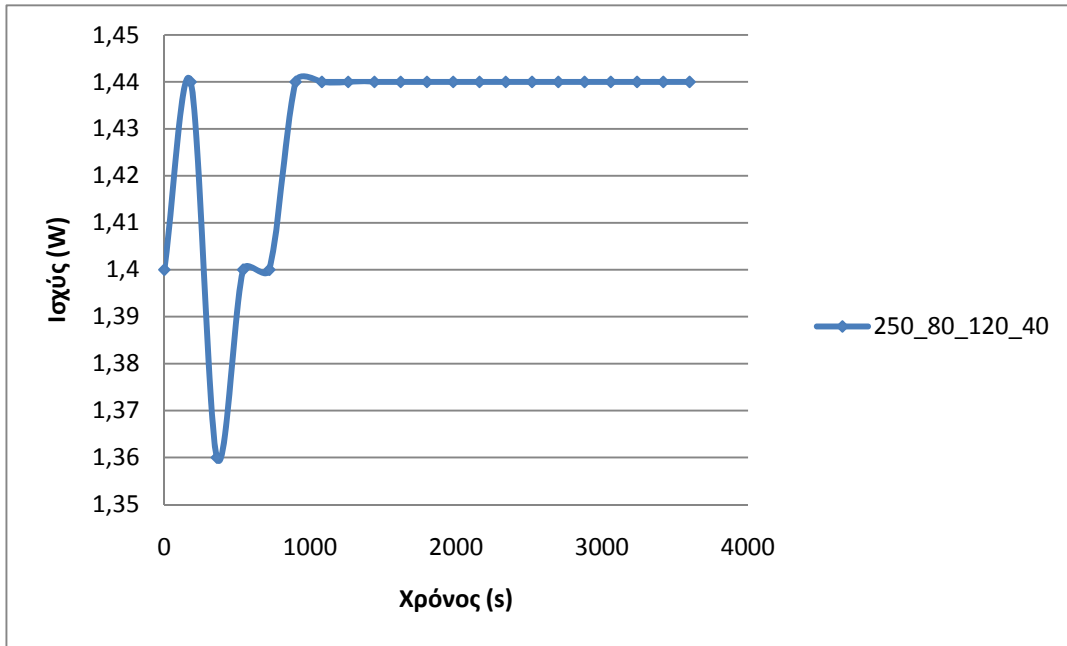


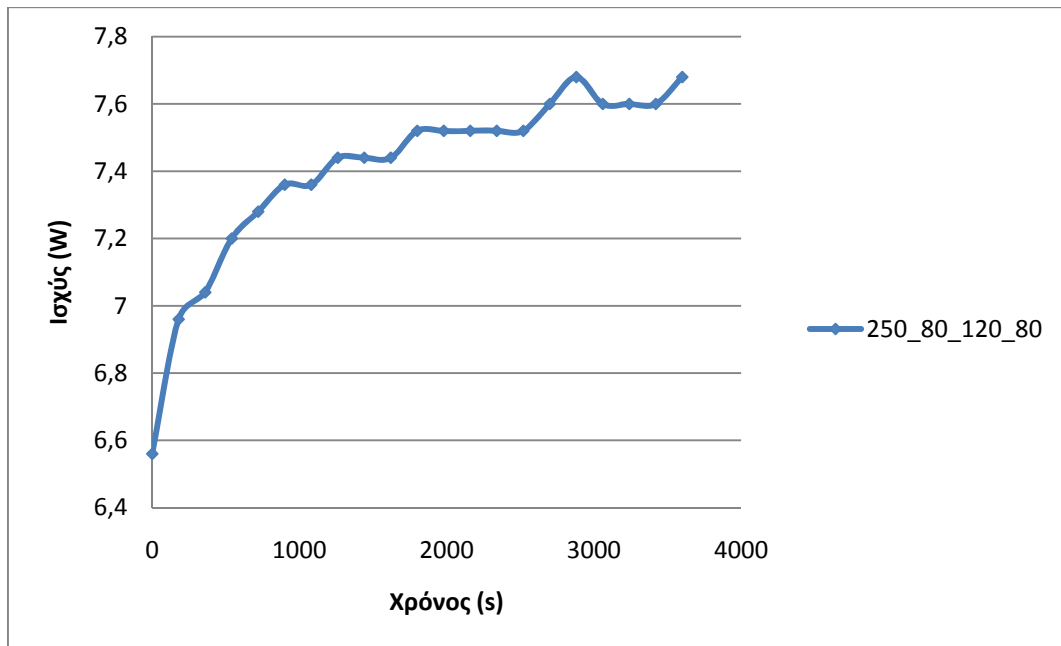












4.3.2 Σχόλια

Κατά τη διάρκεια όλων των πειραμάτων, η τάση στα άκρα της ασφαλειοθήκης αυξανόταν κυρίως για τα πρώτα περίπου 20 λεπτά (1200s όπως φαίνεται στα διαγράμματα της παραγράφου 4.3.1) και μετά άρχιζε να σταθεροποιείται με μικρές διακυμάνσεις. Η στιγμιαία ισχύς, η οποία προέκυψε ως το γινόμενο της τάσεως αυτής επί του ρεύματος τροφοδοσίας που παρέμενε σταθερό, ακολουθεί την ανάλογη συμπεριφορά που φαίνεται στα διαγράμματα της παραγράφου 4.3.1. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε :

- Διακυμάνσεις του δικτύου της ΔΕΗ επηρεάζουν και την τάση που τροφοδοτεί τη διάταξη.
- Ρυθμίσεις του ρεύματος τροφοδοσίας σε σταθερή τιμή οι οποίες γίνονταν χειροκίνητα με τη βοήθεια της διάταξης αυτομετασχηματιστή-μετασχηματιστή. Έτσι, το ρεύμα τροφοδοσίας είχε διακυμάνσεις ακόμα και αν θεωρήθηκε αναγκαία σταθερό για την πραγματοποίηση των υπολογισμών.

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι διακυμάνσεις αυτές είναι πολύ μικρές και ακόμη και αν φαίνονται εντονότερες στα διαγράμματα της παραγράφου 4.3.1 σε κάποιες μετρήσεις είναι μόλις της τάξεως του δεκάτου, και στις περισσότερες της τάξεως του εκατοστού. Η κλίμακα του άξονα της ισχύος που χρησιμοποιήθηκε δε δίνει το φυσικό νόημα της διακύμανσης των τιμών, αλλά σκοπό έχει να κάνει σαφέστερη την εφαρμογή της προσεγγιστικής μεθόδου ολοκλήρωσης Simpson για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε στη διάρκεια του κάθε πειράματος.

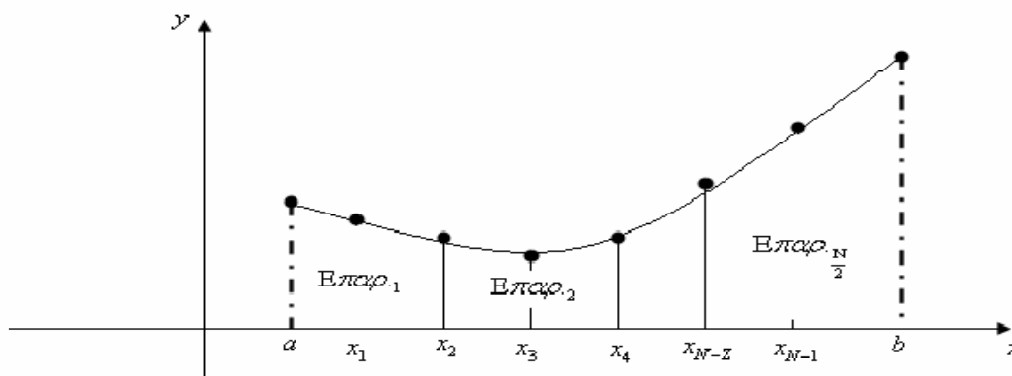
4.4 Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας

4.4.1 Προσεγγιστική ολοκλήρωση με τη μέθοδο Simpson

Είναι γνωστό ότι για πολλά ορισμένα ολοκληρώματα δεν υπάρχουν αναλυτικές μέθοδοι ακριβούς επίλυσής τους. Έτσι λοιπόν έχουν αναπτυχθεί προσεγγιστικές μέθοδοι υπολογισμού τέτοιων ολοκληρωμάτων.

Με τη μέθοδο Simpson προσεγγίζουμε την τιμή του $\int_a^b f(x) dx$ μιας συνεχούς συνάρτησης σε ένα κλειστό και φραγμένο διάστημα $[a, b]$ με χρήση εμβαδών παραβολών, οι οποίες προκύπτουν από την προσέγγιση της συνάρτησής μας σε στοιχειώδη υποδιαστήματα του $[a, b]$ από πολυώνυμα 2ου βαθμού, δηλαδή από παραβολές. Για την καλύτερη κατανόηση της μεθόδου αναφέρουμε τη βασική της εκδοχή.

- Έστω $\{x = a, x_1, \dots, x_N = b\}$ $x_0 < x_1 < \dots < x_N$ είναι ένας ομοιόμορφος διαμερισμός του $[a, b]$, δηλαδή χωρίζουμε το $[a, b]$ σε N ισομήκη υποδιαστήματα.
- Τότε: $\Delta x = \frac{b-a}{N}$ $k = 0, \dots, N$
- Υπολογίζουμε τις τιμές $f(x_i)$, $i=0, \dots, N$.
- Σχηματίζουμε τις διαδοχικές παραβολές που διέρχονται από τα σημεία $f(x_i)$, $f(x_{i+1})$, $f(x_{i+2})$, $i=0, \dots, N/2$ οπότε πρέπει $N = \text{ζυγός}$.



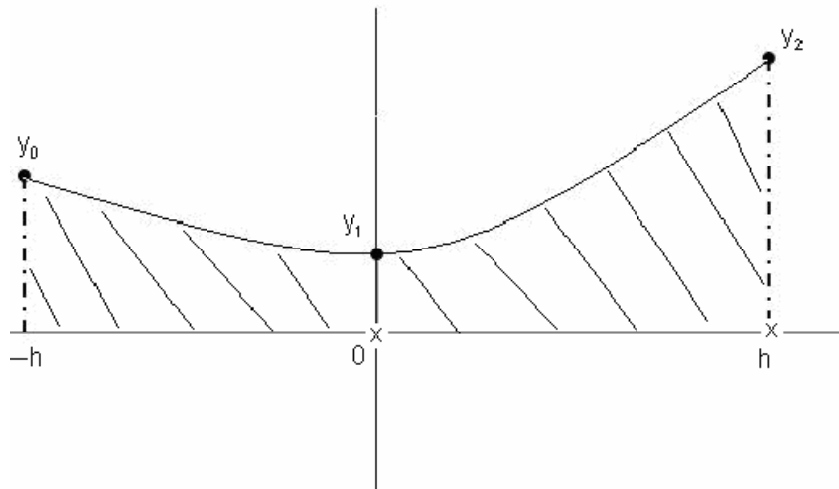
Υπολογίζουμε τα εμβαδά των $N/2$ -παραβολών που σχηματίζονται και έχουμε:

$$\int_a^b f(x) dx \cong E_{\text{παραβ.1}} + \dots + E_{\text{παραβ. } \frac{N}{2}}$$

Για να υπολογίσουμε τα προαναφερθέντα εμβαδά χρήσιμο είναι το ακόλουθο:

Θεώρημα

Έστω παραβολή $y(x) = ax^2 + bx + c$ όπως στο κάτωθι σχήμα:



τότε:

$$E_{\text{παραβ.}} = \int_{-h}^h (ax^2 + bx + c) dx = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2).$$

Απόδειξη:

$$\begin{aligned} E_{\text{παραβ.}} &= \int_{-h}^h (ax^2 + bx + c) dx = \left. \frac{ax^3}{3} + \frac{bx^2}{2} + cx \right|_{-h}^h \\ &= \frac{ah^3}{3} + \frac{bh^2}{2} + ch - \left(-\frac{ah^3}{3} + \frac{bh^2}{2} - ch \right) = \frac{2ah^3}{3} + 2ch = \frac{h}{3}(2ah^2 + 6c). \end{aligned}$$

Αλλά:

$$\begin{array}{rcl}
\alpha(-h)^2 + b(-h) + c = y_0 & & \alpha h^2 - bh + c = y_0 \\
\alpha 0^2 + b0 + c = y_1 & & c = y_1 \\
\alpha h^2 + bh + c = y_2 & & \alpha h^2 + bh + c = y_2 \\
+ \hline
& & 2\alpha h^2 + 4c = y_0 + 4y_1 + y_2
\end{array}$$

Τελικά:

$$E_{\text{παραβ}} = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2).$$

Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε:

$$\begin{aligned}
\int_a^b f(x) dx &\cong E_{\text{παραβ}_{1,1}} + \dots + E_{\text{παραβ}_{\frac{N}{2},\frac{N}{2}}} \\
&= \frac{b-a}{3N}(f(x_0) + 4f(x_1) + f(x_2)) + \frac{b-a}{3N}(f(x_2) + 4f(x_3) + f(x_4)) \\
&+ \dots + \frac{b-a}{3N}(f(x_{N-2}) + 4f(x_{N-1}) + f(x_N)) \\
&= \frac{b-a}{3N}(f(x_0) + 4f(x_1) + f(x_2) + f(x_2) + 4f(x_3) + f(x_4) + \dots \\
&\dots + f(x_{N-2}) + 4f(x_{N-1}) + f(x_N))
\end{aligned}$$

Άρα προκύπτει ο τύπος της μεθόδου Simpson:

$$\int_a^b f(x) dx \cong \frac{b-a}{3N} \left(f(x_0) + f(x_N) + 2 \sum_{i=1}^{\frac{N}{2}-1} f(x_{2i}) + 4 \sum_{i=1}^{\frac{N}{2}} f(x_{2i-1}) \right).$$

Παράδειγμα

Υπολογίστε την προσεγγιστική τιμή του ολοκληρώματος $\int_0^1 x^2 dx$, χρησιμοποιώντας $N=8$ ισομήκεις υποδιαίρέσεις του κλειστού διαστήματος $[0,1]$ με τη μέθοδο Simpson.

Λύση:

Για τον υπολογισμό της προσεγγιστικής τιμής του ολοκληρώματος θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο της μεθόδου όπως δόθηκε παραπάνω με:

$$b - a = \text{μήκος διαστήματος ολοκλήρωσης} = 1 - 0 = 1$$

$N = \text{πλήθος υποδιαστημάτων} = \text{πλήθος σημείων} - 1 = 8$. (Επομένως χρειαζόμαστε 9 σημεία.)

$$\text{Εύρος υποδιαστημάτων} = \frac{b-a}{N} = \frac{1-0}{8} = 0.125$$

Άρα:

$$x_0 = 0, x_1 = 0.125, x_2 = 0.25, x_3 = 0.375, \dots, x_7 = 0.875, x_8 = 1$$

Εφόσον $f(x) = e^{-x^2}$, υπολογίζουμε τις τιμές $f(x_i)$, $i = 0, \dots, 8$ και προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας τιμών:

0	0.125	0.25	0.375	0.5	0.625	0.75	0.875	1
1	0.9844	0.9394	0.8688	0.7788	0.6766	0.5697	0.465	0.3678

Εφαρμόζοντας τον τύπο για τις τιμές του παραπάνω πίνακα και προκύπτει ότι:

$$\int_0^1 f(x) dx \cong 0.7467 \quad (27)$$

4.4.2 Εφαρμογή της μεθόδου για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων μετρήθηκε με ψηφιακό πολύμετρο, σε λειτουργία βολτομέτρου, η τάση στις επαφές της ασφαλειοθήκης. Έτσι, για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ισχύος χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$P = \Delta V \cdot I$$

όπου I : ρεύμα τροφοδοσίας σε A.

Κατόπιν, για τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας στη διάρκεια του κάθε πειράματος (μία ώρα) θα έπρεπε να υπολογιστεί το ολοκλήρωμα:

$$\int_0^{3600} (P \cdot \Delta V) dt$$

όπου t : ο χρόνος σε s.

Το διάστημα ολοκλήρωσης είναι $3600s=1h$ δηλαδή, η διάρκεια του κάθε πειράματος.

Ωστόσο, επειδή δεν υπάρχει αναλυτική μέθοδος ακριβούς επίλυσης του χρησιμοποιήθηκε η προσεγγιστική μέθοδος Simpson.

Με χρήση παρεμβολής χρησιμοποιήθηκαν 21 τιμές για την τάση, δηλαδή ανά 3 λεπτά (180 δευτερόλεπτα) και κατόπιν με υπολογισμό του γινομένου $P=\Delta V \cdot I$ (με $I=125A$) προέκυψαν οι αντίστοιχες 21 τιμές ισχύος όπως φαίνεται στον Πίνακας 4.4-α: Εφαρμογή μεθόδου Simpson ενδεικτικά για τη δοκιμή 250_125_120_125.

10 Μαΐου 2010		Χρόνος(s)	Τάση(V) Με χρήση παρεμβολής	Ισχύς(W) (Τάση*125)
Ώρα	Τάση(V)			
11:20:40	0.089	0	0.089	11.125
11:21:28	0.090	180	0.094	11.75
11:22:04	0.091	360	0.095	11.875
11:22:14	0.092	540	0.098	12.25
11:23:33	0.094	720	0.099	12.375
11:25:01	0.095	900	0.099	12.375
11:27:57	0.097	1080	0.1	12.5
11:28:27	0.098	1260	0.1	12.5
11:29:32	0.099	1440	0.101	12.625
11:36:57	0.100	1620	0.101	12.625
11:43:28	0.101	1800	0.102	12.75
11:48:16	0.102	1980	0.102	12.75
12:14:21	0.103	2160	0.102	12.75
12:20:00	0.104	2340	0.102	12.75
		2520	0.102	12.75
		2700	0.102	12.75
		2880	0.102	12.75
		3060	0.102	12.75
		3240	0.103	12.875
		3420	0.103	12.875
		3600	0.104	13

Πίνακας 4.4-α: Εφαρμογή μεθόδου Simpson

Για τον υπολογισμό της προσεγγιστικής τιμής του ολοκληρώματος θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο της μεθόδου με:

$$b - a = \text{μήκος διαστήματος ολοκλήρωσης} = 3600 - 0 = 3600$$

$N = \text{πλήθος υποδιαστημάτων} = \text{πλήθος σημείων} - 1 = 20$. (Επομένως χρειαζόμαστε 21 σημεία.)

$$\text{Εύρος υποδιαστημάτων} = \frac{b-a}{N} = \frac{3600-0}{20} = 180s$$

$$A = \int_0^{3600} P dt \cong \frac{3600-0}{3 \cdot 20} \left(f(0) + f(3600) + 2 \sum_{i=1}^{\frac{20}{2}-1} f(x_{2i}) + 4 \sum_{i=1}^{\frac{20}{2}} f(x_{2i-1}) \right) \text{ (σε Ws).}$$

Τέλος, για να υπολογιστεί το αποτέλεσμα σε Wh:

$$\text{καταναλισκόμενη ενέργεια} = \frac{A}{3600} \text{ Wh.}$$

Με την εφαρμογή της μεθόδου Simpson υπολογίστηκε η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για όλα τα πειράματα που διεξήχθησαν. Ασφάλειες με ονομαστικό ρεύμα 125A και 250A τοποθετήθηκαν σε ασφαλειοθήκες ονομαστικού ρεύματος 250A και 400A και στο συγκριτικό πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι αντίστοιχες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας σε Wh για ρεύμα τροφοδοσίας ίσο με το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας, το 75% και το 50% αυτού, ενώ χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλες διατομές αγωγών (35mm² και 120mm²). Επίσης φαίνονται τα ανάλογα αποτελέσματα για ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 80A σε ασφαλειοθήκη ονομαστικού ρεύματος 250A και πάλι με χρήση καλωδίων διατομής 35mm² και 120mm². Έτσι, προκύπτει ο πίνακας:

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Ηλεκτρική ενέργεια(Wh)			
	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)	Ρεύμα τροφοδοσίας(A)	Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)	
			250A	400A
80A	35	40	1.5	--
		60	3.69	
		80	7.28	
	120	40	1.43	
		60	3.7	
		80	7.42	
125A	35	62.5	2.71	1.87
		94	6.1	5.56
		125	12.58	10.64
	120	62.5	2.78	2.31
		94	6.56	5.97
		125	12.54	11.24
250A	120	125	6.46	5.11
		187.5	16.6	13.35
		250	31.87	26.4

Πίνακας 4.4-b: Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας

4.4.3 Σχόλια

Παρατηρείται ότι σε όλες ανεξαιρέτως τις δοκιμές με την ασφαλειοθήκη των 400A η κατανάλωση ενέργειας ήταν μικρότερη σε σχέση με εκείνες που πραγματοποιήθηκαν με την ασφαλειοθήκη των 250A. Η διαφορά αυτή είναι ακόμη μεγαλύτερη κατά τη δοκιμή της ασφάλειας ονομαστικού ρεύματος 250A. Κάτι τέτοιο είναι απόλυτα λογικό αφού με την ασφαλειοθήκη με μεγαλύτερο ρεύμα η καταπόνηση της διάταξης είναι μικρότερη. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι κατά τη δοκιμή με καλώδιο διατομής 120mm^2 και ρεύμα τροφοδοσίας ίσο με το ονομαστικό της ασφάλειας, στην ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 250A η διαφορά είναι ίση με $31.87-26.4=5.47\text{Wh}$, ενώ αντίστοιχα στην ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 125A η διαφορά είναι μόλις $12.54-11.24=1.3\text{Wh}$. Οι αντίστοιχες δοκιμές με ρεύμα τροφοδοσίας ίσο με το 50% και 75% του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας επιβεβαιώνουν την τελευταία παρατήρηση.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλες σε σχέση με το ρεύμα διέλευσης διατομές (35mm^2 και 120mm^2) και παρατηρείται ότι ακόμη και αν στις περισσότερες δοκιμές με καλώδιο μεγαλύτερης διατομής η κατανάλωση ενέργειας είναι λίγο μεγαλύτερη, η αύξηση αυτή δεν ξεπερνά τις 0.6Wh και μάλιστα στις περισσότερες είναι της τάξεως του εκατοστού. Συμπεραίνεται έτσι, πως η διατομή του καλωδίου στην πειραματική αυτή διάταξη δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την πτώση τάσης και κατά συνέπεια την κατανάλωση ενέργειας σε αυτήν.

Ωστόσο, ακόμη και αν ήταν αναμενόμενο με καλώδιο μεγαλύτερης διατομής ή πτώση τάσης να ήταν μικρότερη, το αποτέλεσμα που προέκυψε μπορεί να αποδοθεί σε:

- πιθανή δημιουργία οξειδίων στην επιφάνεια των επαφών των καλωδίων.
- μη σταθερή τιμή της δύναμης σύσφιξης, καθώς δε χρησιμοποιήθηκε ειδικό όργανο μέτρησης της δύναμης σύσφιξης κατά την τοποθέτηση των καλωδίων στην ασφαλειοθήκη.

Τέλος, όπως ήταν αναμενόμενο στις αντίστοιχες δοκιμές με ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 80A η κατανάλωση ενέργειας ήταν χαμηλότερη. Αφού το ρεύμα τροφοδοσίας ήταν χαμηλότερο, η καταναλισκόμενη ισχύς στις επαφές της ασφαλειοθήκης και η απαγωγή θερμότητας στην ασφάλεια ήταν μικρότερες.

5

Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας διπλωματικής ήταν να διερευνήσει φαινόμενα σε ασφαλειοθήκες ασφαλειών ισχύος χαμηλής τάσης. Για το λόγο αυτό έγιναν δοκιμές με μαχαιρωτές ασφάλειες τριών διαφορετικών ονομαστικών ρευμάτων οι οποίες τοποθετήθηκαν σε ασφαλειοθήκες δύο διαφορετικών ονομαστικών ρευμάτων. Ακόμη για ασφαλέστερα συμπεράσματα χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές αλλά ταυτόχρονα κατάλληλες διατομές για τη σύνδεση του κυκλώματος προσομοίωσης.

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής όλων των δοκιμών παρατηρήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας τόσο στην επαφή της ασφαλειοθήκης, όσο και στον ακροδέκτη του καλωδίου σύνδεσης. Για την μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν δύο όργανα μέτρησης, μία θερμογραφική κάμερα και ένα ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα. Από την επεξεργασία των μετρήσεων όπως παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1.3 διαπιστώθηκε ότι η θερμογραφική κάμερα προσφέρει μια ασφαλή ποιοτική εικόνα της μέτρησης αλλά για την κλίμακα των θερμοκρασιών προς μέτρηση, δηλαδή μέχρι περίπου 90°C, το σφάλμα της ποσοτικά ήταν αρκετά μεγάλο. Η απόκλιση αυτή οφειλόταν αφενός στην αδυναμία καθορισμού του δείκτη εκπνεμτικότητας, καθώς τα προς μέτρηση υλικά ήταν δύο και διαφορετικά ενώ η θερμογραφική κάμερα προσφέρει ρύθμιση μόνο για μία τιμή του δείκτη αυτού. Αφετέρου, επειδή η χρήση της θερμογραφικής κάμερας απαιτούσε χειροκίνητες ρυθμίσεις, εστίαση και στόχευση των σημείων προς παρατήρηση, η ακρίβεια μειωνόταν σημαντικά. Αντίθετα πολύ πιο αξιόπιστο κρίθηκε το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα που λειτουργώντας με τη βοήθεια των αισθητήρων PT100 είχε άμεση επαφή με τα σημεία μελέτης και παρείχε ακρίβεια μετρήσεων.

Όσον αφορά την αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρήθηκε πως στις δοκιμές με την ασφαλειοθήκη μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος (400A) η άνοδος της θερμοκρασίας ήταν πάντα μικρότερη σε σχέση με την ασφαλειοθήκη μικρότερου ονομαστικού ρεύματος (200A). Η ασφαλειοθήκη των 400A έχει προφανώς μεγαλύτερη ανοχή και καταπονείται σαφώς λιγότερο και έτσι κατά τη χρήση της στο κύκλωμα-προσομοίωση, η διάταξη θερμαινόταν σε χαμηλότερα επίπεδα. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι αν για το σχεδιασμό συστήματος ασφαλειών σε κάποιο εξοπλισμό ή εγκατάσταση απαιτείται αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερης τιμής έντασης ονομαστικού ρεύματος μπορεί να αποτελέσει λύση. Ακόμη παρατηρήθηκε πως η χρήση καλωδίου μεγαλύτερης διατομής 120mm² έναντι 35mm² έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερη αύξηση της

θερμοκρασίας. Διαπιστώνεται έτσι ότι με χρήση καλωδίου μεγαλύτερης διατομής καθιστάται η διέλευση του ρεύματος ευκολότερη και η καταπόνηση του κυκλώματος είναι μικρότερη.

Η στιγμιαία καταναλισκόμενη ισχύς στους ακροδέκτες της ασφαλειοθήκης υπολογίστηκε μέσω της τάσης που καταγραφόταν με τη βοήθεια βολτομέτρου κατά τη διεξαγωγή κάθε δοκιμής. Η καταναλισκόμενη ισχύς αυξανόταν κατά τη διάρκεια του πειραμάτων όπως φαίνεται στα διαγράμματα της παραγράφου 4.2.1. Η αύξηση αυτή ήταν εντονότερη όταν το ρεύμα τροφοδοσίας της διάταξης ήταν το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας ενώ για ρεύμα τροφοδοσίας ίσο με το 50% αυτού ήταν σχεδόν σταθερή. Κάτι τέτοιο επιβεβαιώνεται και θεωρητικά αφού σύμφωνα με το Νόμο του Joule η μεταβολή της θερμότητας σε έναν αγωγό είναι ανάλογη με το τετράγωνο του διερχόμενου ρεύματος και της χρονικής διάρκειας λειτουργίας, δηλαδή:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t.$$

Έτσι, ακόμα και αν η συνολική διάρκεια των πειραμάτων ήταν κοινή (1 ώρα) όσο μεγαλύτερο ήταν το ρεύμα τροφοδοσίας που διερχόταν από τη διάταξη της ασφάλειας τόσο πιο μεγάλη ήταν η εκπομπή της θερμότητας. Επίσης, μετά τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας με τη βοήθεια της ολοκληρωτικής μεθόδου Simpson διαπιστώθηκε πως η ασφαλειοθήκη με το μεγαλύτερο ονομαστικό ρεύμα είναι πιο οικονομική σε κατανάλωση ενέργειας.

5.1 Προτάσεις

Όσον αφορά τη χρήση της θερμογραφικής κάμερας διαπιστώθηκε πως θα πρέπει να προτιμάται σε εφαρμογές πιο εξειδικευμένες όπου υπάρχει αναγκαιότητα μέτρησης της θερμοκρασίας ενός συγκεκριμένου σημείου. Ακόμη, μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο όργανο για τη γενικότερη αντίληψη θερμοκρασίας ενός χώρου ή για τον εντοπισμό έντονα θερμών-ψυχρών σημείων ή πηγών θερμότητας.

Το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα Paperless Recorder VR18 αποτέλεσε ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τις απαραίτητες μετρήσεις των δοκιμών που διεξήχθησαν. Η ακρίβεια του και οι πολλές δυνατότητες του ενθαρρύνουν τη χρήση του ως αξιόπιστο όργανο μέτρησης και σε άλλες εφαρμογές.

Τέλος, από τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν συμπεραίνεται πως η χρήση ασφαλειοθηκών μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος στην ίδια διάταξη μπορεί να έχει πολλά πλεονεκτήματα. Αποσοβεί την έντονη αύξηση της θερμοκρασίας της διάταξης ενώ ταυτόχρονα φαίνεται οικονομικότερη όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Ειδικά σε ευαίσθητα συστήματα εξοπλισμού όπου απαιτείται απόλυτος έλεγχος της θερμοκρασίας κάτι τέτοιο πρέπει να εξεταστεί σα λύση. Επίσης σε μεγάλες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις όπου ο αριθμός των αναγκαίων ασφαλειών-ασφαλειοθήκων είναι μεγάλος πρέπει να διερευνηθεί η πιθανότητα αξιολογήσιμης οικονομίας κατανάλωσης ενέργειας με τη χρήση ασφαλειοθηκών μεγαλύτερων ονομαστικών ρευμάτων. Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση εγκυμονεί και ο κίνδυνος δυσλειτουργίας χώρου καθώς όσο μεγαλύτερο είναι το ονομαστικό ρεύμα μιας ασφαλειοθήκης τόσο αυξάνονται και οι διαστάσεις κατά την κατασκευή της. Οπότε κατά το σχεδιασμό του συστήματος ασφαλειών πρώτα θα πρέπει να εξεταστούν οι υπάρχουσες δυνατότητες τοποθέτησης.

6

Βιβλιογραφία

1. **Κωνσταντίνος, Ζορμπάς.** *Ασφάλειες (σημειώσεις).* Θεσσαλονίκη : 13ο ΤΕΕ Θεσσαλονίκης.
2. **Newbery, A. Wright & P. G.** *Electric Fuses (2nd edition).* London : The Institution of Electrical Engineers, 1995.
3. **Globalspec.** www.globalspec.com. *www.globalspec.com.* [Ηλεκτρονικό] 1999.
4. **Electric, DF.** *datasheets.*
5. **A.E.E, Λάζαρος Αντωνιάδης και ΣΙΑ.** *datasheets.*
6. **Schurter, Inc. .** *datasheets.*
7. **FERRAZ SHAWMUT CANADA INC.** http://www.circuitprotection.ca/Fuse_Standards.html. [Ηλεκτρονικό]
8. **IEC.** *Low-voltage fuses , Part 1:General requirements.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 1998. CEI/IEC 60269-1 :1998.
9. **UL.** www.ul.com. [Ηλεκτρονικό] 2010.
10. **IEC.** *Low-voltage fuses, Part 2-1: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) Sections I to VI: Examples of types of standardized fuses.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 2002. 60269-2-1:1998+A1:1999+A2:2002.
11. **Παντελής, Δημήτρης Ι.** *Μη μεταλλικά τεχνικά υλικά.* Αθήνα : Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 1996.
12. **SpecialChem.** www.omnexus.com. [Ηλεκτρονικό] Platform related to Plastics and Elastomers solutions, 2010.
13. **AZo Journal of Materials Online.** <http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=4081>. *www.azom.com.* [Ηλεκτρονικό] 2000-2010.
14. **Dynalab Corp., NY.** http://www.dynalabcorp.com/technical_info_nylon.asp. [Ηλεκτρονικό]

15. **Γιάννης Δ. Χρυσουλάκης, Δημήτρης Ι. Παντελής.** *Επιστήμη και τεχνολογία των μεταλλικών υλικών.* Αθήνα : Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2003.
16. **Electronics Manufacturers.** www.electronics-manufacturers.com. [Ηλεκτρονικό] 2007.
17. **Τεγόπουλος, Ι.Α.** *ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ Μέρος Β', Μόνιμη κατάσταση.* Αθήνα : Συμμετρία, 1991. ISBN 978-960-266-196-3.
18. **Electronic Circuits (μηνιαίο περιοδικό).** www.electroniccircuits.gr. [Ηλεκτρονικό] 2008.
19. **Ν.Π. ΤΡΩΓΑΔΑ .** *Ηλεκτρικές μηχανές συνεχούς ρεύματος (DC)- Μετασχηματιστές.* s.l. : ΤΕΙ Λάρισας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα ηλεκτρολογίας.
20. **Κ. Βουρνα, Καθηγητή Ε.Μ.Π, Γ.Κονταξή, Καθηγητή Ε.Μ.Π.** *Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.* Αθήνα : Ε.Μ.Π, 2001.
21. **Π.Δ Μπούρκας, Καθηγητής Ε.Μ.Π.** *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.* Αθήνα : Ε.Μ.Π., 1999.
22. **Συλλογικό έργο.** *Υπερλεξικό της νεοελληνικής γλώσσας.* s.l. : Αφοι Παγουλάτου. ISBN 960-7208-00-5.
23. **Βασίλειος Κ. Τσόλκας, Στυλιανός Α. Τυρέκογλου.** *Μετρήσεις της θερμοκρασίας λειτουργίας των μετασχηματιστών του δικτύου διανομής (Διπλωματική εργασία).* Αθήνα : s.n., 2008.
24. **Intelligent Technologies.** <http://infracam.wordpress.com/>. [Ηλεκτρονικό]
25. **Στέφανος, Φυτράκης.** *Ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση πρατηρίου υγρών καυσίμων. Εναρμονισμός με ισχύοντες κανονισμούς και πρότυπα. Ανάλυση ιδιαιτεροτήτων. Περιγραφή σταδίων κατασκευής. (Πτυχιακή εργασία).* Ηράκλειο Κρήτης : s.n., 2009.
26. **G.Gaussorges.** *Microwave Technology Series 5, Infrared Thermography.* London : Chapman, 1994.
27. **Τσίχλας Κωνσταντίνος, Μέλος Δ.Ε.Π. - Λέκτορας.** Προσεγγιστική Ολοκλήρωση. Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα VR18 Paperless Recorder



Εισαγωγή

Για τις μετρήσεις της παρούσας εργασίας, όπως αναφέρθηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο της πειραματικής διάταξης, χρησιμοποιήθηκε το καταγραφικό “PAPERLESS RECORDER VR18” για την παρατήρηση και αποθήκευση των θερμοκρασιών των αισθητήρων που τοποθετήθηκαν στα τέσσερα διαφορετικά σημεία ασφάλειας και ασφαλειοθήκης.

Το εν λόγω καταγραφικό φέρει στο πίσω του μέρος έξι κάρτες αναλογικών εισόδων, κάθε μια από τις οποίες αποτελείται από τρία κανάλια εισόδου, με αποτέλεσμα να διατίθενται συνολικά δεκαοκτώ εισοδοί που μας επιτρέπουν να μετράμε τάση (mV, V), ρεύμα (mA) και θερμοκρασία (T/C, PT100).

Οι κάρτες έχουν τη δομή που απεικονίζεται στην εικόνα Π1.1. Αποτελούνται από διακόπτες και jumpers η θέση των οποίων καθορίζει το προς μέτρηση μέγεθος.



Εικόνα Π1.1 Δομή καρτών εισόδου

Προκειμένου να επιλεγεί η επιθυμητή είσοδος, πρώτα θέτουμε τους jumpers και τους διακόπτες κάθε κάρτας στις αντίστοιχες θέσεις, σύμφωνα με το πληροφοριακό ένθετο αυτοκόλλητο στο πίσω μέρος αυτής, όπως αυτό παρουσιάζεται στην εικόνα Π1.2. Έπειτα εισάγουμε την κάρτα στην αντίστοιχη θέση του καταγραφικού και το θέτουμε σε λειτουργία πατώντας το πλήκτρο της έναρξης. Το καταγραφικό έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει αυτόματα και να απεικονίζει στην οθόνη το συγκεκριμένο επιθυμητό τύπο εισόδου, καθώς και να δείχνει το κανάλι εισόδου από το οποίο προέρχεται στη λειτουργία configuration, η οποία θα αναλυθεί σε επόμενη ενότητα, με σκοπό την επεξεργασία αυτού.

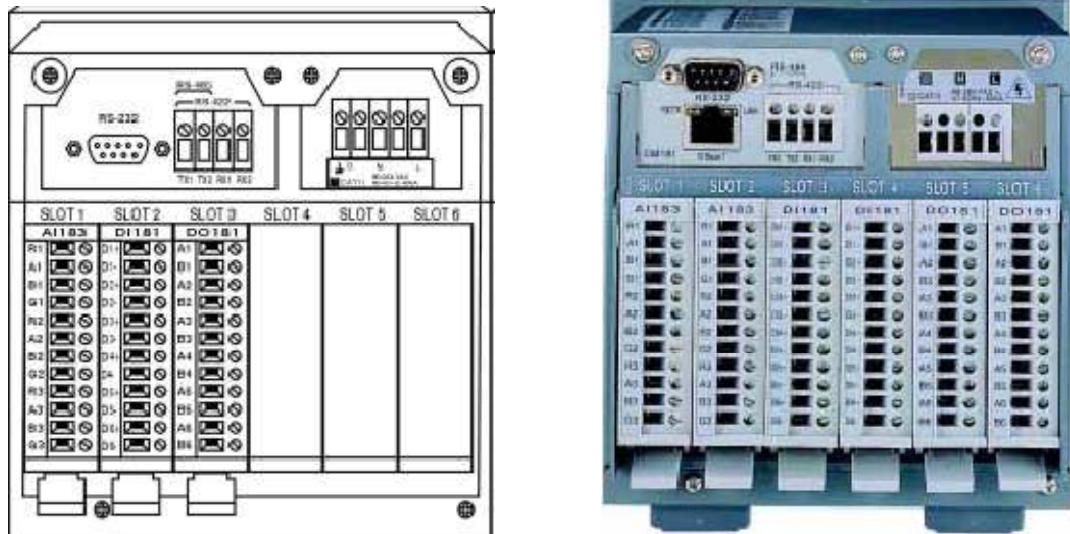
JUMPER AND SWITCH SETTING				OPTION										
FUNCTION		MINI-JUMPER			DIP SW SETTING									
		J1	J2	J3	1	2	3	4	5	6	7	8		
UNIT	°C	T/C or RTD	—	—										
	°F	T/C or RTD	—	—	■									
	mV	0 – 60mV	—	—							■			
		0 – 1V	—	—			■					■		
	V	0 – 10V	—	—				■				■		
mA	0 – 20mA	—	—	■		■					■			
THERMOCOUPLE	J				■									
	K					■								
	T					■	■							
	E									■				
	B						■				■			
	R						■	■	■					
	S						■	■	■					
	N											■		
	L							■				■		
	TC1								■		■			
RTD	PT100									■	■			
	JPT100									■	■	■		
	RTD1									■	■	■		

Εικόνα Π1.2 Ένθετο πληροφοριακό αυτοκόλλητο στο πίσω μέρος κάθε κάρτας εισόδου, βάση του οποίου γίνεται ο καθορισμός των θέσεων των jumpers και των διακοπών αυτής, ώστε να καταγραφούν τα κατάλληλα μεγέθη

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι πριν να θέσουμε το καταγραφικό σε λειτουργία πρέπει να έχουμε πραγματοποιήσει τις κατάλληλες συνδέσεις καλωδίων, ώστε να γίνει σωστή είσοδος και καταγραφή των μετρούμενων μεγεθών.

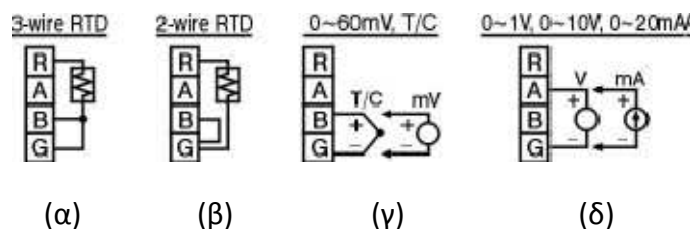
Στην εικόνα Π1.3 παρουσιάζεται η πίσω όψη του καταγραφικού, στην οποία διακρίνονται οι έξι κατάλληλα διαμορφωμένοι υποδοχείς των καρτών εισόδου, οι ίδιες οι κάρτες, καθώς

και τα κανάλια (R1, A1, B1, G1, R2, A2, B2, G2, R3, A3, B3, G3) στα οποία γίνεται η καλωδίωση για τη σωστή καταγραφή των σημάτων εισόδου.



Εικόνα Π1.3 Η πίσω όψη του καταγραφικού, στην οποία διακρίνονται οι έξι κατάλληλα διαμορφωμένοι υποδοχείς των καρτών εισόδου, οι ίδιες οι κάρτες, καθώς και τα κανάλια εισόδου.

Οι τρόποι σύνδεσης των καλωδίων για κάθε τύπο εισόδου παρουσιάζονται στην εικόνα Π1.4. Δεδομένου ότι στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει η μέτρηση θερμοκρασιών χρησιμοποιώντας αισθητήρες αντίστασης τύπου PT100, πραγματοποιήθηκε η καλωδίωση που παρουσιάζεται στο σχήμα (β).



Εικόνα Π1.4 Τρόποι σύνδεσης των καλωδίων για κάθε τύπο εισόδου. (α) και (β) σύνδεση για μέτρηση με PT100, (β) σύνδεση για μέτρηση τάσης της τάξεως των mV και TC, (γ) σύνδεση για μέτρηση τάσης της τάξεως των V και ρεύματος.

Έπειτα από τη ρύθμιση των παραμέτρων των καρτών και τη σύνδεση των καλωδίων απομένει ο χειρισμός του καταγραφικού ο οποίος γίνεται όπως περιγράφεται στις κατωτέρω ενότητες σε μορφή εγχειριδίου χρήσης.

Εγκατάσταση κάρτας CF

Η κάρτα CF 16MB παρέχεται δωρεάν και εγκαθίσταται καταλλήλως κατά την παράδοση. Εάν χρειάζεται μεγαλύτερη χωρητικότητα από την κάρτα CF, και ο χρήστης αποφασίσει να την αγοράσει τοπικά, παρακαλείτε να ελέγξει το εμπορικό σήμα της κάρτας CF. Πρέπει να είναι μία από τις προτεινόμενες μάρκες SanDisk ή Transcend σε υψηλή συμβατότητα. Προτείνονται και άλλες μάρκες.

Εγκατάσταση: Πρώτα εισάγετε την κάρτα CF στο τέλος, στη συνέχεια στρίψτε το πώμα προς τα δεξιά.

Εξαγωγή: Πρώτα στρίψτε το πώμα στην ευθεία κατεύθυνση, και μετά τραβήξτε προς τα έξω την κάρτα CF.

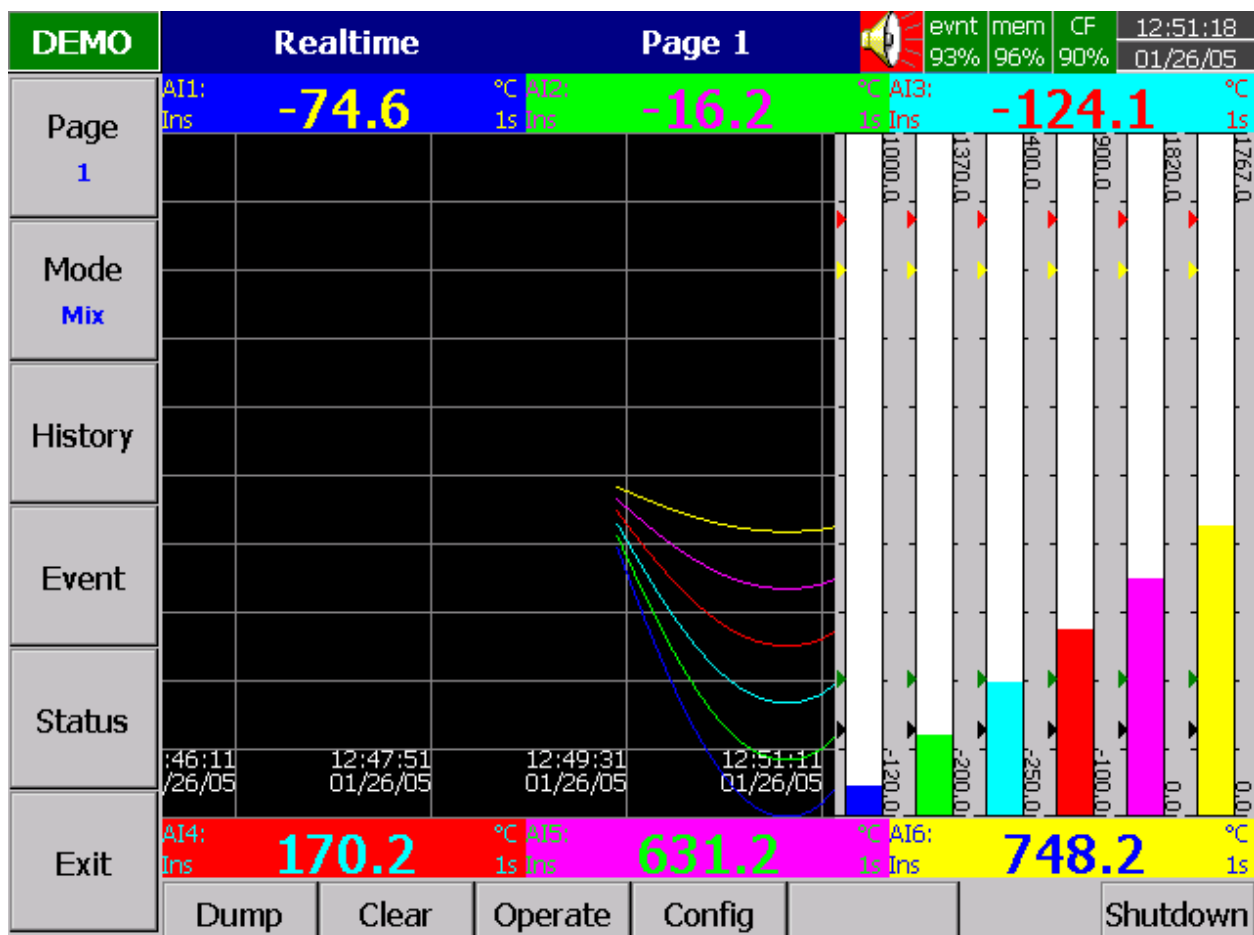
Σημείωση:

Για να διαβάσετε τα στοιχεία των μετρήσεων και τα events στην κάρτα CF, είναι απαραίτητη πρώτα η εγκατάσταση του λογισμικού Observer I και II στον υπολογιστή. Στη συνέχεια, συνδέστε έναν CF reader στη θύρα USB του υπολογιστή. Τέλος, τοποθετήστε την κάρτα CF στη συσκευή ανάγνωσης.

Η συσκευή δεν θα πρέπει να είναι ενεργοποιημένη κατά την εισαγωγή των καρτών εισόδου και εξόδου. Δεν συνιστάται η εισαγωγή καρτών εισόδου ή εξόδου όταν η συσκευή λειτουργεί.

Βασική λειτουργία

Μετά την εγκατάσταση και την καλωδίωση, ενεργοποιείτε το καταγραφικό, και στην αριστερή πλευρά της LCD οθόνης θα εμφανιστούν τα εξής 6 πλήκτρα: Page, Mode, History, Event, Status & Exit. Ανοίγοντας το πλαστικό κάλυμα, στην μπροστινή κάτω πλευρά, μπορεί να βρείτε άλλα 6 πλήκτρα: Dump, Clear, Operate, Config, RemoveCF και Shutdown. Αυτά τα 12 πλήκτρα χρησιμοποιούνται για την λειτουργία. Στην πάνω δεξιά πλευρά εμφανίζονται τα μικρά εικονίδια: buzzer, evnt, mem, CF and Date/Time. Στην εικόνα P1.5 παρουσιάζεται μια τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.



Εικόνα Π1.5 Τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.

Κρατώντας πιεσμένο το πλήκτρο **Page**, θα πάρετε **Page All** για να εμφανιστούν όλα τα ενεργοποιημένα κανάλια.

DEMO	Realtime		All		evnt	mem	CF	12:58:58	
					87%	96%	90%	01/26/05	
Page All	AI1: 517.1 °C	AI2: 675.1 °C	AI3: 104.8 °C	AI4: 434.4 °C	AI5: 951.8 °C	AI6: 903.8 °C			
	AI7: -95.3 °F	AI8: -0.7 °F	AI9: -192.6 °F	AI10: 337.1 °F	AI11: 1166.6 °F	AI12: 1378.5 °F			
	AI13: 7.80 %	AI14: 21.87 %	AI15: 35.93 %	AI16: 64.07 %	AI17: 78.13 %	AI18: 92.20 %			
Event	Math1: -613.8	Math2: -665.6	Math3: -294.1	Math4: -93.4	Math5: 219.5	Math6: 477.0			
Status	Math7: 92.2	Math8: 78.1	Math9: 64.1	Math10: 85.9	Math11: 71.9	Math12: 57.8			
Exit	Dump	Clear	Operate	Config	Shutdown				

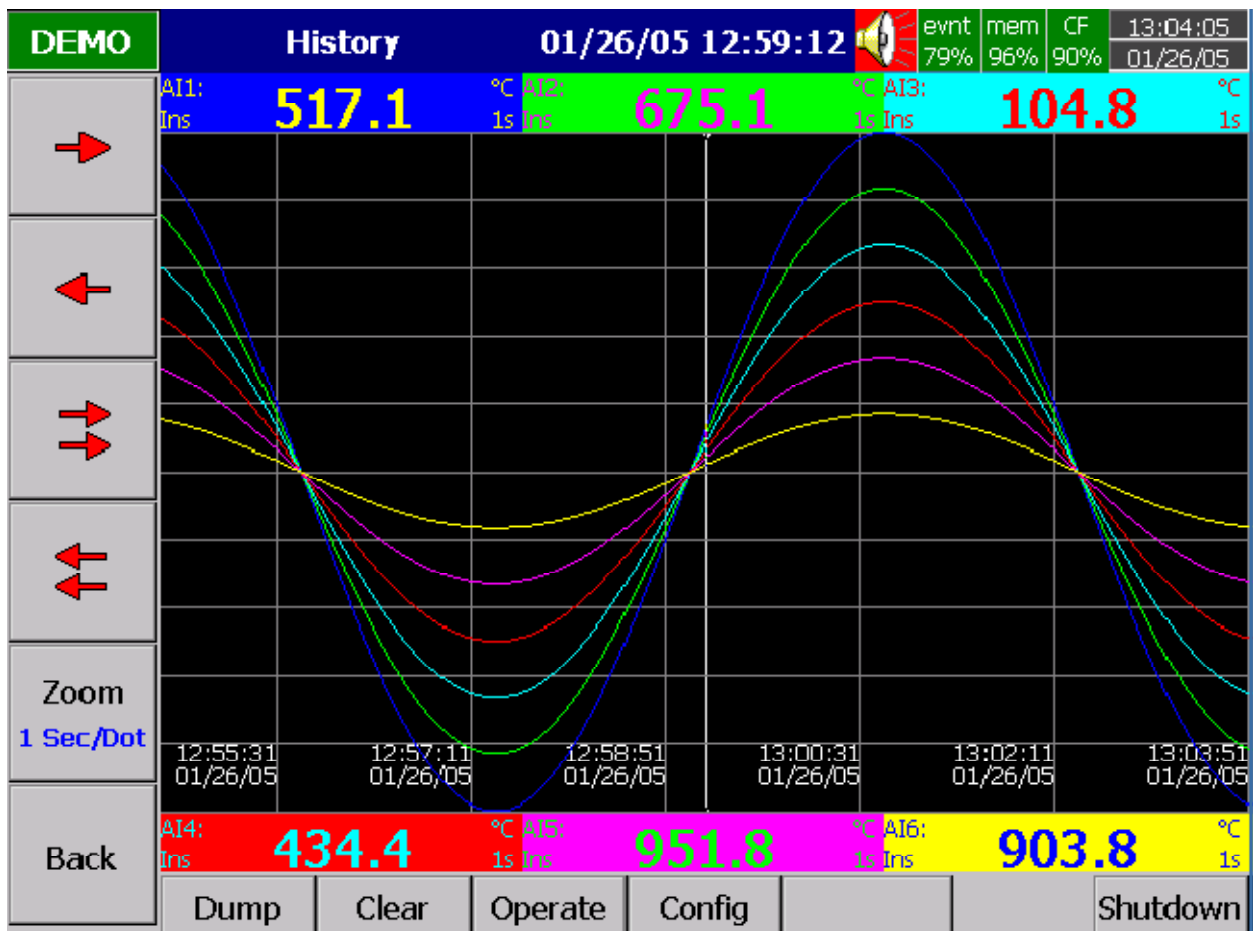
Εικόνα Π1.6 Τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.



Εικόνα Π1.7 Τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.

History

Πατώντας το κουμπί **History**, θα εμφανιστούν τα γραφήματα που είναι αποθηκευμένα στη μνήμη. Πατήστε τα κουμπιά κατεύθυνσης ← → για να πάτε μπροστά ή πίσω. Πατήστε το κουμπί **Zoom** για να εστιάσετε στην κλίμακα του χρόνου. Το Zoom μπορεί να γίνει σε sec/dot, 1 hour/Page, 12hours/Page, 1 day/Page ή 1 week/Page. Πατήστε **Back** για να βρεθείτε στην αρχική οθόνη.



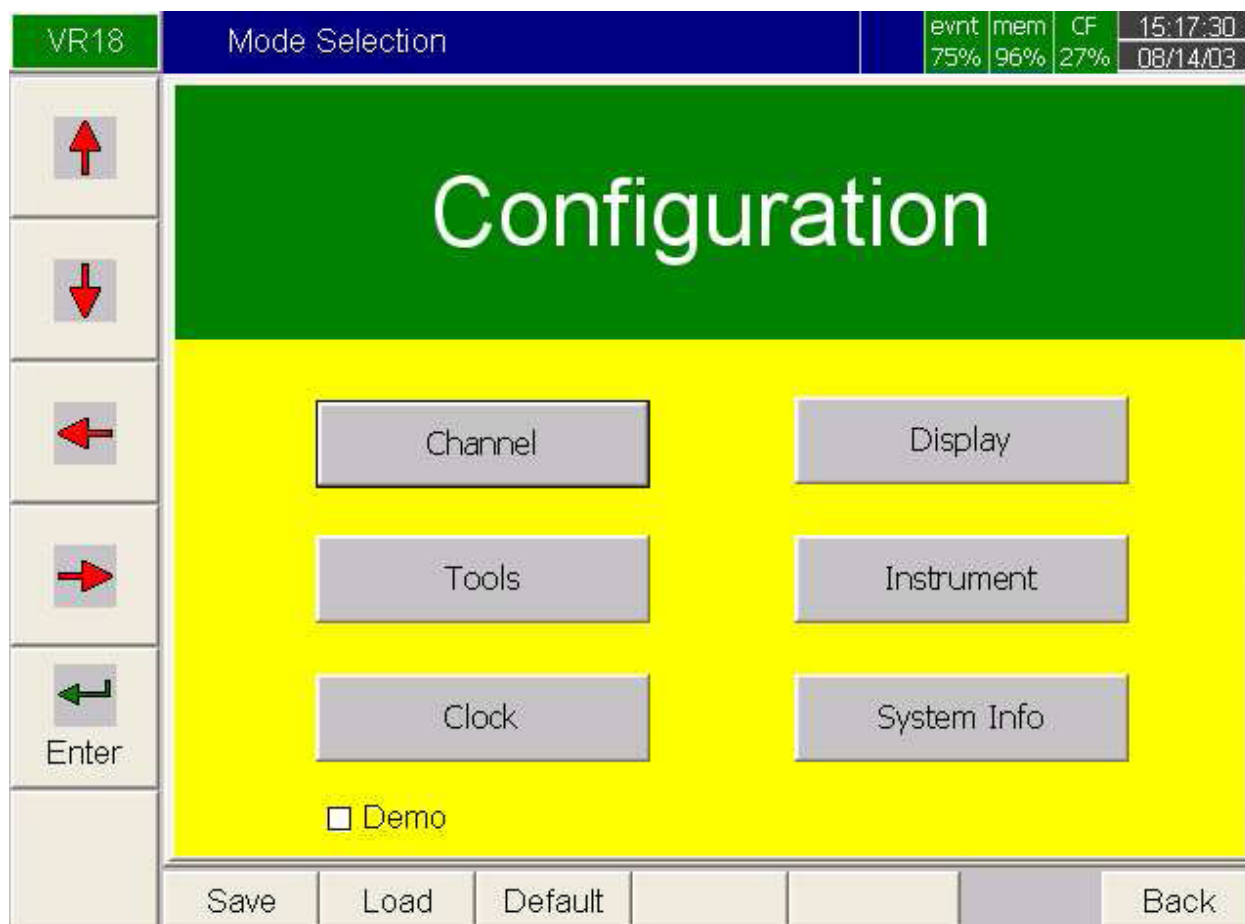
Εικόνα Π1.8 Τυπική εικόνα οθόνης στη λειτουργία history.

Κλείσιμο

Το άμεσο κλείσιμο της συσκευής μπορεί να προκαλέσει απώλεια δεδομένων και να διαταράξει την σωστή λειτουργία του καταγραφικού. Πρέπει να πατηθεί το κουμπί **Shutdown** για να κλείσει πρώτα το σύστημα, πριν το αποσυνδέσετε από το ρεύμα.

Configuration (διαμόρφωση)

Πατήστε το κουμπί **Config** για να μπείτε στο Configuration mode. Θα εμφανιστούν οι εξής 6 επιλογές: Channel, Display, Tools, Instrument, Clock & System Info. Εν τω μεταξύ, τα πλήκτρα: Save, Load, Default, SetDemo & Back θα εμφανιστούν στο κάτω μέρος της οθόνης.



Εικόνα Π1.9 Τυπική εικόνα οθόνης σε configuration λειτουργία.

Πλήκτρα

Enter: Πρώτα επιλέξετε τη λειτουργία που θέλετε πατώντας τα κουμπιά κατεύθυνσης: ↑, ↓, ←, →, μετά πατήστε **Enter** για να μπείτε στη λειτουργία Channel, Display, Tools, Instrument, Clock ή System Info.

Save: Χρησιμοποιείται για να σώσετε τις διαμορφώσεις (configurations) από το καταγραφικό στην κάρτα αποθήκευσης CF. Για να διαβάσετε τις διαμορφώσεις αυτές και τα δεδομένα των μετρήσεων στην κάρτα CF για πρώτη φορά, ή εάν έχουν αλλάξει οι διαμορφώσεις σε οποιαδήποτε στιγμή, είναι απαραίτητο να πατήσετε το κουμπί **Save** για να σωθούν αυτές οι διαμορφώσεις στην κάρτα CF.

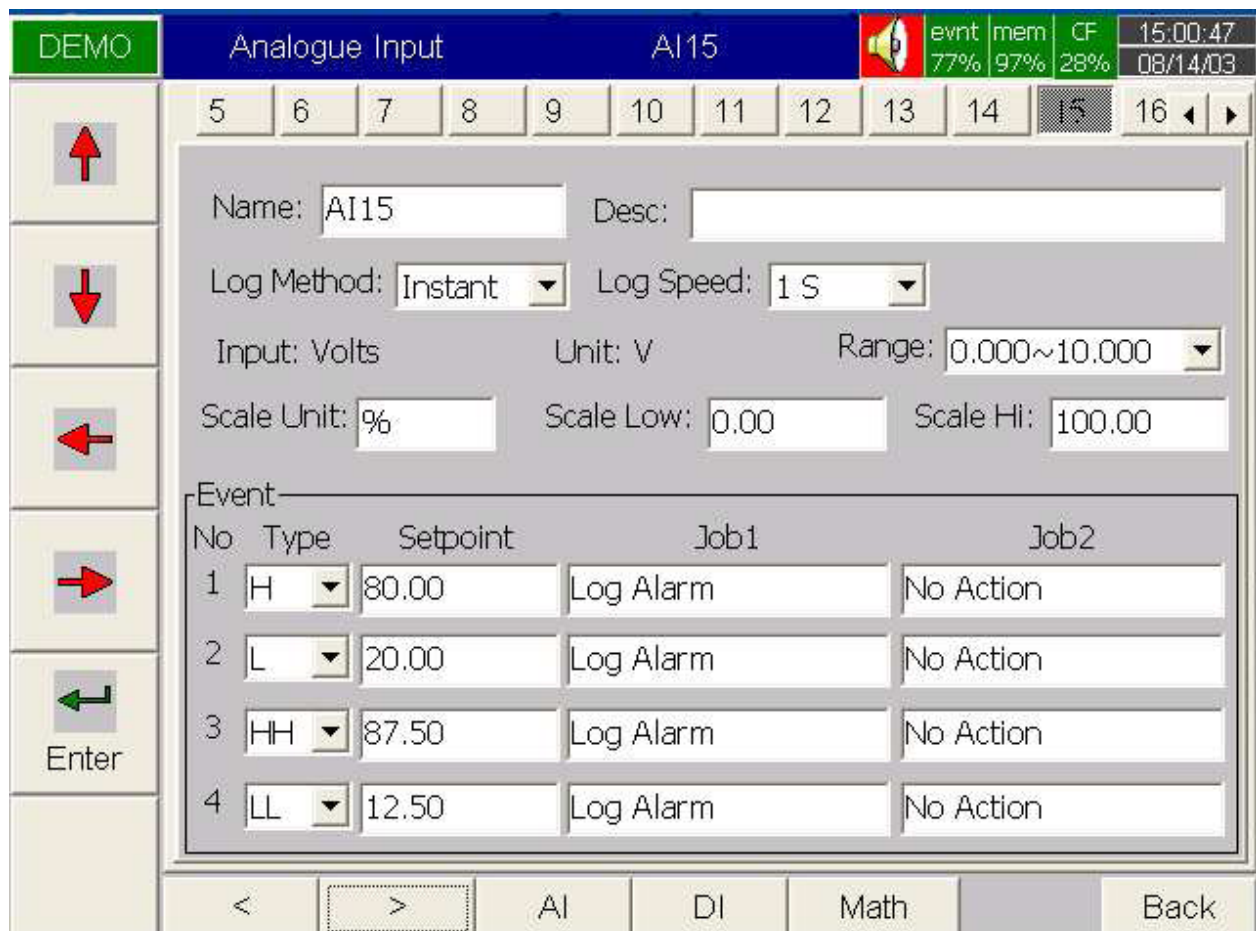
Load: Χρησιμοποιείται για να φορτώσετε τις διαμορφώσεις από την κάρτα αποθήκευσης CF στο καταγραφικό.

Default: Όταν η διαμόρφωση έχει οριστεί λάθος, είναι ένα χρήσιμο πλήκτρο για να ανακαλέσετε τις αρχικές ρυθμίσεις του συστήματος στην αναλογική κάρτα εισόδου, η οποία έχει τοποθετηθεί στο πίσω SLOT επέκτασης.

Back: Μπορείτε να πάτε πίσω σε προηγούμενη προβολή.

Channel (Κανάλια)

Αφού μπείτε στο Configuration mode, μετά επιλέξτε **Channel** και πατήστε το κουμπί **Enter** για να μπείτε στο Channel mode. Πατήστε τα κουμπιά **AI, DI, Math** για να επιλέξετε την Analog input (αναλογική είσοδο), Digital input (ψηφιακή είσοδο) ή Mathematics (μαθηματικά). Πατήστε τα κουμπιά κατεύθυνσης \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow στο κάτω μέρος για να επιλέξετε κανάλι. Στη συνέχεια πατήστε τα κουμπιά κατεύθυνσης \uparrow , \downarrow , \leftarrow , \rightarrow , στο αριστερό μέρος της οθόνης για να επιλέξετε τη στήλη. **Μετά το Configuration, πατήστε το κουμπί Back στην προβολή real-time, και τότε όλες οι διαμορφώσεις θα σωθούν.**

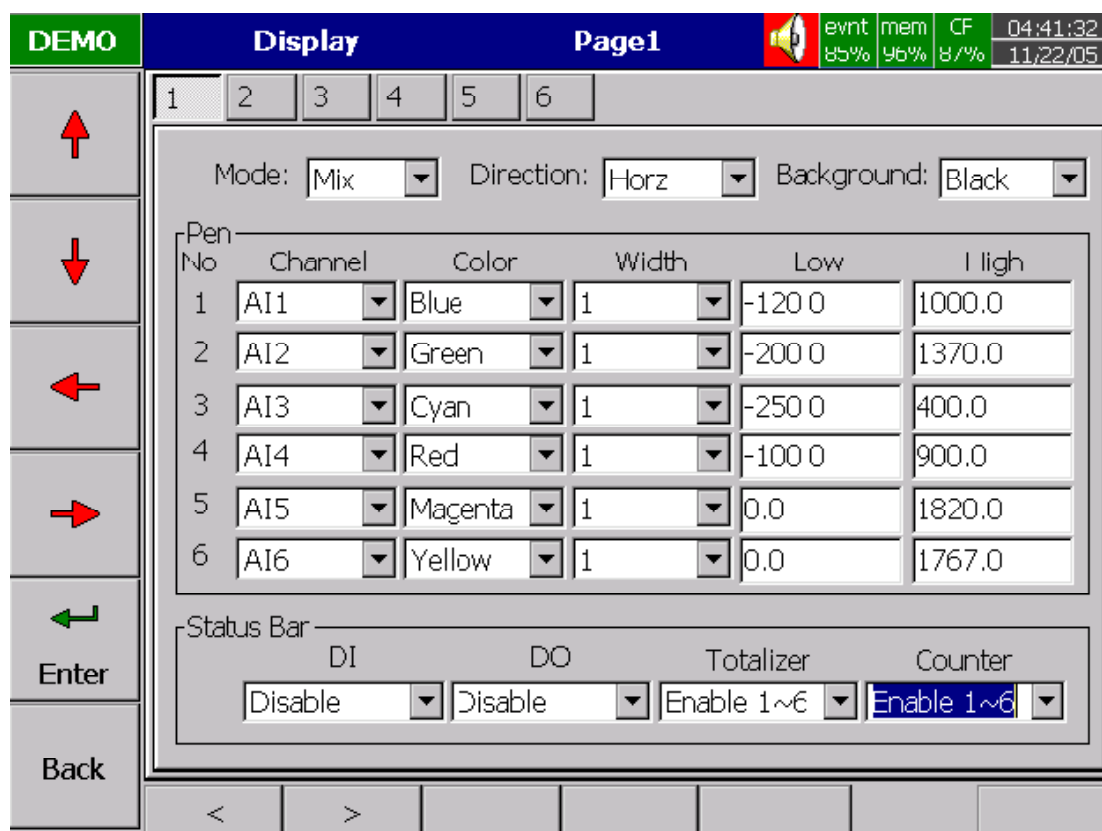


Εικόνα Π1.10 Τυπική εικόνα οθόνης των καναλιών.

Display

Πατήστε το πλήκτρο **Back** για να επιστρέψετε στην αρχή του Configuration mode. Επιλέξτε

Display και πατήστε **Enter** για να μπείτε στη λειτουργία Display. Το Display μπορεί να έχει το πολύ 6 σελίδες και κάθε σελίδα μπορεί να εμφανίζει κατά ανώτατο όριο 6 κανάλια.



Εικόνα Π1.11 Τυπική εικόνα οθόνης σε λειτουργία display.

Mode: Καθορίζει τον τρόπο απεικόνισης των δεδομένων. Οι επιλογές λειτουργιών είναι οι εξής: Mix, Trend, Bar ή Digital.

Direction: Επιλέγει την κατεύθυνση, οριζόντια ή κάθετη.

Background: Καθορίζει το χρώμα του φόντου στη λειτουργία Trend σε μαύρο ή άσπρο.

Pen: Ως στυλό σχεδίου καθορίζει ένα συγκεκριμένο κανάλι, το χρώμα του, το πλάτος, το DisplayHi και το DisplayLo.

Channel: Επιλέγει μια συγκεκριμένη αναλογική είσοδο AI ή Mathematics Math, ή επιλέγει το Disable αν ένα συγκεκριμένο κανάλι δεν απαιτείται.

Color: Επιλέγει το χρώμα για κάθε pen.

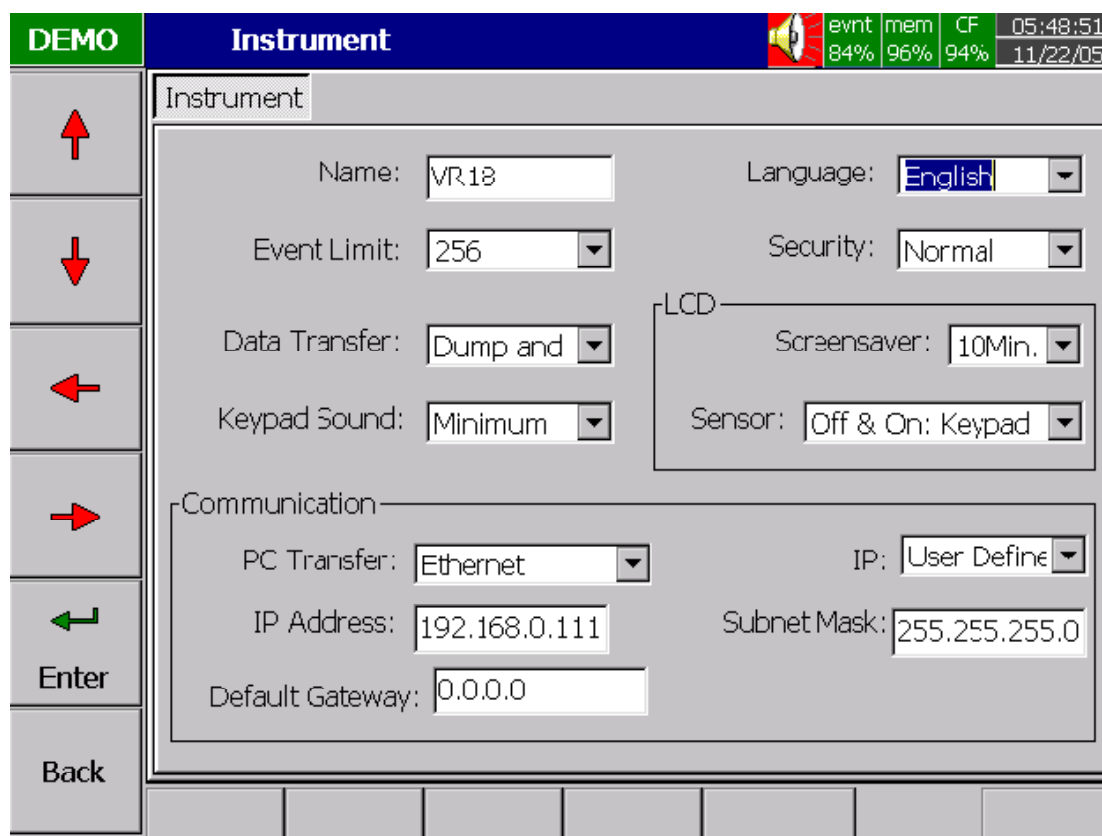
Width: Επιλέγει το πλάτος του Trend, 1-thin, 2-medium, 3-wide.

Low: Προσδιορίζει τη χαμηλή κλίμακα για ένα pen στο display.

High: Καθορίζει την υψηλή κλίμακα για ένα pen στο display.

Instrument

Πατήστε το πλήκτρο **Back**, για να επιστρέψετε στην αρχή του Configuration mode. Επιλέξτε το **Instrument** και μετά πατήστε το **Enter** για να μπείτε σε λειτουργία Instrument.



Εικόνα Π1.12 Τυπική εικόνα οθόνης σε instrument λειτουργία.

Instrument

Name: Εκχωρεί ένα όνομα στη συσκευή εγγραφής με μέγιστο τους 8 χαρακτήρες.

Language: Τα Αγγλικά, τα Κινέζικα (απλοποιημένα), τα Κινέζικα (παραδοσιακά), τα Ιαπωνικά, τα Κορεατικά, τα Γαλλικά, τα Γερμανικά, τα Ιταλικά, τα Πολωνικά και τα Ισπανικά είναι όλα διαθέσιμα. Άλλες γλώσσες όπως τα Ρωσικά μπορεί να διατίθενται στην νεότερη έκδοση.

Event Limit: Επιλέγει τους υψηλότερους δυνατούς αριθμούς 256, 512 ή 1024 για τα γεγονότα (συμπεριλαμβανομένων των συναγερμών - alarms).

Security: Επιλέξτε Normal ή CFR-21 ασφάλεια. Η κανονική ασφάλεια επιτρέπει στους διάφορους χρήστες να πληκτρολογήσουν έναν κοινό κωδικό πρόσβασης. Η μεγαλύτερη ασφάλεια CFR -21 είναι η τήρηση του FDA 21 CFR μέρος 11. Πρόκειται για μια πολύ μεγαλύτερη ασφάλεια όσον αφορά τον ορισμό κάθε χρήστη ως Administrator, Supervisor ή Operator με διαφορετική δικαιοδοσία στην πρόσβαση του καταγραφέα και στη χρήση διαφορετικών κωδικών πρόσβασης. Έχει επίσης χρονικό όριο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Αν μετά το πέρας των 10 λεπτών δεν πατηθεί κάποιο πλήκτρο, ο χρήστης πρέπει να πληκτρολογήσει τον κωδικό πρόσβασης ξανά. Κάνει επίσης λειτουργία έλεγχου διαδρομών του αρχείου για την εγγραφή του χρήστη, το χρόνο και το είδος της εργασίας που έκανε πριν με τον καταγραφέα.

Ethernet:

IP: Επιλέξτε το **Automation** αν ο server στο δίκτυο κατανέμει αυτόματα τη διεύθυνση IP για τον καταγραφέα. Επιλέξτε το **User Define** για να ορίσετε χειροκίνητα μια σταθερή διεύθυνση για τη συσκευή εγγραφής. Δύο νέες στήλες θα εμφανιστούν για να πληκτρολογήσετε σε σταθερές διευθύνσεις.

IP Address: Προσδιορίζει τη σωστή διεύθυνση της συσκευής εγγραφής στο δίκτυο.

Subnet Mask: Προσδιορίζει τη σωστή διεύθυνση **SubnetMask** στο δίκτυο.

Default Gateway: Το διαφορετικό Gateway έχει διαφορετική διεύθυνση IP στο Ethernet.

Σημείωση:

Αν το Automation είναι επιλεγμένο, η διεύθυνση IP και η SubnetMask είναι αόρατες. Επειδή η διεύθυνση IP **θα μπορούσε να διατεθεί ξανά με νέα διεύθυνση από το server μετά την απενεργοποίηση και την ενεργοποίηση**, συνιστάται ο καθορισμός σταθερών διευθύνσεων από το χρήστη.

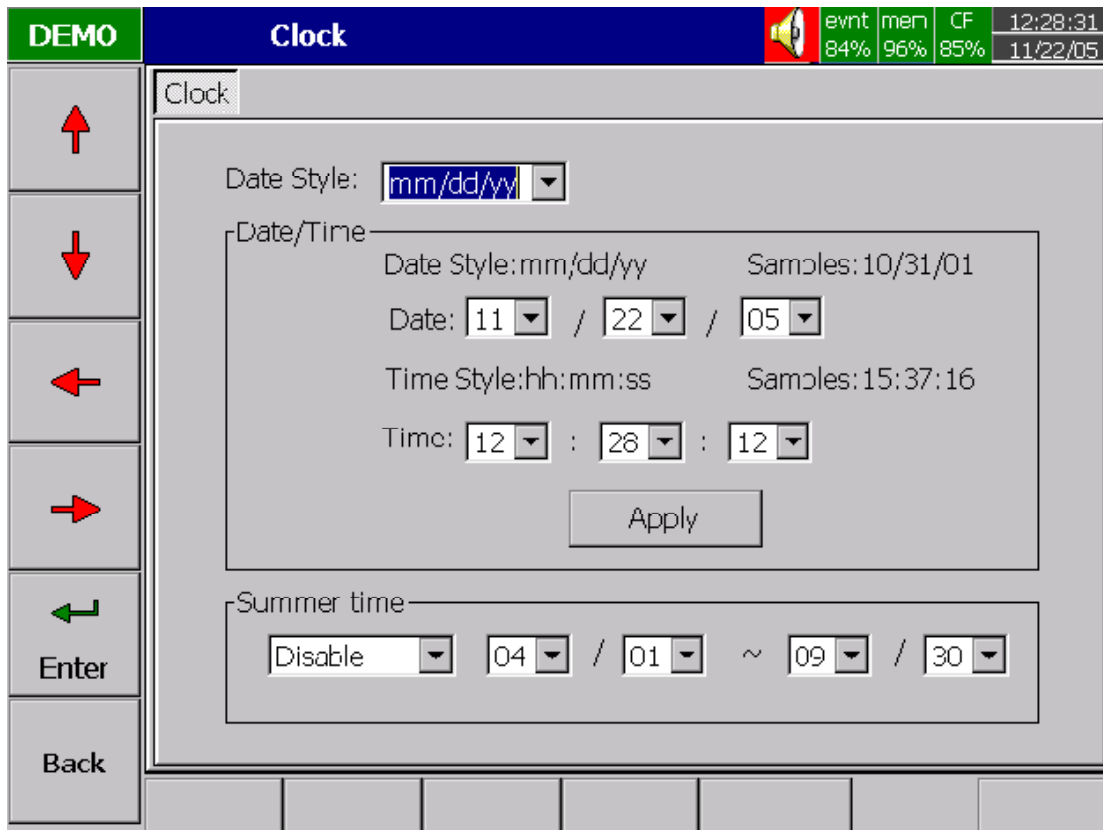
Clock

Πατήστε το πλήκτρο **Back**, για να επιστρέψετε στην αρχή του Configuration mode. Επιλέξτε το **Clock** και στη συνέχεια πιέστε το **Enter** για να μπειτε στη λειτουργία του ρολογιού (Ημερομηνία / ώρα) και να ρυθμίσετε την τοπική ώρα.

Date Style: Επιλέγει είτε το μήνας / ημερομηνία / έτος είτε το ημερομηνία / μήνας / έτος.

Date/Time: Ρυθμίζει την τοπική ώρα. Χρησιμοποιήστε τα πλήκτρα κατεύθυνσης πηγαίνοντας στη στήλη **Apply** και στη συνέχεια πατήστε το Enter για να το εφαρμόσει στη συσκευή εγγραφής.

Summer time: Αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας σε κάποια περιοχή, μπορεί να ενεργοποιηθεί και να ρυθμιστεί για ορισμένο χρονικό διάστημα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας το καλοκαίρι.



Εικόνα Π1.13 Τυπική εικόνα οθόνης σε clock λειτουργία.

Λογισμικό Η / Υ και Επικοινωνιών διαμόρφωσης(PC software and Communication configuration)

Observer I & Observer II PC οδηγός λογισμικού

Αυτό είναι ένας απλός οδηγός για το λογισμικό PC. Παρακαλώ απευθυνθείτε για περισσότερες λεπτομέρειες στο εγχειρίδιο χρηστών λογισμικού στη ΒΟΗΘΕΙΑ του λογισμικού για το ίδιο PC.

Ο Observer I & II είναι το λογισμικό του PC που χρησιμοποιείται για το όργανο καταγραφής.

Ο Observer I περιέχει δύο μέρη:



Εικόνα Π1.14 Μέρη του Observer I

Ο Observer II περιέχει τρία μέρη:



Εικόνα Π1.15 Μέρη του Observer II

Ο CONFIG_VIEWER είναι για τη διαμόρφωση του οργάνου καταγραφής από το PC.

Ο HIST_VIEWER είναι για τον έλεγχο των ιστορικών γραφημάτων στο PC.

Ο REAL TIME_VIEWER είναι για real time δεδομένα, που φαίνονται καθώς είμαστε συνδεδεμένοι με το PC.

Ο Observer I παρέχεται μαζί με το όργανο καταγραφής χωρίς κόστος.

Ο Observer II παρέχεται με πρόσθετη δαπάνη για εφαρμογές real time δεδομένων μέσω του PC.

Απαιτήσεις συστημάτων

Hardware

PC με ελάχιστο επεξεργαστή 200 MHZ, 64 MB RAM

100 MB ελεύθερου χώρου στο σκληρό δίσκο.

RS 232 serial port/ Network adopter RJ 45 female/ USB port and CF reader\

Λογισμικό

Λειτουργικό σύστημα: Windows 98, Windows ME, Windows XP, Windows NT , Windows 2000,Vista.

Εγκατάσταση του λογισμικού Observer

Τρέξτε το αρχείο exe που είναι διαθέσιμο στο παρεχόμενο CD και ακολουθήστε τις οδηγίες οθόνης. Σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή μόνο ένα λογισμικό είτε ο Observer I είτε ο Observer II πρέπει να υπάρχει σε ένα PC. Εάν ο χρήστης εγκαταστήσει τη νέα έκδοση του λογισμικού Observer, η παλαιά έκδοση θα διαγραφεί αυτόματα κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης του λογισμικού.

Απεγκατάσταση Λογισμικού Observer

Αυτό είναι για να αφαιρέσετε το λογισμικό Observer από το PC. Το Observer I ή Observer II μπορεί να απεγκατασταθεί από το PC οποιαδήποτε στιγμή με τους ακόλουθους δύο τρόπους:

- 1) Control panel- Add/remove programs-observer I/observer II
- 2) Start –Programs-Observer I / Observer II / Uninstall










Εικόνα Π1.16 Εικονίδιο CONFIG_VIEWER

Αυτό χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση του καταγραφικού από το PC.


Start-Programs-Observer I / Observer II-Configuration


Γραμμή εργαλείων


-  Για να ανοίξετε νέο project
-  Για να ανοίξετε υπάρχον project αρχείου
-  Για να σώσετε τις ρυθμίσεις του αρχείου project στο PC
-  Για να διαγράψετε το αρχείο project από το PC
-  Για να επιλέξετε bank (CF card/ Ethernet / RS 232)
-  Για να επιλέξετε το κανάλι(AI/AO/DI/DO/MATH)
-  Για να επιλέξετε display


 Για να επιλέξετε εργαλεία (Timer/Counter/ Totalizer)


 Για να επιλέξετε λεπτομέρειες εργαλείων

 Για να επιλέξετε σύστημα πληροφοριών (Τύπος καρτών διαθέσιμες στα slots, πληροφορίες της έκδοσης του συστήματος)

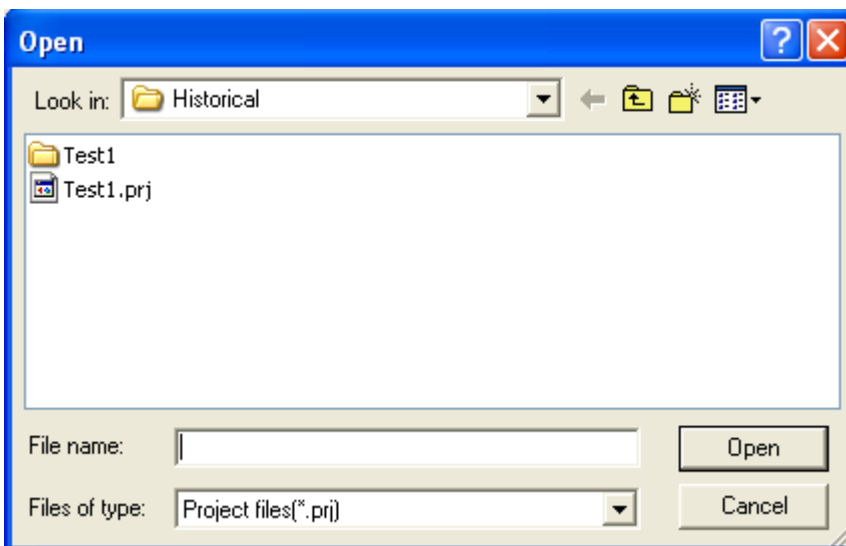
 Ρυθμίσεις ρολογιού καλοκαιριού

 Για τη δημιουργία κωδικού

 Λήψη ρυθμίσεων (configuration) (CF reader/RS 232/Ethernet)

 Αποστολή ρυθμίσεων (configuration) (CF card/RS 232/Ethernet)

Εάν το λογισμικό Observer έχει διαμορφωθεί ήδη (configuration) στο PC, κατόπιν μπορείτε να επιλέξετε το αρχείο *.prj για να ανοίξετε το πρόγραμμα.



Εικόνα Π1.17 Άνοιγμα του project

Για την πρώτη φορά διαμόρφωσης (configuration), μπορείτε να ακυρώσετε το παραπάνω παράθυρο και να επιλέξετε νέο project.



Εισάγετε το όνομα του project



Εικόνα Π1.18 Όνομα του project

DDE dynamic data exchange

Δυναμική ανταλλαγή δεδομένων

Η δυναμική ανταλλαγή στοιχείων (DDE) είναι ένα τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας διά-εφαρμογής βασισμένη στα λειτουργικά συστήματα του Microsoft Windows και υποστηρίζεται από πολλές εφαρμογές που τρέχουν σε Windows.

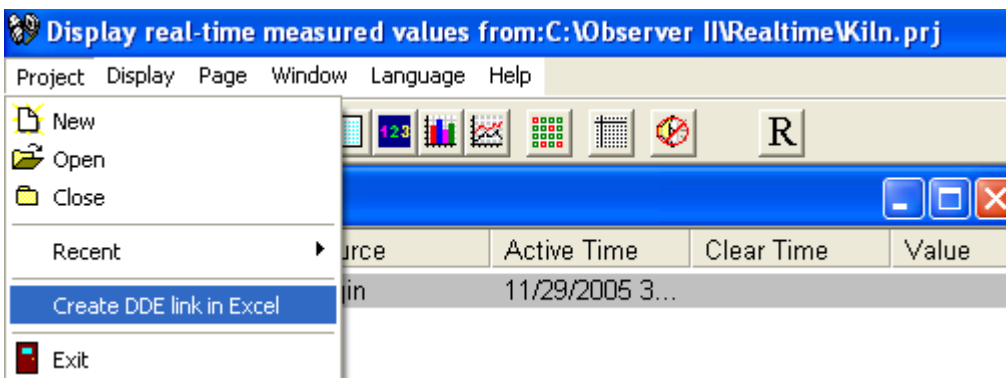
Το DDE παίρνει τα στοιχεία από μια εφαρμογή και τα δίνει σε μια άλλη εφαρμογή. Επιτρέπει τα προγράμματα Windows που υποστηρίζουν το DDE να ανταλλάξουν τα στοιχεία μεταξύ τους.

Τα στοιχεία από το λογισμικό του Observer II μπορούν να ανταλλαχθούν με το Excel στη σύνδεση DDE.

Σημειώστε ότι δεν είναι δυνατό να ανταλλαχθούν τα στοιχεία άμεσα από το όργανο καταγραφής στις εφαρμογές τρίτων όπως το Excel. Μόλις εγκατασταθεί το λογισμικό του Observer II με το real time viewer και διαμορφωθεί κατάλληλα στο PC, κατόπιν είναι δυνατό να ανταλλαχθούν τα στοιχεία μεταξύ του λογισμικού Observer και του Excel που χρησιμοποιεί τη σύνδεση DDE.

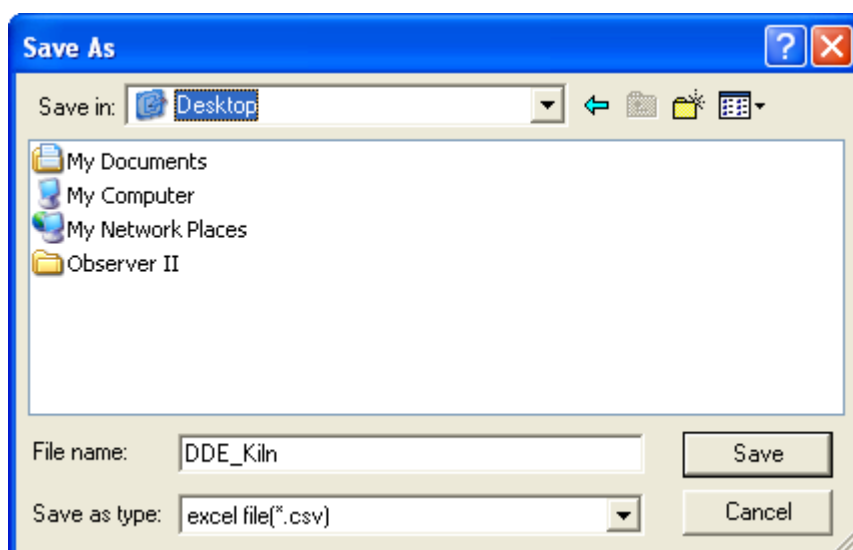
Ανοίξτε το real time viewer από την έναρξη - προγράμματα - Observer II - real time viewer

Project – create DDE link in excel



Εικόνα Π1.19 Δημιουργία DDE link

Διευκρινίστε το path και το όνομα αρχείου ως εξής.



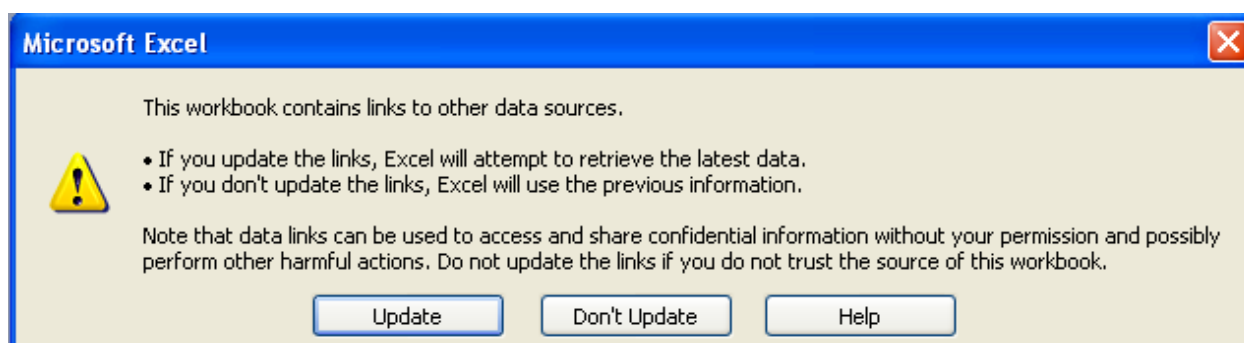
Εικόνα Π1.20 Path και όνομα αρχείου

Εξ ορισμού το όνομα αρχείου θα αρχίσει με το DDE και το όνομα προγράμματος με την κάτω παύλα ενδιάμεσα για να αποφύγει τη σύγχυση στην ονομασία του αρχείου. Σώστε το όνομα του αρχείου στο PC στην επιλεγμένη πορεία, όπως ανωτέρω, για να προχωρήσετε περαιτέρω. Παραδείγματος χάριν, εάν η επιφάνεια εργασίας επιλέγεται στην πορεία, κατόπιν το αρχείο πρέπει να είναι διαθέσιμο στην επιφάνεια εργασίας. Ελέγξτε ότι στην επιφάνεια εργασίας υπάρχει το αρχείο excel.

Εάν το MS Office δεν εγκαθίσταται στο PC, κατόπιν δεν μπορείτε να ανοίξετε το αρχείο excel που δημιουργείται από τη ανωτέρω διαδικασία.

Ελάτε σε επαφή με τον διαχειριστή του συστήματος σας για να εγκαταστήσετε το λογισμικό MS Office στο PC.

Τώρα προσπαθήστε να ανοίξετε το αρχείο που δημιουργείται για τη χρησιμοποίηση της εφαρμογής DDE με το όργανο καταγραφής μέσω του λογισμικού Observer από την επιφάνεια εργασίας.



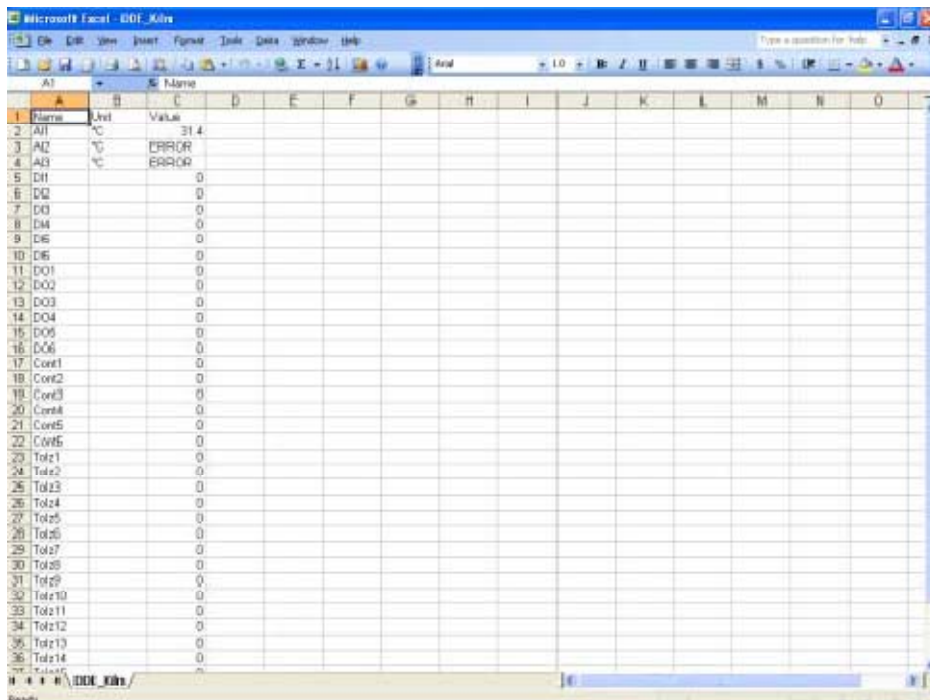
Εικόνα Π1.21 Λειτουργία Update

Κλικάρετε στο Update για να ενεργοποιήσετε το DDE μεταξύ του λογισμικού Observer και της εφαρμογής του Excel. Εάν το DDE είναι επιτυχημένο, τα real time στοιχεία των pen files πρέπει να ενημερωθούν μέσα στο αρχείο excel όπως φαίνεται στην παραπάνω οθόνη.

Το format έκφρασης DDE για να πάρουμε τα real time στοιχεία από το λογισμικό Observer είναι το ακόλουθο:

```
=RealTime_Viewer|TagService!_AI1  
Application = RealTime_Viewer  
Topic = TagService  
Tag name = AI1
```

Σημειώστε ότι κάθε όνομα ετικετών θα έχει την κάτω παύλα μετά από τον χαρακτήρα «!». Είναι δυνατό να ανταλλαχθούν τα σχετικά στοιχεία με το AI, DI, μετρητών και Totalizers μεταξύ του λογισμικού Observer και των εφαρμογών τρίτων που τρέχουν κάτω από λειτουργικό σύστημα των Windows το DDE.



Name	Unit	Value
AI1	°C	31.4
AI2	°C	ERROR
AI3	°C	ERROR
DI1		0
DI2		0
DI3		0
DI4		0
DI5		0
DI6		0
DI7		0
DI8		0
DI9		0
DI10		0
DI11		0
DI12		0
DI13		0
DI14		0
DI15		0
DI16		0
DI17		0
DI18		0
DI19		0
DI20		0
DI21		0
DI22		0
DI23		0
DI24		0
DI25		0
DI26		0
DI27		0
DI28		0
DI29		0
DI30		0
DI31		0
DI32		0
DI33		0
DI34		0
DI35		0
DI36		0

Εικόνα Π1.22 Άνοιγμα αρχείου excel μέσω DDE link

Εάν οποιαδήποτε δοκιμή «λάθους» εμφανίζεται σε οποιοδήποτε κελί του Excel, οι πιθανοί λόγοι είναι ότι κανένα στοιχείο δεν είναι διαθέσιμο στην επιλεγμένη ετικέτα. Ελέγξτε τη διαθεσιμότητα στοιχείων στο λογισμικό οργάνων καταγραφής και τον Observer για μια συγκεκριμένη ετικέτα.

Εάν οποιοδήποτε κείμενο «ΟΝΟΜΑΤΟΣ» εμφανίζεται στο αρχείο του Excel, δείχνει ότι η συγκεκριμένη ετικέτα δεν διαμορφώνεται κατάλληλα.

Το όνομα ετικετών μπορεί να μην είναι διαθέσιμο στο λογισμικό Observer. Εάν αυτό συμβαίνει, ελέγξτε τα έγκυρα ονόματα ετικετών στο λογισμικό Observer στην ακόλουθη σύνδεση:

Real time viewer - Display – configuration data

Σημείωση: Εάν το αρχείο του Excel δεν ανοίγει από την επιλεγμένη πορεία, τότε ελέγξτε τα ακόλουθα :

1. Το μέγεθος RAM στο PC είναι πολύ μικρό. Ξαναεκκινήστε τον υπολογιστή και δημιουργήστε έπειτα τη σύνδεση DDE άλλη μια φορά και ανοίξτε το αρχείο του Excel.
2. Αυξήστε την εικονική μνήμη στο PC. Ελάτε σε επαφή με τον διαχειριστή του συστήματος σας για να ελέγξετε τις ρυθμίσεις εικονικής μνήμης στο PC με την παρακάτω ακολουθία βημάτων:

My computer-properties-advanced-performance settings –advanced-virtual memory.



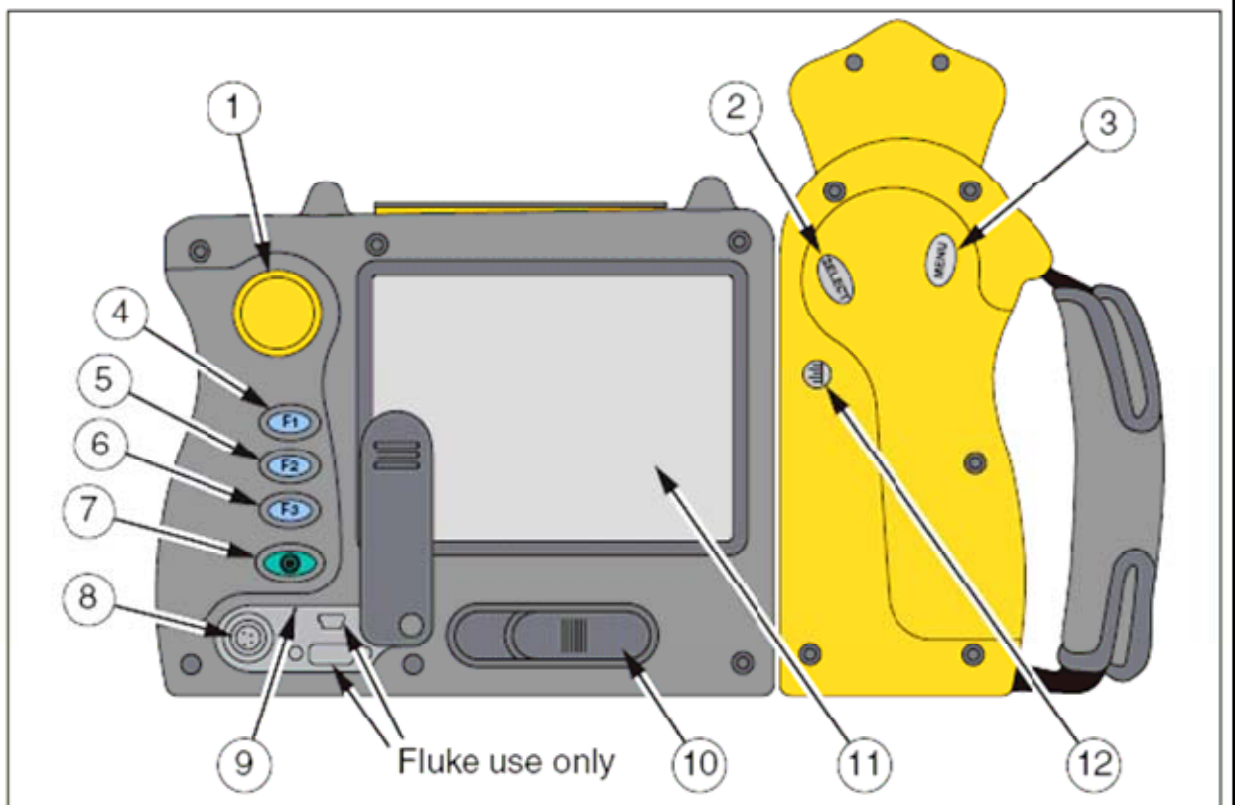
Εικόνα Π1.23 Χαρακτηριστική εικόνα του καταγραφικού οργάνου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

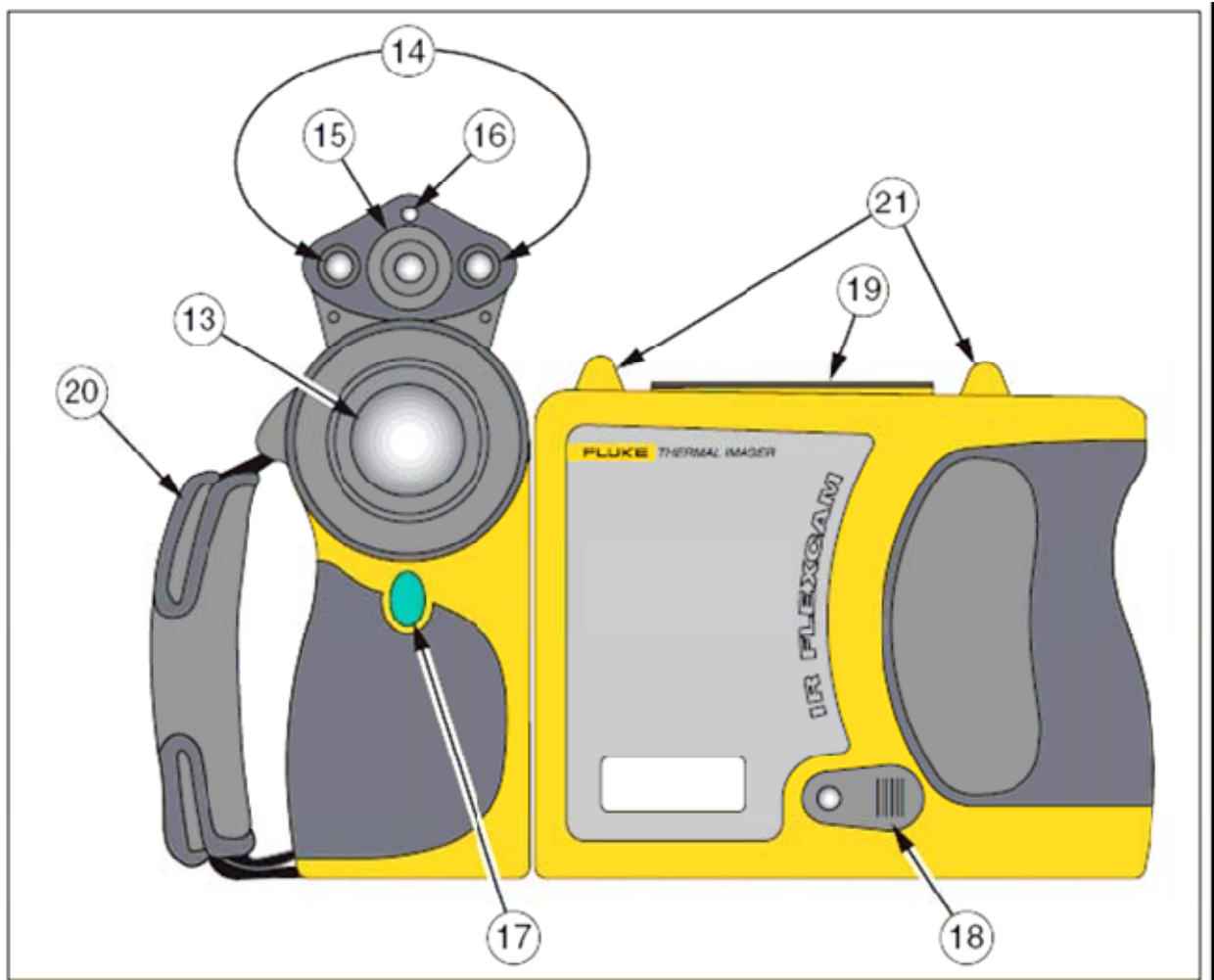
Θερμοκάμερα Flexcam Ti45

Τα μέρη της Θερμοκάμερας

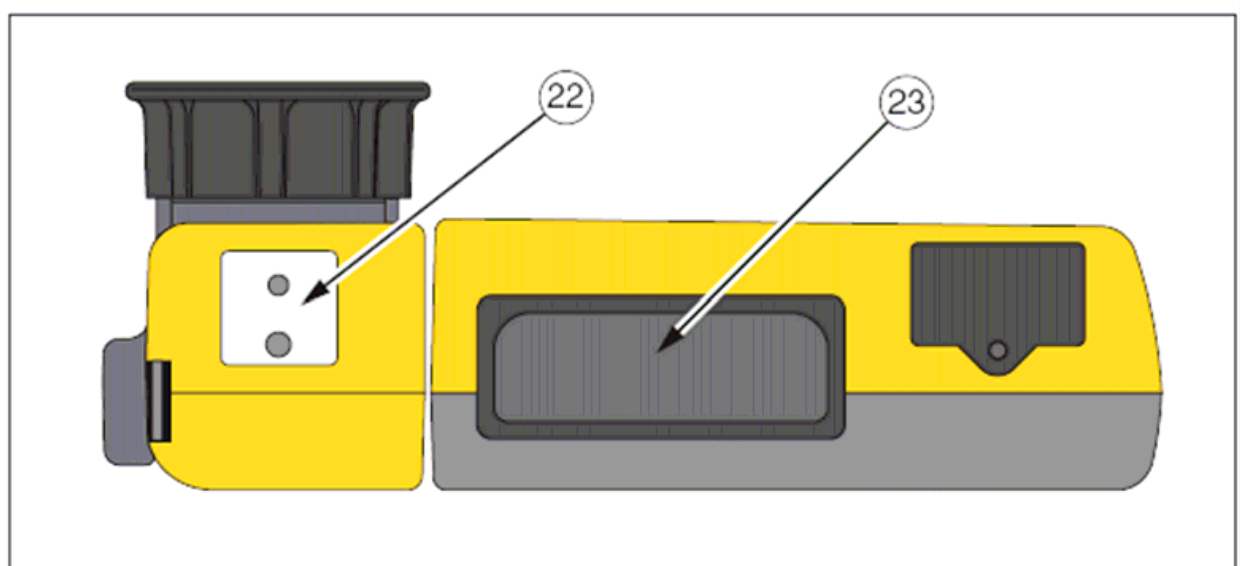
Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και οι λειτουργίες παρουσιάζονται στα σχήματα Π2.1, Π2.2, και Π3.3 και περιγράφονται παρακάτω.



Εικόνα Π2.1 Πίσω όψη











Εικόνα Π2.2 Μπροστινή όψη



Εικόνα Π2.2 Η κάμερα από την κάτω πλευρά

Περιγραφή των τμημάτων της θερμοκάμερας

1. Ποντίκι - Χρησιμοποιείται για να ελέγξει τη θέση του δείκτη στις εικόνες και τις επιλογές κειμένων.
 2.  - Εκτελεί το κλικ του «ποντικιού», ή «εισάγετε» στη λειτουργία, για το δείκτη.
 3.  (Κουμπί επιλογών) - Χρησιμοποιείται για την πρόσβαση των επιλογών οθόνης. Σημείωση: Πιέστε μια φορά και οι επιλογές εμφανίζονται.
 4.  (Προγραμματιζόμενο κουμπί) - Μπορεί να προγραμματιστεί για να εκτελέσει διάφορες λειτουργίες.
 5.  (Προγραμματιζόμενο κουμπί) - Μπορεί να προγραμματιστεί για να εκτελέσει διάφορες λειτουργίες.
 6.  (Προγραμματιζόμενο κουμπί) - Μπορεί να προγραμματιστεί για να εκτελέσει διάφορες λειτουργίες.
 7.  (Το κουμπί on /off) - Χρησιμοποιείται για να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει την κάμερα καθώς και για να την θέσει σε λειτουργία χαμηλής ισχύος για να διατηρήσει την ισχύ των μπαταριών.
- Συνεχές πράσινο = κάμερα ανοικτή. Αναβοσβήνει πράσινο = κάμερα σε αναμονή.
8. Θύρα σύνδεσης για τον φορτιστή AC/DC.
 9. (RESET) Κουμπί για να επαναρυθμίσει τη κάμερα. Μπορεί λόγω της θέσης του να ενεργοποιηθεί με έναν συνδετήρα εγγράφου.
 10. (Σύρτης μπαταριών) - Χρησιμοποιείται για να αφαιρέσετε την μπαταρία.
 11. Οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) - Για την εξέταση των εικόνων και την πρόσβαση των επιλογών της κάμερας.
 12.  - Χρησιμοποιείται στην αναμόρφωση της παλέτας χρωμάτων στις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες στην τρέχουσα εικόνα και για να ρυθμίσει το επίπεδο IR-Fusion®.
 13. (Υπέρυθρος φακός) - Φακός γερμανίου με χειροκίνητη εστίαση.
 14. - Όταν λειτουργεί, ο φακός φωτίζει τις σκοτεινότερες περιοχές εργασίας. Όταν λειτουργεί, η λάμψη φωτίζει το αντικείμενο κατά τη διάρκεια λήψης της εικόνας για καλύτερη ποιότητα στο ορατό φως. Ο φακός και το φλας μπορούν να λειτουργούν συγχρόνως.
 15. Φακός ορατού φωτός - Λήψη ορατού φωτός για τον έλεγχο της εικόνας.
 16. Το λέιζερ χρησιμοποιείται για να επισημάνει το αντικείμενο προς το οποίο στοχεύετε.
 17.  - Χρησιμοποιείται για να σταματήσει ή και να αποθηκεύσει μια εικόνα. Επίσης χρησιμοποιείται για να δεχτεί μια αλλαγή, το κλείσιμο μιας σελίδας επιλογής και για την επιστροφή σε λειτουργία ανίχνευσης στόχων.

18. Θύρα Video - RCA χρησιμοποιείται για να συνδέσει την κάμερα με μια TV ή ένα τηλεοπτικό όργανο ελέγχου.

19. - Θύρα για την κάρτα μνήμης.

20. (Λουρί χεριών) - Ρυθμιζόμενο λουρί για την προστιθέμενη σταθερότητα κατά τη σύλληψη των εικόνων.

21. (Λουρί λαιμού) - Θέση για την τοποθέτηση του λουριού λαιμών ή/και ώμων.

22. Τυποποιημένη 1/4-20 διαμετρής τρύπα για την τοποθέτηση της κάμερας στο τρίποδο.

23. (Μπαταρία) - μπαταρία λιθίου 7 βολτ.

Ρυθμίζοντας την εκπεμπτικότητα και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Η ρύθμιση της θερμοκάμερας σας με τις σωστές τιμές εκπεμπτικότητας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος είναι σημαντική για να έχετε ακριβείς μετρήσεις θερμοκρασίας.

Η τιμή εκπεμπτικότητας στη θερμοκάμερα και στις εικόνες που αποθηκεύονται είναι ρυθμιζόμενη μεταξύ 0.01 και 1.00. Αυτή η τιμή, μαζί με την ακτινοβολία του στόχου και την θερμοκρασία περιβάλλοντος που μετρώνται από τη θερμοκάμερα, χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας του στόχου.

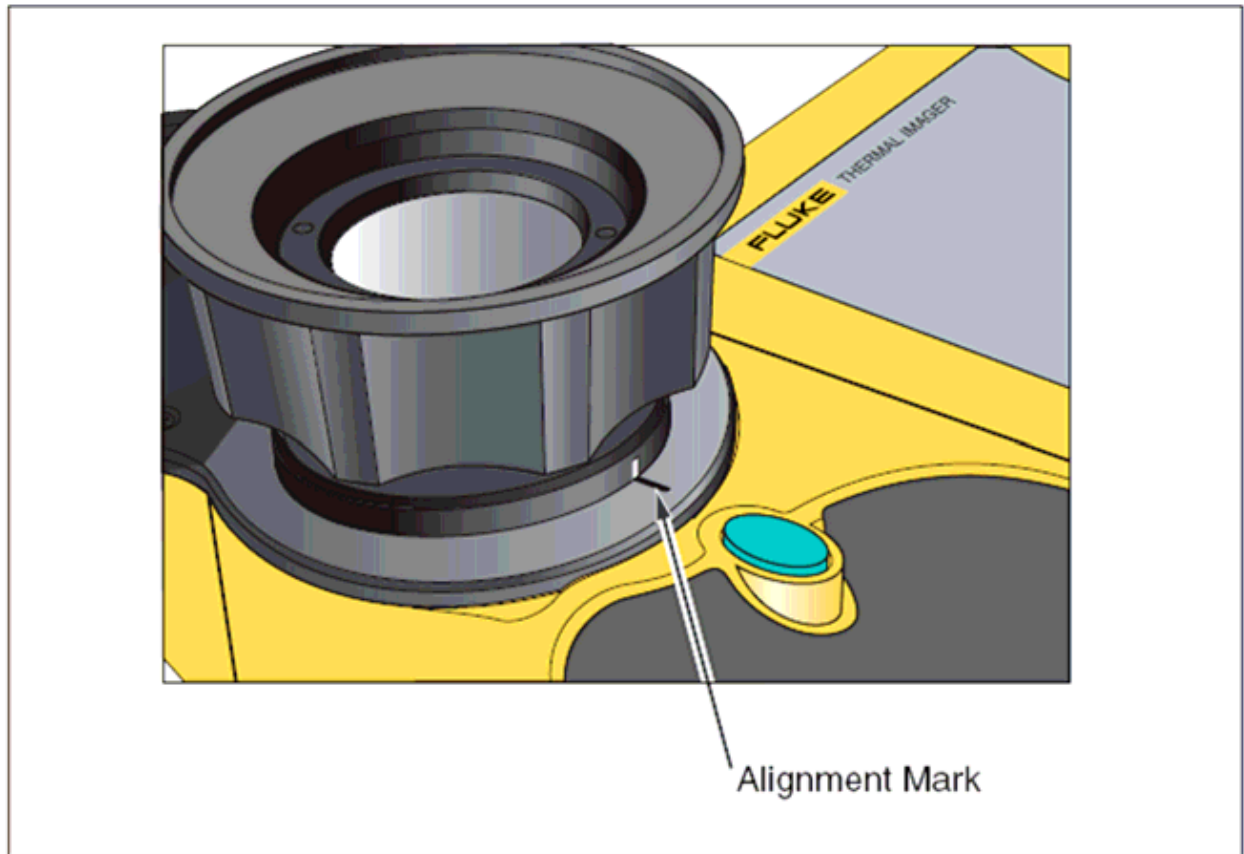
Λειτουργία σταθερά ορισμένης εικόνας

Μπορείτε επίσης να ρυθμίσετε τις τιμές της εκπεμπτικότητας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος με το άνοιγμα των επιλογών εικόνας και πατώντας την επιλογή της εκπεμπτικότητας. Από εδώ, μπορείτε να ενεργοποιήσετε ή να απενεργοποιήσετε τη λειτουργία σταθερά ορισμένης εικόνας. Όταν αυτή η λειτουργία ενεργοποιείται, το ελάχιστο και το μέγιστο της παλέτας χρωμάτων προσαρμόζεται καθώς αλλάζετε την εκπεμπτικότητα και η εμφάνιση της εικόνας παραμένει η ίδια. Όταν αυτή η λειτουργία απενεργοποιείται, το ελάχιστο και το μέγιστο της παλέτας χρωμάτων παραμένει σταθερό, καθώς το χρώμα που δίνει στην εικόνα αλλάζει αναλόγως.

Χρησιμοποιώντας την ευθυγράμμιση εικόνας

Η ευθυγράμμιση εικόνας είναι μια αυτόματη ρύθμιση που εμφανίζεται καθώς στρέφετε τον υπέρυθρο φακό της θερμοκάμερας. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι μόνο διαθέσιμο με το φακό 20 mm. Η εικόνα ορατού φωτός και η υπέρυθη εικόνα παρατάσσονται βασισμένα στην απόσταση εστίασης του υπέρυθρου φακού έτσι ώστε να μπορούν να συνδυαστούν για εξέταση και ανάλυση. Η εικόνα ορατού φωτός και η υπέρυθη εικόνα παρατάσσονται για αποστάσεις μεγαλύτερες από 50 εκατ. (περίπου 2 πόδια). Η ευθυγράμμιση εικόνας τίθεται εκτός λειτουργίας κατά χρησιμοποίηση των προαιρετικών φακών 10 και 54 mm. Για να εξασφαλίσετε κατάλληλη ευθυγράμμιση εικόνας με τον τυποποιημένο φακό 20 mm., ο φακός πρέπει να ευθυγραμμιστεί σωστά

όταν τον εγκαθιστάτε στη θερμοκάμερα. Η σωστή ευθυγράμμιση επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση του φακού έτσι ώστε το άσπρο σημάδι ευθυγράμμισης στο φακό να παραταχθεί με το αντίστοιχο σημάδι στη θερμοκάμερα όπως φαίνεται στην εικόνα Π2.4.



Εικόνα Π2.4 Ευθυγράμμιση του φακού των 20 mm

Εστίαση

Πριν από τη στόχευση των εικόνων χρησιμοποιώντας την ιδιότητα του ορατού φωτός και της υπέρυθρης ακτινοβολίας, είναι σημαντικό να σιγουρευτείτε ότι το αντικείμενο στόχευσης έχει εστιαστεί. Καθώς περιστρέφετε τον φακό υπέρυθρων (IR) για να εστιάσει η θερμοκάμερα, εάν το υπέρυθρο μίγμα είναι λιγότερο από 50%, το επίπεδο μίγματος υπέρυθρης ενέργειας αλλάζει σε 50% υπέρυθρο και 50% ορατό φως (VL). Μόλις έχετε το αντικείμενο στόχευσης εστιασμένο και σταματάτε να περιστρέφετε τον υπέρυθρο φακό, το επίπεδο υπέρυθρης ενέργειας επιστρέφει στη ρύθμισή σας. Για να εστιάσετε τη θερμοκάμερα, αφαιρέστε το καπάκι του υπέρυθρου φακού, στοχεύστε με το φακό το στόχο, και χειροκίνητα περιστρέψτε τον υπέρυθρο φακό με το δάχτυλό σας. Εστιάστε ευθυγραμμίζοντας τις γωνίες των ορατών και υπέρυθρων εικόνων.