



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μετρήσεις και Διερεύνηση Φαινομένων σε Ασφάλειες
Ισχύος Χαμηλής Τάσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΕΛΕΝΗΣ ΜΠΟΥΡΣΙΝΟΥ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Μετρήσεις και Διερεύνηση Φαινομένων σε Ασφάλειες Ισχύος Χαμηλής Τάσης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΕΛΕΝΗΣ ΜΠΟΥΡΣΙΝΟΥ

Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ... Σεπτεμβρίου 2012.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

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

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

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

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2012

(Υπογραφή)

.....

Copyright © Ελένη Μπουρσινού, 2012.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Καραγιαννόπουλο που μου ανέθεσε αυτήν την διπλωματική εργασία, καθώς και για την συνεργασία του και τις πολύτιμες συμβουλές καθ' όλη τη διάρκειά της.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά όλο το επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου Ηλεκτρικών Μετρήσεων για την άψογη συνεργασία και τη βοήθεια που μου προσέφεραν, όπου αυτό χρειάστηκε.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ την υποψήφια διδάκτορα κ. Φωτεινή Καραγρηγορίου για την καθοδήγηση και πρακτική της βοήθεια, στην ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ, τέλος, από τα βάθη της καρδιάς μου την οικογένειά μου για τη διαρκή τους υποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια, και φυσικά τους φίλους μου για τα υπέροχα φοιτητικά χρόνια και τη συμπαράσταση και βοήθεια, που εξακολουθούν να μου δείχνουν, και που τα κάνει όλα δυνατά!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά το σχεδιασμό οποιασδήποτε ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, ξεχωριστή θέση λαμβάνει ο σχεδιασμός της προστασίας της. Απαραίτητα μέσα προστασίας είναι οι ασφάλειες. Οι ασφάλειες προστατεύουν τα κυκλώματα από υπερφορτίσεις εξαιτίας βραχυκυκλωμάτων ή άλλων σφαλμάτων και έτσι αποσοβούν υλικές ζημιές ή ακόμη και ηλεκτροπληξίες ή πυρκαγιές.

Η επιλογή των κατάλληλων για κάθε ηλεκτρολογική εγκατάσταση ασφαλειών εξαρτάται από την τάση λειτουργίας του κυκλώματος (χαμηλή ή υψηλή τάση) και την εκάστοτε εφαρμογή. Ακόμη, υπάρχουν διάφοροι τύποι ασφαλειών που καθορίζονται από τον τρόπο κατασκευής τους και εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες. Εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί έχουν συντάξει κανονισμούς και τυποποιήσεις στους οποίους ορίζονται ο τρόπος κατασκευής, τα βασικά χαρακτηριστικά και οι απαραίτητες δοκιμές για τις ασφάλειες.

Η μελέτη των διατάξεων των ασφαλειών είναι εξαιρετικά σημαντική για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας του συστήματος. Οι διατάξεις αυτές ως στοιχεία του κυκλώματος υπόκεινται σε αύξηση της θερμοκρασίας τους και πιθανές υπερθερμάνσεις, όπως επίσης παρουσιάζουν θερμικές απώλειες οι οποίες συνεπάγονται καταναλισκόμενη ενέργεια.

Στην παρούσα μελέτη διενεργήθηκαν πειράματα σε ένα κύκλωμα προσομοίωσης που περιελάμβανε μια μαχαιρωτή ασφάλεια, μία ασφαλειοθήκη και καλώδια που συνέδεαν τη διάταξη με ένα σύστημα τροφοδοσίας. Για τη διερεύνηση των φαινομένων στις ασφάλειες χαμηλής τάσης πραγματοποιήθηκαν δοκιμές σε μαχαιρωτές ασφάλειες διαφόρων ονομαστικών ρευμάτων, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε ασφαλειοθήκες δύο διαφορετικών ονομαστικών ρευμάτων. Για τη μελέτη της θερμοκρασίας της ασφάλειας χρησιμοποιήθηκαν δύο καταγραφικά μέσα, μια θερμοκάμερα και ένα ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα. Ακόμη, στα άκρα της διάταξης παρέμενε συνδεδεμένο ένα βολτόμετρο, η ένδειξη του οποίου βοήθησε στον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Μετά την επεξεργασία των μετρήσεων, η παρούσα εργασία ανέλυσε την αξιοπιστία των δύο καταγραφικών μέσων που χρησιμοποιήθηκαν και αποτιμήθηκε η σημασία της καταναλισκόμενης ενέργειας της διάταξης. Αφού προτάθηκαν κάποιοι τρόποι ελαχιστοποίησης της καταναλισκόμενης ενέργειας, όπως για παράδειγμα η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος, διερευνήθηκε και εκτιμήθηκε η αντίστοιχη μείωση κόστους που θα μπορούσε να επιτευχθεί.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ασφάλειες, Ασφαλειοθήκες, Μέτρηση θερμοκρασίας, Θερμογραφική κάμερα, Ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα, Θερμικές απώλειες, Καταναλισκόμενη ενέργεια

ABSTRACT

The design of the protection system for an electrical installation plays a role of great importance in the overall design of the latter. Fuses are essential means of such protection systems. Fuses protect the circuits from over-loadings due to short-circuits and other faulty conditions and in this way, they eliminate the risk of damages, electrocutions or even fires.

The choice of the appropriate fuse for an electrical installation depends on the system's voltage (low or high voltage) and the application for which the fuse will be used. In addition, there are different types of fuses characterised by the way they are produced and the needs that they cover. National and International organizations have written specifications, which fuses and the associated equipment should be compliant with concerning the way of their production, their core characteristics and the necessary tests for the verification of the fuses.

Studying fuses' installations is very significant so as someone to reassure that a system operates in the right way. Fuses, being parts of the circuit, experience temperature increase and also, are responsible for –even small- power losses and consequently power dissipation.

During the current study experiments were held using a simulating circuit which consisted of an NH type fuse, a fuse-holder and cables to connect the fuse installation with a power supply system. So as to study the phenomena of the low voltage fuses the experiments were repeated for NH type fuses of various rated currents that were placed in fuse-holders of two different rated currents. Two devices, a thermocamera and a digital recording device were used to report the temperature of the fuse installation. Also, a voltmeter was steadily connected to the terminals of the fuse installation, from which the voltage values were picked up and then used for the calculation of the power dissipation.

After processing the results derived by the experiments, the current study judged the reliability of the recording devices used and assessed the significance of the power dissipation on the fuse installation. Finally, after the suggestion of some ways of minimising the power dissipation, like for example the use of higher current-rated fuse-holders, the practical reduction in cost was appraised.

KEYWORDS

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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Εισαγωγή.....	19
1.1	Σκοπός της εργασίας	19
1.2	Δομή της εργασίας	19
2	Θεωρητικό υπόβαθρο.....	21
2.1	Ασφάλειες.....	21
2.1.1	Ιστορία της ανάπτυξης των ασφαλειών	22
2.1.2	Τύποι ασφαλειών.....	22
2.1.3	Κατηγορίες Ασφαλειών	30
2.1.4	Βασικές Κατασκευές Ασφαλειών	34
2.1.5	Μορφές Ασφαλειών	38
2.1.6	Χαρακτηριστικές παράμετροι ασφαλειών.....	39
	Παρακάτω παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές παράμετροι ασφαλειών.....	39
2.2	Διεθνή πρότυπα	41
2.2.1	Περιεχόμενα των προτύπων.....	41
2.3	Πρότυπα ασφαλειών	58
2.3.1	IEC πρότυπα ασφαλειών.....	58
2.3.2	Ευρωπαϊκά πρότυπα.....	59
2.3.3	Πρότυπα Βορείου Αμερικής.....	60
2.4	Κατασκευαστές.....	61
3	Πειραματική διάταξη - Διαδικασία μετρήσεων	76
3.1	Πειραματική διάταξη.....	76
3.2	Διαδικασία μετρήσεων.....	84
4	Επεξεργασία μετρήσεων.....	86
4.1	Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας.....	86
4.1.1	Γραφικές παραστάσεις Θερμοκρασίας-Χρόνου από τη θερμογραφική κάμερα και το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα	87

4.1.2	Στιγμιότυπα από τη θερμογραφική κάμερα.....	111
4.1.3	Σχετικά με το σφάλμα των μετρήσεων της θερμογραφικής κάμερας ..	112
4.1.4	Συγκριτικοί πίνακες αύξησης θερμοκρασίας	115
4.1.5	Σχόλια.....	118
4.2	Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τη στιγμιαία καταναλισκόμενη ισχύ	119
4.2.1	Γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος – θερμοκρασίας	119
4.2.2	Σχόλια.....	122
4.3	Μελέτη διακύμανσης στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος και υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας	123
4.3.1	Γραφικές παραστάσεις Στιγμιαίας Καταναλισκόμενης Ισχύος-Χρόνου	123
4.3.2	Σχόλια.....	128
4.4	Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας	128
4.5	Οικονομοτεχνική ανάλυση.....	131
5	Συμπεράσματα	135
6	Βιβλιογραφία.....	138
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	141
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	162

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διάφοροι τύποι ασφαλειών	23
Εικόνα 2: Τύποι βιδωτών ασφαλειών (a).....	24
Εικόνα 3: Τύποι βιδωτών ασφαλειών (b).....	24
Εικόνα 4: Τομή βιδωτής ασφάλειας τύπου D	25
Εικόνα 5: Τομή βάσης βιδωτής ασφάλειας τύπου D	26
Εικόνα 6: Μαχαιρωτές ασφάλειες	26
Εικόνα 7: Ειδικές λαβές για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών	27
Εικόνα 8: Κυλινδρικές ασφάλειες.....	28
Εικόνα 9: Ασφάλειες με διμεταλλικό έλασμα (Εφαρμογή σε οικιακή εγκατάσταση) ..	28
Εικόνα 10: Αυτόματες ασφάλειες / Μικροαυτόματοι	29
Εικόνα 11: Υποσταθμός υψηλής τάσης.....	31
Εικόνα 12: Ασφάλεια υψηλής τάσης στον υποσταθμό (μεγέθυνση)	31
Εικόνα 13: Ασφαλειοθήκη και βάση ασφάλειας «τύπου δοχείου»	32
Εικόνα 14: Ασφάλεια «ημι-κλειστού τύπου»	33
Εικόνα 15: Μικροσκοπική ασφάλεια 5 × 20 mm	33
Εικόνα 16: Μικροσκοπική ασφάλεια 5 × 20 mm με κωδικό χρώμα	34
Εικόνα 17: Ασφάλεια «τύπου δοχείου» χαμηλής τάσης	34
Εικόνα 18: Τομή ασφάλειας «τύπου δοχείου».....	35
Εικόνα 19: Τομή υγρής ασφάλειας	36
Εικόνα 20: Τομή ασφάλειας «αποβολής».....	37
Εικόνα 21: Ασφάλειες «αποβολής»	37
Εικόνα 22: Ευρωπαϊκές ασφάλειες τύπου NH.....	38
Εικόνα 23: Ασφάλειες «τύπου φιάλης».....	39
Εικόνα 24: Χαρακτηριστική Χρόνου-Ρεύματος «τηκτών» βραδείας τήξης(gG) (a)....	49
Εικόνα 25: Χαρακτηριστική Χρόνου-Ρεύματος «τηκτών» βραδείας τήξης(gG) (b)....	49
Εικόνα 26: Χαρακτηριστική Χρόνου-Ρεύματος «τηκτών» βραδείας τήξης(gG) (c) (4)	49
Εικόνα 27: Κυκλωματική διάταξη.....	76
Εικόνα 28 Κύκλωμα μετρήσεων	77
Εικόνα 29: Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης.....	79
Εικόνα 30: Διάταξη αυτομετασχηματιστή μετασχηματιστή	79

Εικόνα 31: Ασφάλεια τοποθετημένη σε ασφαλειοθήκη.....	80
Εικόνα 32: Αρχή λειτουργίας της υπέρυθρης θερμογραφίας.....	82
Εικόνα 33: Ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα	82
Εικόνα 34 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Θερμογραφική κάμερα)	87
Εικόνα 35 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Καταγραφικό)	87
Εικόνα 36 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 60A	88
Εικόνα 37 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 60A (Καταγραφικό).....	88
Εικόνα 38 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 80A	89
Εικόνα 39 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 80A (Καταγραφικό).....	89
Εικόνα 40 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 40A	90
Εικόνα 41 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Καταγραφικό).....	90
Εικόνα 42 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 60A	91
Εικόνα 43 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 60A (Καταγραφικό).....	91
Εικόνα 44 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 80A	92
Εικόνα 45 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 80A (Καταγραφικό).....	92
Εικόνα 46 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A	93
Εικόνα 47 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό).....	93
Εικόνα 48 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A	94

Εικόνα 49 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A (Καταγραφικό).....	94
Εικόνα 50 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	95
Εικόνα 51 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό).....	95
Εικόνα 52 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A	96
Εικόνα 53 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)	96
Εικόνα 54 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A	97
Εικόνα 55 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A (Καταγραφικό)	97
Εικόνα 56 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	98
Εικόνα 57 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)	98
Εικόνα 58 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A	99
Εικόνα 59 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)	99
Εικόνα 60 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A	100
Εικόνα 61 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A (Καταγραφικό)	100
Εικόνα 62 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	101
Εικόνα 63 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)	101
Εικόνα 64 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A	102

Εικόνα 65 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)	102
Εικόνα 66 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A	103
Εικόνα 67 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A (Καταγραφικό)	103
Εικόνα 68 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	104
Εικόνα 69 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)	104
Εικόνα 70 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	105
Εικόνα 71 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)	105
Εικόνα 72 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A	106
Εικόνα 73 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A (Καταγραφικό)	106
Εικόνα 74 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 250A	107
Εικόνα 75 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 250A (Καταγραφικό)	107
Εικόνα 76 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	108
Εικόνα 77 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)	108
Εικόνα 78 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A	109
Εικόνα 79 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A (Καταγραφικό)	109
Εικόνα 80 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 250A	110

Εικόνα 81 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 250A (Καταγραφικό)	110
Εικόνα 82: Στιγμιότυπο από τη δοκιμή 250_125_120_125	111
Εικόνα 83: Στιγμιότυπο από τη δοκιμή 400_125_120_94	111
Εικόνα 84 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 40A	120
Εικόνα 85 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 60A	120
Εικόνα 86 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 80A	121
Εικόνα 87 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A	121
Εικόνα 88 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A	122
Εικόνα 89 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	122
Εικόνα 90 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	124
Εικόνα 91 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A	124
Εικόνα 92 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 94A	125
Εικόνα 93 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	125
Εικόνα 94 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A	126
Εικόνα 95 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 250A	126
Εικόνα 96 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	127
Εικόνα 97 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm ² , Ρεύμα τροφοδοσίας 125A	127

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών	113
Πίνακας 2: Συντελεστές προσαρμογής τιμών θερμοκάμερας	115
Πίνακας 3: Άνοδος θερμοκρασίας στο θερμότερο σημείο (κέντρο ασφάλειας).....	117
Πίνακας 4: Άνοδος θερμοκρασίας στην επαφή της ασφάλειας.....	118
Πίνακας 5: Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας	129
Πίνακας 6 Κέρδος σε απώλειες ισχύος από τη χρήση ασφαλειοθήκης 400A.....	132
Πίνακας 7 Ετήσιο κέρδος από τη χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος	133

1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της εργασίας

Η χρήση του ηλεκτρισμού σήμανε μια νέα εποχή για τον άνθρωπο, τις δραστηριότητες και την εξέλιξή του σε όλα τα επίπεδα. Ωστόσο, ο ηλεκτρισμός αυτός καθαυτός επεφύλασσε πολλούς κινδύνους, καθώς υπερφορτίσεις σε κάθε είδους κυκλώματα ή ανεπαρκείς μονώσεις μπορούσαν να προκαλέσουν ανυπολόγιστες υλικές ζημιές, τραυματισμούς, ακόμη και θανάτους. Η επιστήμη της ηλεκτρολογίας απάντησε στις ανάγκες για ασφάλεια της χρήσης ηλεκτρολογικού υλικού με μια σειρά από μέτρα προστασίας. Ίσως οι ασφάλειες αποτελούν το σημαντικότερο μέτρο προστασίας των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Σε κάθε ηλεκτρολογικό εξοπλισμό γίνεται ο κατάλληλος σχεδιασμός ώστε μια ασφάλεια, και συνηθέστερα κάποιος συνδυασμός ασφαλειών, να εγγυάται την ασφαλή λειτουργία του.

Δεδομένου του πρωταρχικού ρόλου των ασφαλειών στην προστασία των ηλεκτρολογικών διατάξεων, στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι, με τη βοήθεια πολλών πειραματικών δοκιμών, να διερευνηθούν τα φαινόμενα που παρουσιάζονται σε ασφάλειες 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 διάταξης της ασφάλειας. Επίσης, η παρούσα εργασία διερευνά το κατά πόσο οι απώλειες στη διάταξη της ασφάλειας είναι αμελητέες ή επηρεάζουν το σύστημα που προστατεύουν.

1.2 Δομή της εργασίας

Στο 1^ο Κεφάλαιο περιγράφεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας και η δομή της, περιλαμβάνοντας μια συνοπτική ανάλυση των επιμέρους κεφαλαίων που την αποτελούν.

Το 2^ο κεφάλαιο αποτελείται από όλο το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο σχετικά με τις ασφάλειες. Αυτό περιλαμβάνει την ιστορία των ασφαλειών, την κατηγοριοποίηση, τους κανονισμούς και τα πρότυπα για ασφάλειες, όπως αυτά διαμορφώνονται από τους επίσημους εθνικούς και παγκόσμιους φορείς.

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

Στο 4^ο Κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των μετρήσεων και παρατίθενται σχετικά διαγράμματα και συγκριτικοί πίνακες. Επίσης, κατόπιν επεξεργασίας των μετρήσεων, συγκρίνονται τα δύο καταγραφικά μέσα θερμοκρασίας. Ακόμη, μελετάται η κατανάλωση ενέργειας σε διάφορες τροποποιήσεις της διάταξης. Τέλος, διερευνώνται η σημασία των απωλειών στη διάταξη της ασφάλειας και αν οι απώλειες αυτές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με τη σχετική οικονομική ωφέλεια στη λειτουργία του συστήματος.

Μετά την επεξεργασία των μετρήσεων και τους σχετικούς υπολογισμούς του 4^{ου} Κεφαλαίου, εξάγονται συμπεράσματα που παρουσιάζονται στο 5^ο κεφάλαιο.

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

Οι ηλεκτρικές ασφάλειες βρίσκονται σε ευρεία παραγωγή για περισσότερα από 100 χρόνια και χρησιμοποιούνται από πλήθος ανθρώπων ανά τον κόσμο. Εκτελούν το εικονικό καθήκον της προστασίας του ηλεκτρικού εξοπλισμού και των κυκλωμάτων και εξασφαλίζουν την ελαχιστοποίηση της επίδρασης των σφαλμάτων, καθώς και την σταθερότητα παροχής ρεύματος στους καταναλωτές.

Παρά το γεγονός ότι είναι συσκευές φθηνές και απλές στη χρήση, η συμπεριφορά τους είναι πιο περίπλοκη απ' ό τι μπορεί να φανταστεί κανείς και θα πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στο σχεδιασμό και την παραγωγή τους, ώστε να μπορέσουν να λειτουργήσουν σωστά. Παραδόξως, το φαινόμενο του τόξου που δημιουργείται από τις ασφάλειες κατά τη διακοπή του ρεύματος, δεν έχει γίνει ακόμα πλήρως κατανοητό. Η έρευνα πάνω σε αυτό το ζήτημα συνεχίζεται, με σκοπό την παραγωγή ασφαλειών που θα ικανοποιήσουν τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες απόδοσης αυτών των στοιχείων.

Η βασική αρχή λειτουργίας των ηλεκτρικών ασφαλειών είναι η εξής: ένα σχετικά μικρό κομμάτι αγώγιμου υλικού, με επιφάνεια διατομής ανεπαρκή να μεταφέρει ρεύματα σχεδόν όσο υψηλά όσο αυτά που μπορεί να ρέουν στο προστατευμένο κύκλωμα, θυσιάζεται όταν είναι απαραίτητο, για να αποτρέψει την καταστροφή των υγιών στοιχείων του κυκλώματος και να ελαχιστοποιήσει την καταστροφή των ελαττωματικών στοιχείων του. Για παράδειγμα, ένα στοιχείο της ασφάλειας με μήκος μερικά εκατοστά, με συγκεκριμένη διατομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προστατεύσει μία ηλεκτρική μηχανή περιέλιξης που περιέχει ένα μεγάλο μήκος αγωγού (ίσως χιλιόμετρα), με διατομή ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτήν της ασφάλειας. Σε αυτήν την περίπτωση, ο όγκος του αγώγιμου στοιχείου που θα θυσιαστεί σε περίπτωση σφάλματος θα είναι ένα ελάχιστο κλάσμα σε σχέση με

αυτόν που προστατεύεται, με αποτέλεσμα το κόστος της προστασίας να είναι αποδεκτό.

Η ηλεκτρική ασφάλεια αποτελείται βασικά από ένα μεταλλικό στοιχείο, καλό αγωγό του ηλεκτρισμού, με χαμηλό σημείο τήξης. Όταν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το στοιχείο υπερβεί για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα την τιμή για την οποία έχει υπολογιστεί το κύκλωμα ή η συσκευή που προστατεύει, τότε αυτό τήκεται, διακόπτοντας έτσι τη συνέχεια του ηλεκτρικού κυκλώματος. Το στοιχείο αυτό ονομάζεται «τηκτό» και αποτελείται συνήθως από ένα σύρμα ή έλασμα από κράμα χαλκού που περιβάλλεται από ένα κεραμικό περίβλημα. Το «τηκτό» είναι στερεωμένο σε άλλα στοιχεία, που το συνδέουν στο κύκλωμα και που αποτελούν μαζί με αυτό, την ηλεκτρική ασφάλεια. Υπάρχουν, ωστόσο, και ασφάλειες χωρίς «τηκτό».

2.1.1 Ιστορία της ανάπτυξης των ασφαλειών

Μια πρακτική ασφάλεια ήταν ένα από τα κύρια στοιχεία του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ισχύος του Thomas Edison. Οι ασφάλειες (και άλλες συσκευές για υπερεντάσεις) είναι βασικό κομμάτι ενός συστήματος διανομής ισχύος που αποτρέπει πυρκαγιά ή ζημία. Οι κανονισμοί καλωδίωσης δίνουν τον τρόπο εκτίμησης μιας ασφάλειας για την προστασία ενός συγκεκριμένου κυκλώματος. Οι τοπικές αρχές ενσωματώνουν τους εθνικούς κανονισμούς καλωδίωσης ως τμήμα της νομοθεσίας. Οι ασφάλειες επιλέγονται με σκοπό να επιτρέψουν τη διέλευση των κανονικών ρευμάτων, αλλά και να διακόψουν άμεσα ένα βραχυκύκλωμα ή μια υπερφόρτωση. (1)

2.1.2 Τύποι ασφαλειών

Οι ασφάλειες, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής, διακρίνονται σε τρεις τύπους:



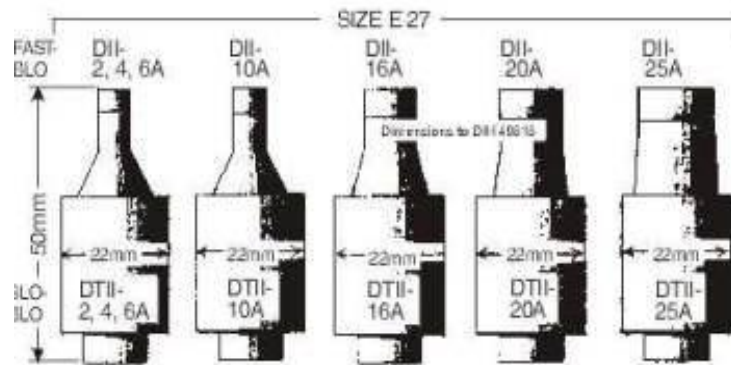
Εικόνα 1: Διάφοροι τύποι ασφαλειών

2.1.2.1 Ασφάλειες τήξεως

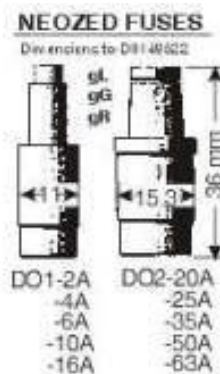
Είναι ο παλαιότερος και απλούστερος τύπος ασφαλειών. Σε ένα μονωτικό περίβλημα (από πορσελάνη, γυαλί ή πλαστικό) εγκλείεται ένας μικρός αγωγός, του οποίου τα φυσικά χαρακτηριστικά είναι τέτοια ώστε να αντέχει μέχρι μια ορισμένη ένταση ρεύματος. Η ασφάλεια μπαίνει πάντα στον αγωγό της φάσεως και στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει. Δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί στον αγωγό της γειώσεως και στον ουδέτερο. Αν, για οποιονδήποτε λόγο, η ένταση του ρεύματος αυξηθεί, ο αγωγός τήκεται (λιώνει), διακόπτοντας έτσι το ρεύμα στο κύκλωμα. Όταν αυτό συμβεί, η ασφάλεια χρειάζεται αντικατάσταση. Ο χρόνος πού χρειάζεται μία ασφάλεια για να διακόψει την τροφοδοσία, 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. Ανάλογα με την ταχύτητα που διακόπτουν την τροφοδοσία, διακρίνουμε δύο τύπους ασφαλειών: τις **ασφάλειες ταχείας τήξης (τύπος L)** και τις **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. Ειδικότερα, οι ασφάλειες τήξης διακρίνονται σε:

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



Εικόνα 2: Τύποι βιδωτών ασφαλειών (a)

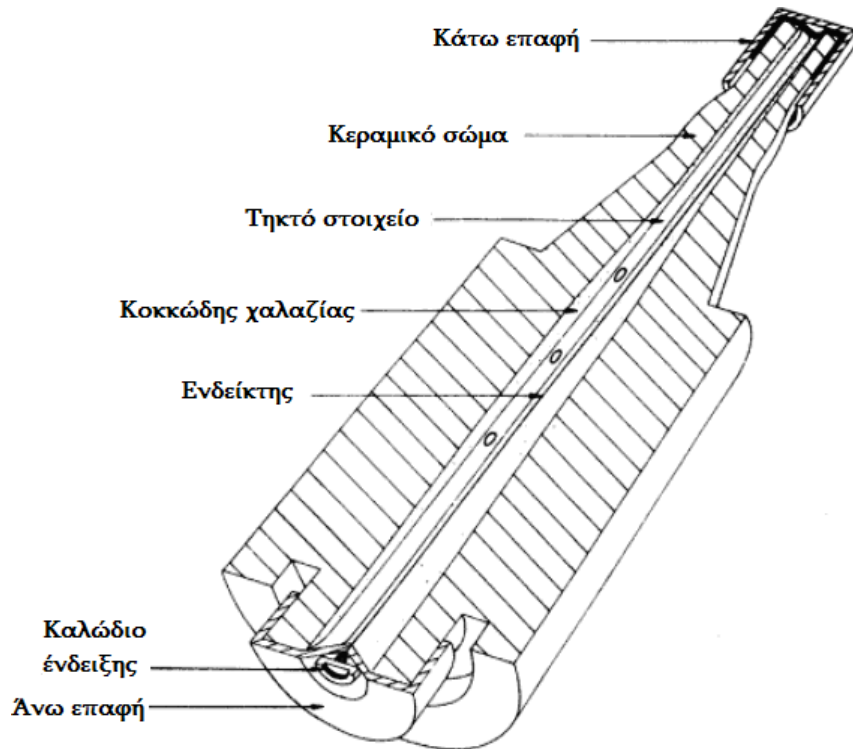


Εικόνα 3: Τύποι βιδωτών ασφαλειών (b)

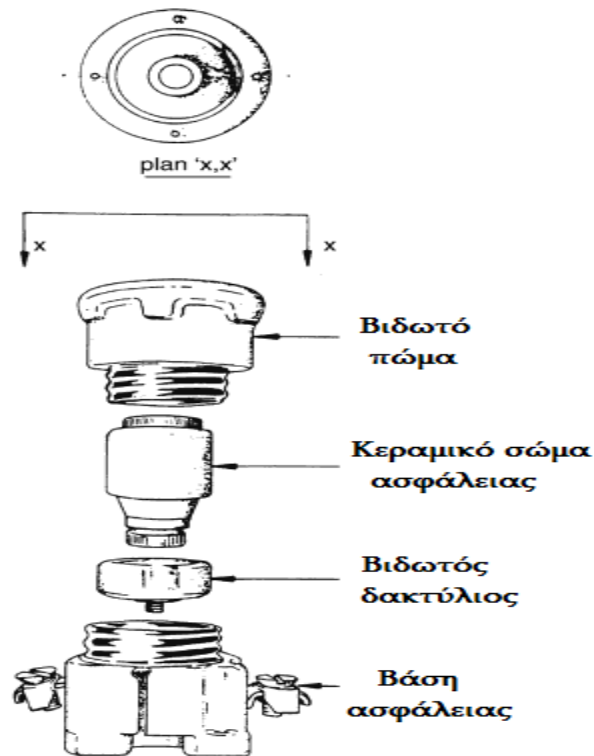
Η διάταξη μιας ασφάλειας αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Το **φυσίγγι** (ασφάλεια), που είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα («τηκτό»), και έναν ενδεικτικό χρωματιστό δίσκο ο οποίος πέφτει, όταν η ασφάλεια καεί.
2. Την **βάση** της ασφάλειας ή **ασφαλειοθήκη**. Είναι το εξάρτημα που στερεώνεται πάνω στον πίνακα και μέσα σ' αυτό τοποθετείται το φυσίγγι.
3. Την **μήτρα**, ένα μικρό πορσελάνινο εξάρτημα που τοποθετείται στο βάθος της ασφαλειοθήκης και εξασφαλίζει ότι δε θα τοποθετηθεί –από λάθος–, μεγαλύτερη ασφάλεια από την κατάλληλη για την γραμμή.

4. Το **πώμα** είναι πορσελάνινο, βιδώνει πάνω στην ασφαλειοθήκη και συγκρατεί το φυσίγγι. Στο πάνω μέρος του έχει γυαλί, για να φαίνεται αν έχει καεί το φυσίγγι. Κάθε φυσίγγι χαρακτηρίζεται από το ονομαστικό ρεύμα του, που 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.

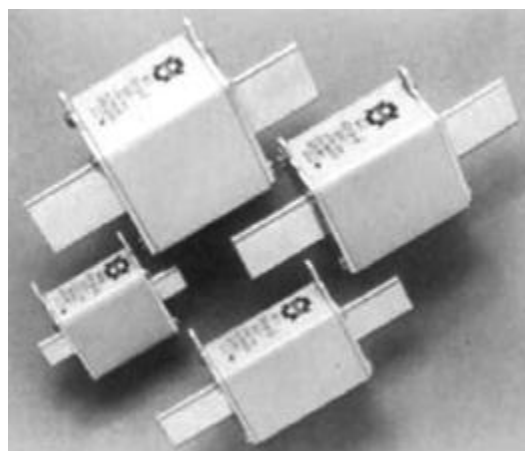


Εικόνα 4: Τομή βιδωτής ασφάλειας τύπου D



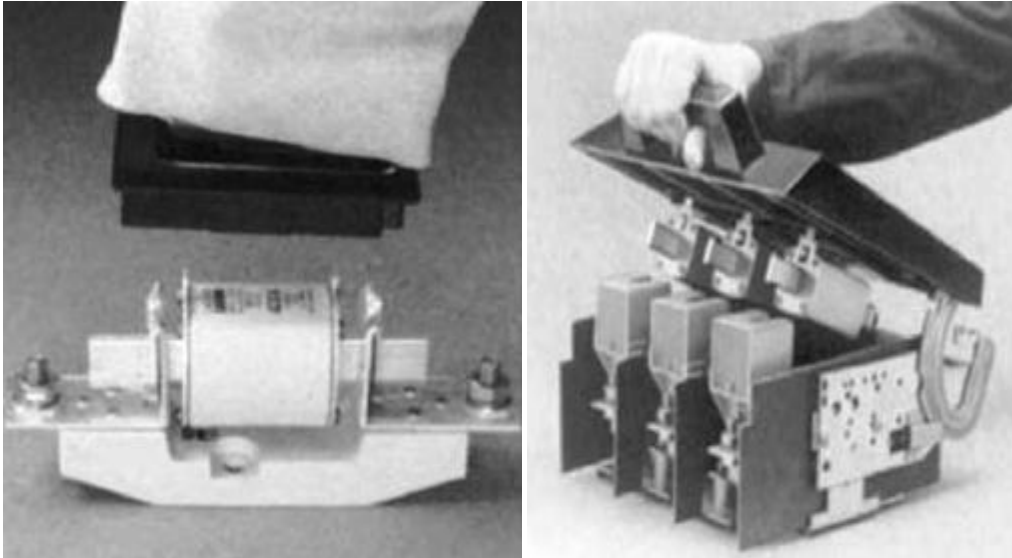
Εικόνα 5: Τομή βάσης βιδωτής ασφάλειας τύπου D

Β) Μαχαιρωτές: Έχουν σώμα μορφής ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου. Στην πάνω και κάτω βάση τους έχουν από ένα έλασμα (λεπίδα). Τα δύο αυτά ελάσματα κουμπώνουν σε αντίστοιχες διπλές ελατηριωτές μεταλλικές λάμες, που βρίσκονται στη βάση της ασφάλειας. Έτσι, γίνεται η στήριξη της ασφάλειας και ταυτόχρονα η ηλεκτρική επαφή.



Εικόνα 6: Μαχαιρωτές ασφάλειες

Για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών από την βάση τους, χρησιμοποιείται ειδική μονωτική λαβή.



Εικόνα 7: Ειδικές λαβές για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών

Μαχαιρωτές ασφάλειες υπάρχουν σε τυποποιημένα μεγέθη από 6 έως και 1000 A, αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις (άνω των 30 A).

Γ) Κυλινδρικές: Έχουν σώμα κυλινδρικό και οι δύο βάσεις του είναι από αγώγιμο υλικό για να γίνεται η ηλεκτρική επαφή και η στήριξη. Χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις ρεύματος, όπως σε πίνακες υποσταθμών και σε πίνακες διανομής της ΔΕΗ. Επίσης, κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών συσκευών.



Εικόνα 8: Κυλινδρικές ασφάλειες

2.1.2.2 Ασφάλειες με διμεταλλικό έλασμα (ασφαλειοδιακόπτες)

Οι ασφάλειες αυτού του τύπου αποτελούνται από διμεταλλικό έλασμα, δηλαδή δύο μεταλλικούς αγωγούς κατασκευασμένους από διαφορετικό υλικό, με διαφορετικό συντελεστή διαστολής. Όταν το έλασμα θερμανθεί πέραν ενός θερμοκρασιακού ορίου, το οποίο εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει, τα δυο τμήματα του αγωγού διαστέλλονται ανισομερώς. Έτσι, το έλασμα κάμπτεται, διακόπτοντας το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα και κατά συνέπεια, το προστατεύει. Σε ορισμένους τύπους ασφαλειών η επαναφορά του ελάσματος γίνεται με το χέρι (το συνηθέστερο), σε κάποιους άλλους (όχι ιδιαίτερα διαδεδομένους) για την επαναφορά του ελάσματος χρησιμοποιείται ελατήριο. Βρίσκουν εφαρμογή τόσο σε οικιακές όσο και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι μετά την διακοπή του ρεύματος στο κύκλωμα, δεν χρειάζονται αντικατάσταση.



Εικόνα 9: Ασφάλειες με διμεταλλικό έλασμα (Εφαρμογή σε οικιακή εγκατάσταση)

2.1.2.3 Αυτόματες ασφάλειες (Μικροαυτόματοι)

Οι αυτόματες ασφάλειες είναι σχεδιασμένες για να ανοίγουν και να κλείνουν ένα κύκλωμα με μη αυτόματα μέσα (χειροκίνητα), και παράλληλα να αποσυνδέουν αυτόματα το κύκλωμα όταν ανιχνεύσουν μια προκαθορισμένη τιμή υπερρεύματος. Ακριβώς όπως οι διακόπτες ισχύος και οι διακόπτες αέρα, έχουν μια ονομαστική τάση και ένα ρεύμα διακοπής. Παρέχουν προστασία κατά της υπερφόρτισης των γραμμών, καθώς και προστασία από ρεύματα σφάλματος κατά τη διάρκεια ενός βραχυκυκλώματος. Μετά την διακοπή όμως, δεν χρειάζεται να τις αντικαταστήσουμε, αλλά απλώς να σηκώσουμε το χειριστήριο και να αποκατασταθεί η τροφοδοσία (αφού βέβαια επισκευάσουμε ή απομονώσουμε την συσκευή που προκάλεσε το βραχυκύκλωμα).



Εικόνα 10: Αυτόματες ασφάλειες / Μικροαυτόματοι

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

Για παράδειγμα, ένας θερμικός-μαγνητικός αυτόματος διακόπτης (μικροαυτόματος) των 10 A περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη:

1. **Μοχλός ενεργοποίησης:** Χρησιμοποιείται για να ανοίξει ή να κλείσει ο διακόπτης χειροκίνητα.
2. **Μηχανισμός ενεργοποίησης:** Ενώνει ή αποδεσμεύει τις επαφές.
3. **Επαφές:** Επιτρέπουν στο ρεύμα να ρέει ή να διακόπτεται.

4. Τερματικά.

5. **Διμεταλλικό στοιχείο** (θερμικής απόκρισης): Η θερμότητα που δημιουργείται από μια κανονική τιμή ρεύματος δεν προκαλεί εκτροπή της λειτουργίας. Υψηλό ρεύμα, που θα μπορούσε να προκληθεί από βραχυκύκλωμα ή υπερφόρτιση, θα αναγκάσει το στοιχείο να ενεργοποιηθεί ώστε να ανοίξει η επαφή που κρατά το διακόπτη κλειστό.

6. **Βίδα βαθμονόμησης**: Επιτρέπει στον κατασκευαστή να ρυθμίσει ακριβώς το ρεύμα ενεργοποίησης της συσκευής μετά από τη συναρμολόγηση.

7. Πηνίο.

8. **Μονάδα σβέσης τόξων**: Οι αυτόματες ασφάλειες στερεώνονται στη 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 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.

2.1.3 Κατηγορίες Ασφαλειών

Μια άλλη κατηγοριοποίηση των ασφαλειών ανάλογα με τη χρήση τους είναι:

- **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). Ο διαχωρισμός ανάμεσα στις ασφάλειες υψηλής και χαμηλής τάσης γίνεται στα 1000 VAC, και ο προσδιορισμός «μικροσκοπικός» (Miniature) συνδέεται σαφώς με τις φυσικές διαστάσεις.

2.1.3.1 Ασφάλειες Υψηλής Τάσης

Οι ασφάλειες υψηλής τάσης χρησιμοποιούνται για την προστασία των μετασχηματιστών που με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, ή για μικρούς μετασχηματιστές ισχύος όπου η δαπάνη ενός διακόπτη δεν είναι επιτρεπτή.

Παραδείγματος χάριν, στα συστήματα διανομής, μια ασφάλεια ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προστατεύσει έναν μετασχηματιστή που εξυπηρετεί 1-3 καταναλωτές. Ένας διακόπτης των 115 kV μπορεί να κοστίσει μέχρι πέντε φορές περισσότερο από ένα σύνολο ασφαλειών ισχύος, κι έτσι η προκύπτουσα αποταμίευση οικονομικών πόρων μπορεί να είναι πολύ μεγάλη.



Εικόνα 11: Υποσταθμός υψηλής τάσης



Εικόνα 12: Ασφάλεια υψηλής τάσης στον υποσταθμό (μεγέθυνση)

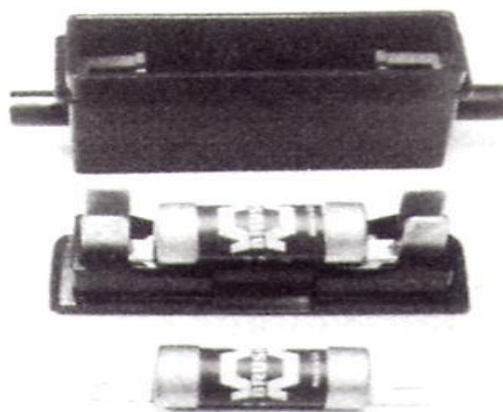
Οι μεγάλες ασφάλειες ισχύος χρησιμοποιούν τα «τηκτά» στοιχεία που είναι φτιαγμένα από ασήμι, χαλκό ή κασσίτερο για να παρέχουν σταθερή και προβλέψιμη απόδοση. Οι ασφάλειες υψηλής τάσης περιβάλλουν το «τηκτό» στοιχείο με αέριες ουσίες, όπως βορικό οξύ. Όταν η ασφάλεια καεί, η θερμότητα από το τόξο αναγκάζει το βορικό οξύ να παράγει μεγάλους όγκους αερίων. Η σχετική υψηλή πίεση (συχνά μεγαλύτερη από 100 ατμόσφαιρες), και τα ψυκτικά αέρια αποσβένουν γρήγορα το

προκύπτουν τόξο. Τα θερμά αέρια στη συνέχεια αποβάλλονται από τα άκρα της ασφάλειας.

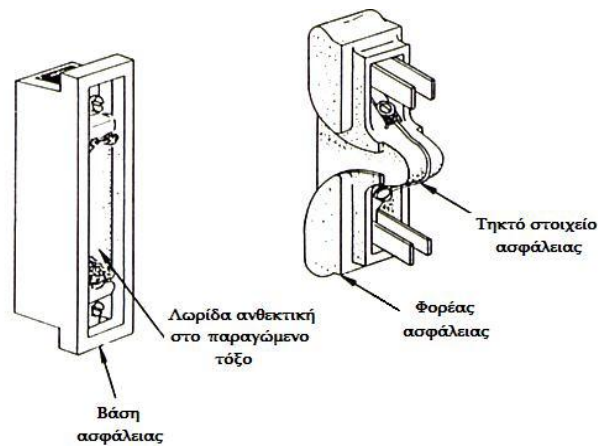
Άλλες ειδικές ασφάλειες μεγάλης διακοπτικής ικανότητας (High Rupturing Capacity, HRC) περιβάλλουν μια ή περισσότερες συνδεδεμένες παράλληλα «τηκτές» συνδέσεις με ένα ενεργειακά απορροφητικό υλικό, συνήθως άμμο διοξειδίου πυριτίου. Όταν η «τηκτή» σύνδεση κοπεί, η άμμος απορροφά την ενέργεια από το τόξο, αποσβένοντας την έτσι γρήγορα και δημιουργώντας έναν τεχνητό άμορφο υλικό (fulgurite).

2.1.3.2 Ασφάλειες Χαμηλής Τάσης

Οι ασφάλειες χαμηλής τάσης μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τις ασφάλειες «**τύπου δοχείου**» οι οποίες χρησιμοποιούνται σε AC κυκλώματα ισχύος τάσεων που δεν ξεπερνούν τα 1000 V, και σε DC κυκλώματα που δεν ξεπερνούν τα 1500 V. Τοποθετούνται συνήθως σε βάσεις οι οποίες με τη σειρά τους, τοποθετούνται μέσα σε θήκες. Η δεύτερη ομάδα χρησιμοποιεί αντικαταστάσιμα «τηκτά» στοιχεία σε μορφή καλωδίου που τοποθετούνται σε κατάλληλες βάσεις και ασφαλειοθήκες. Αυτές ονομάζονται επίσημα ασφάλειες «**ημικλειστού τύπου**» και παράγονται για ονομαστικά ρεύματα μέχρι 100 A, ενώ είναι κατάλληλες για AC κυκλώματα τάσεων μέχρι 240 V.



Εικόνα 13: Ασφαλειοθήκη και βάση ασφάλειας «τύπου δοχείου»



Εικόνα 14: Ασφάλεια «ημι-κλειστού τύπου»

2.1.3.3 Μικρο-Ασφάλειες (G-fuses)

Οι ασφάλειες τύπου «Miniature» και «micro» είναι διαθέσιμες σε σωληνοειδή μορφή είτε από γυαλί, είτε από κεραμικό υλικό με μεταλλικά καλύμματα σε κάθε άκρο. Αυτές οι ασφάλειες χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά για να προστατεύσουν τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό και μερικές φορές την σύνδεση των εξοπλισμών με το σύστημα ηλεκτρικής ισχύος. Το τηκτό στοιχείο περικλείεται μέσα σε ένα κενό σωλήνα, και συνδέεται μεταξύ των μεταλλικών καλυμμάτων των άκρων. Ο σωλήνας είναι γεμάτος είτε με αέρα, είτε –σε περίπτωση κεραμικών ασφαλειών «φακέλων»- με άμμο χαλαζία. Οι μικροσκοπικές ασφάλειες είναι διαθέσιμες σε διαφορετικά μήκη και διαμέτρους. Στην Ευρώπη οι διαστάσεις είναι 5 mm σε διάμετρο και 20 mm σε μήκος, ενώ στις ΗΠΑ είναι $\frac{1}{4} \times 1 \frac{1}{4}$ inch, οι οποίες αντιστοιχούν σε περίπου $\varnothing 6.3 \times 32$ mm και μπορούν επίσης να μπουν στην κατηγορία των 6×30 mm.



Εικόνα 15: Μικροσκοπική ασφάλεια 5 × 20 mm



Εικόνα 16: Μικροσκοπική ασφάλεια 5 × 20 mm με κωδικό χρώμα

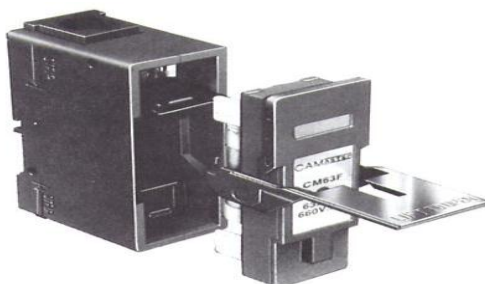
2.1.4 Βασικές Κατασκευές Ασφαλειών

Οι ασφάλειες κατασκευάζονται σε διάφορες μορφές και γενικά μπορούν να καταταχθούν σε «**κλειστού τύπου**» (enclosed), ή «**ημι-κλειστού τύπου**» (semi-enclosed).

2.1.4.1 Ασφάλειες «κλειστού τύπου»

Όπως παραπέμπει και το όνομα, οι ασφάλειες «**κλειστού τύπου**» είναι σχεδιασμένες για να κρατάνε τα παράγωγα του τόξου μέσα τους κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης διεργασίας. Οι ασφάλειες αυτές είναι συνήθως κυλινδρικής μορφής και αναφέρονται ως ασφάλειες «**τύπου δοχείου**» (cartridge).

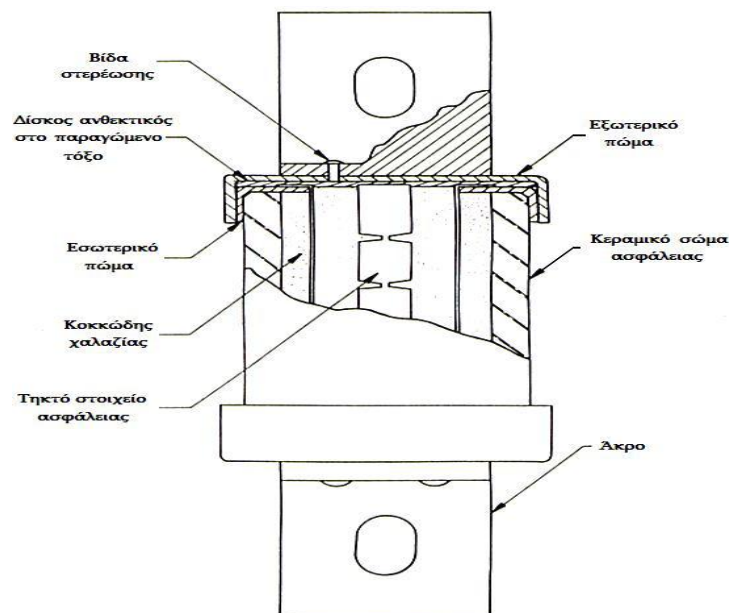
Οι ασφάλειες «**τύπου δοχείου**», η μορφή των οποίων τις καθιστά πολύ σημαντικές και συχνά χρησιμοποιούμενες, βρίσκουν εφαρμογή στις υψηλές και χαμηλές τάσεις, καθώς και σε εφαρμογές «**μικρών διατάσεων**» (miniature). Στις εφαρμογές υψηλής τάσης (HV), η ασφάλεια είναι αντικαταστάσιμη και συνήθως τοποθετείται σε αντίστοιχη θήκη που περιλαμβάνει ένα φορέα και μια βάση.



Εικόνα 17: Ασφάλεια «τύπου δοχείου» χαμηλής τάσης

Οι ασφάλειες «**τύπου δοχείου**» για μικρά ρεύματα περιλαμβάνουν ένα μόνο «**τηκτό**» στοιχείο, ενώ εκείνες για μεγάλες τιμές ρευμάτων αποτελούνται από πολλά

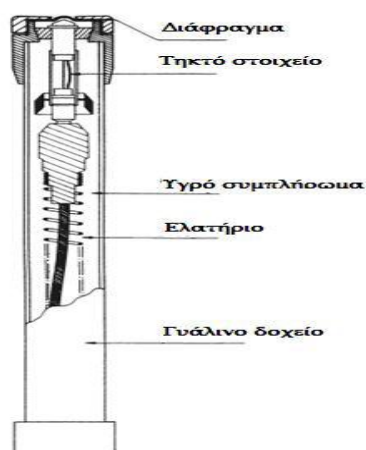
«τηκτά» στοιχεία συνδεδεμένα παράλληλα. Είναι πολύ σημαντικό τα στοιχεία αυτά να μην οξειδώνονται εύκολα ώστε να μην υπάρξουν σημαντικές αλλαγές ή φθορές κατά τη διάρκεια ζωής της ασφάλειας. Στο παρελθόν, αυτό επιτυγχάνονταν με το να κατασκευάζονται αποκλειστικά είτε από ασήμι είτε από επιμεταλλωμένο χαλκό. Ωστόσο, για τη μείωση του κόστους κατασκευής, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από πολύ καθαρό χαλκό (ηλεκτρολυτικό), κυρίως στις βιομηχανικές ασφάλειες χαμηλής τάσης. Οι συνέπειες της οξείδωσης έχουν μειωθεί στα επιτρεπτά όρια σχεδιάζοντας τα «τηκτά» στοιχεία με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργούν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες στο ονομαστικό τους ρεύμα.



Εικόνα 18: Τομή ασφάλειας «τύπου δοχείου»

Για ασφάλειες υψηλής ικανότητας αποκοπής, το κενό μέσα στην ασφάλεια συμπληρώνεται με κοκκώδη χαλαζία υψηλής καθαρότητας. Τα σώματα των ασφαλειών θα πρέπει να είναι πολύ καλοί μονωτές του ηλεκτρισμού, καθώς και μηχανικά ανθεκτικοί και ικανοί να αντέχουν στο θερμικό κλονισμό κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους.

Κεραμικά υλικά και γυαλί χρησιμοποιούνταν σχεδόν αποκλειστικά στο παρελθόν για αυτόν το σκοπό, αλλά πρόσφατα, πλαστικά ενισχυμένα με υαλοβάμβακα αρχίζουν να κερδίζουν έδαφος στην αγορά.

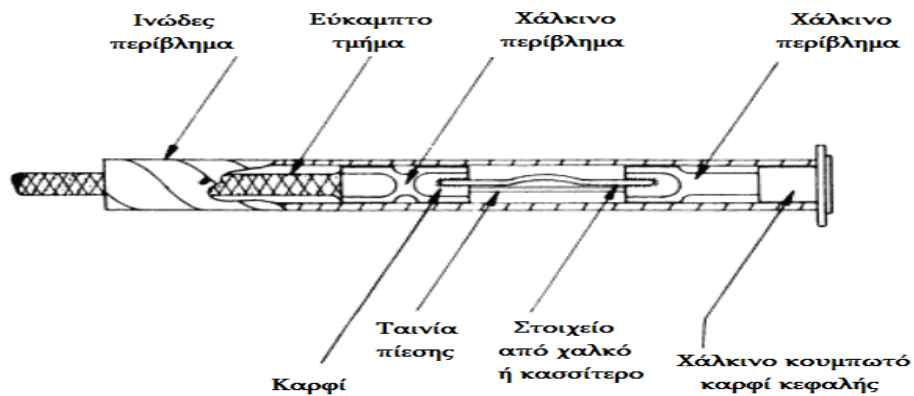


Εικόνα 19: Τομή υγρής ασφάλειας

Οι υγρές ασφάλειες ανήκουν κυρίως στην κατηγορία HV. Αυτός ο τύπος ασφαλειών έχει σωληνοειδές σώμα γυαλιού γεμάτο με υγρό, μέσα στο οποίο υπάρχει ένα μικρό «τηκτό» στοιχείο καλωδίου ή χαραγμένης λωρίδας που κρατείται τεντωμένο με ένα ελατήριο. Όταν το στοιχείο αυτό λιώσει, γίνεται ένας απότομος διαχωρισμός που προκαλεί το παραγόμενο τόξο να επεκταθεί και να εξαφανιστεί μέσα στο υγρό συμπλήρωμα. Η ικανότητα αποκοπής του ρεύματος αυτών των ασφαλειών είναι σχετικά περιορισμένη και παρόλο που ακόμα χρησιμοποιούνται, δεν προτείνονται πλέον για τις νέες εγκαταστάσεις.

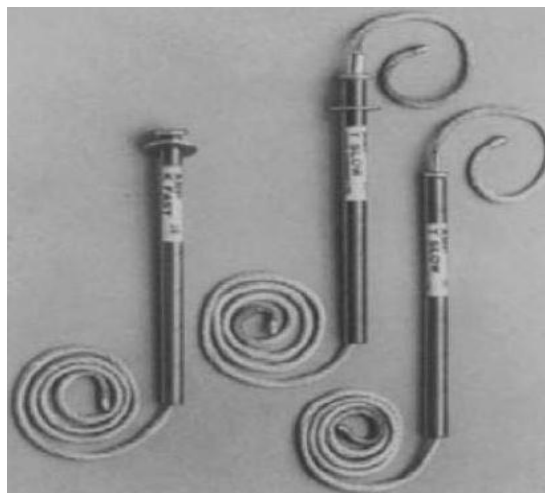
2.1.4.2 Ασφάλειες «ημι-κλειστού τύπου»

Ο πιο γνωστός τύπος ασφαλειών «ημι-κλειστού τύπου» είναι η ασφάλεια «αποβολής» (expulsion fuse). Ανήκει στην κατηγορία HV και περιέχει ένα μηχανισμό για να αποκόπτει την ασφάλεια από τη μία επαφή της όταν το «τηκτό» στοιχείο της λιώσει. Συνεπώς, ένα μεγάλο κενό δημιουργείται στον αέρα σε σειρά με την ασφάλεια. Τα τόξα στον αέρα και μέσα στην ασφάλεια εξαλείφονται μέσω του φαινομένου της αποβολής των αερίων που παράγονται από το τόξο, αρκεί το επίπεδο του ρεύματος να μην ξεπερνάει τα 8000 A.



Εικόνα 20: Τομή ασφάλειας «αποβολής»

Μια τέτοιου είδους ασφάλεια αποτελείται από μια θήκη, που περιέχει τη βάση και το φορέα της ασφάλειας, και το εσωτερικό τμήμα που περιέχει το «τηκτό» στοιχείο της ασφάλειας συνήθως σε μορφή καλωδίου. Τα «τηκτά» στοιχεία είναι άμεσα αντικαταστάσιμα και έχουν μικρή διακοπτική ικανότητα αφού μπορούν να αποκόψουν ρεύματα μόνο μέχρι 2000 Α. Παλιότερα, αυτές οι ασφάλειες παράγονταν και εγκαθίστανται μαζικά στην Αγγλία και αρκετές χρησιμοποιούνται ακόμα. Σήμερα όμως η ζήτησή τους είναι περιορισμένη διότι η απόδοσή τους είναι κατώτερη αυτής των ασφαλειών «τύπου δοχείου» (cartridge).



Εικόνα 21: Ασφάλειες «αποβολής»

2.1.5 Μορφές Ασφαλειών

Υπάρχουν πολλά μεγέθη και πολλές μορφές ασφαλειών που καλύπτουν τον πολύ μεγάλο αριθμό εφαρμογών στον οποίο αυτές χρησιμοποιούνται. Το κύριο σώμα των ασφαλειών μπορεί να κατασκευαστεί από κεραμικό, γυαλί, πλαστικό, fiberglass, φορμαρισμένα φύλλα πλαστικού μίκας, ή φορμαρισμένη συμπιεσμένη ίνα, ανάλογα με την κατηγορία εφαρμογής και τάσης.



Εικόνα 22: Ευρωπαϊκές ασφάλειες τύπου NH

Οι ασφάλειες «τύπου δοχείου» αποτελούνται από ένα κυλινδρικό σώμα και ένα μεταλλικό πώμα στο τελειώμά τους. Μερικές ασφάλειες «τύπου δοχείου» κατασκευάζονται με πώματα διαφορετικών μεγεθών προκειμένου να αποτρέπεται η τυχαία εισαγωγή της λανθασμένης ασφάλειας σε μια βάση. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου είδους ασφαλειών είναι η ασφάλεια «τύπου φιάλης» (bottlefuse), η οποία μοιάζει στην εμφάνιση με τη μορφή ενός μπουκαλιού.



Εικόνα 23: Ασφάλειες «τύπου φιάλης»

2.1.6 Χαρακτηριστικές παράμετροι ασφαλειών

Παρακάτω παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές παράμετροι ασφαλειών.

A_a = διατομή του τόξου στήλης

A_e = διατομή του ηλεκτροδίου

C = χωρητικότητα

D = πυκνότητα του υλικού των ηλεκτροδίων

d_a = διάμετρος του τόξου στήλης

E_a = ενέργεια εισόδου στη στήλη σε δ_t δευτερόλεπτα

E_J = ενέργεια ιονισμού ενός ατόμου του στοιχείου του υλικού

e_s = πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης

i = στιγμιαίο ρεύμα

$K_{m,n}$, $K_{m+1,n}$, κλπ = θερμικές αγωγιμότητες των υποόγκων m,n , και $m+1,n$, κλπ

l = μήκος του τόξου

l_a = μήκος του τόξου στήλης

L_c = αυτεπαγωγή κυκλώματος

L_f = λανθάνουσα θερμότητα της σύντηξης του υλικού στοιχείου

L_u = λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης

m_t = ολική μάζα ηλεκτροδίου που λιώνει

m_u = μάζα ηλεκτροδίου που εξατμίζεται

N_a = αριθμός ατόμων που εξατμίζονται από τα ηλεκτρόδια σε δt δευτερόλεπτα

N_d = αριθμός ατόμων που διασκορπίζονται από το τόξο σε δt δευτερόλεπτα

N_e = αριθμός ηλεκτρονίων που διασκορπίζονται από το τόξο σε δt δευτερόλεπτα

N_g = αριθμός ατόμων ανά γραμμάριο του υλικού του ηλεκτροδίου

n = αριθμός των εγκοπών στο στοιχείο

n_a = ατομική πυκνότητα

n_e = πυκνότητα ηλεκτρονίου

R_a = αντίσταση του τόξου στήλης

R_{am} = αντίσταση στοιχείου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

R_c = αντίσταση κυκλώματος

R_f = αντίσταση ασφάλειας

t = χρόνος

t_a = χρόνος εκκενώσεων του τόξου

u = στιγμιαία τάση

u_a = τάση κατά μήκος τόξου στήλης

V_{af} = τάση που συνδέεται με την πτώση ανόδου

V_{cf} = τάση που συνδέεται με την πτώση καθόδου

V_T = τάση που συνδέεται με τη θερμική ενέργεια των ηλεκτρονίων που εισέρχονται στην άνοδο

V_{wf} = τάση που συνδέεται με το έργο λειτουργίας του υλικού του στοιχείου

V_J = ταχύτητα εξατμισμού

vol_a = όγκος του τόξου στήλης

X = κλάσμα ιονισμού

α = συντελεστής αντίστασης θερμοκρασίας του στοιχείου

δ_t = χρονικό διάστημα που χρησιμοποιείται για υπολογισμούς

Δh_c = θερμική ενέργεια που διεξάγεται σε έναν υποόγκο σε χρόνο Δt

Δh_g = θερμική ενέργεια που παράγεται σε έναν υποόγκο σε χρόνο Δt

Δh_l = θερμική ενέργεια που χάνεται σε έναν υποόγκο σε χρόνο Δt

Δh_s = θερμική ενέργεια που αποθηκεύεται σε έναν υποόγκο σε χρόνο Δt

θ_α = θερμοκρασία του τόξου στήλης

$\theta_{m,n}, \theta_{m,n+1}$ κλπ = θερμοκρασίες μεγαλύτερες του περιβάλλοντος στο κέντρο των υποόγκων m,n και $m,n+1$

λ = ειδική θερμότητα

σ = ηλεκτρική αγωγιμότητα της στήλης

2.2 Διεθνή πρότυπα

Όλα τα διεθνή πρότυπα διαρκώς ανανεώνονται και αναδιαρθρώνονται, έτσι ώστε να καλύψουν τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις και εξελίξεις των νέων προϊόντων, καθώς και να αποκτήσουν μεγαλύτερη διεθνή αποδοχή. Επίσης υπάρχει η επιθυμία να υπάρχουν διεθνή πρότυπα παγκοσμίως αποδεκτά, τα οποία διατυπώνονται κυρίως από τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή(IEC, International Electrotechnical Commission), αλλά και άλλα πρότυπα τα οποία είναι σύμφωνα με αυτά της IEC.

2.2.1 Περιεχόμενα των προτύπων

Τα διάφορα πρότυπα συμπεριλαμβανομένου αυτά της IEC, δεν παρουσιάζονται με έναν απόλυτα ενιαίο τρόπο, αλλά τα περιεχόμενα τους συνήθως χωρίζονται στους εξής τομείς:

- 1) Έκταση
- 2) Ορισμοί
- 3) Πρότυπες συνθήκες λειτουργίας
- 4) Ονομαστικά μεγέθη και χαρακτηριστικές

- 5) Ετικέτες
- 6) Είδη δοκιμών
- 7) Διαστάσεις

2.2.1.1 Έκταση

Είναι προφανές ότι κάθε πρότυπο πρέπει να περιέχει κάποια αναφορά του εξοπλισμού ή των συσκευών που περιλαμβάνει. Ως προς τις ασφάλειες οι προδιαγραφές ποικίλλουν για τα διαφορετικά είδη που υπάρχουν στο εμπόριο. Έτσι, η IEC έχει διατυπώσει διαφορετικά πρότυπα για τις τρεις κατηγορίες που διαχωρίζονται οι ασφάλειες ανάλογα με τη χρήση τους, δηλαδή: υψηλής τάσης, χαμηλής τάσης και μικροασφάλειες.

2.2.1.2 Ορισμοί

Οι διάφοροι ορισμοί έχουν διατυπωθεί από τις επιτροπές που είναι υπεύθυνες για την προετοιμασία των επιμέρους προδιαγραφών, και ενώ κάθε πρότυπο είναι σαφές και ξεκάθαρο, υπάρχουν περιπτώσεις που διαφορετικοί ορισμοί χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά πρότυπα. Η IEC έχει τρεις ξεχωριστές επιτροπές υπεύθυνες για τις παραπάνω τρεις κατηγορίες των ασφαλειών. Στην προσπάθεια της να παρουσιάσει συνοχή ως προς τα διατυπωμένα πρότυπα, έχει συμφωνήσει στους παρακάτω ορισμούς που θα πρέπει να εμφανίζονται σε οποιοδήποτε επίσημο έγγραφο:

Ασφάλεια: Ένας ηλεκτρικός διακόπτης όπου σε ένα μονωτικό περίβλημα εγκλείεται ένας μικρός αγωγός, του οποίου τα φυσικά χαρακτηριστικά είναι τέτοια ώστε να αντέχει μέχρι μια ορισμένη ένταση ρεύματος. Αν, για οποιονδήποτε λόγο, η ένταση του ρεύματος αυξηθεί, ο αγωγός τήκεται (λιώνει), διακόπτοντας έτσι το ρεύμα στο κύκλωμα. Όταν αυτό συμβεί, η ασφάλεια χρειάζεται αντικατάσταση.

Βάση της ασφάλειας: Το σταθερό κομμάτι της ασφάλειας με τα άκρα της συνδεδεμένα στο κύκλωμα. Η βάση αποτελείται από όλα τα απαραίτητα μονωτικά στοιχεία.

Φέρον σώμα: Το κινητό κομμάτι της ασφάλειας που είναι σχεδιασμένο για να μεταφέρει την επαφή της ασφάλειας, χωρίς να την περιλαμβάνει.

Ασφαλειοθήκη: Ο συνδυασμός της βάσης μαζί με το φέρον σώμα.

«Τηκτό»: Μια επαφή της ασφάλειας είναι μια διάταξη που περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα στοιχεία ασφαλειών που συνδέονται παράλληλα και περικλείονται σε μια ασφάλεια κλειστού τύπου (δοχείου), και συνδέονται με απολήξεις. Το «τηκτό» είναι το τμήμα μιας ασφάλειας που απαιτεί αντικατάσταση, αφού η τελευταία έχει λειτουργήσει.

2.2.1.3 Πρότυπες συνθήκες λειτουργίας

Επειδή η συμπεριφορά των ασφαλειών επηρεάζεται σημαντικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, η πρακτική των προτύπων καθορίζει τελικά το εύρος των συνθηκών στο οποίο οι ασφάλειες θα λειτουργούν ικανοποιητικά. Συνήθως, περιλαμβάνονται οι ακόλουθες συνθήκες λειτουργίας:

1) Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Αυτή επηρεάζει την ισχύ που μπορεί να διαχέεται από τις επιφάνειες ενός «τηκτού» και της ασφαλειοθήκης ή να αυξάνει την δεδομένη θερμοκρασία του κάθε στοιχείου, με αποτέλεσμα οι χρόνοι λειτουργίας σε χαμηλές υπερεντάσεις να επηρεάζονται κι αυτοί με τη σειρά τους. Το εύρος λειτουργίας δεν είναι το ίδιο για όλες τις ασφάλειες. Τα πρότυπα της IEC για την κανονική λειτουργία των ασφαλειών χαμηλής τάσης είναι σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος -5°C έως 40°C , ενώ για τις ασφάλειες υψηλής τάσης το θερμοκρασιακό εύρος είναι μεγαλύτερο, -25°C έως 40°C . Αυτό συμβαίνει γιατί οι τελευταίες είναι εκτεθειμένες σε εξωτερικούς χώρους. Τέλος, οι μικροασφάλειες δεν έχουν συγκεκριμένα όρια θερμοκρασίας για την κανονική λειτουργία τους.

2) Υγρασία

Αυτός ο παράγοντας μπορεί να επηρεάσει τα επίπεδα μόνωσης του «τηκτού» και των στοιχείων με τα οποία αυτά είναι συνδεδεμένα. Ένα τυπικό πρότυπο σχετικής υγρασίας για την ικανοποιητική λειτουργία της ασφάλειας είναι έως το 50% στους 40°C και μεγαλύτερο ποσοστό σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

3) Υψόμετρο

Το υψόμετρο επηρεάζει αντίστοιχα τα επίπεδα μόνωσης και τα πρότυπα της IEC ποικίλλουν ανάλογα με τις διαφορετικές κατηγορίες ασφαλειών. Ασφάλειες χαμηλής τάσης είναι κατάλληλες για λειτουργία σε υψόμετρο έως 2000 μ., ενώ οι υψηλής τάσης έως 1000 μ.. Για τις μικροασφάλειες δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή ως προς το υψόμετρο.

4) Ατμόσφαιρα

Για να αποτραπεί η πιθανότητα οι ασφάλειες να επηρεαστούν αρνητικά από την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα, είναι σύνηθες τα αντίστοιχα πρότυπα να συμπεριλαμβάνουν και αυτόν τον παράγοντα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν πρέπει να είναι υπερβολικά μολυσμένος από την σκόνη, τον καπνό, διαβρωτικά ή εύφλεκτα αέρια, ατμό ή άλατα.

2.2.1.4 Ονομαστικά μεγέθη και χαρακτηριστικές

Τα πρότυπα διατυπώνουν μερικά ή όλα από τα παρακάτω ονομαστικά μεγέθη και χαρακτηριστικά:

- 1) Τάση
- 2) Ρεύμα
- 3) Συχνότητα
- 4) Αυξήσεις της θερμοκρασίας ή κατανάλωση ισχύος από το «τηκτό»
- 5) Αντοχή ισχύος των ασφαλειοθηκών και των βάσεων
- 6) Διακοπτική ικανότητα
- 7) Χαρακτηριστικές Χρόνου/Ρεύματος, πύλες ή ζώνες
- 8) Αποκοπή ρεύματος και I^2t χαρακτηριστικές
- 9) Διαστάσεις ή μέγεθος

Πιο αναλυτικά τα μεγέθη αυτά περιλαμβάνουν:

1) Τάση

Οι τυποποιημένες ή προτεινόμενες ονομαστικές τάσεις είναι σύμφωνες με τις τάσεις του συστήματος, οι οποίες είναι κοινώς χρησιμοποιούμενες ανά τον κόσμο. Ωστόσο, κάθε μία από τις τρεις κατηγορίες ασφαλειών, έχουν διαφορετικές ονομαστικές τάσεις και τάσεις δοκιμών.

Οι ασφάλειες υψηλής τάσης, σύμφωνα με τα πρότυπα της IEC, έχουν ονομαστικές τάσεις κατά τι υψηλότερες από τις τάσεις του συστήματος στο οποίο χρησιμοποιούνται (π.χ ασφάλειες ονομαστικής τάσης 12kV χρησιμοποιούνται σε σύστημα που λειτουργεί σε τάση γραμμής 11kV). Αυτά τα κυκλώματα είναι τριφασικά και σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, ένα από τα «τηκτά» θα είναι το πρώτο που θα λειτουργήσει. Έπειτα, θα δημιουργηθεί ένα σφάλμα γραμμή-προς-γραμμή ανάμεσα στις δύο ενεργές φάσεις, το οποίο θα έχει την ίδια τάση στη λάθος θέση. Σαν αποτέλεσμα, η τάση στο «τηκτό» που έχει λιώσει θα είναι 5 φορές η τάση της φάσης του συστήματος, ή $5/\sqrt{3} \approx 0,87$ η τάση της γραμμής. Για αυτόν το λόγο οι δοκιμές τάσης θα πρέπει να διεξάγονται στο 87% της ονομαστικής τάσης των «τηκτών» υψηλής τάσης. Ένα «τηκτό» για χρήση σε ένα σύστημα 11kV, είναι δοκιμασμένο ότι θα λειτουργεί ικανοποιητικά σε κύκλωμα που παρέχει τάση ανάκαμψης 10X44 kV.

Για τις ασφάλειες χαμηλής τάσης οι προδιαγραφές της IEC απαιτούν τα «τηκτά» να δοκιμάζονται σε τάσεις 10% υψηλότερες από τις αντίστοιχες ονομαστικές τους, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις κανονικές τάσεις λειτουργίας των δικτύων στα οποία χρησιμοποιούνται. Αυτές οι ασφάλειες συχνά χρησιμοποιούνται σε μονοφασικά κυκλώματα. Στην Μ. Βρετανία «τηκτά» με ονομαστική τάση 240V και δοκιμασμένα σε κύκλωμα 264V, χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα των 240V. Αυτός ο τελευταίος κανονισμός, καθώς και ο κανονισμός για τις ασφάλειες υψηλής τάσης εξασφαλίζουν την τήξη των «τηκτών» εάν τα κυκλώματα λειτουργούν σε επίπεδα τάσης ελαφρώς υψηλότερα από τα κανονικά, όταν παρουσιάζονται υπερεντάσεις. Για εφαρμογές των 690V, οι τάσεις δοκιμών είναι 5% υψηλότερες. Ο λόγος για αυτό, είναι ότι προέρχονται από συστήματα των 660V, όπου η ρύθμιση της τάσης είναι περισσότερο ελεγχόμενη από αυτή των 690V. Επιπλέον, είναι σύμφωνες με τα σχετικά πρότυπα διακοπών, όπως το IEC 60947. (2)

Τα «τηκτά» των μικροασφαλειών, έχουν συνήθως ονομαστική τάση στα 250V, και η τάση δοκιμών είναι η ίδια. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε συστήματα χαμηλότερης τάσης, όπως 240, 220 ή 208V.

2) Ρεύμα

Προφανώς είναι ανεπιθύμητο να υπάρχει πολλαπλασιασμός των ονομαστικών ρευμάτων και εξαιτίας αυτού, τα ονομαστικά αυτά μεγέθη έχουν διευκρινιστεί στα αντίστοιχα πρότυπα. Ιδιαίτερα τα πρότυπα της IEC, ακολουθούν τη σειρά R10 ή εάν αυτό είναι απαραίτητο, την R20. Αυτές οι σειρές διαχωρίζουν μία δεκάδα σε 10 ή 20 βήματα σε γεωμετρική πρόοδο, οι τιμές των οποίων στρογγυλοποιούνται. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τη σειρά R10, τα «τηκτά» με ονομαστικά ρεύματα από 10 έως 100A, παράγονται στα 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80 και 100A. Ορισμένοι κατασκευαστές και πρότυπα χρησιμοποιούν τα περισσότερο ακριβή στοιχεία των 12X5 και 31X5 για 12A και 32A αντίστοιχα.

3) Συχνότητα

Για να καλύψει τις συχνότητες ισχύος που χρησιμοποιούνται στις διάφορες χώρες, η IEC διευκρινίζει ότι τα «τηκτά» θα πρέπει να μπορούν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά σε κυκλώματα με συχνότητες από 45Hz έως 62Hz. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η συμπεριφορά των «τηκτών» δεν επηρεάζεται σημαντικά από την συχνότητα ισχύος-συστήματος, εκτός από την περίπτωση των πολύ υψηλών ρευμάτων όπου οι τιμές I^2t εξαρτώνται από αυτήν.

4) Αυξήσεις της θερμοκρασίας ή κατανάλωση ισχύος από το «τηκτό»

Σε αυτό δεν υπάρχει ομοιομορφία των προδιαγεγραμμένων πρακτικών για τις διαφορετικές κατηγορίες ασφαλειών. Για τα «τηκτά» υψηλής τάσης η απαίτηση είναι ότι οι συγκεκριμένες άνοδοι θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπεραστούν στα ονομαστικά ρεύματα. Η συμφωνία με αυτές τις προδιαγραφές δοκιμάζεται κατά τη διάρκεια διαφόρων δοκιμών, κατά τις οποίες διάφορα «τηκτά» δοκιμάζονται σε τυποποιημένο εξοπλισμό δοκιμών, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ομοιομορφία ανάμεσα στους κατασκευαστές. Για τα «τηκτά» χαμηλής τάσης, έμφαση δίνεται ως προς την κατανάλωση ισχύος, αφού επιτρέπει τον εύκολο έλεγχο της καταλληλότητάς τους για τοποθέτηση σε συγκεκριμένες ασφαλειοθήκες. Η μέγιστη κατανάλωση ισχύος σε επίπεδα ονομαστικού ρεύματος, έχει διατυπωθεί από την IEC για «τηκτά» που παράγονται σε συγκεκριμένες προδιαγραφές διαστάσεων. Και εδώ

η απαίτηση είναι ότι οι συγκεκριμένες άνοδοι θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπεραστούν στα ονομαστικά ρεύματα, κατά την διεξαγωγή διαφόρων δοκιμών. Για τα «τηκτά» των μικροασφαλειών υπάρχει διαφορετική αντιμετώπιση, με τον καθορισμό των μεγίστων πτώσεων τάσης κατά μήκος τους, στα ονομαστικά ρεύματα. Εκείνη ακριβώς τη στιγμή, κατά τη διάρκεια των δοκιμών, πρέπει να καταγραφούν οι μετρήσεις της θερμοκρασίας.

5) Αντοχή ισχύος των ασφαλειοθηκών και των βάσεων

Τα όρια αντοχής ονομαστικής ισχύος των ασφαλειοθηκών έχουν καθοριστεί από αντίστοιχες δοκιμές, με κριτήριο οι αυξήσεις θερμοκρασίας των διαφόρων στοιχείων να μη ξεπερνούν τα επιτρεπόμενα όρια. Πρακτικά, τα «τηκτά» που είχαν τη μέγιστη κατανάλωση τάσης κατά τη διάρκεια των δοκιμών που αναφέρθηκαν παραπάνω, τοποθετούνται στην ασφαλειοθήκη υπό δοκιμή, και δεδομένου ότι οι αυξήσεις θερμοκρασίας είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων, τότε δίνεται στην ασφαλειοθήκη μία ονομαστική αντοχή ισχύος ίση με την τιμή της μέγιστης κατανάλωσης ισχύος των «τηκτών».

6) Διακοπτική ικανότητα

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών οι κατασκευαστές αποδεικνύουν ότι τα μεμονωμένα σχέδια τους μπορούν να αποκόψουν συγκεκριμένα υψηλά ρεύματα. Αυτές οι τιμές έπειτα υποδεικνύουν τις μέγιστες διακοπτικές ικανότητες των σχεδίων. Αυτό δε συνεπάγεται ότι αυτά τα «τηκτά» μπορούν να αποκόψουν όλα τα χαμηλότερα ενδεχόμενα ρεύματα στις ελάχιστες τιμές τήξης. Προφανώς, δεν είναι δυνατό να υπάρχει κάποια ελάχιστη διακοπτική ικανότητα για όλα τα είδη των ασφαλειών, αλλά η IEC έχει διατυπώσει κάποιες προδιαγραφές.

Τα «τηκτά» μικροασφαλειών υψηλής διακοπτικής ικανότητας απαιτείται να μπορούν να αποκόπτουν εναλλασσόμενα ρεύματα 1500A, ενώ, αυτά με χαμηλή διακοπτική ικανότητα να αποκόπτουν το κατά 10 φορές ονομαστικό τους ρεύμα, ή 35A.

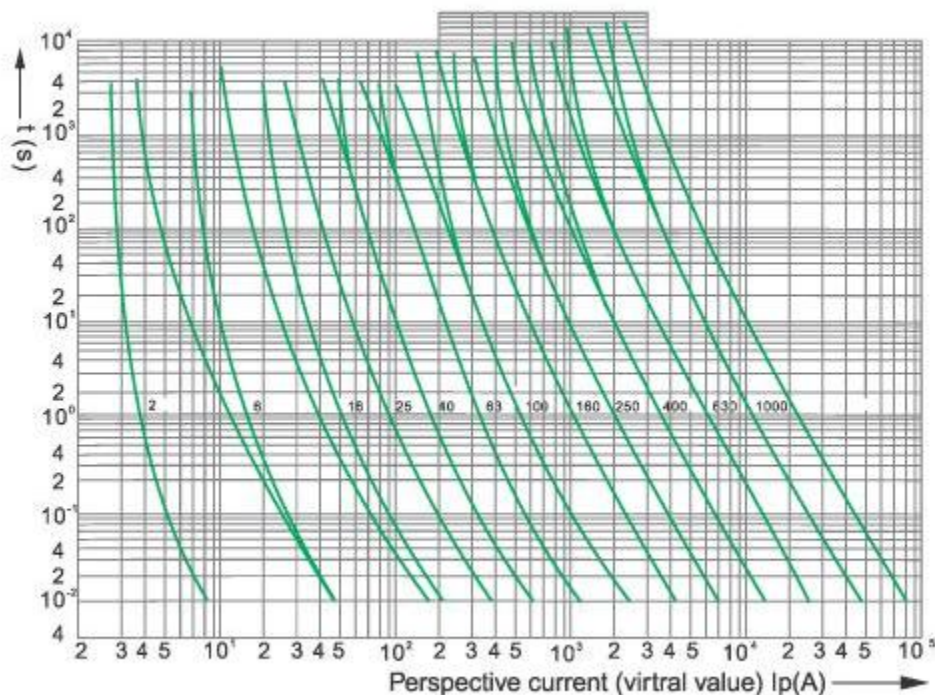
Τα «τηκτά» χαμηλής τάσης, για βιομηχανική χρήση, με ονομαστικές τάσεις έως 500V πρέπει να μπορούν να αποκόπτουν ρεύματα των τουλάχιστον 50kA. Αντίστοιχα, αυτά της οικιακής χρήσης με ονομαστικές τιμές έως 415V απαιτείται να μπορούν να αποκόπτουν ρεύματα των 20kA.

Τέλος, εξαιτίας της πολλαπλής χρήσης των ασφαλειών υψηλής τάσης δεν υπάρχουν μέγιστα όρια διακοπτικής ικανότητας διευκρινισμένα από την IEC.

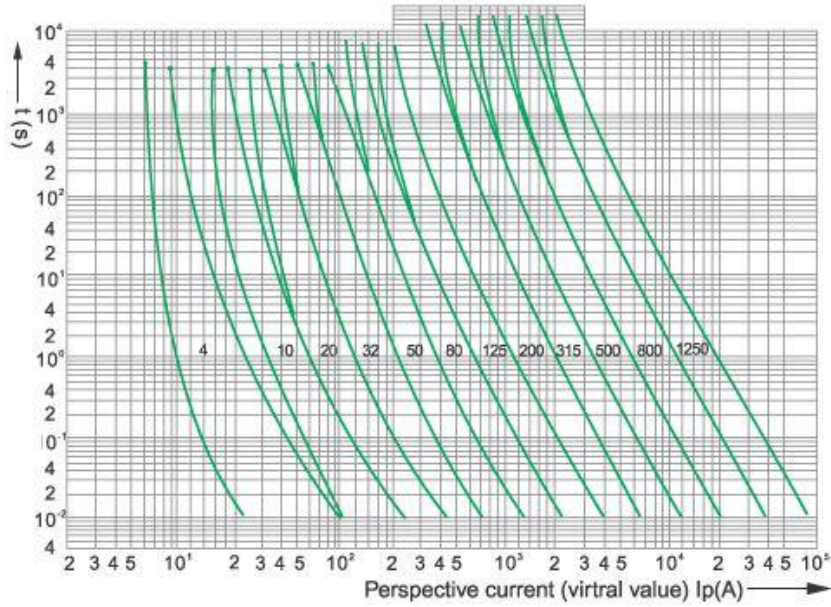
7) Χαρακτηριστικές Χρόνου/Ρεύματος

Οι συγκεκριμένες χαρακτηριστικές καμπύλες δεν έχουν τυποποιηθεί, διότι οι περιορισμοί που μπορούν να προκύψουν από αυτήν την τυποποίηση, μπορεί να παρεμποδίσουν την μελλοντική ανάπτυξη και παραγωγή νέων ασφαλειών με ελάχιστα διαφορετικές καμπύλες Χρόνου/Ρεύματος. Η τελευταία τάση είναι ο καθορισμός ορισμένων σημείων, που δημιουργούν πύλες, μέσω των οποίων οι χαρακτηριστικές Χρόνου/Ρεύματος των «τηκτών» όλων των κατασκευαστών πρέπει να περνούν, για να είναι σύμφωνες με τα αντίστοιχα πρότυπα. Εκτός από τις πύλες, ορισμένες από τις προδιαγραφές της IEC για τις ασφάλειες χαμηλής τάσης ορίζουν ζώνες μέσα στις οποίες πρέπει να βρίσκονται όλες οι χαρακτηριστικές. Οι ζώνες αυτές διαλέγονται έτσι ώστε όλα τα «τηκτά» μιας συγκεκριμένης ονομαστικής τιμής να λειτουργήσουν σε λιγότερο χρόνο, από οποιοδήποτε τηκτό, σε οποιοδήποτε ρεύμα ίσο με τουλάχιστον 6 φορές την ονομαστική τιμή (2 βήματα στην σειρά R10). (3)

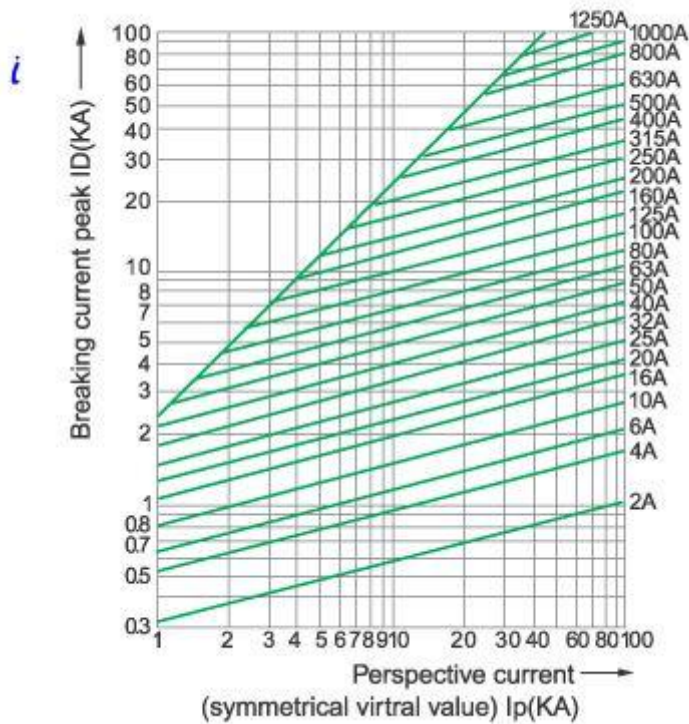
Παρακάτω φαίνονται μερικές χαρακτηριστικές Χρόνου/Ρεύματος:



Εικόνα 24: Χαρακτηριστική Χρόνου-Ρεύματος «τηκτών» βραδείας τήξης(gG) (a)
 (χρησιμοποιούνται για προστασία υπερφόρτωσης και βραχυκυκλώματος)



Εικόνα 25: Χαρακτηριστική Χρόνου-Ρεύματος «τηκτών» βραδείας τήξης(gG) (b)



Εικόνα 26: Χαρακτηριστική Χρόνου-Ρεύματος «τηκτών» βραδείας τήξης(gG) (c) (4)

8) Αποκοπή ρεύματος και I^2t χαρακτηριστικές

Οι κατασκευαστές είναι υποχρεωμένοι να διευκρινίσουν αυτές τις μεταβλητές για τα διάφορα «τηκτά». Στα πρότυπα της IEC για ασφάλειες χαμηλής τάσης τα όρια πριν τη σβέση του τόξου I^2t είναι στα 0,01s για «τηκτά» τύπου gG, ενώ άλλες τιμές ισχύουν για συγκεκριμένα συστήματα ασφαλειών. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές I^2t για τις μικροασφάλειες και τις ασφάλειες υψηλής τάσης.

2.2.1.5 Ετικέτες

Είναι απαραίτητο οι ετικέτες στις ασφάλειες και στα «τηκτά» να είναι σταθερές, ώστε να αποτρέπονται τυχόν παρανοήσεις και συγχύσεις και οι πληροφορίες που παρέχονται να είναι στην τυποποιημένη μορφή τους. Οι απαιτήσεις που σχετίζονται με καθένα από αυτά τα ζητήματα διατυπώνονται στα διάφορα πρότυπα.

Προφανώς υπάρχουν κάποια όρια σχετικά με τον όγκο των πληροφοριών που αναγράφονται πάνω στις ασφάλειες και στα «τηκτά» και γενικά έχει συμφωνηθεί ότι οι παρακάτω λεπτομέρειες είναι επαρκείς:

- A) ονομαστική τάση
- B) ονομαστικό ρεύμα
- Γ) όνομα του προμηθευτή ή του κατασκευαστή
- Δ) αναφορά τύπου από τον κατασκευαστή για τη συσκευή
- E) αναφορά στον τύπο των χαρακτηριστικών της συσκευής
- Z) πρότυπα στα οποία υπακούει η συσκευή

Η χρήση του χρωματικού κώδικα για τις ασφάλειες δεν χρησιμοποιείται από την IEC λόγω της πιθανότητας μικρής αλλαγής των χρωμάτων εξαιτίας της παρόδου του χρόνου, αλλά και λόγω της αχρωματοψίας μεγάλου ποσοστού ανθρώπων. Ωστόσο, ο χρωματικός κώδικας χρησιμοποιείται από διάφορους ανεξάρτητους κατασκευαστές, για να διευκολύνουν την εύκολη αναγνώριση των ασφαλειών στα καταστήματα τους, αλλά και την αρχική εγκατάστασή τους στον εξοπλισμό.

Το πρότυπο *IEC 60127-1* (5) (για τις μικροασφάλειες) περιγράφει ένα προαιρετικό σχέδιο ζώνης χρώματος, αλλά αυτό συνδυάζεται με υποχρεωτική αλφανουμερική κωδικοποίηση για τις ασφάλειες τύπου δοχείου, σύμφωνα με τον *IEC 60127-2* (6). Αυτή η κωδικοποίηση αποτελείται από τις παρακάτω διαδοχικές ετικέτες:

- Το σύμβολο που δηλώνει τις σχετικές χαρακτηριστικές χρόνου/ρεύματος πριν από τη σβέση του τόξου- FF, F, M, T, ή TT.
- Το ονομαστικό ρεύμα
- Το σύμβολο που δηλώνει την ονομαστική ικανότητα διακοπής- H, L ή E
- Την ονομαστική τάση

Παραδείγματα ετικετών είναι τα παρακάτω:

T	3	1	5	L	2	5	0	V
---	---	---	---	---	---	---	---	---

		F	4	H	2	5	0	V
--	--	---	---	---	---	---	---	---

T	3	1	5	E	2	5	0	V
---	---	---	---	---	---	---	---	---

(3)

2.2.1.6 Δοκιμές

Τα «τηκτά», σε αντίθεση με τις περισσότερες άλλες συσκευές, δεν μπορούν να υποβληθούν σε εκτεταμένες δοκιμές ρουτίνας στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας διότι, αν λειτουργήσουν, δεν μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Η συμπεριφορά μεμονωμένων σχεδίων επομένως θα καθοριστεί από μία σειρά αυστηρών δοκιμών, και έπειτα τα επόμενα συστατικά μέρη πρέπει να παραχθούν μέσα σε πολύ στενά όρια από τα «τηκτά» που χρησιμοποιήθηκαν στις δοκιμές. Ακόμα, τα συστήματα ελέγχου και διασφάλισης της ποιότητας θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι ο όγκος παραγωγής αντιστοιχεί σε μεγάλο βαθμό με τις αρχικές συσκευές.

Το κύριο μέρος του κάθε προτύπου συνήθως αφιερώνεται στις δοκιμές. Σε λειτουργία, οι συνθήκες οι οποίες αντιμετωπίζουν τα «τηκτά» είναι ποικίλες και φυσικά, οι αποδόσεις τους μπορεί να επηρεαστούν από αυτές. Για να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία ανάμεσα στους κατασκευαστές, οι δοκιμές πρέπει να γίνονται σε συγκεκριμένες και τυποποιημένες συνθήκες. Οι δοκιμές διεξάγονται σε εργαστήρια, και εξαιτίας του διαθέσιμου ελέγχου, τα όρια που τίθενται στις παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος, είναι πολύ μικρότερα από αυτά που έχουν διατυπωθεί για τις πρότυπες συνθήκες στην πράξη.

Επειδή οι αποδόσεις των «τηκτών» μπορεί να επηρεαστούν σημαντικά από παράγοντες όπως οι αντιστάσεις των κυκλωμάτων δοκιμής, το μέγεθος και η θέση των συνδέσεων (συμπεριλαμβανομένου και των καλωδίων), η διαφοροποίηση των στηριγμάτων ή των περιβλημάτων, τα πρότυπα διευκρινίζουν με μεγάλη λεπτομέρεια τους κανονισμούς των δοκιμών. Το παραπάνω ισχύει για τις δοκιμές χρόνου/ρεύματος και τις δοκιμές βραχυκυκλώματος και διακοπτικής ικανότητας.

Οι πραγματικές δοκιμές, οι οποίες εκτελούνται εξαρτώνται από το συγκεκριμένο «τηκτό» το οποίο εξετάζεται, αλλά σε γενικές γραμμές, οι παρακάτω δοκιμές υποβάλλονται σε μεγάλο αριθμό «τηκτών» πριν την παραγωγική διαδικασία.

«Τηκτά» συγκεκριμένου μεγέθους και κατασκευής, μπορεί να καλύπτουν μεγάλο εύρος ονομαστικών ρευμάτων. Μία μείωση στις δοκιμαστικές διαδικασίες των προτύπων επιτρέπεται, εφόσον εφαρμόζονται συγκεκριμένοι κανόνες. Οι τελευταίοι μπορούν να εφαρμοστούν εκεί όπου οι ασφάλειες αποτελούν μέρος μίας ομοιογενούς σειράς «τηκτών». Αυτό ορίζεται ως: «μία σειρά τηκτών συγκεκριμένου μεγέθους, τα οποία διαφέρουν σε χαρακτηριστικά, που για μία δοθείσα δοκιμή, η δοκιμή του ενός τηκτού ή ενός αριθμού συγκεκριμένων τηκτών αυτής της σειράς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντιπρόσωπος όλων των τηκτών αυτής της σειράς». Συγκεκριμένα, τα στοιχεία πρέπει να αποτελούνται από πανομοιότυπα υλικά, και να έχουν την ίδια μορφή, π.χ με πανομοιότυπα εργαλεία, αλλά από υλικά διαφορετικού πάχους.

Εάν οι προτυποποιημένες συνθήκες συμφωνούν με τα πρότυπα του προϊόντος, τότε είναι απαραίτητο να υποβληθεί μόνο μία πλήρης σειρά δοκιμών στο μέγιστο ονομαστικό ρεύμα, και λιγότερες δοκιμές στο ελάχιστο ονομαστικό ρεύμα.

1) Δομή και διαστάσεις

Κάθε «τηκτό» που χρησιμοποιείται σε δοκιμές πρέπει πρώτα να ελέγχεται προσεκτικά κατά τη διαδικασία κατασκευής του, για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει τίποτα το μη φυσιολογικό στη δομή του. Ακόμα, οι διαστάσεις των συστατικών στοιχείων του μετρώνται με απόλυτη ακρίβεια για να είναι μέσα στα στενά περιθώρια των τιμών που θα χρησιμοποιηθούν στην επερχόμενη παραγωγή όγκου.

2) Ηλεκτρική αντίσταση

Η τιμή της μετράται για κάθε υπό δοκιμή «τηκτό». Αυτό πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, τυπικά από 20 έως 25⁰C.

3) Κατανάλωση ισχύος

Κανονικά, τα «τηκτά» χαμηλής ισχύος πρέπει να δοκιμάζονται σε πρότυπες συνθήκες. Η ισχύς που καταναλώνεται από κάθε «τηκτό» πρέπει να μετράται σε ονομαστικό ρεύμα, και η αύξηση της θερμοκρασίας των επαφών ή των τερματικών μετράται από θερμοζεύγη. Παρόμοιες δοκιμές γίνονται στα «τηκτά» υψηλής τάσης, αλλά, η ισχύς εισόδου δεν χρειάζεται να μετρηθεί. Στα «τηκτά» μικροασφαλειών καταγράφεται μόνο η πτώση τάσης στο ονομαστικό ρεύμα.

4) Αντοχή ισχύος των ασφαλειοθηκών

Αυτή η δοκιμή, που εφαρμόζεται μόνο στις ασφάλειες χαμηλής τάσης, υποβάλλεται παίρνοντας το «τηκτό» που έχει τη μεγαλύτερη κατανάλωση ισχύος στην παραπάνω δοκιμή, και τοποθετώντας το σε μία ασφαλειοθήκη. Στη συνέχεια, διαρρέεται με ονομαστικό ρεύμα και η θερμοκρασία αυξάνεται σε διάφορα σημεία, τα οποία μετρώνται από θερμοζεύγη.

5) Επίπεδα μόνωσης

Εκτεταμένες δοκιμές πρέπει να γίνονται σε ασφάλειες υψηλής τάσης, εξαιτίας των ευπρόσβλητων θέσεων στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Υπόκεινται σε κρουστικές τάσεις (1/50 μς κύματα στην Μεγάλη Βρετανία) μεταξύ των μερών, τα οποία σε λειτουργία, θα είναι ενεργά και γειωμένα, αντίστοιχα. Επίσης, υπόκεινται σε υπερτάσεις συχνότητας ισχύος τόσο σε στεγνές, όσο και σε υγρές συνθήκες. Τα «τηκτά» χαμηλής τάσης μέσα στις ασφαλειοθήκες τοποθετούνται σε μεταλλικό πάνελ και συνδέονται με παροχή συχνότητας ισχύος των 2Χ5 kV για ένα λεπτό, ανάμεσα στο πάνελ και στα ενεργά μέρη της ασφάλειας.

6) Συμβατικά ρεύματα τήξης

Οι όροι «συμβατικό ρεύμα τήξης» και «συμβατικό ρεύμα μη τήξης» έχουν διατυπωθεί από την IEC στα πρότυπα για τις ασφάλειες χαμηλής τάσης για να αντικαταστήσουν τον όρο «ελάχιστο ρεύμα τήξης», ο οποίος χρησιμοποιούνταν για πολλά χρόνια. Το τελευταίο αυτό ρεύμα, είναι αυτό που θα προκαλέσει τη λειτουργία ενός «τηκτού» σε άπειρο χρόνο, και επομένως ο ορισμός του είναι μη πρακτικός. Το πρότυπο *BS 88* ορίζει το ελάχιστο ρεύμα τήξης, ως το ρεύμα που θα προκαλέσει λειτουργία σε 4 ώρες, και ακόμα και ο ορισμός αυτής της τιμής είναι αρκετά χρονοβόρος (7). Για να απλοποιηθεί η κατάσταση, τα πρότυπα της IEC απαιτούν όλα τα «τηκτά» που είναι τοποθετημένα σε μία πρότυπη δοκιμαστική διάταξη να λειτουργήσουν σε χρόνο μικρότερο από τον συμβατικό, όταν διαρρέονται από το συμβατικό ρεύμα τήξης, και να μη λειτουργήσουν στον συμβατικό χρόνο όταν διαρρέονται από το συμβατικό ρεύμα μη τήξης. Ο συμβατικός χρόνος, μπορεί να ποικίλλει ανάμεσα στη 1 και στις 4 ώρες, ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα, που ορίζεται από τα πρότυπα. Η ιδέα των συμβατικών ρευμάτων χρησιμοποιείται στην Ευρώπη για πολλά χρόνια.

7) Διακοπτική ικανότητα

Επειδή οι ασφάλειες είναι το απόλυτο μέτρο ασφαλείας στα κυκλώματα στα οποία συμπεριλαμβάνονται, πρέπει να είναι ικανές να λειτουργήσουν κάτω από τις πιο αντίξοες συνθήκες. Για αυτόν το λόγο, οι δοκιμές στη μέγιστη διακοπτική ικανότητα γίνονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες σε χαμηλής ισχύος, μονοφασικά, επαγωγικά κυκλώματα. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι τέτοιος, ώστε να επιτρέπεται τα δοκιμαστικά κυκλώματα να κλείσουν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή παρουσιαστούν ανεπιθύμητα φαινόμενα στον κύκλο τάσης. Τα «τηκτά» τοποθετούνται σε πρότυπες διατάξεις. Οι δοκιμές δεν ορίζουν μόνο τη διακοπτική ικανότητα, αλλά και παραμέτρους όπως την τιμή I^2t , την τάση του τόξου και το ρεύμα αποκοπής. Όταν το τελευταίο βρεθεί, το κύκλωμα διακόπτεται έτσι ώστε η εκκένωση του τόξου να αρχίσει μία στιγμή πριν από όταν το σύστημα βρίσκεται στη μέγιστη τάση του. Για εφαρμογές τριφασικού συστήματος, η κατάλληλη πηγή τάσης που χρησιμοποιείται στο δοκιμαστικό κύκλωμα, είναι στο 87% της ονομαστικής τάσης για τα «τηκτά» υψηλής τάσης, ή στο 10% περισσότερο της ονομαστικής τάσης γραμμής όταν δοκιμάζονται τα «τηκτά» χαμηλής τάσης. Σε όλες τις δοκιμές ικανότητας

αποκοπής η τάση πλήρους ανάκαμψης διατηρείται για τουλάχιστον 30s και για τις ασφάλειες υψηλής τάσης για τουλάχιστον 60s.

Εκτός από τις παραπάνω δοκιμές, τα πρότυπα απαιτούν οι κατασκευαστές να εκτελούν τις δοκιμές σε χαμηλότερα επίπεδα ρεύματος, κα για αυτά, οι ισχείς των δοκιμαστικών κυκλωμάτων είναι γενικά υψηλότερες από αυτές που χρησιμοποιούνται στα μέγιστα ρεύματα. Αυτό αντιπροσωπεύει την κατάσταση που τείνει να εμφανιστεί κατά τη λειτουργία, όπου αναλογικά εμφανίζεται μεγαλύτερη αντίσταση σε χαμηλότερα επίπεδα βλάβης. Αυτό, επίσης αναγνωρίζεται από τα πρότυπα της IEC, που επιτρέπουν παράγοντες ισχύος των 0X3 -0X5 για «τηκτά» χαμηλής τάσης. Οι ελάχιστες διακοπτικές ικανότητες συνήθως δεν αναφέρονται από τους κατασκευαστές για τα «τηκτά» των μικροασφαλειών και για την πλειοψηφία των ασφαλειών χαμηλής τάσης και γενικής χρήσης. Ωστόσο, ένας αριθμός δοκιμών έχει γίνει σε διαφορετικά ρεύματα για να εξασφαλιστεί ότι θα λειτουργούν ικανοποιητικά σε κάπως αυθαίρετα επιλεγμένα πολλαπλάσια των ονομαστικών ρευμάτων. Η ελάχιστη διακοπτική ικανότητα των «τηκτών» υψηλής τάσης τύπου δοχείου, δεν διευκρινίζεται στα πρότυπα της IEC, αλλά ωστόσο είναι μία σημαντική παράμετρος που συνήθως αναφέρεται από μεμονωμένους κατασκευαστές, αφού έχουν εκτελέσει τις δοκιμές σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα.

Για να εκτελεστούν οι δοκιμές μέγιστης διακοπτικής ικανότητας, τα υψηλά ρεύματα που απαιτούνται στην αντίστοιχη απαιτούμενη τάση, πρέπει να παρέχονται από βραχυκυκλωμένους δοκιμαστικούς σταθμούς εξόδου υψηλών MVA. Αυτοί οι σταθμοί επίσης χρησιμοποιούνται και για τους εξεταστικούς μηχανισμούς διανομής. Και οι δύο αυτές χρήσεις των σταθμών απαιτούν τις υψηλές εξόδους μόνο για μικρές περιόδους, και έτσι στα οικονομικά ενδιαφέροντα των σταθμών είναι οι μικροί ονομαστικοί χρόνοι. Σαν αποτέλεσμα, μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα όταν πραγματοποιούνται οι δοκιμές ελάχιστης διακοπτικής ικανότητας, επειδή οι χρόνοι λειτουργίας των «τηκτών» μπορεί να είναι περίπου της τάξεως της μίας ώρας και κατά τη διάρκεια αυτή ο δοκιμαστικός εξοπλισμός των σταθμών μπορεί να υπερθερμανθεί. Αναγνωρίζοντας αυτήν την κατάσταση, τα πρότυπα της IEC επιτρέπουν τη μέθοδο της δοκιμής σε δύο μέρη. Αρχικά, στα «τηκτά» παρέχεται το επιθυμητό ρεύμα από μία ξεχωριστή πηγή πολύ χαμηλής τάσης. Όταν το στοιχείο του «τηκτού» έχει φτάσει σχεδόν στη θερμοκρασία τήξης, το κύκλωμα διακόπτεται

για να αποκτήσει το ρεύμα από τον βραχυκυκλωμένο εναλλάκτη, ο οποίος υπάρχει για να παρέχει την απαιτούμενη τάση αποκατάστασης.

Τα «τηκτά» που παρουσιάζουν περιορισμό ρεύματος υπόκεινται σε μία περαιτέρω σημαντική δοκιμή της διακοπτικής τους ικανότητας, η οποία προσομοιάζει τις μέγιστες συνθήκες τόξου-ενέργειας στην περιοχή περιορισμένου ρεύματος. Αυτό, κάποιες φορές αναφέρεται ως το *κριτικό ρεύμα*, επειδή μπορεί να είναι πιο επιζήμιο από το ρεύμα που αναφέρεται στη μέγιστη διακοπτική ικανότητα. Επίσης, αναφέρεται στα πρότυπα της IEC ως *Test Duty 2* ή I_2 . (8)

Όταν ένα «τηκτό» λειτουργεί εξαιτίας μίας βλάβης, αποθηκεύεται ενέργεια στα επαγωγικά στοιχεία του κυκλώματος, τη στιγμή που αρχίζει η εκκένωση του τόξου στην ασφάλεια. Αυτή η ενέργεια, που δίνεται από τον τύπο $\frac{1}{2}Li_o^2$, στον οποίο το i_o είναι το ρεύμα στην έναρξη της εκκένωσης του τόξου, πρέπει να καταναλώνεται μερικώς από αντίσταση του κυκλώματος, αλλά κυρίως από την ασφάλεια κατά τη διαδικασία εκκένωσης του τόξου.

Σε ένα κύκλωμα χαμηλής ισχύος με βλάβη, το ενδεχόμενο ρεύμα είναι σχεδόν αντιστρόφως ανάλογο με την επαγωγή του κυκλώματος. Επομένως, η αποθηκευμένη ενέργεια σε οποιαδήποτε στιγμή, στην απουσία περιορισμού του ρεύματος, θα είναι ανάλογη με το ενδεχόμενο ρεύμα (I). Εντούτοις, υπό συνθήκες περιορισμού του ρεύματος και με μεγάλα ενδεχόμενα ρεύματα, η αποκοπή του ρεύματος τείνει να είναι σχεδόν ανάλογη με αυτήν του ενδεχόμενου ρεύματος. Έτσι, η αποθηκευμένη ενέργεια στην αρχή της εκκένωσης του τόξου θα δίνεται από τον τύπο: $\frac{1}{2}Li_o^2 \propto Li^{\frac{2}{3}} \propto I^{-\frac{1}{3}}$

Αυτή η κατά προσέγγιση σχέση δείχνει ότι: η αποθηκευμένη ενέργεια μειώνεται με την αύξηση του ενδεχόμενου ρεύματος πάνω από το φάσμα των ρευμάτων, όταν έχουμε περιορισμό του ρεύματος. Σε χαμηλότερα ρεύματα, ωστόσο, είναι ανάλογη με το ενδεχόμενο ρεύμα. Φυσικά, η πραγματική ενέργεια του τόξου είναι μεγαλύτερη από την αποθηκευμένη ενέργεια επαγωγής κατά την έναρξη του τόξου, επειδή μεταφέρεται επιπρόσθετη ενέργεια στο «τηκτό» από την πηγή κατά τη διάρκεια της περιόδου του τόξου. Αυτό, ωστόσο, δεν αλλάζει το γεγονός ότι η μέγιστη ενέργεια που απελευθερώνεται από ένα τόξο συμβαίνει σε ένα ενδεχόμενο ρεύμα κατώτερο από αυτό που αντιστοιχεί στη μέγιστη διακοπτική ικανότητα.

Πρακτικά, η εμπειρία έχει δείξει, ότι η κατάσταση μέγιστης ενέργειας συνήθως εμφανίζεται σε ένα ενδεχόμενο ρεύμα περίπου 3 φορές μεγαλύτερο από αυτό που χρειάζεται, για να δώσει στο χρόνο πριν από την εκκένωση του τόξου από έναν μισό κύκλο.

8) Χαρακτηριστικές Χρόνου/Ρεύματος

Η συμφωνία με τις καθορισμένες πύλες ή ζώνες ελέγχεται από τους κατασκευαστές κατά τη διάρκεια δοκιμών διακοπτικής ικανότητας μέσω της λειτουργίας των «τηκτών» στα απαραίτητα επίπεδα ρεύματος, και σημειώνοντας τους χρόνους λειτουργίας των παραπάνω.

9) Ικανότητα αντίστασης υπερφόρτωσης

Ορισμένα πρότυπα απαιτούν οι δοκιμές να γίνονται χρησιμοποιώντας τις πρότυπες διατάξεις για τον έλεγχο της απώλειας ισχύος στο ονομαστικό ρεύμα, για να μπορεί να ελεγχθεί έτσι η ικανότητα των «τηκτών» να αντέχουν καθορισμένα υπερρεύματα. Τέτοιες δοκιμές πραγματοποιούνται σε «τηκτά» μικροασφαιδίων και «τηκτά» κινητήρων χαμηλής και υψηλής τάσης. Η απαίτηση για τα «τηκτά» χαμηλής τάσης βιομηχανικής και οικιακής χρήσης είναι ότι: πρέπει να υποβληθούν 50 φορές σε ένα κύκλο των 5s, στο 80% του ελαχίστου ρεύματος λειτουργίας, ακολουθούμενο από μηδενικό ρεύμα για το 20% του συμβατικού χρόνου.

Όλες οι παραπάνω δοκιμές δε χρειάζεται να διεξάγονται σε κάθε ονομαστικό ρεύμα του κάθε τύπου «τηκτού», διότι, για παράδειγμα, ορισμένες δοκιμές μπορεί να μη σχετίζονται ή να μην απαιτούν τη διέλευση ρεύματος. Τα πρότυπα επομένως καθορίζουν λεπτομερώς τον αριθμό των δοκιμών που πρέπει να γίνουν, καθώς και τα ονομαστικά ρεύματα των προς δοκιμή «τηκτών». Για τον περιορισμό του αριθμού αυτών των δοκιμών, αλλά και για τη μείωση του κόστους (ελαχιστοποιώντας τον απαιτούμενο εξοπλισμό), είναι σύνηθες να κατασκευάζονται «τηκτά» του ίδιου ονομαστικού ρεύματος, με την ίδια γεωμετρία στοιχείου. Εάν οι αποκλίσεις υπακούουν σε κάποιους συγκεκριμένους κανόνες, τότε μπορεί να περιοριστεί ο αριθμός των δοκιμών, σε κάποια οικογένεια ή σειρά ονομαστικών ρευμάτων. Αυτές οι ομάδες ονομάζονται ομογενείς σειρές και επιτρέπουν τη σημαντική μείωση των δοκιμών διακοπτικής ικανότητας.

Τα επιτρεπτά όρια συγκεκριμένων παραμέτρων είτε καθορίζονται κατά τις δοκιμές, είτε εναλλακτικά, περιλαμβάνονται και σε άλλα σημεία των προτύπων. Ωστόσο,

κάποιες τιμές περιλαμβάνονται για να φαίνονται ενδεικτικά τα επίπεδα του ρεύματος δοκιμής, καθώς και η διάρκεια της δοκιμής.

2.2.1.7 Διαστάσεις

Αν και διεθνώς υπάρχει η επιθυμία διατήρησης πρότυπων διαστάσεων στις ασφάλειες, αυτό δεν είναι εφικτό λόγω ιστορικών διακυμάνσεων και σχεδίων που υπάρχουν ήδη στην αγορά. Οι κατασκευαστές ασφαλειών διστάζουν να αυξήσουν τον αριθμό σχεδίων που παράγουν. Έτσι, η IEC απλά αναφέρει μια λίστα με τις πιο κοινά χρησιμοποιούμενες διαστάσεις ασφαλειών σε αντίστοιχα DataSheets, τα οποία έχουν αποκλειστικά πληροφοριακό σκοπό και σε καμία περίπτωση δεν είναι υποχρεωτικά.

2.3 Πρότυπα ασφαλειών

2.3.1 IEC πρότυπα ασφαλειών

2.3.1.1 Ασφάλειες χαμηλής τάσης

Αυτά καλύπτονται από την σειρά *IEC 60269*. Το Μέρος 1 καλύπτει γενικές και κοινές απαιτήσεις για όλα τα είδη ασφαλειών. Τα Μέρη 2, 3 και 4 καλύπτουν τις απαιτήσεις για βιομηχανική, οικιακή και προστασία ημιαγωγών αντίστοιχα.

Τεχνικές απαιτήσεις και απαιτήσεις ως προς τις διαστάσεις, ειδικά για σύστημα ασφαλειών, αναφέρονται στα Μέρη 2-1, 3-1 και 4-1. (9)

Άλλα πρότυπα ασφαλειών είναι τα παρακάτω:

60146-6 Οδηγός χρήσης για την προστασία των μετατροπέων ημιαγωγών ενάντια στα υπερρεύματα των ασφαλειών. (10)

61459 Συντονισμός μεταξύ ασφαλειών και εκκινητών κινητήρων / επαφών- Οδηγός χρήσης. (11)

61818 Οδηγός χρήσης για ασφάλειες χαμηλής τάσης. (12)

2.3.1.2 Ασφάλειες υψηλής τάσης

Τα πρότυπα για τις ασφάλειες υψηλής τάσης καλύπτονται από την σειρά *IEC 60282*. (13)

2.3.1.3 Μικροασφάλειες

Τα πρότυπα των μικροασφαλειών καλύπτονται από την σειρά *IEC 60127*. (5)

2.3.1.4 Αύξηση θερμοκρασίας

Η σειρά *IEC 60943* είναι μια τεχνική αναφορά που περιέχει οδηγίες σχετικά με την επιτρεπόμενη αύξηση θερμοκρασίας για διάφορα μέρη του ηλεκτρικού εξοπλισμού, και συγκεκριμένα για τερματικά, και έχει συνταχθεί από την Επιτροπή Ασφαλειών (Fuse Committee). Η αναφορά αυτή χωρίζεται σε δύο μέρη : Θεωρητικό Μέρος και Εφαρμογές, και υποστηρίζεται από επιπλέον πληροφορίες στα παραρτήματα. Έτσι, η αναφορά αυτή παρέχει τις παρακάτω πληροφορίες:

- I) Γενικά στοιχεία πάνω στη δομή των ηλεκτρικών επαφών και τον υπολογισμό της ωμικής τους αντίστασης.
- II) Βασικούς μηχανισμούς χρόνου ζωής των επαφών.
- III) Υπολογισμό της αύξησης θερμοκρασίας των επαφών και των τερματικών σύνδεσης.
- IV) Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία και αύξηση θερμοκρασίας για διάφορα στοιχεία, και συγκεκριμένα επαφές, τερματικά σύνδεσης και αγωγούς συνδεδεμένους με αυτά.
- V) Γενική διαδικασία που ακολουθείται από την επιτροπές προϊόντων, για τον καθορισμό της επιτρεπόμενης θερμοκρασίας και της αύξησης θερμοκρασίας. (14)

2.3.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα

Οι χώρες οι οποίες ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) είναι υποχρεωμένες να έχουν κοινά Ευρωπαϊκά πρότυπα, όπου αυτό είναι δυνατό, βασισμένα στα πρότυπα IEC. Τα πρότυπα αυτά καθορίζονται από την CENELEC, (European Committee for Electrotechnical Standardisation), Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Ηλεκτροτεχνική Προτυποποίηση. Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα μέσα στην ΕΕ δίνονται από τα αρχικά «EN» (Euro Norm). Η CENELEC δεν εκδίδει τα παραπάνω πρότυπα, αλλά πιστοποιεί ότι αυτά είναι σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα IEC. Ενδεικτικά EN πρότυπα, ακολουθούμενα από την αναφορά στα αντίστοιχα πρότυπα IEC, είναι τα παρακάτω: *EN 60127-1*, *EN 60282-1*.

2.3.2.1 Βρετανικά πρότυπα

Το μεγαλύτερο μέρος των Βρετανικών προτύπων έρχονται σε συμφωνία με τα πρότυπα EN, και επομένως με τα πρότυπα IEC. Αυτό ισχύει για τα πρότυπα που αφορούν τις Ασφάλειες Χαμηλής Τάσης (60269 LV (9)), Υψηλής Τάσης (60282 HV (13)), και τις Μικροασφάλειες (60127 (5)). Ωστόσο, για τις ασφάλειες χαμηλής τάσης, χρησιμοποιούνται ακόμα κάποια από τα παλιά Βρετανικά πρότυπα, τα οποία αναμένεται να αποσυρθούν, όπως έχει ήδη συμβεί στις μικροασφάλειες όπου χρησιμοποιούνται ήδη τα πρότυπα IEC. Τέλος, κάποια από τα Βρετανικά πρότυπα είναι μοναδικά στο Ηνωμένο Βασίλειο, και αυτά θα εξακολουθούν να ισχύουν.

2.3.3 Πρότυπα Βορείου Αμερικής

Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ), ο Καναδάς και το Μεξικό είναι μέλη της IEC, με τις δύο πρώτες να είναι ενεργά μέλη των επιτροπών της IEC για τις ασφάλειες. Ορισμένα από τα πρότυπα που ισχύουν στις ΗΠΑ διαφέρουν από τα αντίστοιχα Ευρωπαϊκά, κάτι που προκαλεί σύγχυση στον υπόλοιπο κόσμο, αφού οι ΗΠΑ καταναλώνουν περισσότερο από το 25% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρισμού. Η Επιτροπή Διεθνών Προτύπων στις ΗΠΑ είναι η ANSI, ενώ στον Καναδά αντίστοιχη είναι η Ένωση Καναδικών Προτύπων, CSA. Η CSA τείνει να συμφωνεί με τα πρότυπα των ΗΠΑ, ωστόσο διατηρεί και Βρετανικές και Γαλλικές επιρροές.

2.3.3.1 Ασφάλειες Χαμηλής Τάσης και Μικροασφάλειες

Αν και η αντίστοιχη Διεθνής Επιτροπή στις ΗΠΑ είναι η ANSI, τα πρότυπα των ασφαλειών καθορίζονται κυρίως από την UL(Underwriter Laboratories), η οποία παρέχει και τις περισσότερες εγκρίσεις. Οι τεχνικές διαφορές ανάμεσα στα πρότυπα των ασφαλειών των ΗΠΑ και της IEC προκύπτουν από τον Wiring Regulations, ο οποίος στις ΗΠΑ είναι ο Διεθνής Ηλεκτρικός Κώδικας NEC(National Electric Code).

2.3.3.2 Ασφάλειες Υψηλής Τάσης

Η επιτροπή που καθορίζει τα πρότυπα για τις ασφάλειες υψηλής τάσης είναι η IEEE, η οποία δημοσιεύει τα αντίστοιχα πρότυπα σχετικά με τις ασφάλειες, τα οποία καλύπτονται από την *σειρά ANSI C37*. (15)

2.4 Κατασκευαστές

AEM, Inc.

SolidMatrix πολλαπλές Μονολιθικές SMT Chip Ασφάλειες

AOE Group Co., Limited[Επαρχία: Shanghai, China]

Η εταιρεία ασχολείται με την επιστημονική έρευνα, ανάπτυξη, παραγωγή, πώληση, καθώς και με την εξειδίκευση χαμηλής και υψηλής τάσης στην ηλεκτρική παραγωγή. Έχει άφθονη τεχνική δύναμη, προηγμένη βιοτεχνική παραγωγή και αυστηρή μέθοδο διαχείρισης.

AirpaxCorporation

Τα προϊόντα περιλαμβάνουν υδραυλικούς-μαγνητικούς διακόπτες ισχύος, θερμικές διατάξεις προστασίας κυκλώματος, διμεταλλικούς θερμοστάτες, αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες θέσης και ταχύτητας, ασφάλειες, διακόπτες, αρθρωτά συστήματα διανομής, που προστατεύονται όταν αποσυνδέεται η μπαταρία και E-Plex συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τηλεπικοινωνίες, βιομηχανία, οχήματα αναψυχής, HVACR, ναυτικό, στρατιωτικό, ιατρική, επεξεργασία πληροφοριών, ηλεκτρονικό τροφοδοτικό, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, over-the-road οχήματα γεωργίας, και εναλλακτικές ενεργειακές εφαρμογές. ΗΠΑ. <http://www.airpax.net>

Arbbor Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Arbbor Electric Co, Ltd είναι μια εξειδικευμένη ηλεκτρική εταιρεία, η οποία έχει 13 χρόνια ιστορίας στην κατασκευή χαμηλής και υψηλής τάσης ηλεκτρικών ειδών στην Κίνα. Η εταιρεία παράγει διακόπτες ισχύος, ασφάλειες και ασφαλειοθήκες, AC επαφές, ηλεκτρονόμους κλπ. που χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία, το εμπόριο, και την οικιακή χρήση.

BeecoMotors&Controls

Προμηθεύει με εξοπλισμό προστασίας κυκλώματος κινητήρα, θερμικούς μαγνητικούς διακόπτες ισχύος, ασφάλειες διπλών στοιχείων, ασφάλειες μέσης τάσης, ασφάλειες με γυάλινο σωλήνα, ψηφιακούς μετρητές, μετρητές τοποθετημένους σε πάνελ, διακόπτες, ηλεκτρονόμους στερεάς κατάστασης, μικρο-ρελέ, ηλεκτρονόμους PCB, ηλεκτροκινητήρες, διακόπτες επιλογής, χωρητικούς αισθητήρες, μαγνητικούς

αισθητήρες, διακόπτες ορίων, μηχανισμούς μετάδοσης, multi-mode χρονόμετρα, προγραμματιζόμενους χρονοδιακόπτες, ακροδέκτες και μετασχηματιστές. ΗΠΑ.

Bel

IEC 250V Radial, IEC 5 x 20mm, 250V, UL/CSA 1/4 x 11/4, UL/CSA 125V Micro, UL/CSA 4.6 x 19.5 mm, UL/CSA 5 x 15mm, (2AG)

Bern Electric Co., Ltd.

- 1) Κυλινδρικά «τηκτά» τύπου J
- 2) HRC «τηκτά» τύπου J για βιομηχανική χρήση
- 3) Ονομαστικές τάσεις: 415 V/550 VAC

Blueseas Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η ηλεκτρική εταιρεία Blueseas είναι ένας από τους κορυφαίους εξαγωγείς στον τομέα των ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής τάσης στην Κίνα. Ασχολείται με τις πωλήσεις, τη μηχανική, την κατασκευή, την επιθεώρηση και τις λειτουργίες ελέγχου ποιότητας. Αποτελείται από περισσότερα από 100 τμήματα: μάρκετινγκ, παραγωγή, ποιοτικό έλεγχο κλπ.

Bussmann

Πλήρης σειρά βιομηχανικών και ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφαλειοθηκών, ασφαλειοδιακοπών, ασφαλειοδιακοπών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, MIL-spec προϊόντα.

Cag Electronics Technology Co.,Ltd[Επαρχία: Guangdong, China]

Η CAGCo.,Ltd ειδικεύεται στην τεχνολογία ηλεκτρονικών ειδών, ιδρύθηκε το 2002 και βρίσκεται κοντά στο Χονγκ Κονγκ. Ασχολείται με την παραγωγή και πώληση ολοκληρωμένης προστασίας του κυκλώματος από εξειδικευμένους προμηθευτές. Εξειδικευμένη πώληση και παραγωγή όλων των ειδών ασφαλειών (Συμπεριλαμβανομένου της ασφάλειας σωλήνα, «τηκτών», ασφαλειών αυτοκινήτων κλπ).

CarlingTechnologies

Πλήρης σειρά από υδραυλικούς-μαγνητικούς και θερμικούς διακόπτες κυκλώματος, ηλεκτρικούς διακόπτες και τα στοιχεία τους.

CBI

Πλήρης σειρά από υδραυλικούς-μαγνητικούς διακόπτες.

Cementex

Πλήρης σειρά από NFPA 70, εξοπλισμό και εργαλεία που απαιτούνται για την προστασία του προσωπικού από τους κινδύνους εκκένωσης του τόξου.

Changan Group Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Ιδρύθηκε το 1987. Η CHINACHANGANGROUPCO., LTD, έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους πιο αξιόπιστους σε εθνικό επίπεδο κατασκευαστές και εξαγωγείς ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής τάσης στη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας. Περιλαμβάνοντας περισσότερα από 62 εργοστάσια, η εταιρία, έχει περισσότερους από 2500 υπαλλήλους και καταλαμβάνει μια έκταση των 2500m².

Changcheng Electrical Equipment Group Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Changcheng Group, κυρίως ειδικεύεται στην παραγωγή διακοπών, διακοπών AC, εκκινήτων, ηλεκτρονόμων, οργάνων, ασφαλειών. Επίσης παράγει προϊόντα χαμηλής τάσης και μετασχηματιστές και προϊόντα υψηλής τάσης. Μέχρι τώρα, η εταιρεία έχει εξελιχθεί σε έναν από τους μεγαλύτερους προμηθευτές στην Κίνα.

Changsha Rich Machinery and Electric Equipments Co., Ltd.

Μεγάλος προμηθευτής και κατασκευαστής εξοπλισμών ηλεκτρικής ισχύος στην Κίνα. Παραγωγή zno, varistor SIC, ασφαλειοδιακοπών, μετασχηματιστών, δακτυλίου πυκνωτών, μονωτών πορσελάνης.

Changzhou Runlai Imp &Exp Co., Ltd.

Μετρίου μεγέθους ασφάλειες με κάρτα. Όλα τα είδη ασφαλειών αυτοκινήτων με κάρτα, παράγονται σε αυτή τη γραμμή των επιχειρήσεων για περισσότερο από 8 χρόνια.

China Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η εταιρία China Electric Co., Ltd ειδικεύεται στην παραγωγή όλων των ειδών ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής τάσης, όπως ειδών MCB, relays, επαφών, ασφαλειών, διακοπών, εκκινήτων κλπ. Τα προϊόντα είναι προς πώληση στη Μέση Ανατολή, Νότια Αμερική, Αφρική, Ευρώπη κλπ.

China Electro-Ceramic Import & Export Allied Corporation[Επαρχία: Jiangsu, China]

Η China Electro-Ceramic Import & Export Allied Corporation (CECEC) ιδρύθηκε το 1981. Αποτελείται από μικρότερες και μεγαλύτερες εταιρίες εξειδικευμένες στην κατασκευή μονωτών και ειδών εξοπλισμού ισχύος.

China E-Nous Electronics Co., Ltd.[Επαρχία: Jiangsu, China]

Η China E-Nous Electronics co., Ltd ειδικεύεται σε διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως: ασφάλειες, ασφαλειοθήκες (ασφάλειες γυάλινου σωλήνα, θερμικές ασφάλειες, μικροασφάλειες), αισθητήρες κλπ.

China Machinery Electric Equipment Co., Ltd.[Επαρχία: Jiangsu, China]

Η China Machinery Electric Equipment Co., Ltd., ιδρύθηκε το 1981 σαν μία από τις βασικές και ηγετικές εταιρίες της China National Machinery & Equipment, που πουλά, κατασκευάζει και σχεδιάζει όλα τα είδη ηλεκτρικών συσκευών ισχύος.

Chnze Electric (Fastdeer Co., Ltd.)

Η Chnze Electric Equipment Co., Ltd.είναι μία από τις ηγετικές εταιρίες κατασκευής και εξαγωγής ηλεκτρικών ειδών, περιλαμβάνοντας: διεπαφές, μηχανισμούς προστασίας, διακόπτες, παροχές μετατροπής ηλεκτρικού ρεύματος, υδραυλικά εργαλεία, κόπτες καλωδίων, εξαρτήματα καλωδίων κλπ.

CowinElectricalCo., Ltd.

ΜΟΑ ονομαστική τάση: 12KV, τύπος προϊόντων: YH5W-12 MCOV: 10.2

Donghua Electric Stock Co., Ltd. of Zhejiang

Εφαρμογές: QA σειρά μονωμένων ασφαλειοδιακοπών, QA και QP σειρά μονωμένων διακοπών .

Eaton/Heinemann

Πλήρης, ακριβής σειρά υδραυλικών/μαγνητικών διακοπών κυκλώματος και μηχανισμών προστασίας κυκλώματος.

ElectroApparat Group Co.,Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η ElectroApparat High Voltage Apparatus Co. ανήκει στην ElectroApparat Group. Παράγει επαγγελματικά προϊόντα προστασίας υψηλής τάσης.

Elecsound Electronics Company Limited[Επαρχία: Guangdong, China]

Η Elecsound είναι μία κατασκευαστική εταιρία ηλεκτρονικών εξαρτημάτων υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας, που λειτουργεί από το 1996. Παρέχει ευρείας ποικιλίας LEDs, ποτενσιόμετρα κεραμομετάλλων, Varistors οξειδίων ψευδάργυρου, αντιστάτες, PCB, διακόπτες και πυκνωτές.

FellerU.S.

Καλώδια τροφοδοσίας και cordsets, στόμια AC εισόδου και εκκινητές ισχύος.

FenghuaDsell Trade Corp[Επαρχία: Zhejiang, China]

Παραγωγή in-line ασφαλειοθηκών, AGU και ANL ασφαλειοθηκών, τερματικών μπαταρίας, διανομέων ισχύος, ασφαλειών και διακοπών, κλπ.

FenghuaYingjie Wire & Cable Co., Ltd.

Αυτόματες ασφάλειες, αυτόματες μικροασφάλειες, ATC αυτόματες ασφάλειες, ANL αυτόματες ασφάλειες, AGU αυτόματες ασφάλειες, αυτόματες ασφαλειοθήκες, ασφαλειοθήκες αυτοκινήτου κλπ.

Ferraz Shawmut, Ferraz Shawmut Canada, Inc.

Ευρεία ποικιλία βιομηχανικών και ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφαλειοδιακόπτες και διακόπτες διανομής ισχύος.

Fuzetec Technology Co., Ltd.[Επαρχία: Taiwan, China]

Οι οικογένειες προϊόντων FUZETEC™ σχεδιάζονται για τις σημερινές απαιτητικές ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές βιομηχανίες. Το επανατοποθετήσιμο χαρακτηριστικό τους γνώρισμα, το συμπαγές μέγεθος, η εύκαμπτη κατασκευή, η χαμηλή θερμική παραγωγή και το ανταγωνιστικό κόστος τους ξεπέρασαν την παραδοσιακή ασφάλεια, κατασκευάζοντας κεραμικό PTC, διμεταλλικές ασφάλειες και το τρέχον ολοκληρωμένο κύκλωμα ελέγχου.

GeneralElectric

Ευρεία γκάμα ασφαλειών τύπου E και R, ονομαστικής τάσης έως 34.5 KV, ασφάλειες ισχύος αποκοπής ρεύματος και σχετικές συσκευές τοποθέτησής τους.

Hangzhou Swell Electrical Co., Ltd.

Ευρεία ποικιλία ασφαλειών και ασφαλειοθηκών.

HepuFuse Factory[Επαρχία: Guangxi, China]

Το εργοστάσιο ιδρύθηκε το 1992, ειδικευόμενο στις ασφάλειες πυροτεχνημάτων, συμπεριλαμβανομένων της πράσινης ασφάλειας και της αδιάβροχης πολυπύρηνης ασφάλειας.

Hi-TechFuses,Inc.

Κατασκευαστής ασφαλειών αποκοπής ρεύματος τύπου backup για την προστασία μετασχηματιστή διανομής. Ασφάλειες αποκοπής ρεύματος για μετασχηματιστή K-matching, pole-mounted και την προστασία πυκνωτή με ασφάλειες αποκοπής ή υγρά βυθιζόμενες ασφάλειες αποκοπής. Πλήρους τύπου ασφάλειες περιορισμού ρεύματος για την προστασία μετασχηματιστή διανομής, κλπ. ΗΠΑ(<http://www.hi-techfuses.com>)

Hosho Electronics (H. K.) Limited[Επαρχία: Guangdong, China]

Η Hosho είναι μία Ιαπωνική εταιρία, με τα κεντρικά της εργοστάσια στο Tokyo. Έχει εργοστάσιο παραγωγής θερμικών ασφαλειών στην Κίνα που πραγματεύεται και με τη λειτουργία θερμοστατών και καλωδίων.

InterpowerCorporation

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

Jasco. Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Jasco Electric Co., Ltd εξειδικεύεται στην παραγωγή ασφαλειών χαμηλής και υψηλής τάσης, και είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής ασφαλειών στην Κίνα. Ιδρύθηκε το 1984. Όλα τα προϊόντα παράγονται αυστηρά σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60269 και IEC282.

JascoFuse Co., Ltd[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η JascoFuse Co., Ltd βρίσκεται στο Liushi, πρωτεύουσα όλων των ηλεκτρονικών προϊόντων στην Κίνα και είναι κατασκευαστής ασφαλειών. Ειδικεύεται σε όλα τα είδη

βάσεων ασφαλειών, «τηκτών» και άλλων ηλεκτρικών προϊόντων, υιοθετώντας διαρκώς καινούρια τεχνολογία.

Jiangxi Sunhong Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Jiangxi Sunhong Electric Co., Ltd. είναι μία από τις εταιρίες κλειδιά στην Κίνα, και ειδικεύεται στην παραγωγή μικρών διακοπών κυκλώματος, εκκινήτων και σταθεροποιητών τάσης των διαφόρων τύπων. Όλα τα προϊόντα παράγονται αυστηρά σύμφωνα με τα πρότυπα IEC και GB και με συνεχώς βελτιωμένη ποιότητα.

Jingda Electrical Group Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Jingda Electrical Group Co., Ltd είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής και εξαγωγής ηλεκτρικού εξοπλισμού χαμηλής τάσης στην Κίνα.

Liandong Fireworks Fuse Manufacturing Factory[Επαρχία: Guangxi, China]

Η Liandong Fireworks Fuse Manufacturing Factory ιδρύθηκε πριν 15 χρόνια με το σκοπό της κατασκευής πυροτεχνημάτων και κατέχει το 80% στην αγορά ασφαλειών, στην βιομηχανία πυροτεχνημάτων της Guangxi.

Littelfuse

Πλήρης σειρά βιομηχανικών και ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφάλειες clips, ασφαλειοθήκες, μεταβλητές αντιστάσεις οξειδίου του μετάλλου (MOV's), θυρίστορ, Sidactors, TVS δίοδοι, ESD καταστολείς, προστατευτικά φυσικού αερίου, PTC μηδενιζόμενους συσκευές και MIL-spec προϊόντα.

Magnum

Μεγάλη ποικιλία τερματικών, ασφαλειών και ασφαλειών διανομής ισχύος, ασφαλειοθήκες, διακόπτες κυκλώματος χαμηλής τάσης κλπ.

Mingrong Group Co.,Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Mingrong Group Co., Ltd., γνωστή παλαιότερα ως Zhejiang Mingdong Fuse Factory, ιδρύθηκε το 1981. Ειδικά διορισμένος κατασκευαστής ασφαλειών από την Chinese Ministry of Textile Industry. Βρίσκεται στην Wenzhou City of Zhejiang Province.

Mingqing Haoxin Power Electrical Appliances Co., Ltd.[Επαρχία: Fujian, China]

Η Minqing Haoxin Power Electrical Appliances Co., Ltd, είναι μία εταιρία με περισσότερα από 10 χρόνια εμπειρίας. Ειδικεύεται στην παραγωγή και εξαγωγή ειδών όπως: ντουί από πορσελάνη και βακελίτη, μαχαιρωτούς διακόπτες, ασφάλειες, μόνωση, διακόπτες, διακόπτες τοίχου, πρίζες, υποδοχή επέκτασης, ηλεκτρικό κουτί διακόπτη, φωτισμό κλπ.

Minqing Fuxin Ceramic and Electronic Co., Ltd.[Επαρχία: Fujian, China]

Η Minqing Fuxin Ceramic and Electronic Co., Ltd. ιδρύθηκε το 1992 και βρίσκεται στη βάση Porcelain of MinQing County. Με την ισχυρή τεχνολογία και την ικανότητα της καινοτομίας, η εταιρεία είναι μια μεγάλης κλίμακας εκσυγχρονισμένη ηλεκτρική επιχείρηση κατασκευής πορσελάνης.

Nanjing Sart Science & Technology Development Co., Ltd.[Επαρχία: Jiangsu, China]

Η Nanjing Sart Science & Technology Development Co., Ltd ιδρύθηκε το 1999. Η SART είναι μία εταιρία έρευνας και ανάπτυξης τεχνολογίας, με κύριο προϊόν παραγωγής τις ασφάλειες SMD.

Ningbo Best Group Co., Ltd.

Η FBELE Company, (Ningbo Best Group Co., Ltd.) είναι ένας από τους κύριους προμηθευτές και διανομείς ηλεκτρονικών εξαρτημάτων στην Κίνα.

Norberg IES

Παράγει ασφάλειες υψηλής τάσης, ασφάλειες μετασχηματιστή, πυκνωτές, εξαιρετικά γρήγορες ασφάλειες, μικροασφάλειες ακτινικού μολύβδου, ασφαλειοθήκες, neozed και diazed ηλεκτρονικές ασφάλειες και βάσεις, διακόπτες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, κιβώτια συνδέσεως, εκκινήτες, χυτό διακόπτη, UL πίνακες ελέγχου και διακόπτες μέσης τάσης. ΗΠΑ . <http://www.norbergies.com>

OptiFuse

5x20mm (US εκδοχή), 5x20mm (EUR εκδοχή), 5x15mm, 3.6 x 10mm ασφαλειοθήκες, μικροασφάλειες, επιφάνειες, αυτόματες ασφάλειες, περιοριστές, βιομηχανικές εφαρμογές κλπ.

Panduit

Ευρεία ποικιλία ηλεκτρονικών & βιομηχανικών υλικών, συμπεριλαμβανομένων: επαφών καλωδίων, τερματικών, επαφών ισχύος, ηλεκτρολογικού υλικού και προϊόντων αναγνώρισης.

People Electric Appliance Group Co., Ltd.

Ασφάλειες αποκοπής εξωτερικής χρήσης, ασφάλειες χαμηλής τάσης κλπ.

Power Dynamics

Πλήρης γκάμα ηλεκτρονικών προϊόντων διασύνδεσης, φιλτραρισμένες και μη φιλτραρισμένες μονάδες εισόδου ισχύος, καλώδια τροφοδοσίας και θήκες μπαταρίας.

Raychem Circuit Protection

Κατασκευάζει αυτόματες συσκευές, πολύπριζα προστασίας τάσης θυρίστορ, ROV μεταβλητές αντιστάσεις οξειδίου του μετάλλου, προστατευόμενους διακόπτες ισχύος, ασφάλειες αργής τήξης πάνω σε επιφάνεια, στοιχεία δακτυλίου, συστήματα ανίχνευσης διαρροών και καλωδίωσης, TMS, ετικέτες, ετικέτες καλωδίων, wgraground ετικέτες, οθόνες αφής, καλώδια με μόνωση, ομοαξονικά και πολυπολικά καλώδια, μορφοποιημένα μέρη, κόλλες, θωρακισμένες μονοκόμματα επαφές συγκόλλησης, κουτί με ζεύκτες, προσαρμογείς και συσκευές διασύνδεσης.<http://www.raychem.com>

SasunElectricCo., Ltd.

Πλήρης γκάμα ασφαλειών αποκοπής ρεύματος, υψηλής τάσης για την προστασία μετασχηματιστή.

S&CElectricCompany

Σχεδιάζει και κατασκευάζει προϊόντα διακοπής και προστασίας για τη μεταφορά και τη διανομή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα προϊόντα περιλαμβάνουν ασφαλειοδιακόπτες, περιοριστές ασφαλειών, alduti-rupter διακόπτες, omni-rupter διακόπτες, ασφάλειες, SM ασφάλειες ισχύος, τηκτά, αυτοματοποιημένα συστήματα μεταγωγής, διακόπτες παράκαμψης ρυθμιστή, pad -mounted διακόπτες, SM και OEIM ασφάλειες ισχύος, ηλεκτρονικές ασφάλειες ισχύος, αρθρωτούς διακόπτες κλειστού μετάλλου, κύκλωμα-διακόπτη αποσύνδεσης, και συστατικά υψηλής τάσης εποξειδικού μίγματος. ΗΠΑ.<http://www.sandc.com>

Schurter

Ευρύ φάσμα ηλεκτρονικών ασφαλειών, ασφαλειοθηκών, ηλεκτρονικών διακοπών ισχύος για εξοπλισμό (CBE's), PTC μηδενιζόμενες συσκευές, φιλτραρισμένες και μη φιλτραρισμένες μονάδες εισόδου ισχύος, διακόπτες τάση επιλογής, διακόπτες δείκτες & υποδοχές δοκιμής. (16)

Sensata/Airpax

Πλήρης σειρά υδραυλικών/μαγνητικών και θερμικών διακοπών ισχύος, θερμική ανίχνευση προϊόντων και ασφάλειες ημιαγωγών.

Shaanxi Jinye International Economy Development Co., Ltd.[Επαρχία: Shaanxi, China]

Εισαγωγέας και εξαγωγέας προϊόντων υψηλής τάσης περιορισμού ρεύματος, ασφάλειες, ασφαλειοθήκες, βάση ασφάλειας, συμπεριλαμβανομένου κλιπ.

Shanghai Weiling Trade Co., Ltd.[Επαρχία: Shanghai, China]

Η Weiling Trade ασχολείται με την εξαγωγή ηλεκτρικών συσκευών και άλλων ηλεκτρικών ειδών από το 2000. Παγκόσμια δραστηριότητα σε περισσότερες από 40 χώρες. Ασχολείται με ασφάλειες, κιβώτια χάλυβα. Παρέχει κινέζικα εμπορεύματα.

ShanghaiZhuoriEletronicsCo., Ltd.[Επαρχία: Shanghai, China]

Η εταιρία ιδρύθηκε το 2005 και ειδικεύεται στην παραγωγή όλων των ειδών μικροασφαλειών σωλήνα, ασφαλειών, ασφαλειοθηκών, ασφαλειών θερμοκρασίας, ασφαλειών ανάκτησης, αυτόματων ασφαλειών, ασφαλειών ισχύος, κουμπιού μπαταριών, θήκης μπαταριών, κ.λπ. Ισχυρό κεφάλαιο, προηγμένη τεχνολογία και έρευνα.

Shenzhen Pak Heng Electronics Co., Ltd.

Αντιστάτες τσιμέντου, ασφάλειες θερμοκρασίας (WRX), καλή αντοχή θερμότητας, συντελεστής χαμηλής θερμοκρασίας, υψηλή δύναμη υπερφόρτωσης, υψηλή χωρητικότητα μόνωσης.

Shenzhen Victors Industrial Co., Ltd.[Επαρχία: Guangdong, China]

Η Shenzhen Victors Industrial Co., Ltd ιδρύθηκε το 1999 και είναι θυγατρική εταιρία της Victors Industrial Co., Ltd. Περιλαμβάνει εκτεταμένη γκάμα επαγγελματικών

ασφαλειών και ειδών ESD, TVS και διακόπτες ασφάλειας. Όλα τα προϊόντα είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς IEC, UL, PSE και CCC.

Siba

Ευρωπαϊκές ασφάλειες και ασφαλειοθήκες, στρογγυλές ασφάλειες ημιαγωγών, DIN ασφάλειες συμπεριλαμβανομένου του στυλ "δοχείου" και ασφάλειες μεσαίας τάσης. Μεγέθη SQB Τύπου 1, 2 και 3. Ευρωπαϊκή Κατηγορία: GR / AR / GRL.

SKYLAND Electric Group Co.,Ltd[Επαρχία:Zhejiang, China]

Η SKYLAND Electric Group Co. , Ltd of China είναι κατασκευαστής ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής τάσης στην Κίνα, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και άλλων ηλεκτρικών ειδών, όπως MCB, ELCB, RCD, μετρητών KWH, επαφών AC, DC, ηλεκτρονόμων, ασφαλειών κλπ.

Stride International Co., Ltd.

Υψηλής ποιότητας ασφάλειες, ασφαλειοθήκες και ηλεκτρικός εξοπλισμός.

Tengen Group Co., Ltd.

Η Tengen Group είναι μία εταιρία που ασχολείται με την ανάπτυξη, κατασκευή και διακίνηση μεγάλης ποικιλίας προϊόντων για την μετάδοση, την διαχείριση, τον έλεγχο και τη χρησιμοποίηση του ηλεκτρισμού, αλλά και του βιομηχανικού αυτοματισμού και των συστημάτων λογισμικού. Τα κεντρικά βρίσκονται στο Wenzhou.

TirhFuse Manufacturing Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Zhejiang Tirh Fuse Manufacturing Co., είναι μία σύγχρονη εταιρία που ειδικεύεται στην παραγωγή ασφαλειών χαμηλής τάσης, ασφάλειες διαφόρων ειδών, διακόπτες κλπ. Βρίσκεται στο If Yandang Mountain.

Vikai Electric Co., Ltd.

Η Yueqing Vikai Electric Co., Ltd ειδικεύεται στην κατασκευή και εξαγωγή ηλεκτρικών ειδών στην Κίνα. Η εταιρία ασχολείται κατά κύριο λόγο με την ηλεκτρική γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων ισχύος, αξεσουάρ καλωδίων, πολυμερικούς μονωτήρες, ασφάλειες αποκοπής κλπ.

Vishay

Μη αυτόματες ασφάλειες, τηκτοί σταθεροί αντιστάτες.

Wantong Electronic Co.,Ltd.[Επαρχία: Guangdong, China]

Όλα τα είδη ασφαλειών: ασφάλειες acting (Littelfuse, Walter ασφάλειες), SMD ασφάλειες (SartSMD, LittelfuseSMD και TA-I SMD ασφάλειες), Mini-ασφάλειες (WickmannMini, ALPI, WalterMini), υποδοχή ασφαλείας και κλιπ ασφαλείας.

Wenzhou Jinlin Electrical Co.,Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Wenzhou Jinlin Electrical Co.Ltd βρίσκεται στο Liushi, Wenzhou, την πρωτεύουσα των ηλεκτρικών προϊόντων στην Κίνα. Επαγγελματίας κατασκευαστής όλων των ειδών ασφαλειών, ρελαί κλπ. Διαθέτει όλον τον απαραίτητο εξοπλισμό και τις τεχνικές ελέγχου προϊόντων.

Wenzhou Qiaodian Electric Co., Ltd.

Επαγγελματίας κατασκευαστής όλων των ηλεκτρικών ειδών χαμηλής τάσης, υψηλής ποιότητας, συμπεριλαμβανομένου των ασφαλειών, της ενδεικτικής λυχνίας, PushButton διακοπών, διακοπών παροχής ισχύος, ηλεκτρονόμων κλπ.

Wenzhou SanshiFuse Co., Ltd[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Wenzhou Sanshi Fuse Co., Ltd είναι από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές ασφαλειών και ασφαλειοδιακοπών στην Κίνα. Κατασκευάζει υψηλής ποιότητας ασφάλειες αυστηρά σύμφωνα με τα πρότυπα: IEC269, IEC282, GB13539, 1-92, GB15166, 1, VDE0636 κλπ.

Wenzhou Xinglin Electrical Fittings Factory[Επαρχία: Zhejiang, China]

Ιδρύθηκε το 1990, μία από τις κύριες εταιρίες κατασκευής και διανομής ηλεκτρικών ειδών στην Κίνα με μεγάλη εμπειρία διεθνούς εξαγωγής.

Wuhan Garlos Imp.& Exp. Co., Ltd.

Η GARLOS είναι ένας κορυφαίος προμηθευτής προϊόντων και υπηρεσιών που καλύπτουν τους ακόλουθους τομείς: Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού, ενδυμασιών και μονωτικών υλικών. Με άριστη ποιότητα και υψηλή απόδοση για την κάλυψη της ζήτησης των πελατών. (17)

Xian Haosheng Electrical Equipment Manufacturing Co.,Ltd.[Επαρχία: Shaanxi, China]

Η Xian HaoSheng Electrical Equipment Manufacturing Co., Ltd. είναι ένας μεγάλος κατασκευαστής ασφαλειών στην Κίνα που ειδικεύεται στην έρευνα και κατασκευή ασφαλειών αποκοπής ρεύματος και υψηλής τάσης.

XGH Electronic Company[Επαρχία: Guangdong, China]

Η XGH Electronic Company είναι μία εταιρία που ειδικεύεται κυρίως στην παραγωγή και πώληση σειράς μικροασφαιών, θερμοστατών, αυτομάτων ασφαλειών. Βραβευμένη με την διάκριση BSISO9001: 2000 Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας. Όλα τα προϊόντα έχουν τα πιστοποιητικά CCC, CQC, TUV, VDE, UL, UR, PSE και CE.

YanlingElectronicsCo., Ltd.

4GA ή 8GA Είσοδο και Έξοδο, ασφάλειες τύπου AGU, Χρυσός/λευκόχρυσος

Yueqing Aolin Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Yueqing Aolin Electric Co., Ltd. είναι θυγατρική της Kasan Electrical Group Co., Limited, είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής και εξαγωγής κυρίως ηλεκτρικών προϊόντων χαμηλής τάσης στο Liushi, Wenzhou, στην Κίνα.

Yueqing Shuguang Fuse Factory[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Yueqing Shuguang Fuse Factory βρίσκεται στην πρωτεύουσα των ηλεκτρικών ειδών στην Κίνα, το Liushi, Wenzhou. Εταιρία παραγωγής και εξαγωγής ηλεκτρικών προϊόντων.

Yueqing Wosom ElectricalCo., Ltd.

Η εταιρεία αυτή είναι επαγγελματίας κατασκευαστής όλης της σειράς πλαστικών και μεταλλικών κουτιών διανομής, διακοπών κυκλώματος και ασφαλειών. Τα προϊόντα της έχουν τα χαρακτηριστικά της αξιόπιστης απόδοσης, μικρό όγκο, μικρό βάρος και τα πλεονεκτήματα της υψηλής ικανότητας αποκοπής, καλές χαρακτηριστικές αποκοπής ρεύματος, καθώς και την μικρή ανοχή του χρόνου προστασίας κυκλώματος.

Yueqing Ying's Import & Export Co., Ltd

Η εταιρία είναι τοποθετημένη στη μεγαλύτερη κινεζική βάση βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικών ειδών χαμηλής τάσης, στην πόλη Liushi. Οι κατασκευαστικοί συνεργάτες της επιχείρησης παράγουν πάνω από δύο δισεκατομμύρια αμερικανικών δολαρίων

ηλεκτρικά προϊόντα χαμηλής τάσης κάθε έτος και κρατούν περισσότερο από 50% της κινεζικής αγοράς.

Yueqing Zhicheng Electrical Equipment Co., Ltd.

Η Yueqing Zhicheng Electrical Equipment Co, Ltd. βρίσκεται στη βιομηχανική ζώνη Aowai, στην πόλη Yueqing, στην επαρχία Zhejiang. Μεγάλη γκάμα ηλεκτρικών προϊόντων.

Zisen Electric Co., Ltd.[Επαρχία: Shanghai, China]

Η Zisen Electric Co., Ltd είναι κατασκευαστής ασφαλειών που η ικανότητα στην παραγωγή και την ανάπτυξη αυτής της σειράς προϊόντων, οδήγησαν στην γρήγορη πρόοδο της. Το 1997, ξεκίνησε με τις επιχειρήσεις ασφαλειών και μέχρι σήμερα έχει γίνει μια ηγετική εταιρεία στην παρούσα αγορά.

Zhejiang Galary Fuse Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Zhejiang Galary Fuse Co., Ltd., είναι ειδικευμένος κατασκευαστής της παραγωγής ασφαλειών, ιδρύθηκε το 1980 και σήμερα είναι ένας από τους διασημότερους κατασκευαστές ασφαλειών στην Κίνα. Σαν κύριος κατασκευαστής ασφαλειών στην Κίνα, παράγει όλων των ειδών ασφαλειών υψηλής και χαμηλής τάσης.

Zhenjiang Jianhao Electrical Equipment Co., Ltd.

Η Zhenjiang Jianhao Electrical Equipment Co., Ltd είναι ένας κατασκευαστής ασφαλειών στην Κίνα με μακρά ιστορία στην παραγωγή διαφόρων ειδών ασφαλειών. Σήμερα αναπτύσσεται στις αγορές του εξωτερικού δίνοντας μεγάλη σημασία στην ποιότητα.

Zhejiang Jiebang Import and Export Co., Ltd.

Ασφάλειες, ασφαλειοδιακόπτες, επαφές ασφαλειών, στοιχεία κυκλώματος κλπ.

Zhejiang Jinshan Fuse Co., Ltd[Επαρχία: Zhejiang, China]

Επαγγελματικός κατασκευαστής και προμηθευτής ασφαλειών. Η επιχείρηση έχει πλούσια δύναμη τεχνολογίας, έξοχη τεχνική και πλήρεις συσκευές δοκιμής. Σήμερα έχει τα προϊόντα εμπορικών σημάτων «Jinrong», περισσότερων από 20 σειρών και 500 προδιαγραφών, και όλα τα προϊόντα της συμφωνούν με τα πρότυπα IEC.

Zhejiang Liaoyuan Electric Apparatus Co., Ltd.

Η Zhejiang Liaoyuan Electric Apparatus Co, E.Π.Ε. είναι επαγγελματίας κατασκευαστής διαφόρων ειδών ηλεκτρικών προϊόντων, όπως ασφάλειες, διακόπτες

κυκλώματος, εκκινητές cam, επαφές, διακόπτες, μετρητές, ηλεκτρονόμους, παροχείς ηλεκτρικού ρεύματος και ηλεκτρικά εξαρτήματα κλπ. Όλα τα προϊόντα είναι σύμφωνα με τα πρότυπα της IEC.

Zhejiang Sige Electric Co., Limited.

Η Zhejiang Sige Electric Co., Limited είναι μία θυγατρική εταιρία της MINYANG GROUP CO., LTD, όπου κύρια προϊόντα της είναι: το σύστημα ζεύξεων μπαρών τροφοδότησης, μετασχηματιστής ισχύος, μονωτής, ασφαλειοδιακόπτης, σταθεροποιητής τάσης, παροχείς ηλεκτρικού ρεύματος, διακόπτης φορτίων, μονωτικός διακόπτης κλπ.

Zhejiang Zhongtai Fuses Co., Ltd.[Επαρχία: Zhejiang, China]

Η Zhejiang Zhongtai Fuses Co., Ltd ειδικεύεται στην κατασκευή ασφαλειών, και έχει 13 χρόνια πείρας στην κατασκευή ασφαλειών χαμηλής και υψηλής τάσης. Η εταιρία παράγει κυρίως 2 σειρές ασφαλειών χαμηλής και υψηλής τάσης. Οι ασφάλειες χαμηλής τάσης περιλαμβάνουν τις μαχαιρωτές, τις κυλινδρικού τύπου κλπ. (18)

Κατασκευαστές παθητικών ασφαλειών

Bourns

Telecom

Κεραμικές αυτόματες PTC ασφάλειες, πολυμερικές αυτόματες PTC ασφάλειες

Tyco Electronics

Αυτόματες PPTC ασφάλειες

Sunon Telecommunication Protection Equipment Co., Ltd.[Επαρχία: Shanghai, China]

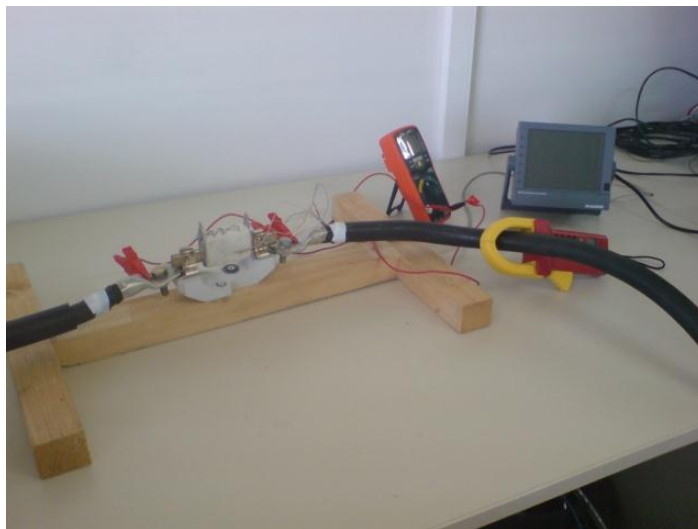
Το κύριο προϊόν της είναι η PTC αυτόματη ασφάλεια και οι πολυμερείς αυτόματες ασφάλειες, οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί στο Torch Project στη Σαγκάη το 1997 και στο National Project. Επίσης ασχολείται με το τηλεπικοινωνιακό στοιχείο, με στρώματα τύπου PTC πολυμερούς θερμίστορ, στη διάταξη προστασίας από υπερεντάσεις. (19)

3

Πειραματική διάταξη - Διαδικασία μετρήσεων

3.1 Πειραματική διάταξη

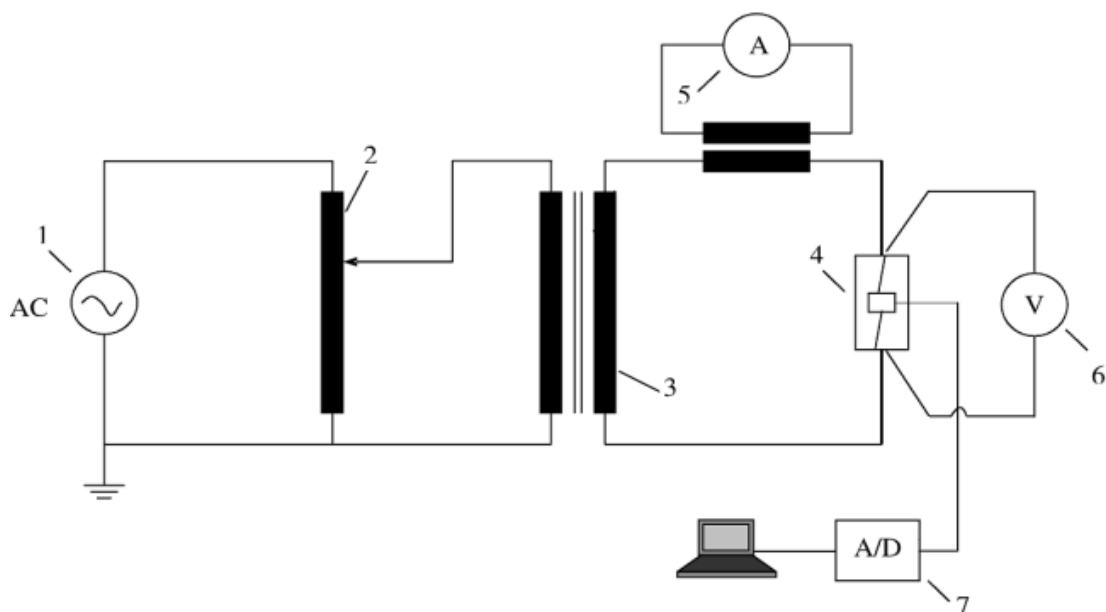
Προκειμένου να γίνει η διερεύνηση των φαινομένων στο σύστημα ασφάλεια-ασφαλειοθήκη-αγωγό κατά τις δοκιμές υλοποιείται η ακόλουθη διάταξη:



Εικόνα 27: Κυκλωματική διάταξη

Κυκλωματική διάταξη

Ειδικότερα, η **κυκλωματική διάταξη** αποτελείται από τα εξής μέρη:



Εικόνα 28 Κύκλωμα μετρήσεων

1. Πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος

Το κύκλωμα προσομοίωσης που χρησιμοποιείται για τα πειράματα συνδέεται με μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος. Η σύνδεση αυτή ουσιαστικά αποτελεί σύνδεση στο δίκτυο.

2. Αυτομετασχηματιστής

Ένας συνήθης μονοφασικός μετασχηματιστής του οποίου τα τυλίγματα 1 και 2 συνδέονται σε σειρά, ονομάζεται αυτομετασχηματιστής (ΑΜΣ). (20) Συνήθως το τύλιγμα 1 ονομάζεται τύλιγμα σειράς, ενώ το τύλιγμα 2, κοινό τύλιγμα. Το τύλιγμα 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 τύλιγμα 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), δίνεται η δυνατότητα να παίρνουμε διάφορες επιθυμητές τάσεις στην έξοδο του αυτομετασχηματιστή. (21)

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. (22)

3. Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης

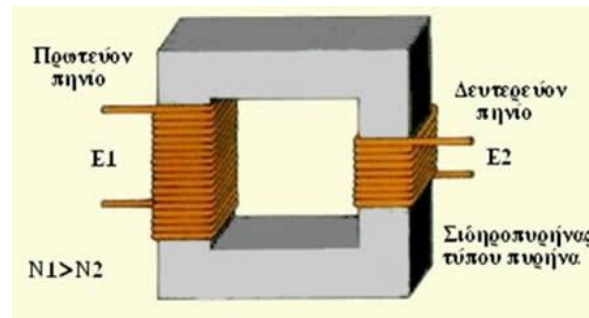
Οι μετασχηματιστές αποτελούν συσκευές στις οποίες εισέρχεται ηλεκτρική ενέργεια σε μια ορισμένη τάση και εξέρχεται πάλι ηλεκτρική ενέργεια, αλλά σε μια διαφορετική τάση. Ένας μονοφασικός μετασχηματιστής αποτελείται από δύο τυλίγματα συζευγμένα μέσω ενός κοινού μαγνητικού κυκλώματος (Εικόνα 29: Μετασχηματιστής 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:

$$n = \frac{N_1}{N_2} \quad (23)$$

Αν θεωρήσουμε ένα 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: $n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2}$. Αν λοιπόν $n = \frac{N_1}{N_2} > 1$, δηλαδή $N_1 > N_2$, τότε

θα έχουμε $E_1 > E_2$, επομένως ο μετασχηματιστής θα είναι μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης. (21)



Εικόνα 29: Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης

Στα πειράματα που θα διενεργήσουμε, θα χρησιμοποιήσουμε το μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσης (**Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής.**), συνδέοντας την υπόλοιπη διάταξη με το δευτερεύον που έχει τις λιγότερες σπείρες, ώστε να λειτουργήσει ως πηγή ρεύματος που θα τροφοδοτεί συνεχώς τη διάταξη.

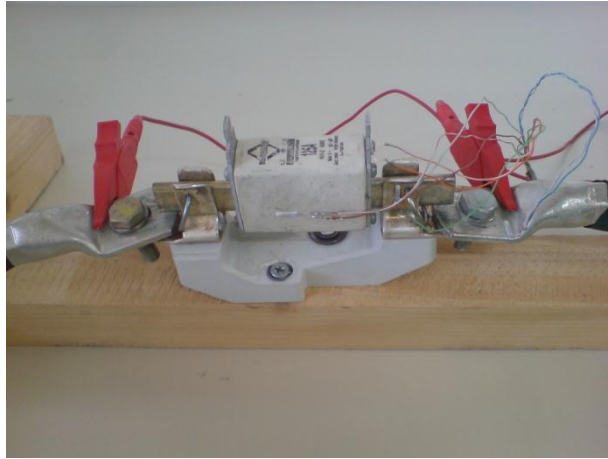


Εικόνα 30: Διάταξη αυτομετασχηματιστή μετασχηματιστή

4. Στοιχείο (σύστημα Ασφάλεια-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 31: Ασφάλεια τοποθετημένη σε ασφαλειοθήκη

5. Αμπερόμετρο

Το αμπερόμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι τύπου αμπεροτσιμπίδας για τον έλεγχο και τη μέτρηση του ρεύματος που διαρρέει τη διάταξη.

6. Ψηφιακό βολτόμετρο

Το βολτόμετρο χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της τάσεως στα άκρα (επαφές) του στοιχείου (σύστημα Ασφαλειοθήκη-Ασφάλεια).

7. Καταγραφικό μηχάνημα Paperless Recorder VR18 με την επιλογή ψηφιοποίησης του λαμβανόμενου αναλογικού σήματος θερμοκρασίας

Το καταγραφικό αυτό μηχάνημα χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της θερμοκρασίας του στοιχείου (σύστημα Ασφαλειοθήκη-Ασφάλεια).

Τέλος, για τη σύνδεση των στοιχείων στη διάταξη μας χρησιμοποιήσαμε καλώδια NYA διατομής 35 mm², 120 mm² σύμφωνα με την τιμή του ρεύματος που θα διέρρεε τη διάταξη στο εκάστοτε πείραμα.

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. (24; 25) 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 το μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσης, με τη βάση της ασφάλειας (ακροδέκτες της ασφαλειοθήκης).

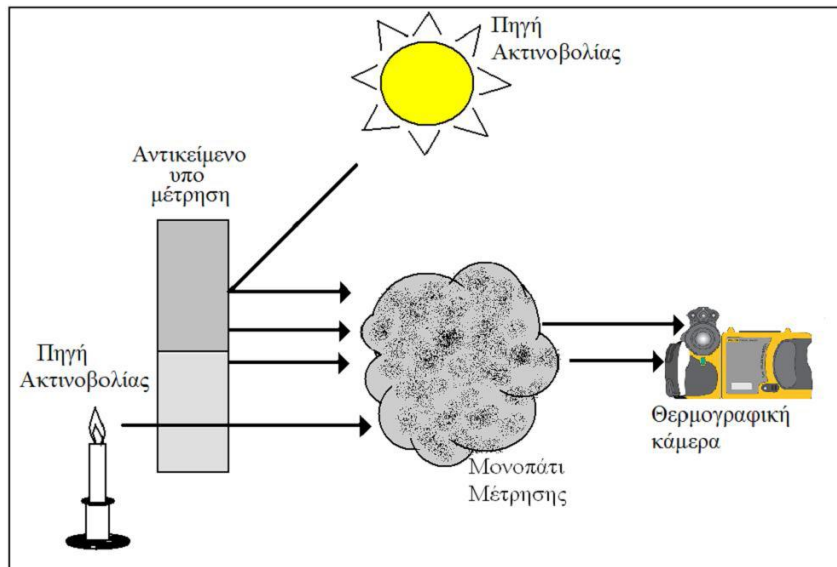
Όργανα μέτρησης

Τα όργανα μέτρησης που θα χρησιμοποιηθούν για τις επικείμενες μετρήσεις είναι:

i. μια θερμογραφική κάμερα

Γνωρίζουμε πως τα αντικείμενα που έχουν θερμοκρασία επιφανείας υψηλότερη από 0Κ, 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. (26) Η θερμογραφική κάμερα αποτελεί μια κάμερα κινούμενης εικόνας βίντεο, η οποία έχει τη δυνατότητα να απεικονίσει με χρώματα τη 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 (27).

Η αρχή λειτουργίας της υπέρυθρης θερμογραφίας παρουσιάζεται στην Εικόνα 32:



Εικόνα 32: 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 (**Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής.**)



Εικόνα 33: 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. Στα πειράματα που διεξήχθησαν, χρησιμοποιήθηκαν δύο αισθητήρες αντίστασης PT100. 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.

Οι αισθητήρες αντίστασης PT100 συνδέθηκαν με τα κανάλια του ψηφιακού καταγραφικού μηχανήματος με τη βοήθεια ενός καλωδίου UTPCat6.

Τα καλώδια UTP (Unshielded Twisted Pair) αποτελούνται από 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 (28)

Τέλος, το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα είναι συνδεδεμένο με έναν υπολογιστή για την αποθήκευση και την επεξεργασία των μετρήσεων.

Ρυθμίσεις

Για την ολοκλήρωση της υλοποίησης της πειραματικής διάταξης, θα πρέπει να τοποθετηθούν στις κατάλληλες θέσεις οι διαθέσιμοι αισθητήρες αντίστασης που θα

καταγράφουν 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: Μεταλλική επαφή ασφάλειας.

Θέση 2: Θερμότερο σημείο (στο κέντρο 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 **Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής..** 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 “auto capture” 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 DDElink 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:

- I. Διάγραμμα Θερμοκρασίας-Χρόνου από τη θερμογραφική κάμερα
- II. 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.

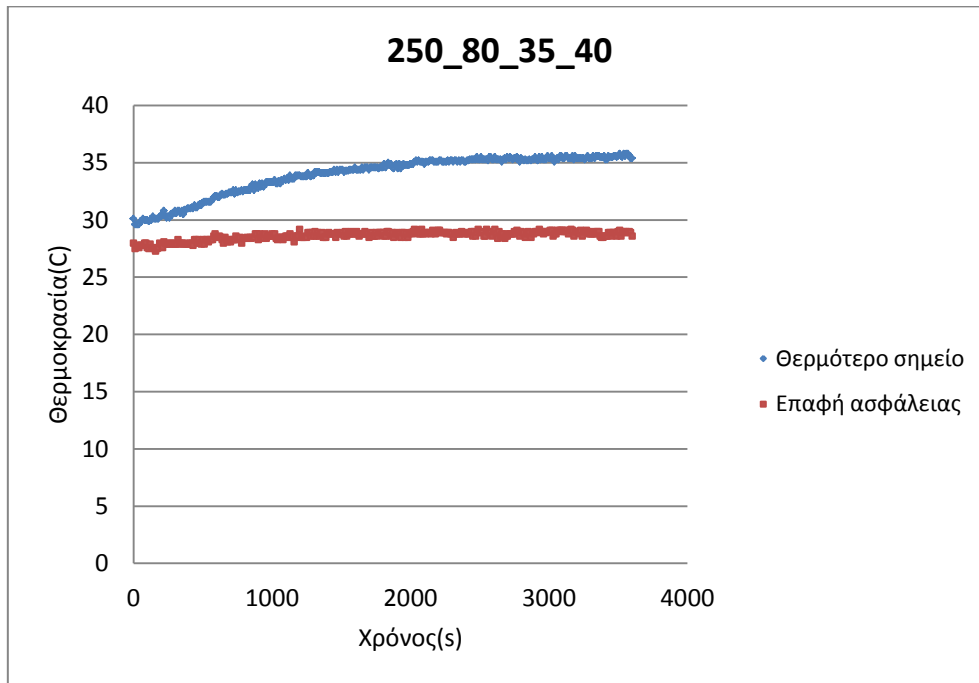
400(ασφαλειοθήκη)_250(ασφάλεια)_120(καλώδιο)_125(ρεύμα τροφοδοσίας)

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 Παράγραφο 0 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 Ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 80 A

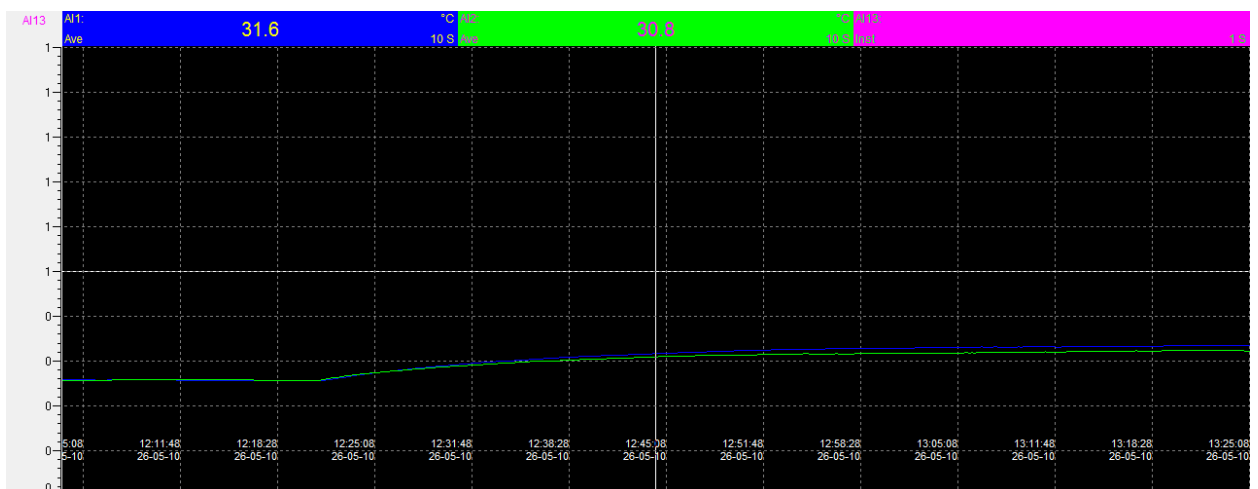
I)



Εικόνα 34 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Θερμογραφική κάμερα)

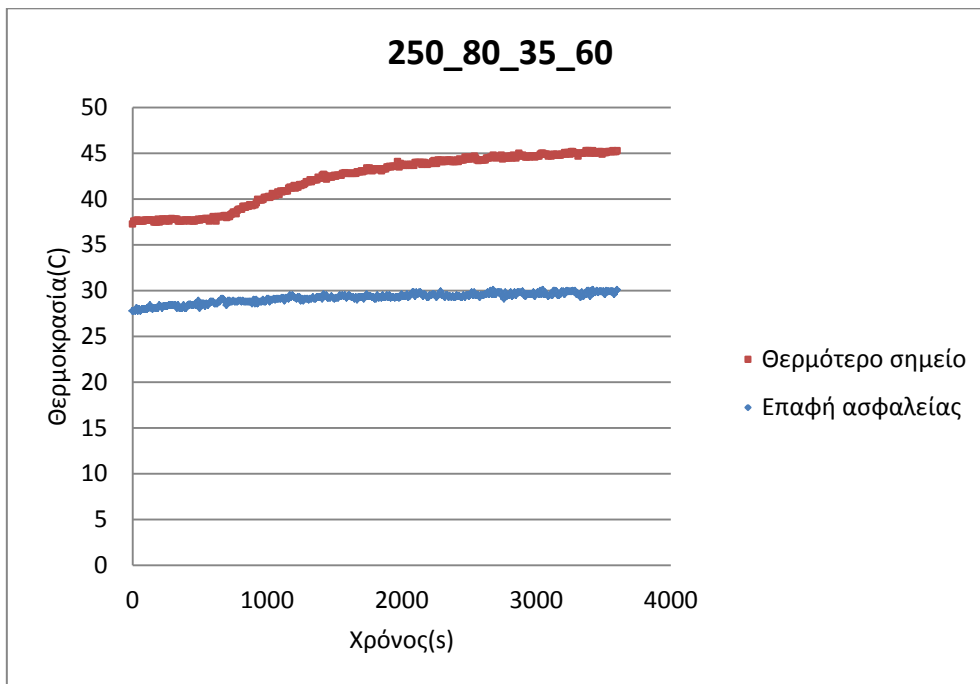
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 35 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Καταγραφικό)

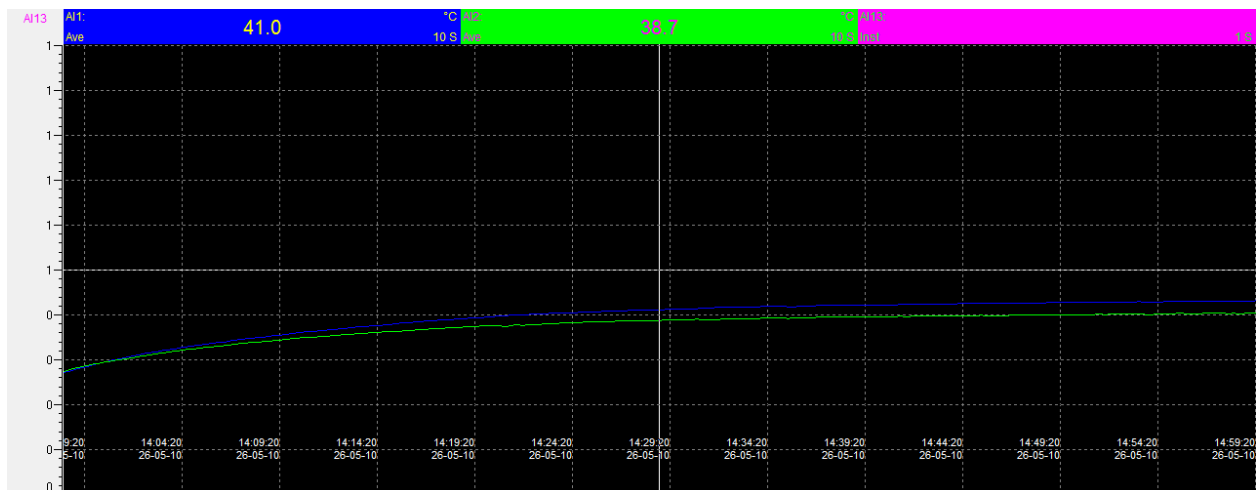
I)



Εικόνα 36 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 60A (Θερμογραφική κάμερα)

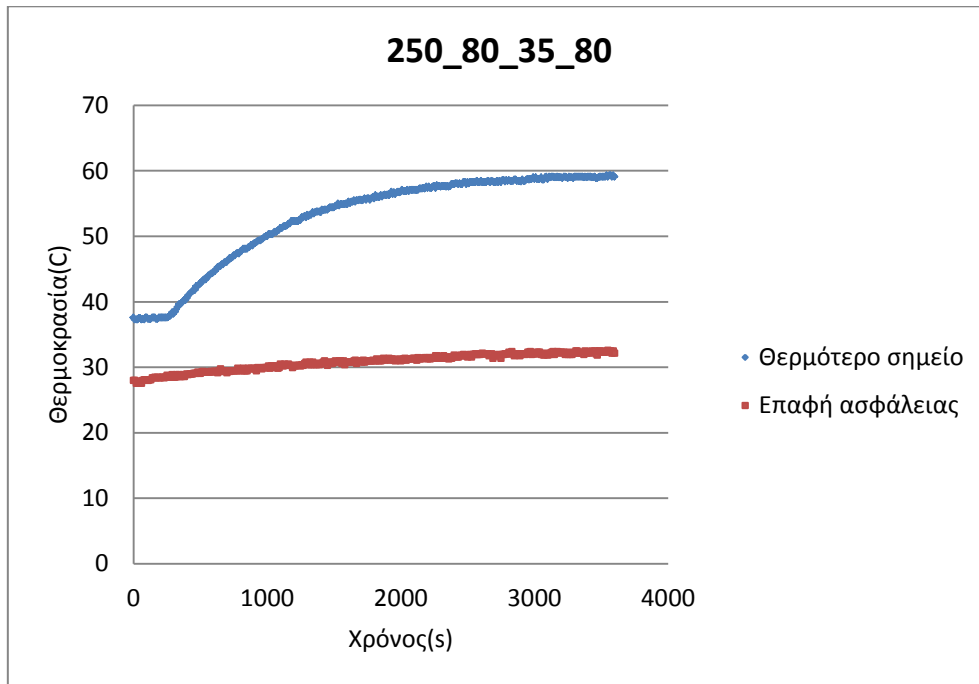
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 37 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 60A (Καταγραφικό)

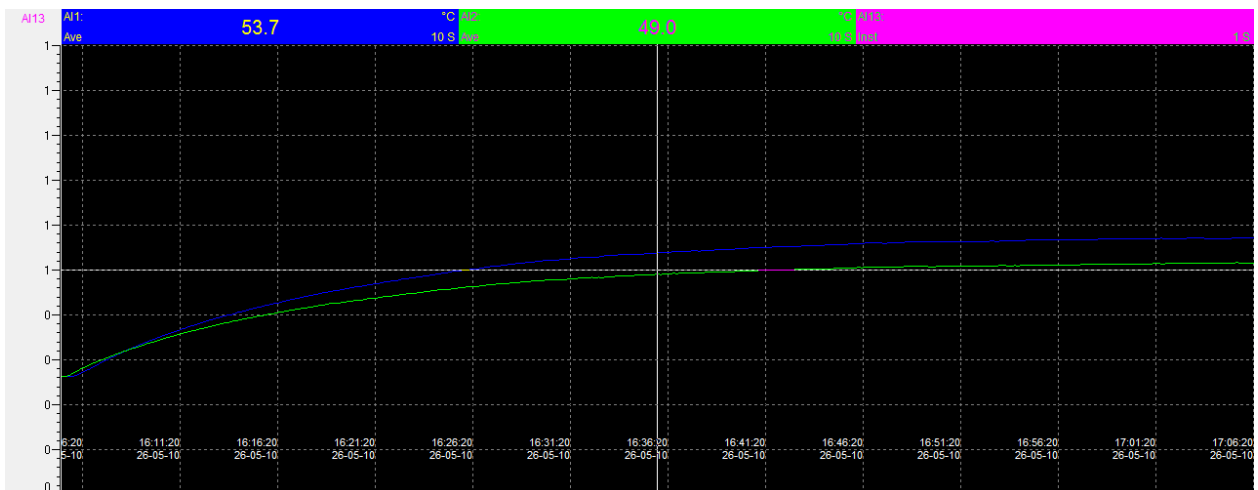
I)



Εικόνα 38 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 80A (Θερμογραφική κάμερα)

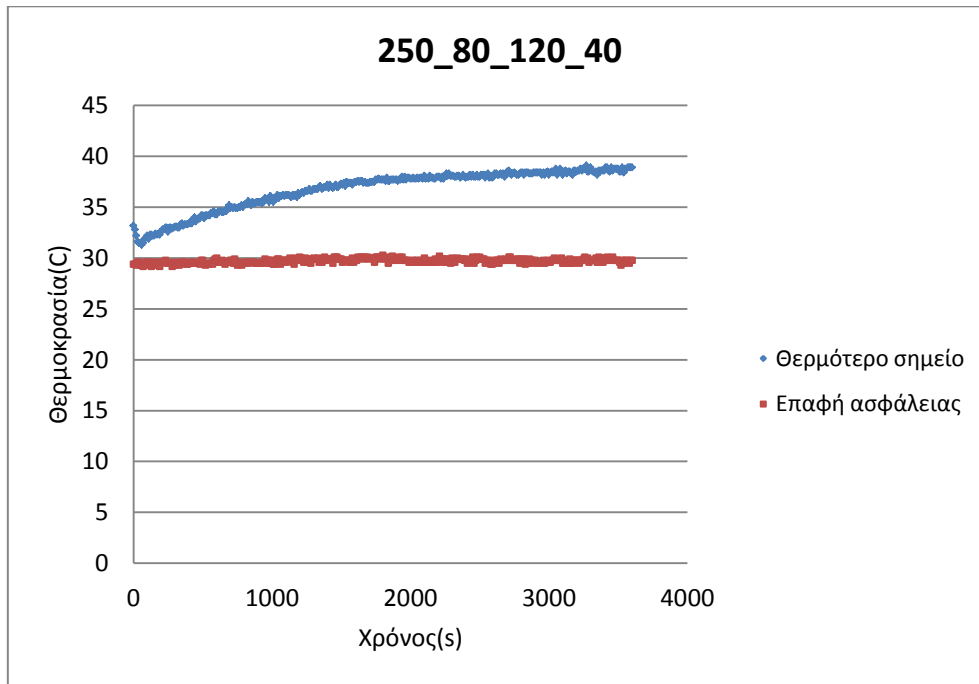
II)

■ ασφάλεια **■** επαφή ασφάλειας



Εικόνα 39 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 80A (Καταγραφικό)

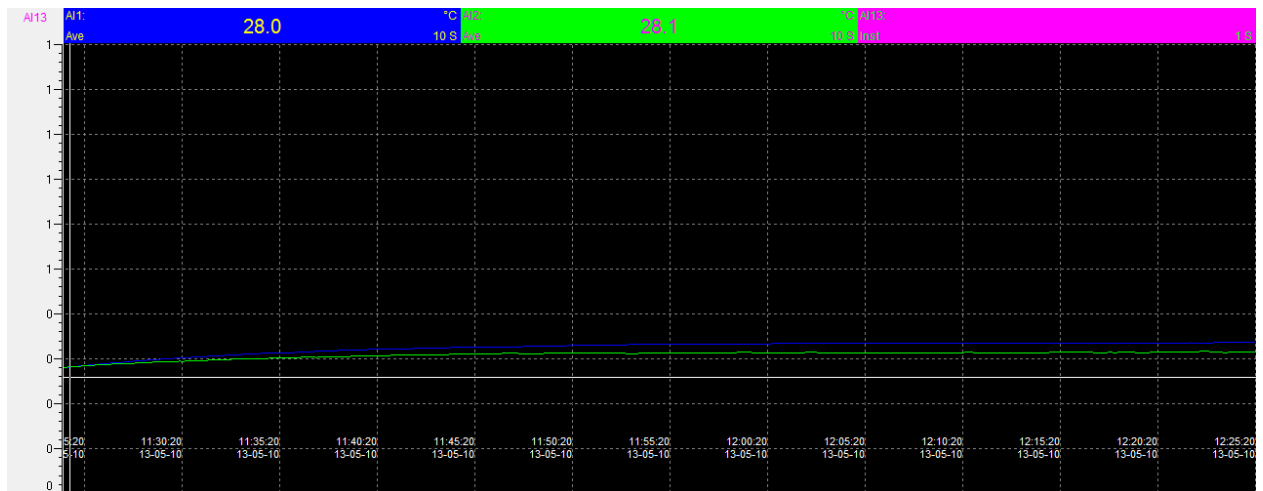
I)



Εικόνα 40 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Θερμογραφική κάμερα)

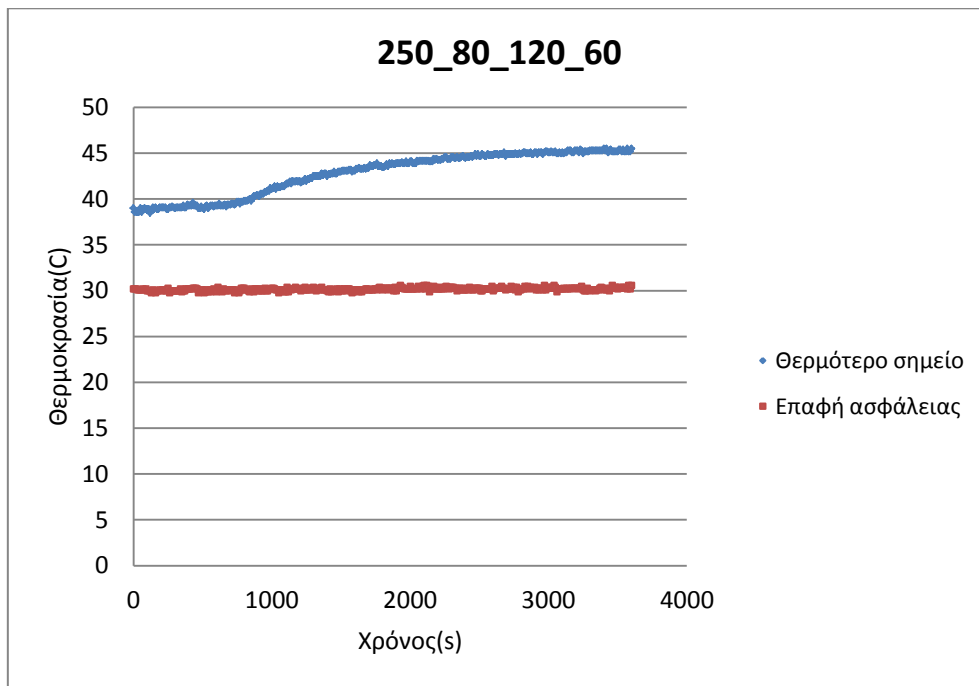
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 41 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 40A (Καταγραφικό)

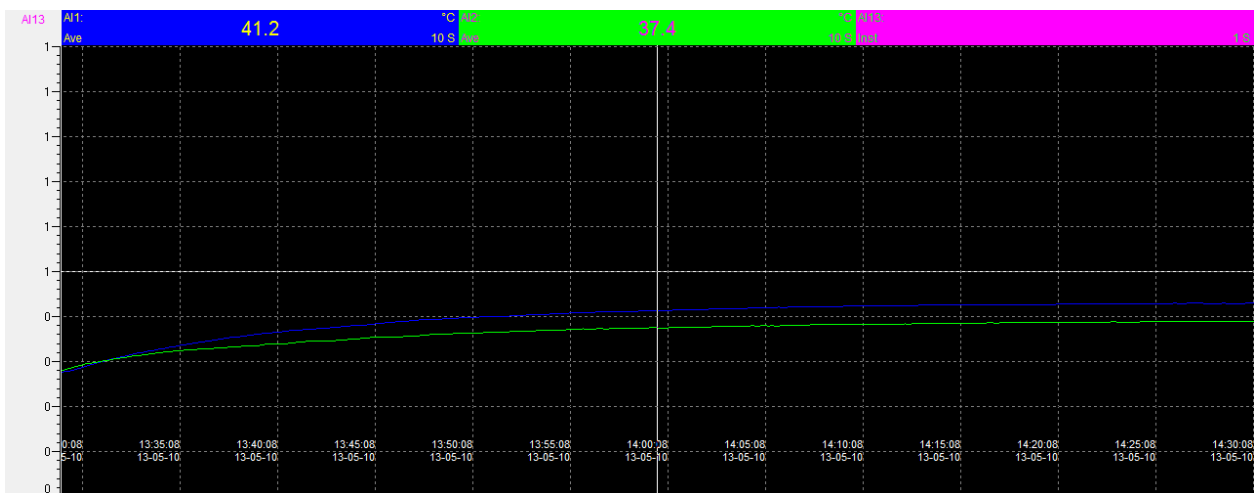
I)



Εικόνα 42 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 60A (Θερμογραφική κάμερα)

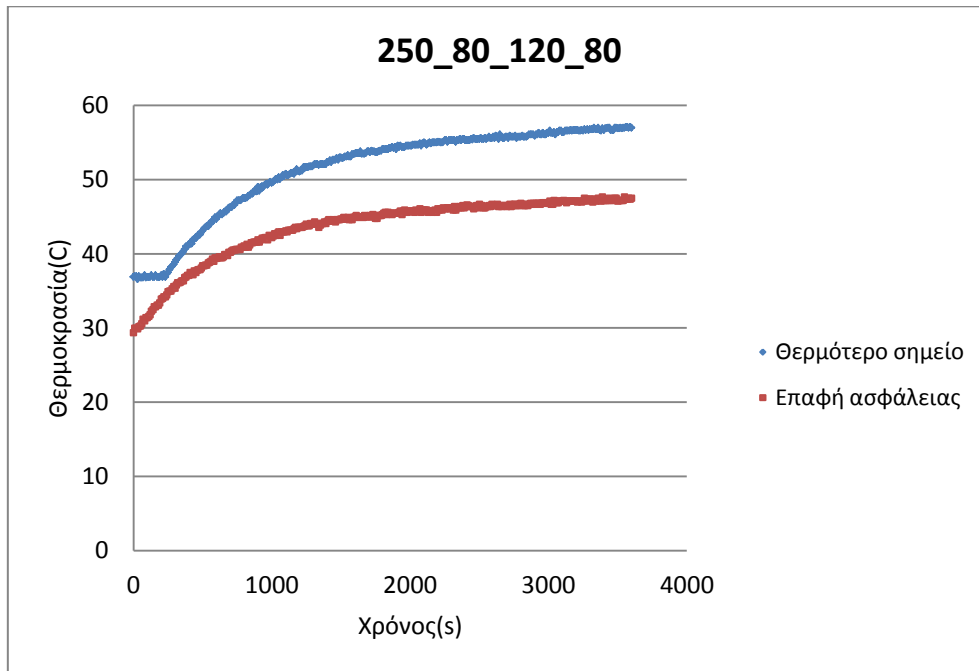
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 43 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 60A (Καταγραφικό)

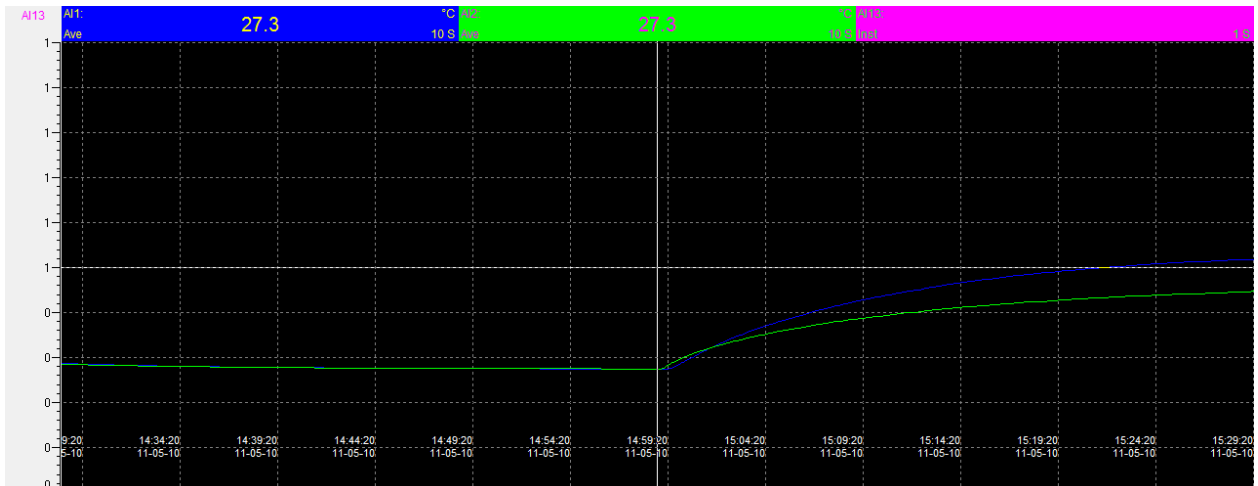
I)



Εικόνα 44 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 80A (Θερμογραφική κάμερα)

II)

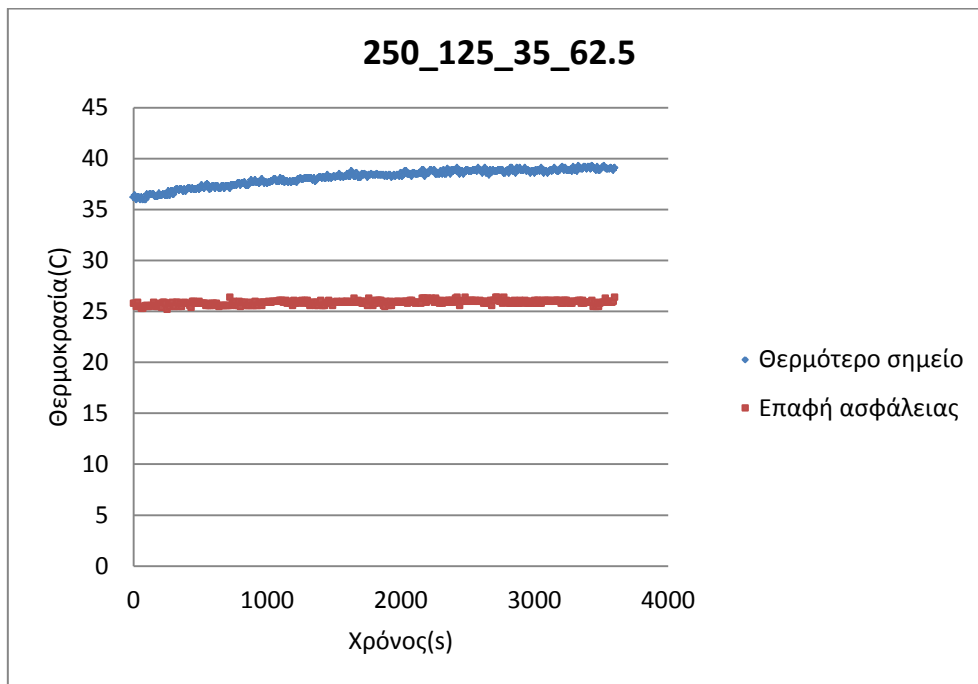
■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 45 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 80A (Καταγραφικό)

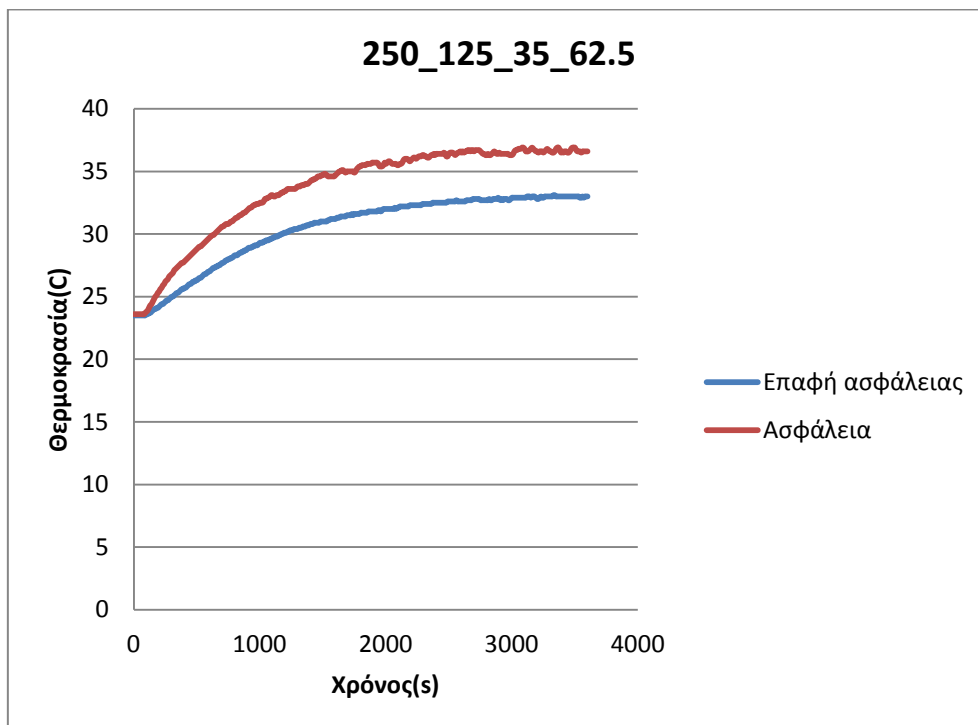
4.1.1.2 Ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 125 A

I)



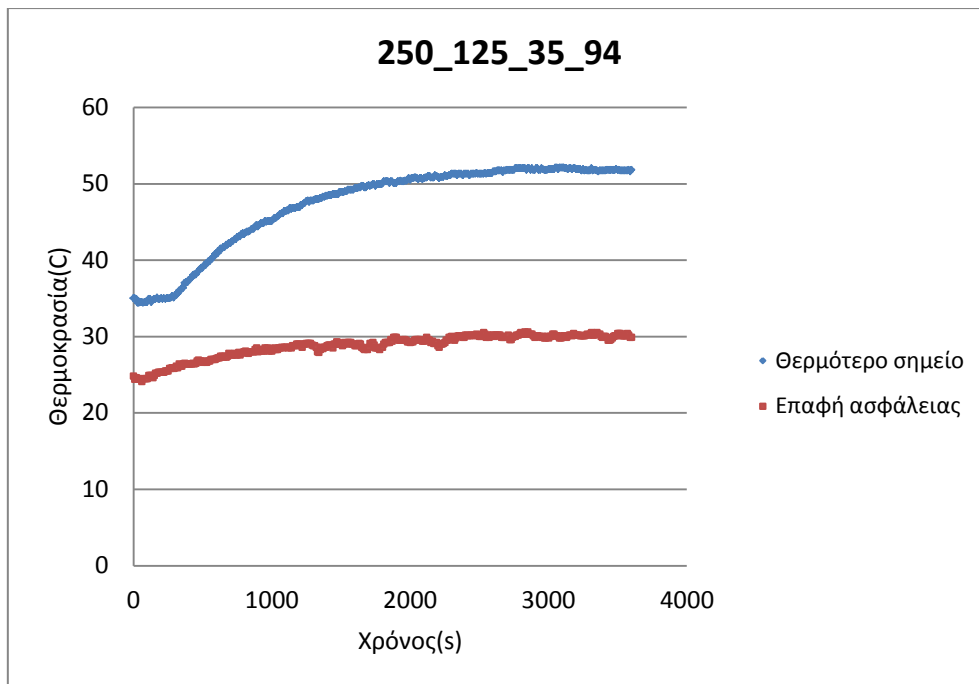
Εικόνα 46 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



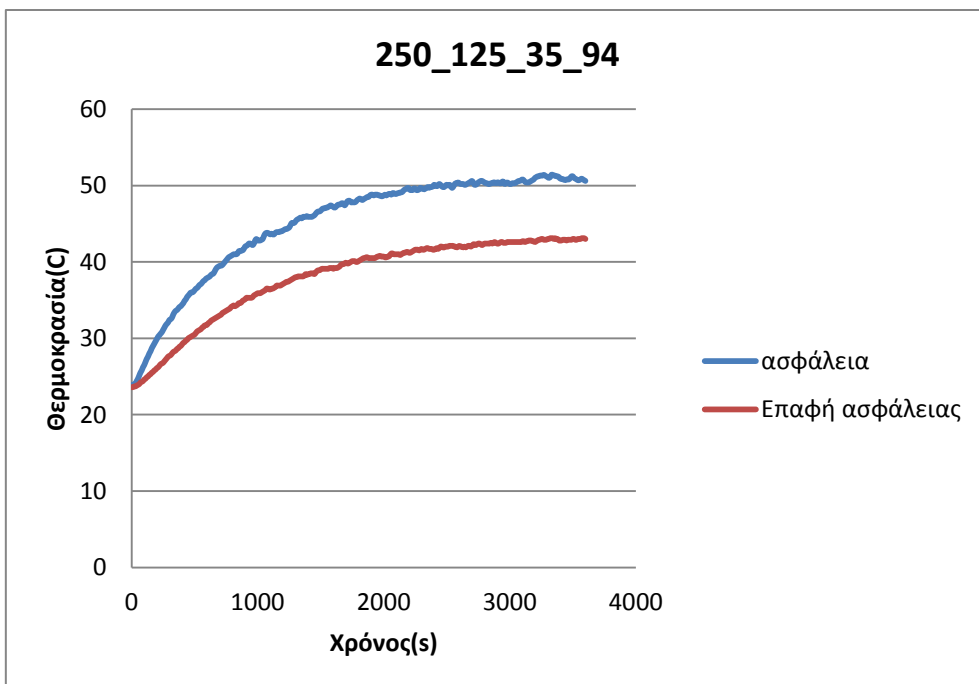
Εικόνα 47 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)

I)



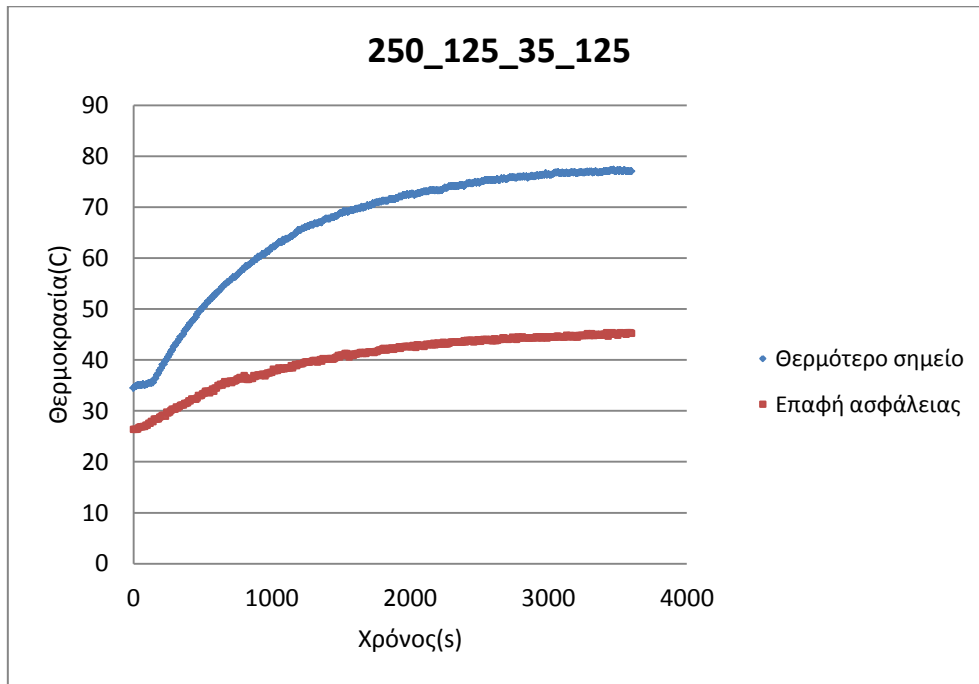
Εικόνα 48 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α (Θερμογραφική κάμερα)

II)



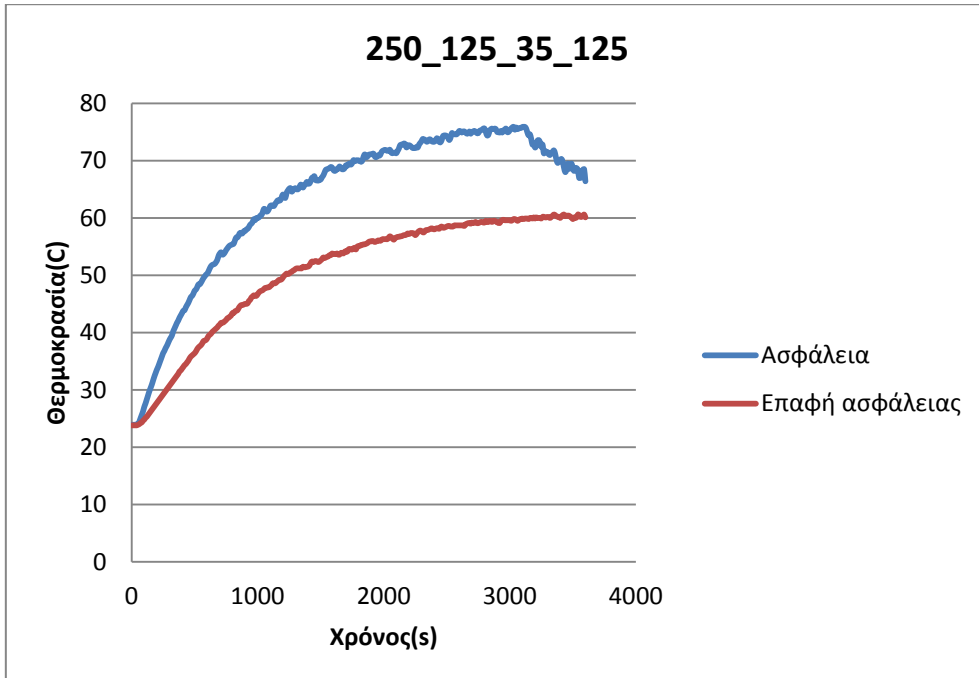
Εικόνα 49 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α (Καταγραφικό)

I)



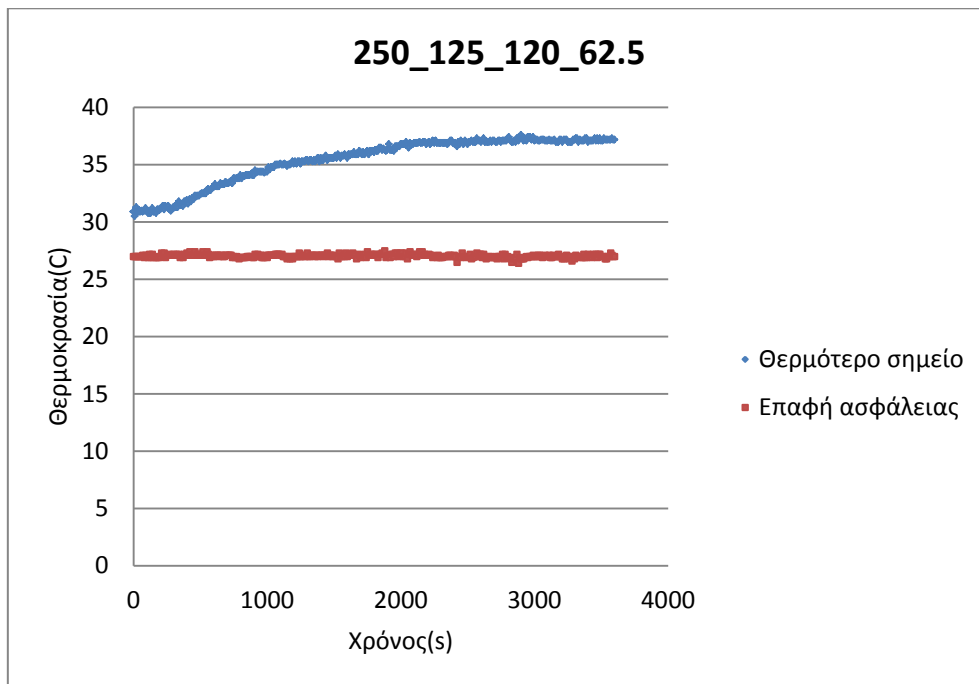
Εικόνα 50 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



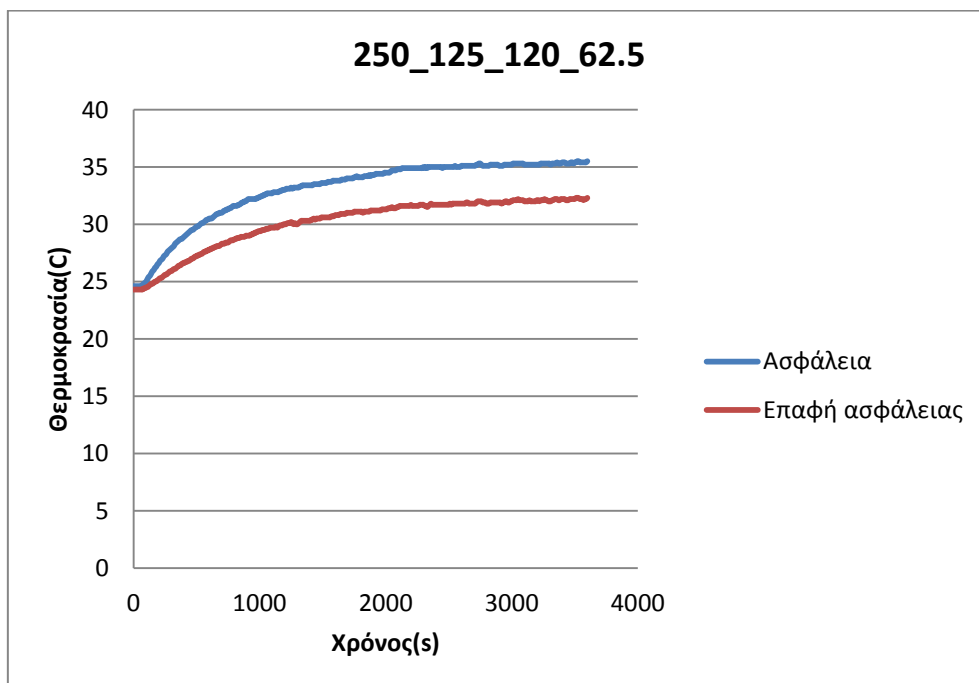
Εικόνα 51 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)

I)



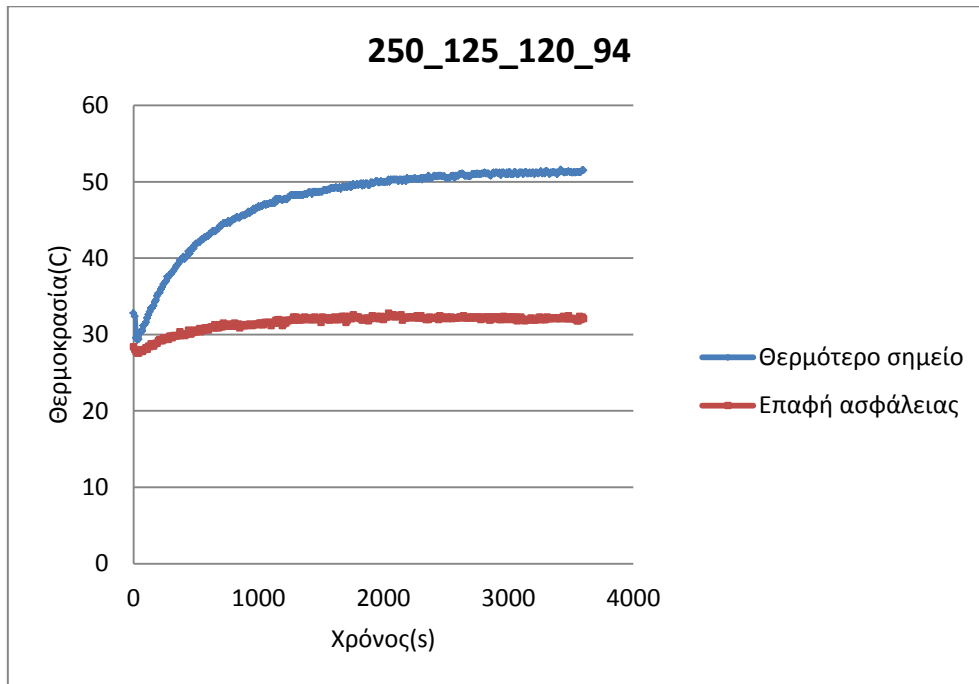
Εικόνα 52 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



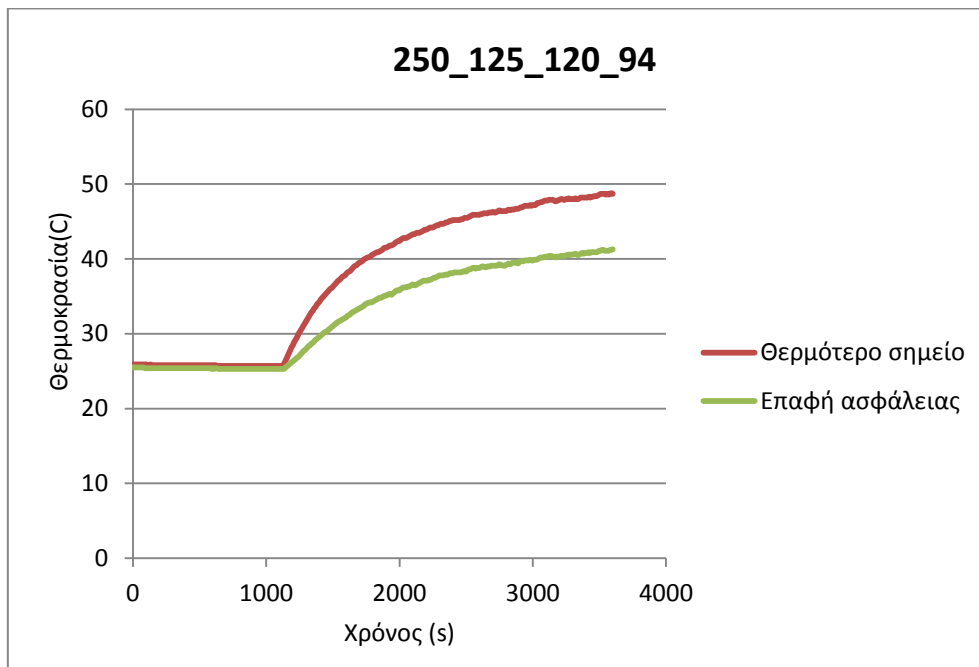
Εικόνα 53 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)

I)



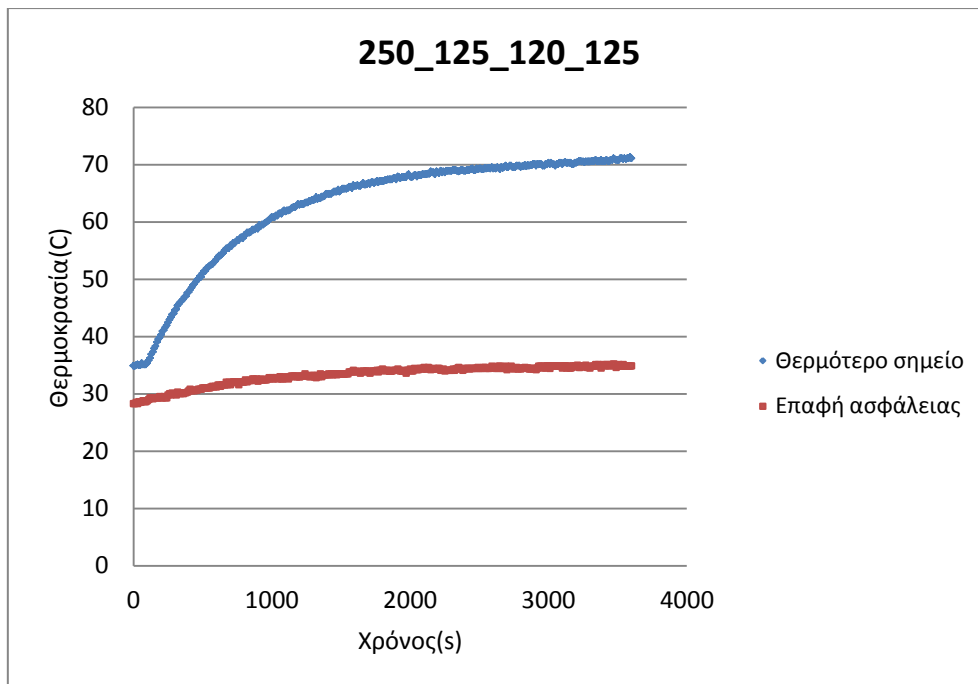
Εικόνα 54 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α (Θερμογραφική κάμερα)

II)



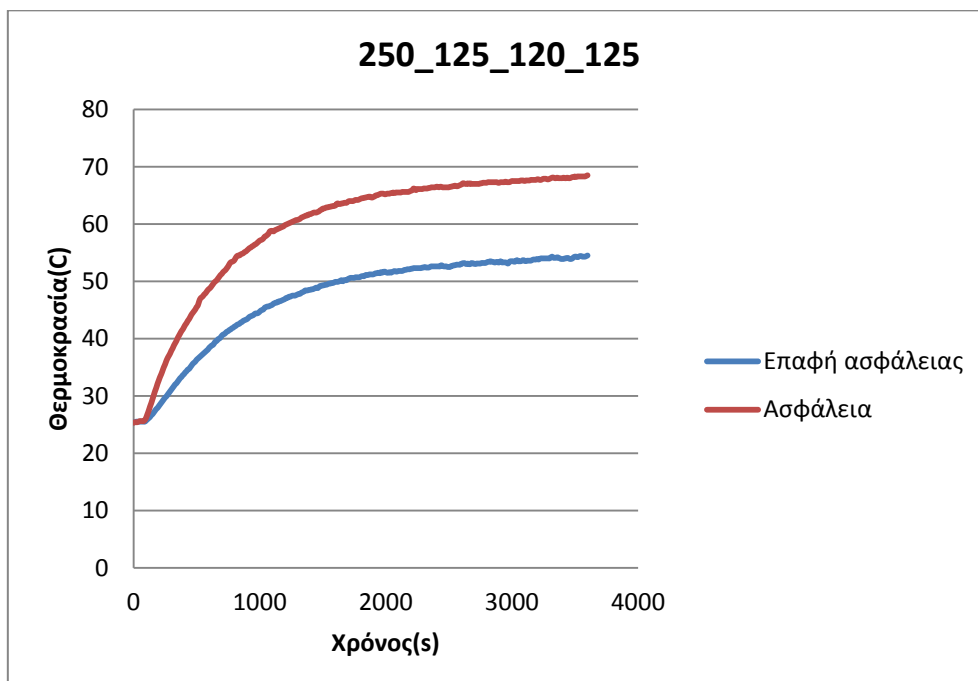
Εικόνα 55 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α (Καταγραφικό)

I)



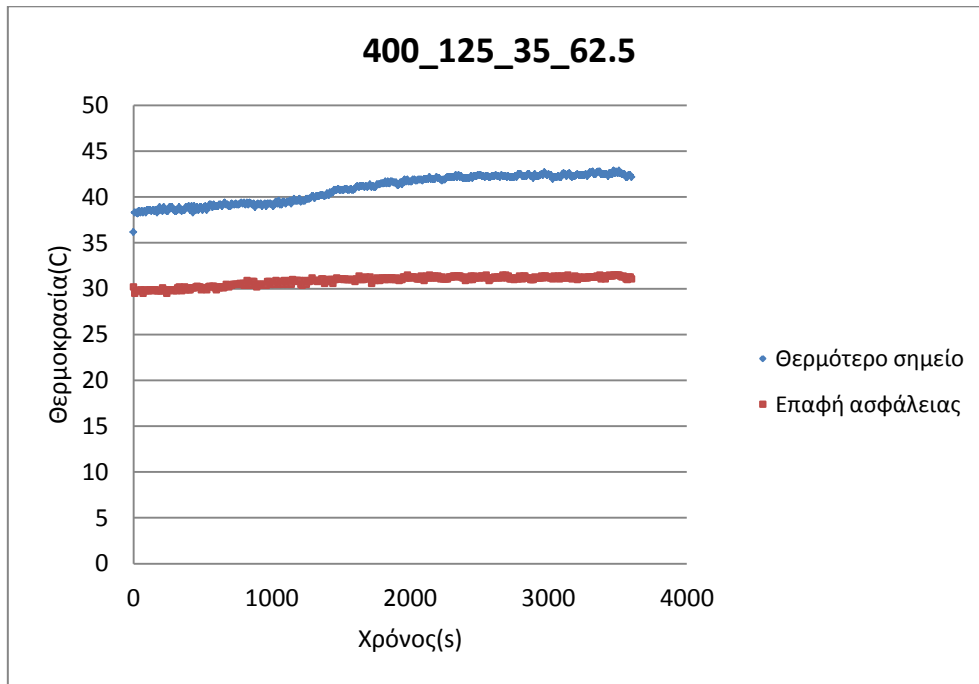
Εικόνα 56 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



Εικόνα 57 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)

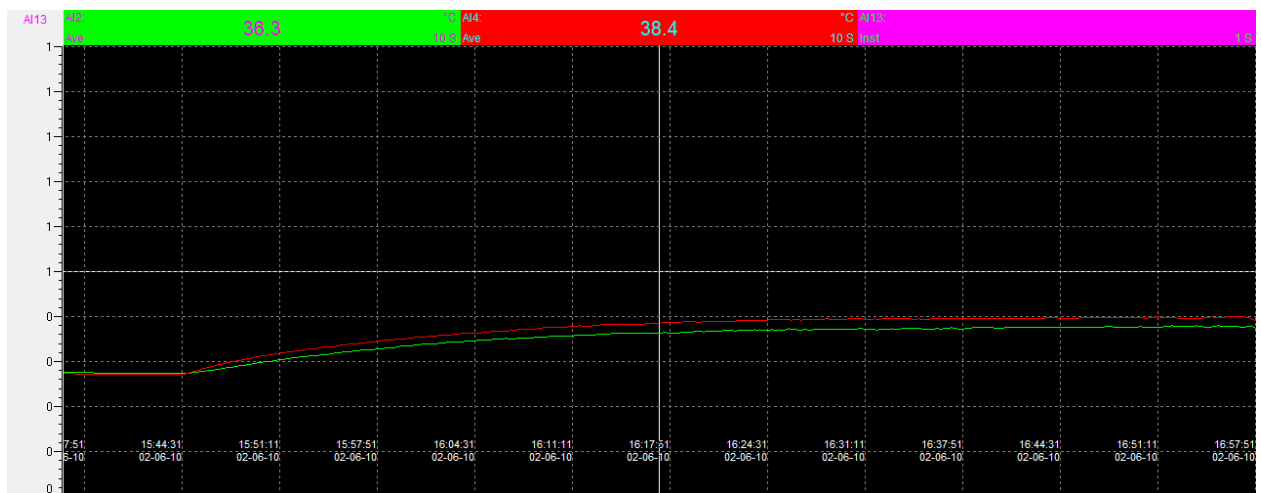
I)



Εικόνα 58 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Θερμογραφική κάμερα)

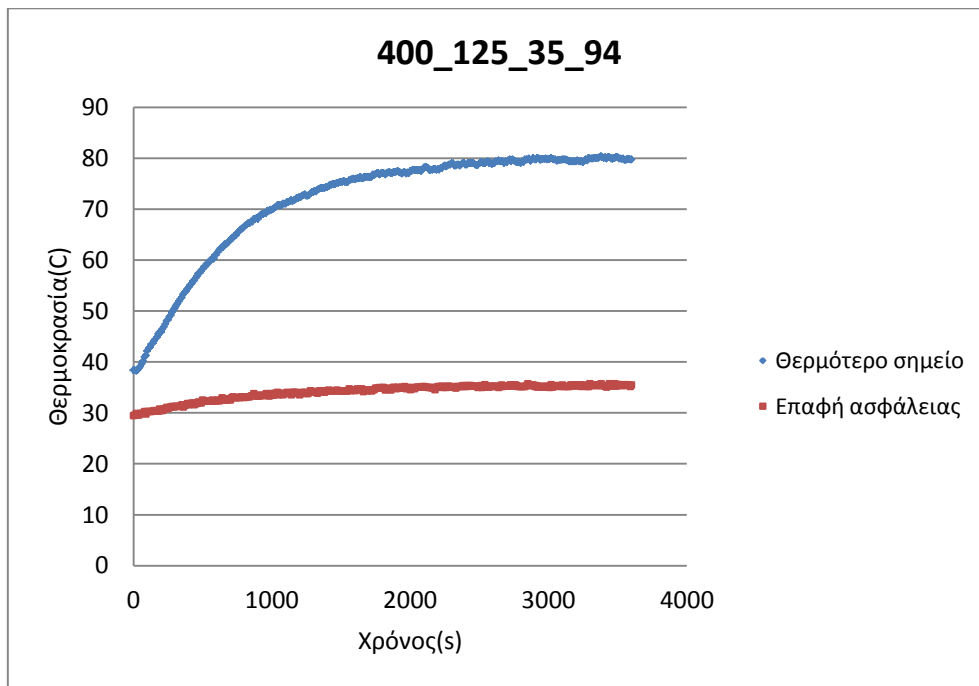
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 59 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)

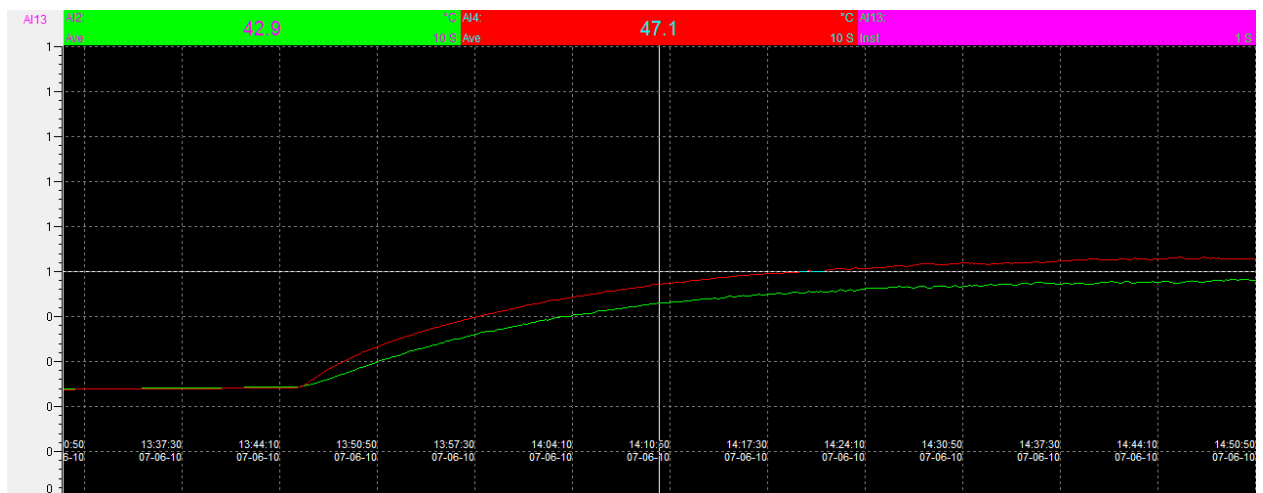
I)



Εικόνα 60 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94A (Θερμογραφική κάμερα)

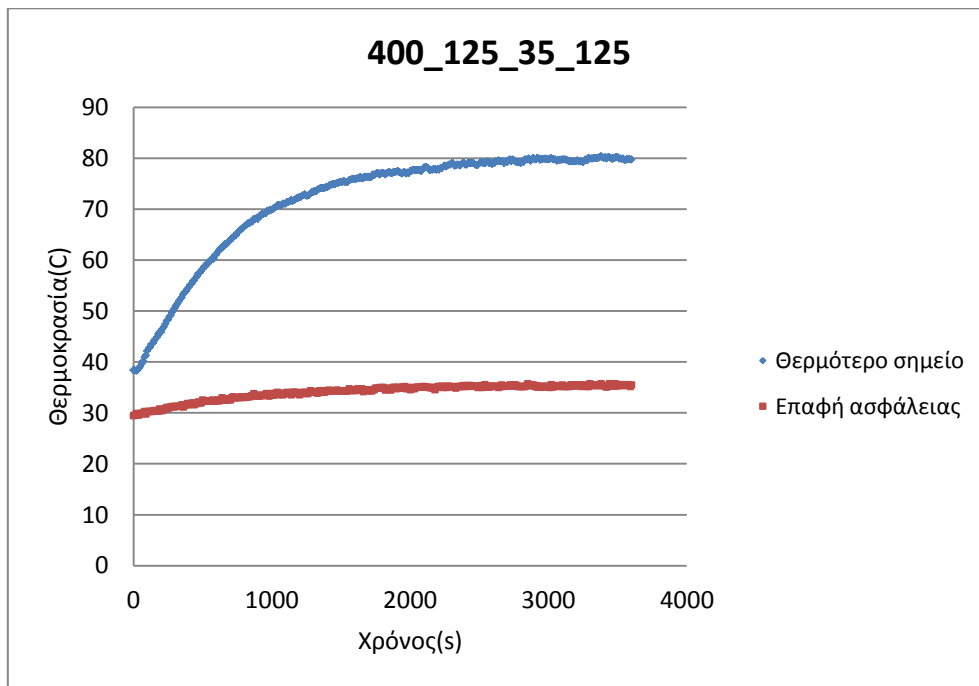
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 61 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94A (Καταγραφικό)

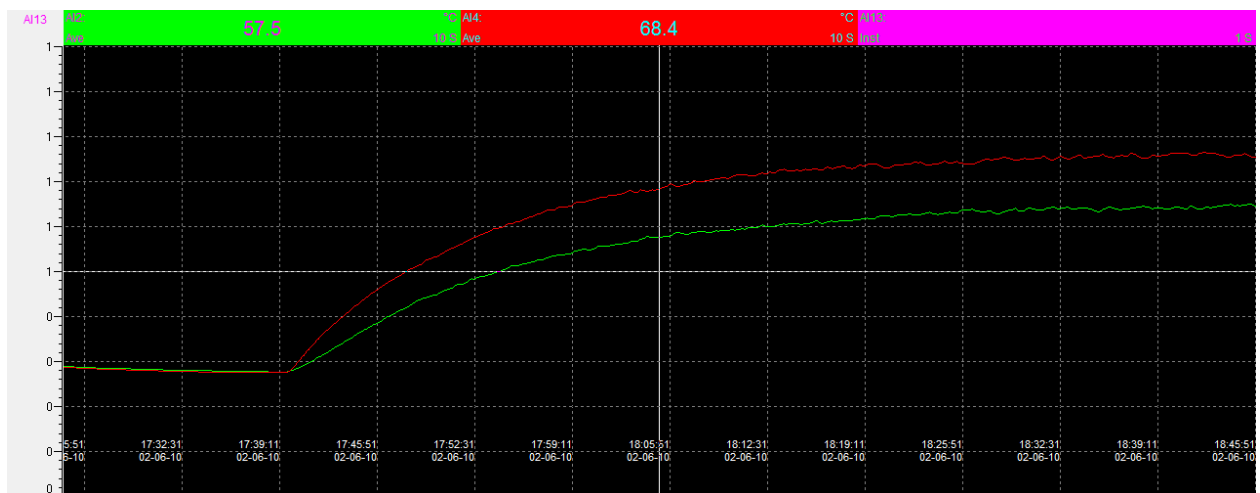
I)



Εικόνα 62 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Θερμογραφική κάμερα)

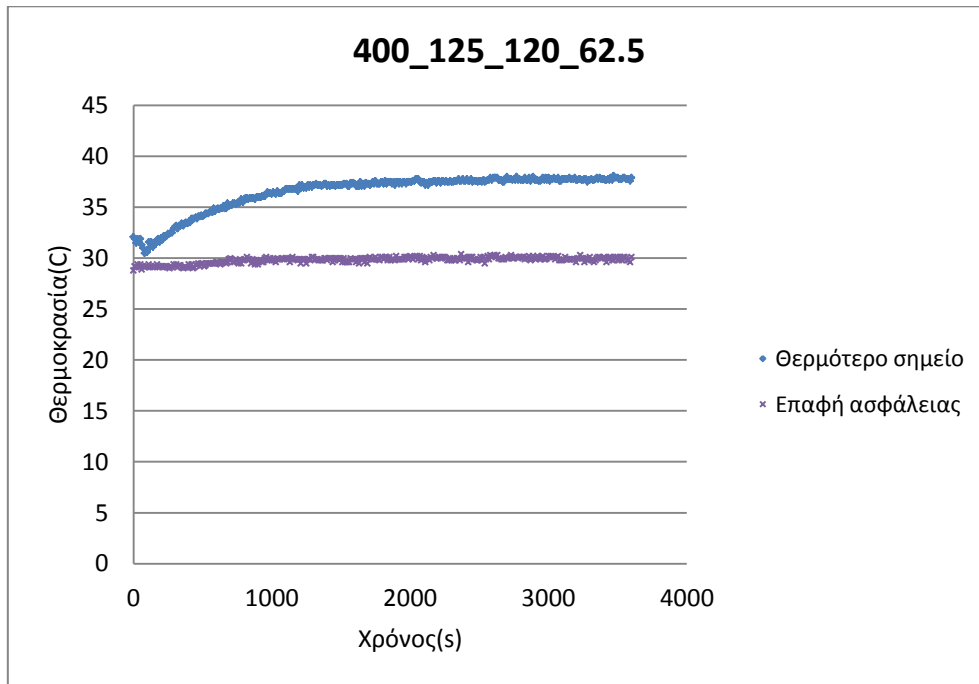
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 63 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)

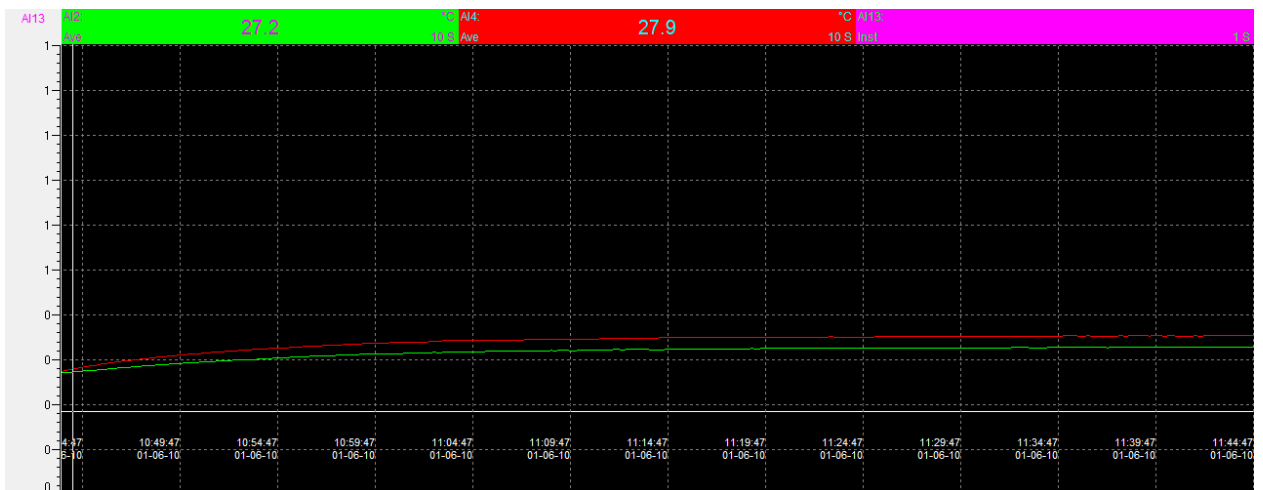
I)



Εικόνα 64 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Θερμογραφική κάμερα)

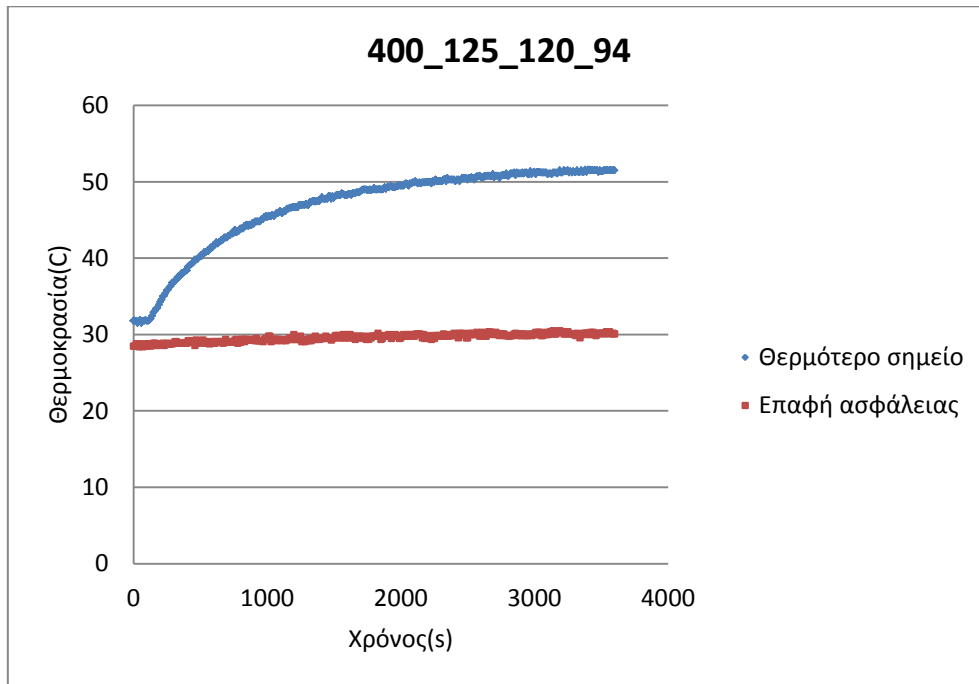
II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 65 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A (Καταγραφικό)

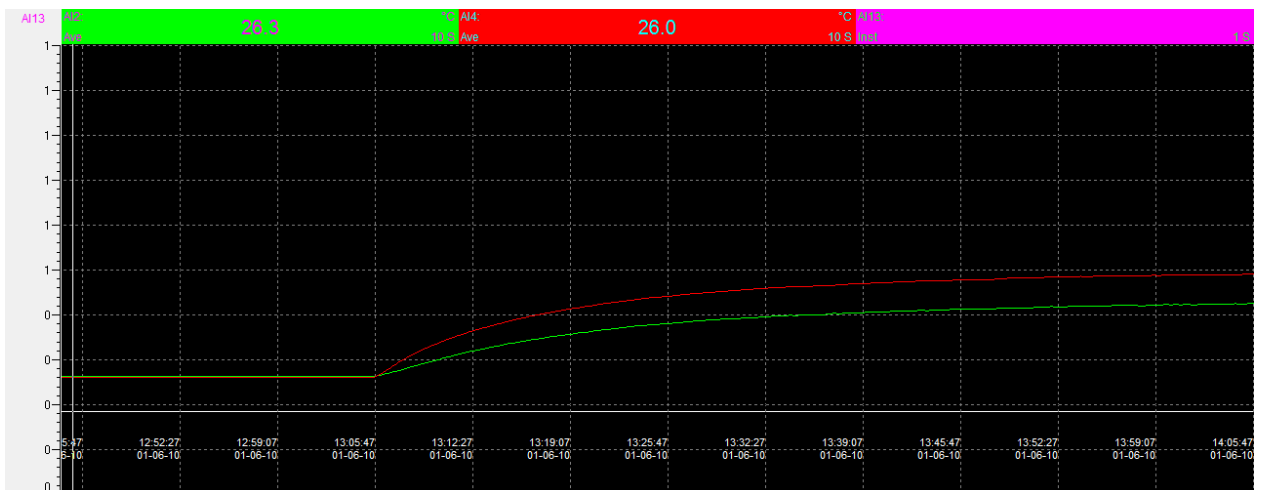
I)



Εικόνα 66 Ασφαλειοθήκη 400Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α (Θερμογραφική κάμερα)

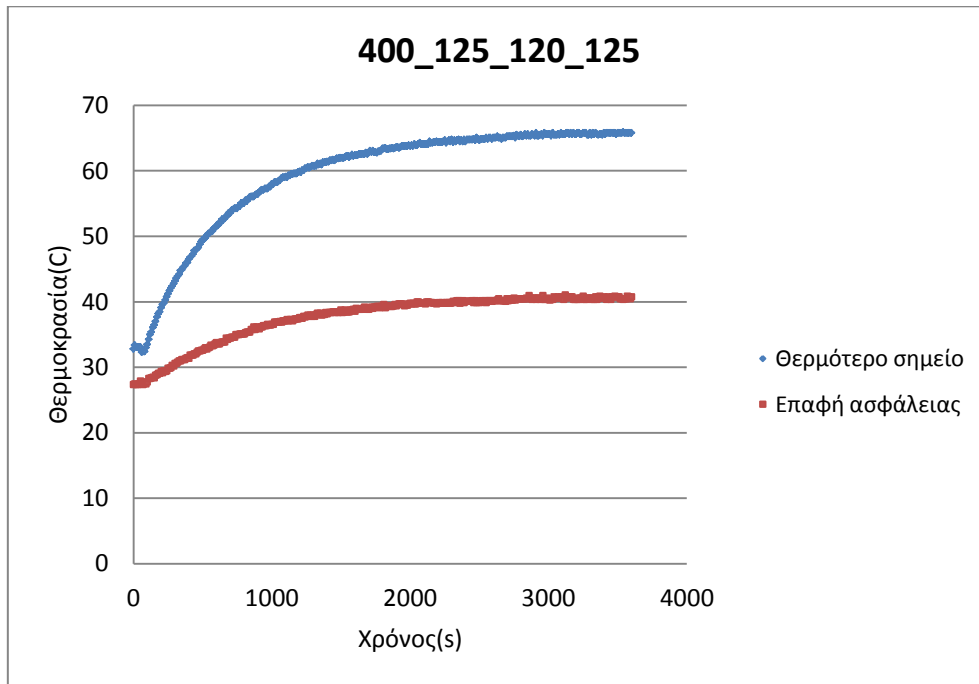
II)

ασφάλεια **επαφή ασφάλειας**



Εικόνα 67 Ασφαλειοθήκη 400Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α (Καταγραφικό)

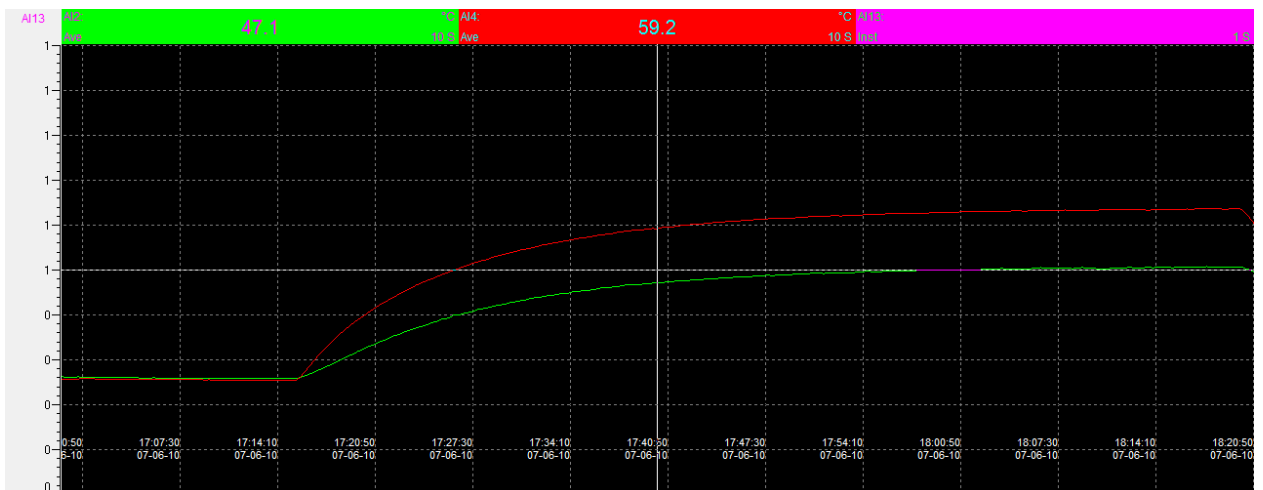
I)



Εικόνα 68 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Θερμογραφική κάμερα)

II)

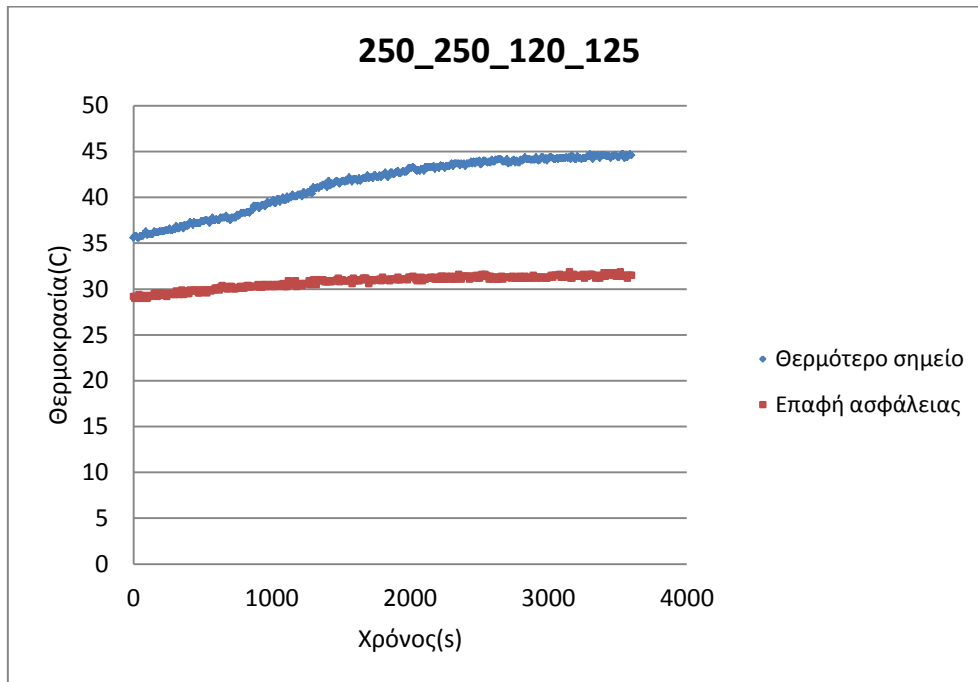
■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 69 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)

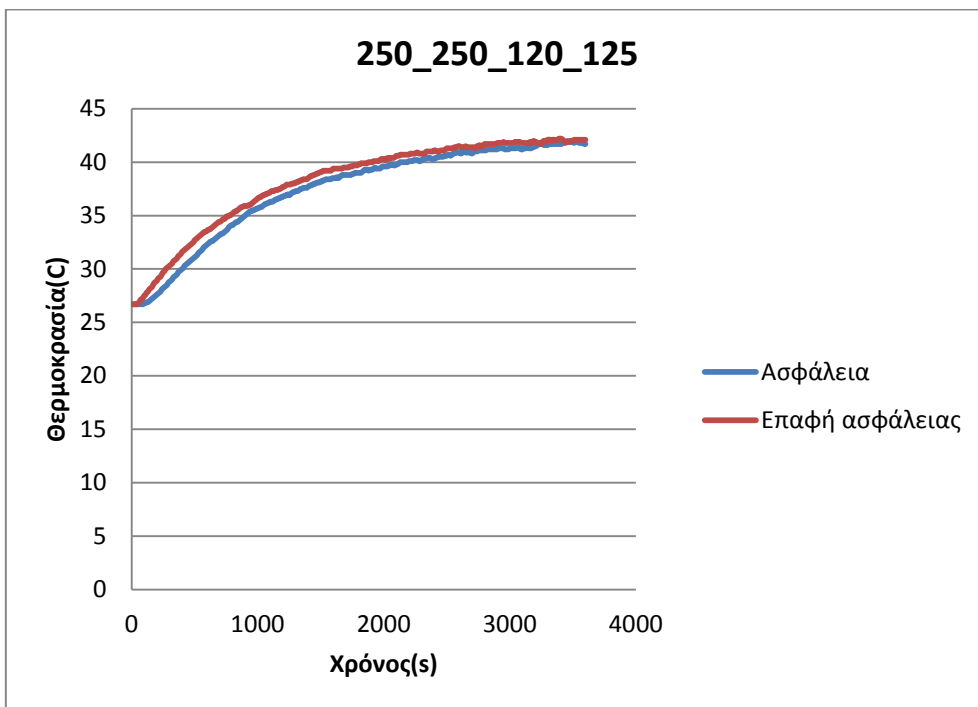
4.1.1.3 Ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 250 A

I)



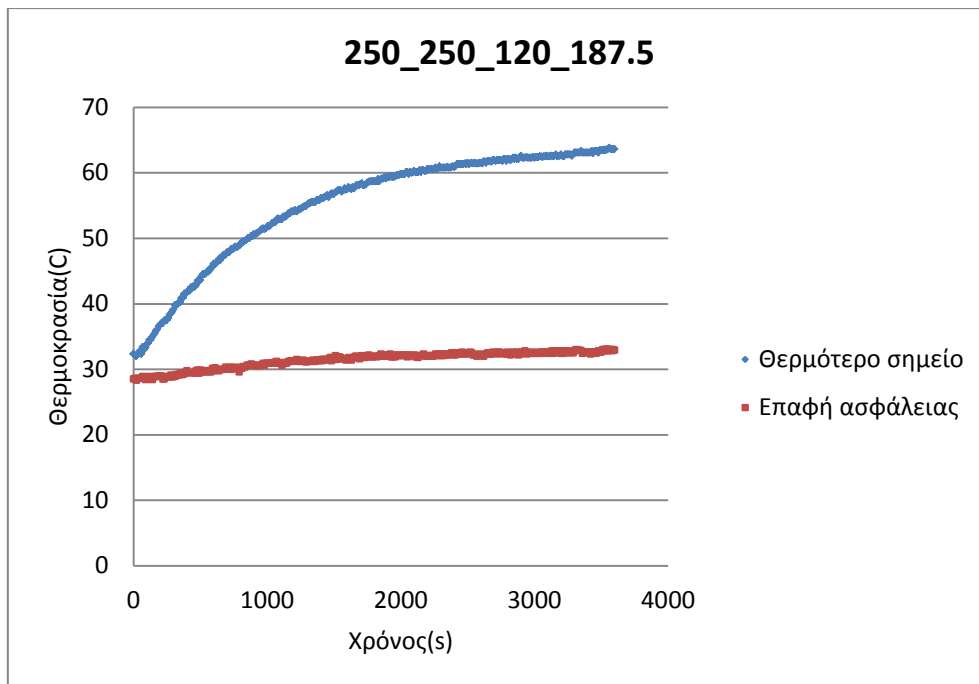
Εικόνα 70 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



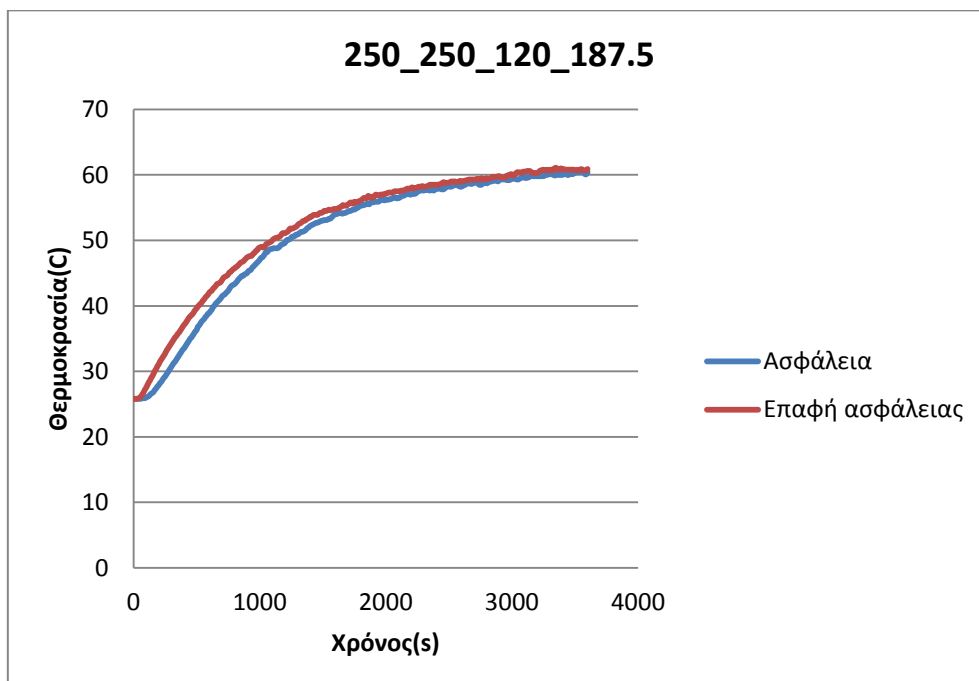
Εικόνα 71 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)

I)



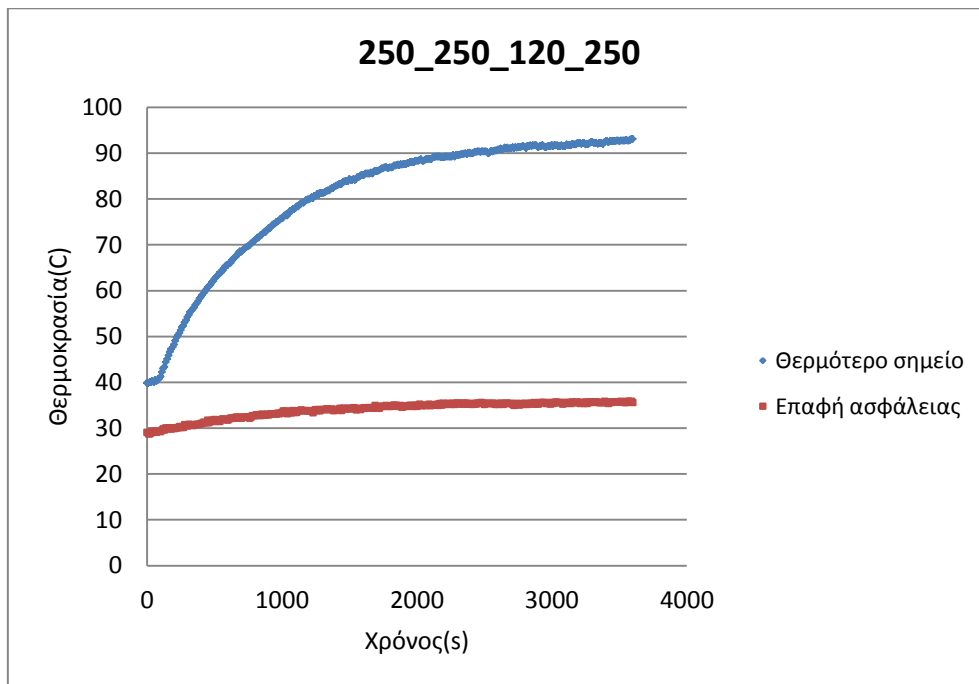
Εικόνα 72 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



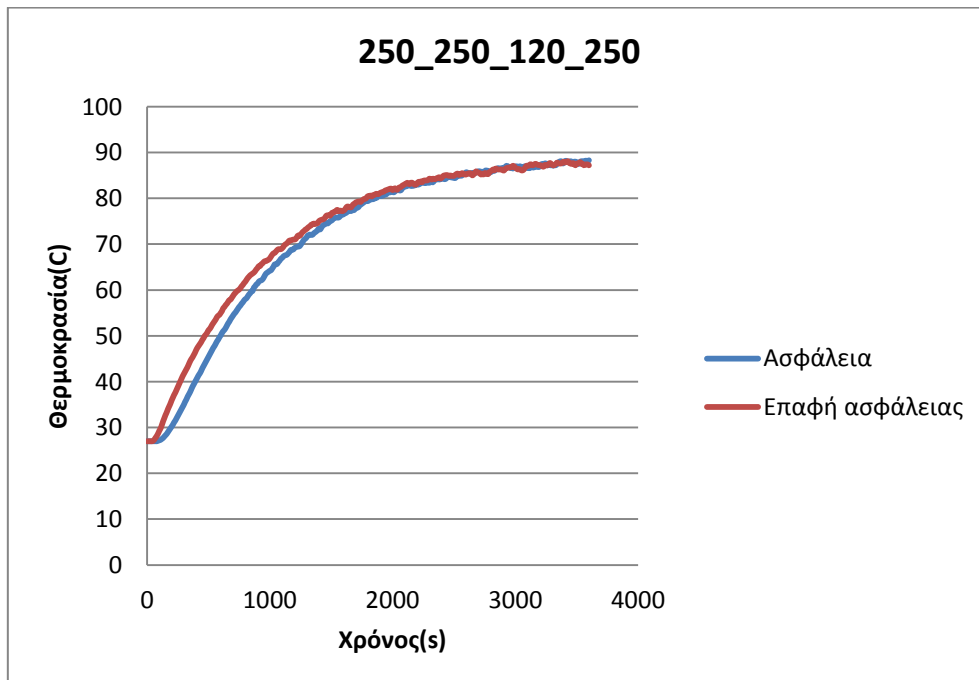
Εικόνα 73 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A (Καταγραφικό)

I)



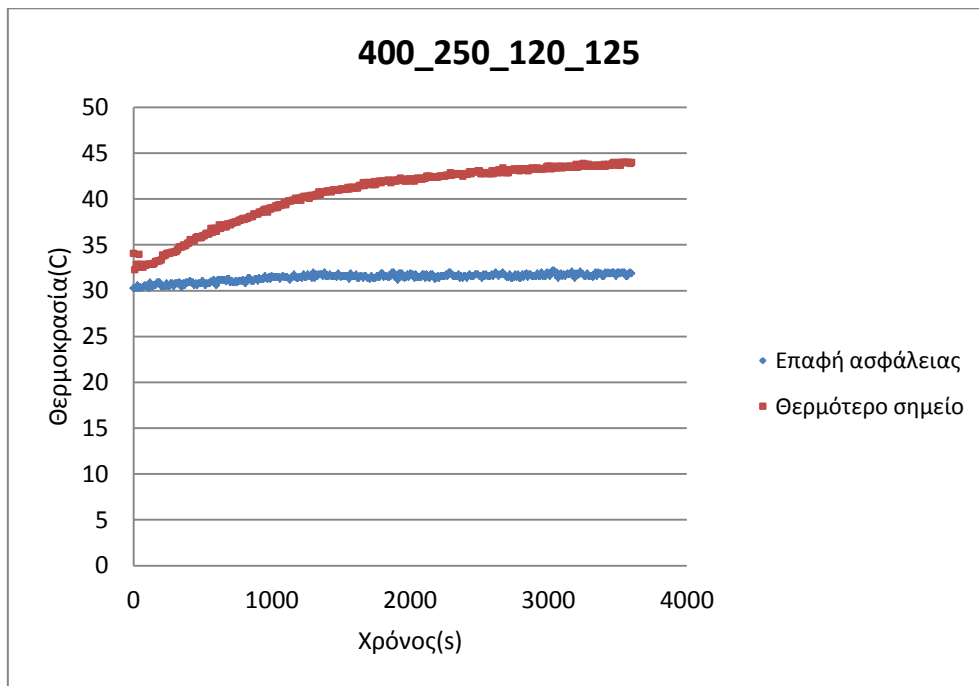
Εικόνα 74 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 250A (Θερμογραφική κάμερα)

II)



Εικόνα 75 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 250A (Καταγραφικό)

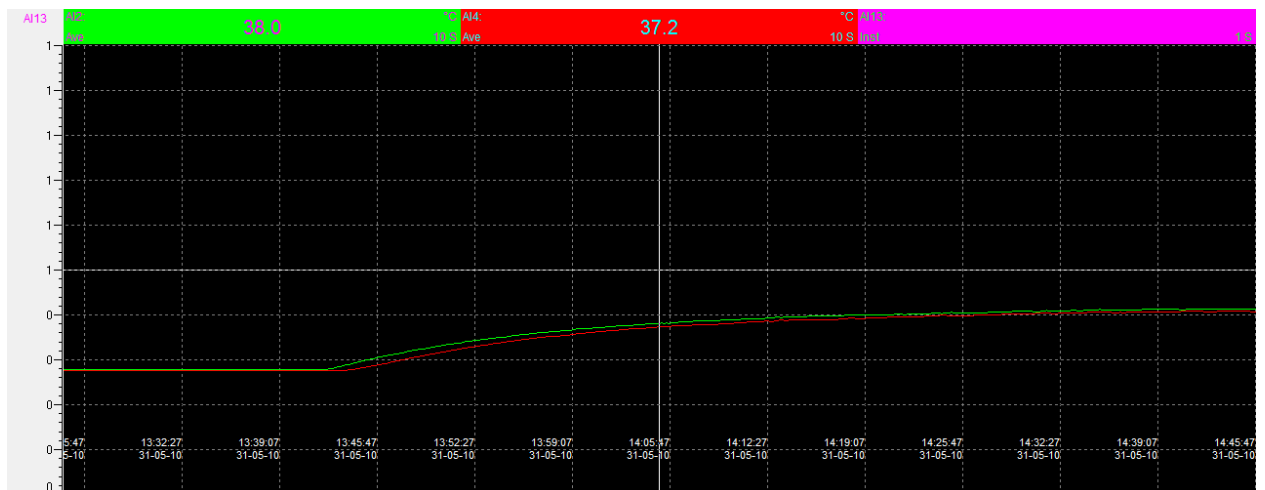
2I)



Εικόνα 76 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Θερμογραφική κάμερα)

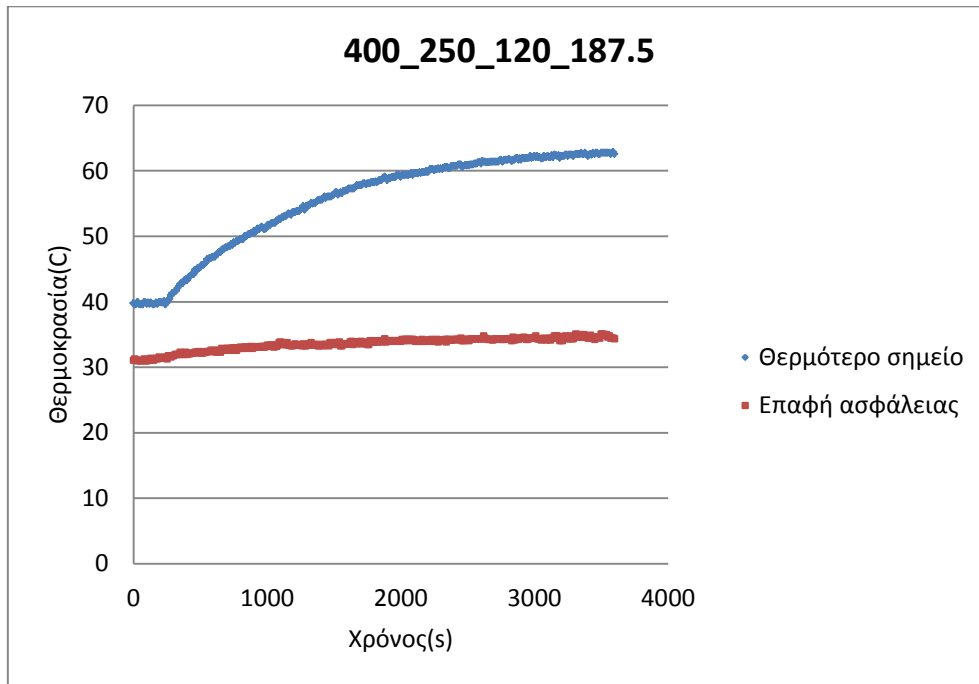
II)

ασφάλεια **επαφή ασφάλειας**



Εικόνα 77 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A (Καταγραφικό)

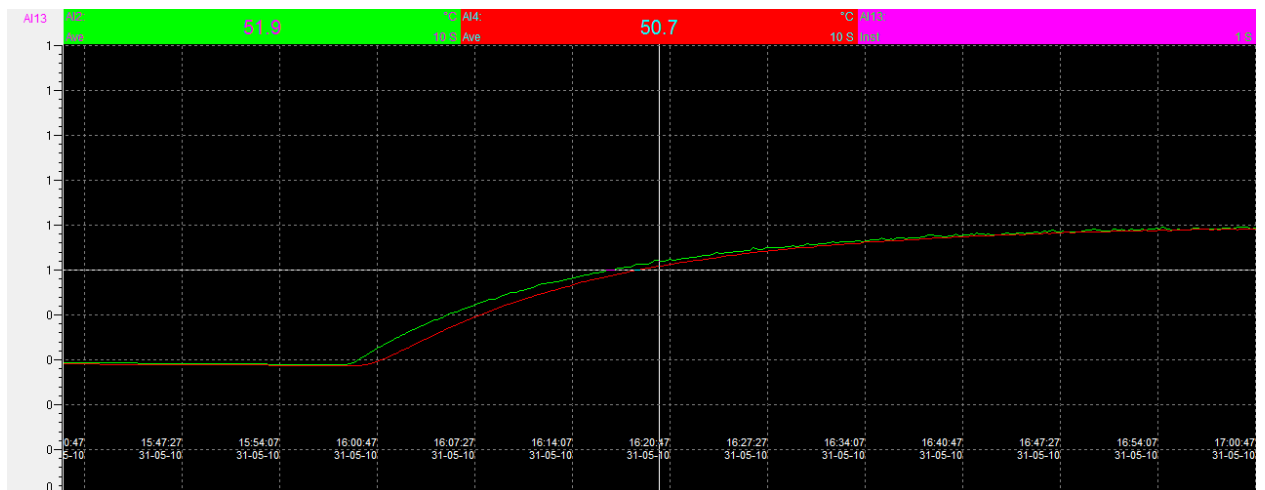
I)



Εικόνα 78 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A (Θερμογραφική κάμερα)

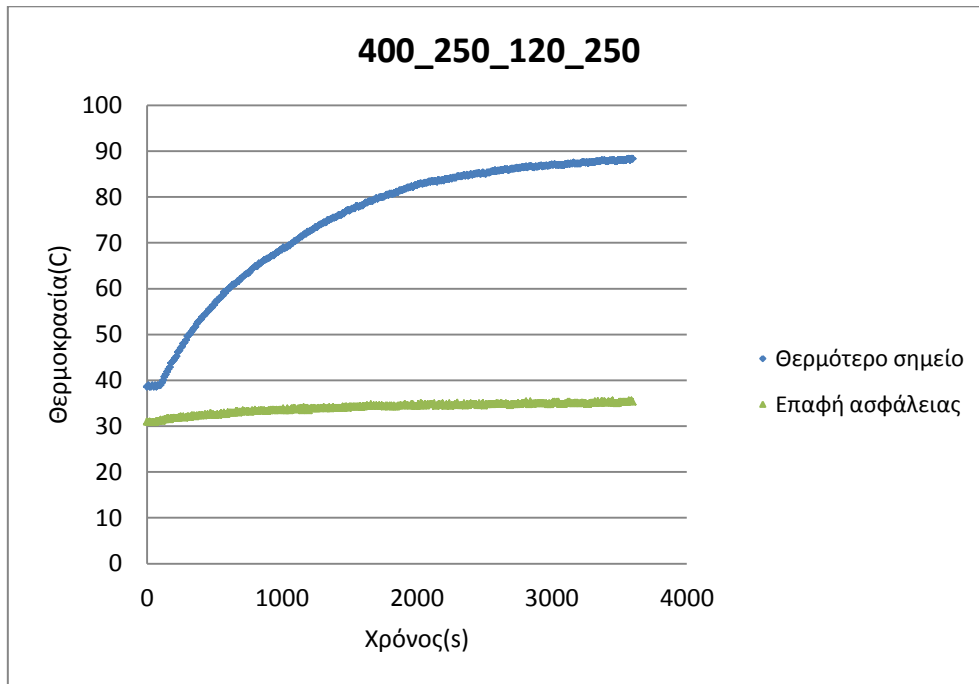
II)

ασφάλεια **επαφή ασφάλειας**



Εικόνα 79 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5A (Καταγραφικό)

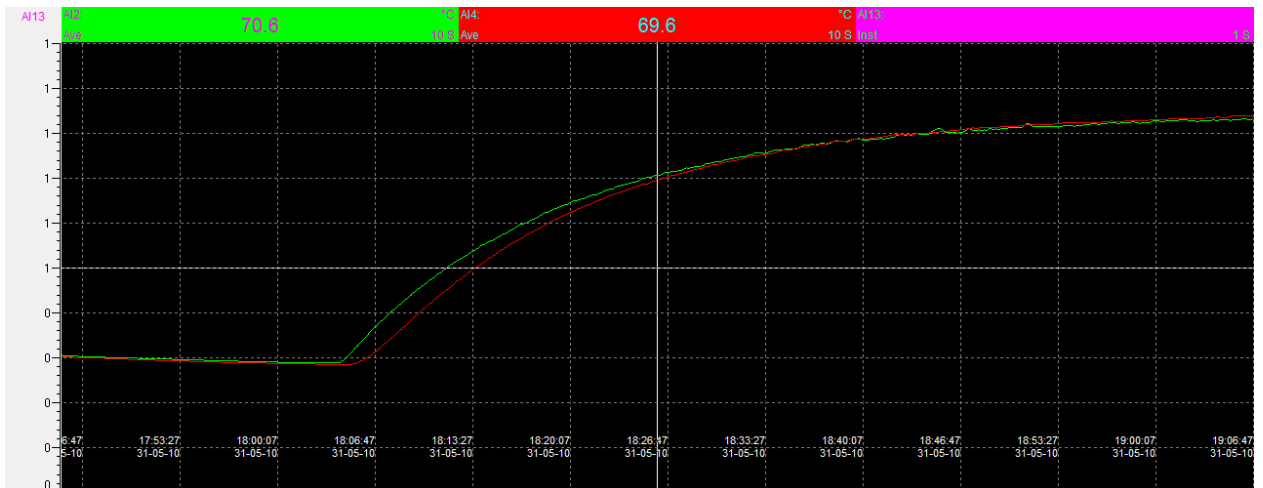
I)



Εικόνα 80 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 250A (Θερμογραφική κάμερα)

II)

■ ασφάλεια ■ επαφή ασφάλειας



Εικόνα 81 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 250A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 250A (Καταγραφικό)

4.1.2 Στιγμιότυπα από τη θερμογραφική κάμερα

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες φωτογραφίες όπως ελήφθησαν από τη θερμογραφική κάμερα. Στα στιγμιότυπα αυτά φαίνονται τα δύο προς εξέταση σημεία της διάταξης, δηλαδή το κέντρο της ασφάλειας όπου είναι το θερμότερο σημείο (hot cursor) της διάταξης, και η μεταλλική επαφή της ασφάλειας. Οι τιμές θερμοκρασίας που έχουν τα διαγράμματα της παραγράφου 4.1.1 προέκυψαν από την επεξεργασία τέτοιων εικόνων για την εκάστοτε δοκιμή.



Εικόνα 82: Στιγμιότυπο από τη δοκιμή 250_125_120_125



Εικόνα 83: Στιγμιότυπο από τη δοκιμή 400_125_120_94

4.1.3 Σχετικά με το σφάλμα των μετρήσεων της θερμογραφικής κάμερας

Τα αποτελέσματα από τις πειραματικές δοκιμές που έγιναν, μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της θερμογραφικής κάμερας σαν καταγραφικό μέσο. Για παράδειγμα, όπως παρατηρείται από τα διαγράμματα της παραγράφου 4.1.1, οι τιμές των θερμοκρασιών που προέκυψαν από την επεξεργασία των φωτογραφιών της θερμογραφικής κάμερας αποκλίνουν από εκείνες που προέκυψαν από το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα. Το παραπάνω γεγονός 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 ασφάλειας, που είναι μεταλλική, και του θερμότερου σημείου, στο κέντρο της ασφάλειας που αποτελείται από μονωτικό υλικό. Συνεπώς, η θερμογραφική κάμερα δεν ήταν δυνατό να παρέχει ακριβή μέτρηση και για τα δύο διαφορετικά υλικά. Συνεπώς ο συντελεστής εκπομπής 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 οξειδίο 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. (29)

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 1: Εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1: Εκπεμπτικότητα χαρακτηριστικών υλικών, η κατάσταση της επιφάνειας και η οξείδωση του μετάλλου μπορούν να αλλάξουν την εκπεμπτικότητα σημαντικά. Έτσι, η θερμογραφική κάμερα για έναν επιπλέον λόγο ήταν αδύνατο να παρέχει ακριβή μέτρηση, καθώς στα πειράματα που διενεργήθηκαν το ένα προς εξέταση σημείο (η επαφή της ασφάλειας) ήταν μεταλλικό.

- Πριν από την έναρξη κάθε πειράματος με τη βοήθεια επιλογών του μενού της θερμογραφικής κάμερας σημειώνονταν τα σημεία προς παρατήρηση (επαφή ασφάλειας, θερμότερο σημείο στο κέντρο της ασφάλειας). 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 στην πρώτη στήλη η ονομαστική τιμή της υπό εξέταση ασφάλειας, στη δεύτερη στήλη η διατομή των καλωδίων που χρησιμοποιήθηκαν, στην τρίτη στήλη η εφαρμοζόμενη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και κατόπιν για κάθε ασφαλειοθήκη και για τα δύο προς εξέταση σημεία οι συντελεστές μ , σύμφωνα με τον ορισμό του μ που δόθηκε παραπάνω. Οι συντελεστές που παρατίθενται στον πίνακα 2 είναι οι μέσοι όροι των συντελεστών των μετρήσεων που ελήφθησαν ανά 10 δευτερόλεπτα για κάθε πείραμα.

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)	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)	Ρεύμα τροφοδ οσίας (A)	Συντελεστής θερμογραφικής κάμερας			
			Θερμότερο σημείο	Επαφή ασφάλει ας	Θερμότερο σημείο	Επαφή ασφάλειας
			Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)			
			250A		400A	
80A	35	40	0.92	1.07		
		60	0.92	1.27		
		80	0.94	1.49		
	120	40	0.94	0.98		

		60	0.87	1.03		
		80	0.92	1.20		
125A	35	62.5	0.88	1.17	0.89	1.12
		94	0.95	1.31	0.93	1.14
		125	0.95	1.2	0.90	1.60
	120	62.5	0.93	1.1	0.92	1.05
		94	0.94	1.20	0.94	1.29
		125	0.93	1.41	0.95	1.20
250A	120	125	0.90	1.24	0.91	1.20
		187.5	0.91	1.65	0.91	1.53
		250	0.87	2.12	0.90	1.90

Πίνακας 2: Συντελεστές προσαρμογής τιμών θερμοκάμερας

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι οι τιμές που λαμβάνονται από τη θερμογραφική κάμερα εμφανίζουν κάποια απόκλιση από τις πραγματικές. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, η θερμογραφική κάμερα εξακολουθεί να παρέχει μια ποιοτική εικόνα της αύξησης της θερμοκρασίας, ακόμη και αν δεν αποδίδει την ακριβή μέτρηση.

4.1.4 Συγκριτικοί πίνακες αύξησης θερμοκρασίας

Στόχος της τροποποίησης της πειραματικής διάταξης και της επανάληψης διαφόρων δοκιμών ήταν η μελέτη της θέρμανσης των ασφαλειών. Στους παρακάτω συγκριτικούς πίνακες φαίνεται η άνοδος της θερμοκρασίας η οποία υπολογίστηκε ως:

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

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.

Στην πρώτη στήλη αναφέρουμε την ονομαστική τιμή της υπό εξέταση ασφάλειας, στη δεύτερη στήλη τη διατομή των καλωδίων που χρησιμοποιήθηκαν, στην τρίτη στήλη την εφαρμοζόμενη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και κατόπιν για κάθε ασφαλειοθήκη την αρχική και τελική θερμοκρασία καθώς και τη διαφορά μεταξύ των δύο (Αύξηση θερμοκρασίας). Στον πίνακα 3 παρατίθενται τα αποτελέσματα για το θερμότερο σημείο (το κέντρο της ασφάλειας) και στον πίνακα 4 τα αποτελέσματα για την επαφή της ασφάλειας.

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)	Ρεύμα τροφοδο σίας(A)	T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρα σίας	T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρα σίας
			Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)					
			250A			400A		
80A	35	40	25.6	33.3	7.7			
		60	26.8	43.0	16.2			
		80	26.2	57.0	30.8			
	120	40	26.9	33.4	6.5			
		60	27.6	42.8	15.2			
		80	27.3	54.6	27.3			
125A	35	62.5	23.6	36.6	13	27.0	39.6	12.6
		94	23.9	50.6	26.7	24.1	52.9	28.8
		125	23.9	66.4	42.5	27.4	75.6	48.2
	120	62.5	24.6	35.5	10.9	26.5	35.2	8.7

		94	25.7	49.8	24.1	26.0	49.0	23.0
		125	25.3	68.5	43.2	25.4	63.4	38.0
250A	120	125	26.7	41.7	15.0	27.4	40.8	13.4
		187.5	25.8	60.4	34.6	28.6	59.0	30.4
		250	27.0	88.3	61.3	28.4	83.2	54.8

Πίνακας 3: Άνοδος θερμοκρασίας στο θερμότερο σημείο (κέντρο ασφάλειας)

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)	Ρεύμα τροφοδοσ ίας(A)	T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκρ ασίας	T _{αρχ.}	T _{τελ.}	Αύξηση θερμοκ ρασίας
			Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)					
			250A			400 A		
80A	35	40	25.6	32.2	6.6			
		60	26.6	40.3	13.7			
		80	26.1	51.4	25.3			
	120	40	26.8	31.4	4.6			
		60	27.6	38.8	11.2			
		80	27.3	46.8	19.5			
125A	35	62.5	23.5	33.0	9.5	27.2	37.5	10.3
		94	23.6	43.0	19.4	24.3	47.5	23.2
		125	23.8	60.1	36.3	27.6	64.0	36.4
	120	62.5	24.3	32.3	8.0	26.7	32.7	6.0

		94	25.3	42.1	16.8	26.2	42.3	16.1
		125	25.4	54.5	29.1	25.7	50.5	24.8
250A	120	125	26.7	42.1	15.4	27.8	41.2	13.4
		187.5	25.8	60.9	35.1	28.9	59.2	30.3
		250	27.0	87.2	60.2	28.7	82.8	54.1

Πίνακας 4: Άνοδος θερμοκρασίας στην επαφή της ασφάλειας

4.1.5 Σχόλια

Παρατηρείται πως κατά τη χρήση και των δύο ασφαλειοθηκών, όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα τροφοδοσίας, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αύξηση της θερμοκρασίας, τόσο στο θερμότερο σημείο (κέντρο ασφάλειας), όσο και στην επαφή της ασφάλειας. Κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο καθώς όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα που διαπερνά τη διάταξη, τόσο μεγαλύτερες είναι οι θερμικές απώλειες οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας. Η μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας παρατηρείται κατά την τροφοδοσία της διάταξης με το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας, αφού εκεί παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη καταπόνηση αυτής.

Ωστόσο, στις περισσότερες δοκιμές με χρήση της ασφαλειοθήκης ονομαστικού ρεύματος 400A διαπιστώνεται μικρότερη αύξηση θερμοκρασίας σε σχέση με τις αντίστοιχες δοκιμές με χρήση της ασφαλειοθήκης ονομαστικού ρεύματος 250A. Η ασφαλειοθήκη ονομαστικού ρεύματος 400A διαθέτει μεγαλύτερη αντοχή, που καθιστά τη διέλευση του ρεύματος από τη διάταξη ευκολότερη και έχει σα συνέπεια μικρότερη αύξηση της θερμοκρασίας.

Επιπλέον, γνωρίζουμε πως όσο μεγαλύτερη διατομή καλωδίου χρησιμοποιείται σε ένα κύκλωμα, τόσο μεγαλύτερη ισχύς μπορεί να μεταφερθεί. Με τα πειράματα που διενεργήθηκαν η θεωρία επιβεβαιώνεται, καθώς η χρήση μεγαλύτερης διατομής καλωδίου εξασφάλισε ευκολότερη διέλευση του ρεύματος, με αποτέλεσμα η αύξηση της θερμοκρασίας να είναι σημαντικά μικρότερη, όπου πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με χρήση καλωδίου διατομής 120mm² έναντι του καλωδίου διατομής 35mm².

Σημείωση: Η αρχική θερμοκρασία κάθε πειράματος διαφέρει, εξαιτίας της μικρής απόκλισης στην θερμοκρασία περιβάλλοντος, όπως αυτή διαμορφώθηκε από την ημέρα και την ώρα διεξαγωγής του.

4.2 Μελέτη αύξησης θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τη στιγμιαία καταναλισκόμενη ισχύ

4.2.1 Γραφικές παραστάσεις στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος – θερμοκρασίας

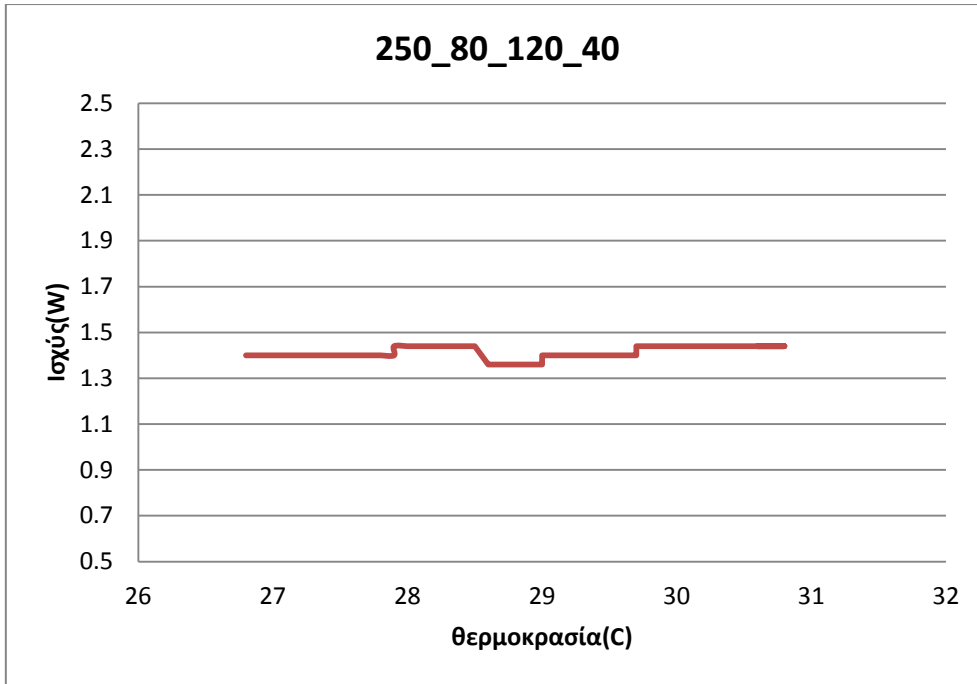
Κατά τη διάρκεια των δοκιμών, με τη χρήση ψηφιακού πολυμέτρου γίνεται η καταγραφή της τάσεως στα άκρα της διάταξης. Η καταναλισκόμενη ισχύς προκύπτει ως το γινόμενο της τάσεως που καταγραφόταν, επί το ρεύμα τροφοδοσίας της διάταξης. Ο απώτερος στόχος της μελέτης της καταναλισκόμενης ισχύος είναι η αξιολόγηση της πτώσης τάσης στη διάταξη, και του κατά πόσο αυτή είναι σημαντική για ένα σύστημα. Σε πρωτότερες διπλωματικές εργασίες [Σταυρούλα Τζιώκα, Διερεύνηση Φαινομένων σε Ασφαλειοθήκες Ασφαλειών Ισχύος Χαμηλής Τάσης, 2010] παρουσιάστηκαν οι γραφικές παραστάσεις Στιγμιαίας Καταναλισκόμενης Ισχύος-Θερμοκρασίας για όλες τις δοκιμές. Ακολουθούν ενδεικτικά ορισμένες από αυτές, ώστε κατόπιν να γίνει η σχετική μελέτη.

Η ονομασία του κάθε πειράματος ακολουθεί και πάλι το παρακάτω πρότυπο:

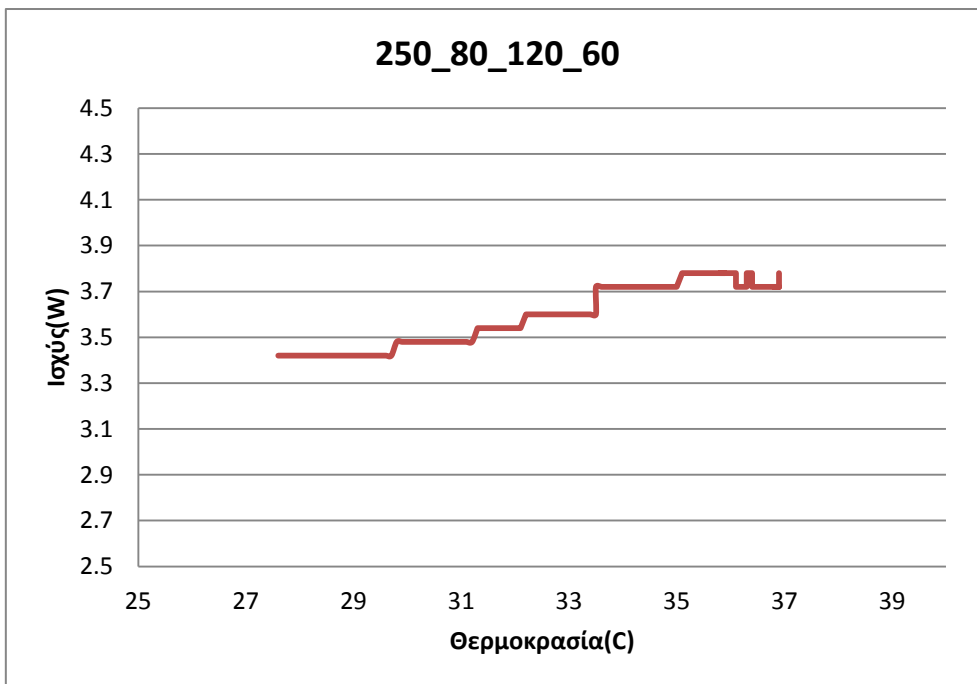
Ονομαστικό ρεύμα ασφαλειοθήκης _ Ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας _ Διατομή καλωδίου _ Ρεύμα τροφοδοσίας.

π.χ.

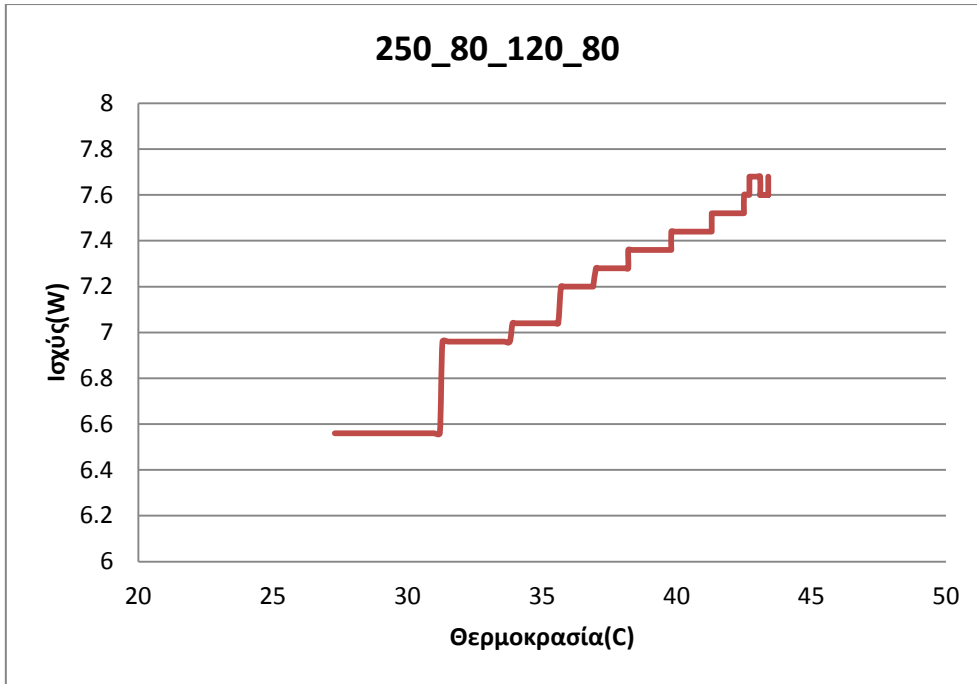
250(ασφαλειοθήκη)_125(ασφάλεια)_120(καλώδιο)_125(ρεύμα τροφοδοσίας)



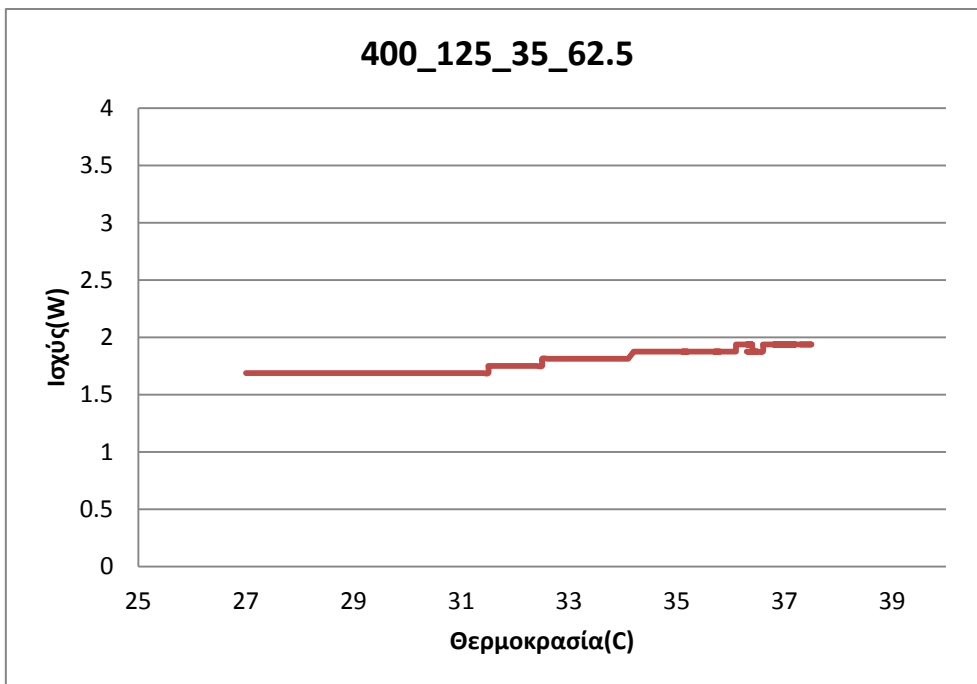
Εικόνα 84 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 80Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 40Α



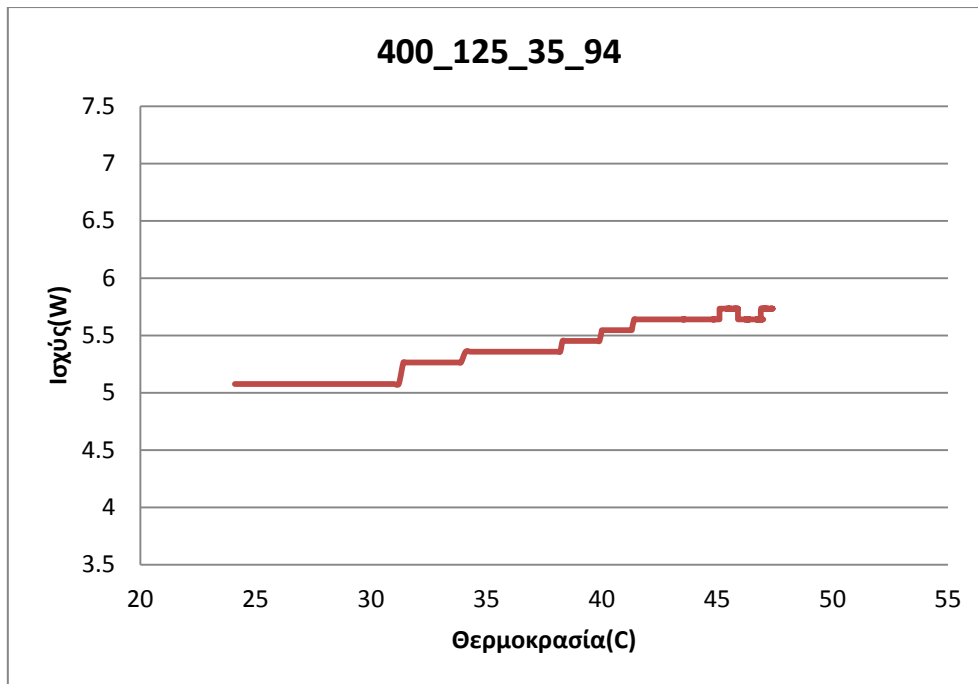
Εικόνα 85 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 80Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 60Α



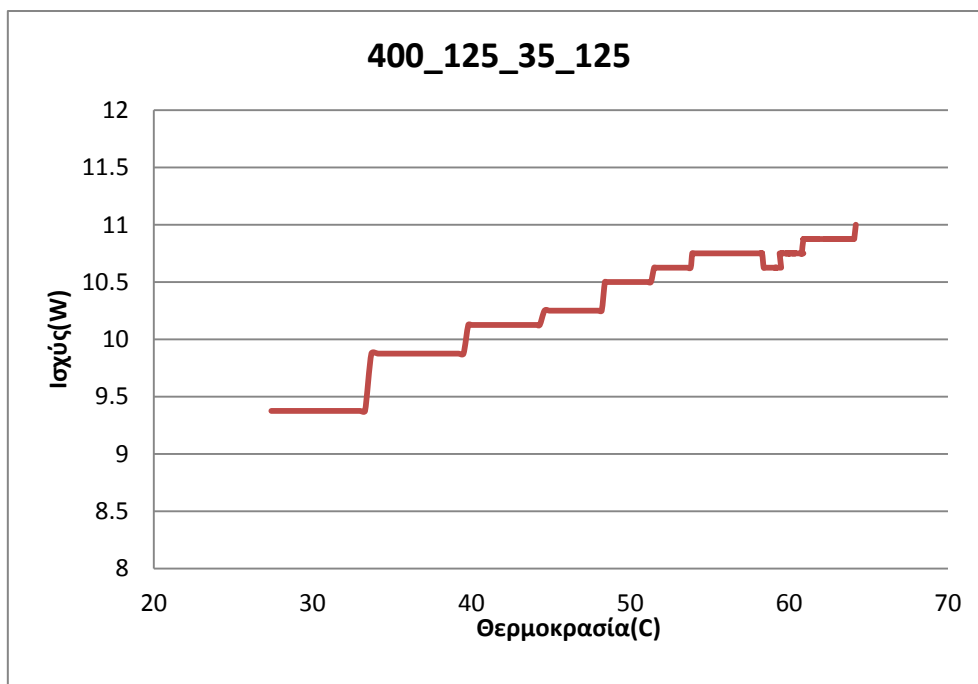
Εικόνα 86 Ασφαλειοθήκη 250A, Ασφάλεια 80A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 80A



Εικόνα 87 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 62.5A



Εικόνα 88 Ασφαλειοθήκη 400Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94Α



Εικόνα 89 Ασφαλειοθήκη 400Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125Α

4.2.2 Σχόλια

Από τα παραπάνω ενδεικτικά διαγράμματα Στιγμιαίας Ισχύος - Θερμοκρασίας παρατηρείται ότι σε όλες τις δοκιμές η καμπύλη έχει την ίδια ποιοτικά μορφή: καθώς

αυξάνεται η θερμοκρασία της επαφής, αυξάνεται και η ισχύς που καταναλώνεται σε αυτή. Επιπλέον, 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, επομένως και η αύξηση της στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος. Έτσι, η καμπύλη παρουσιάζει εμφανώς μεγαλύτερη κλίση.

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: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$. Έτσι, εφόσον 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.

Τέλος, στη λειτουργία των διατάξεων με το 50% του ονομαστικού ρεύματος οι διακυμάνσεις στις τιμές της ισχύος είναι λιγότερες και μικρότερης κλίμακας (της τάξεως του δεκάτου), αφού όπως παρατηρήθηκε, η τιμή της τάσεως σε αυτές τις δοκιμές παρέμενε αρκετά σταθερή.

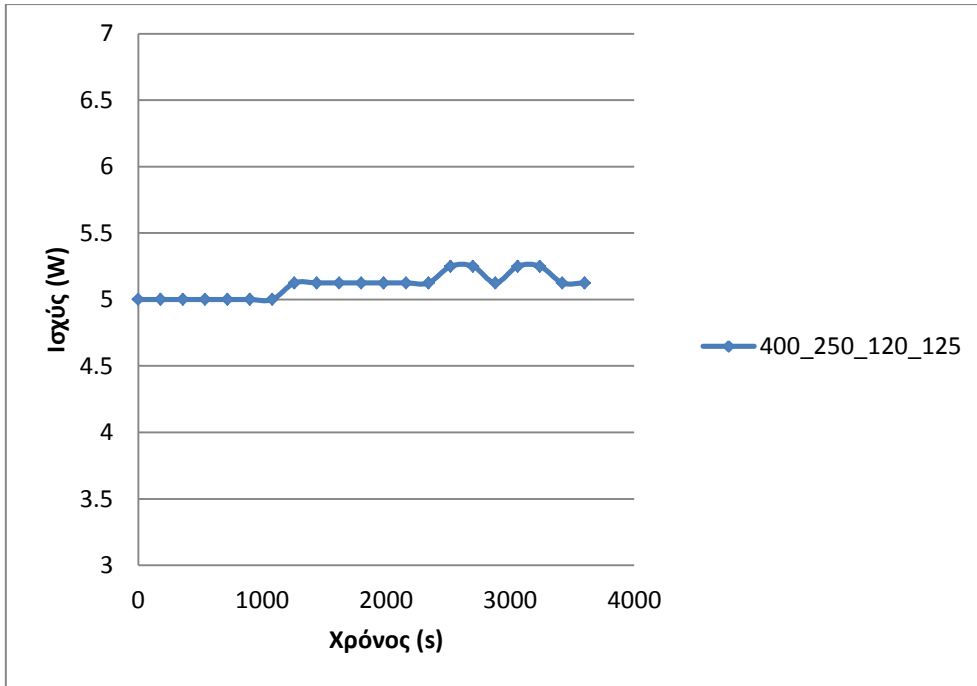
4.3 Μελέτη διακύμανσης στιγμιαίας καταναλισκόμενης ισχύος και υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας

4.3.1 Γραφικές παραστάσεις Στιγμιαίας Καταναλισκόμενης Ισχύος-Χρόνου

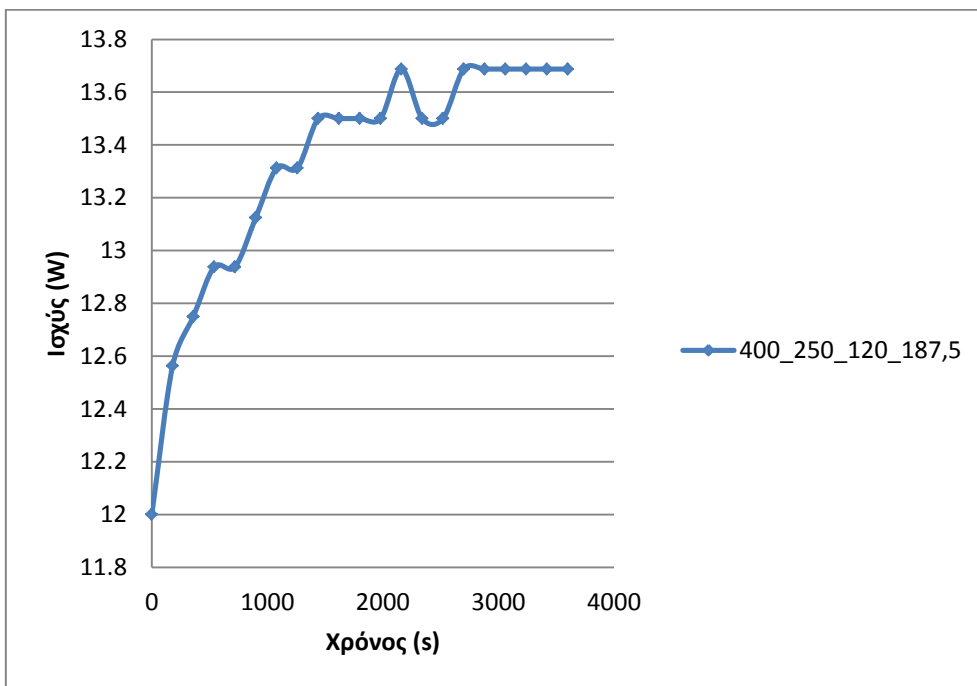
Ομοίως με την παράγραφο 4.2.1 ακολουθούν ενδεικτικά ορισμένες γραφικές παραστάσεις Καταναλισκόμενης Ισχύος – Χρόνου, από τις δοκιμές που διενεργήθηκαν. Η ονομασία του κάθε πειράματος ακολουθεί και πάλι το παρακάτω πρότυπο:

Ονομαστικό ρεύμα ασφαλειοθήκης _ Ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας _ Διατομή καλωδίου _ Ρεύμα τροφοδοσίας.

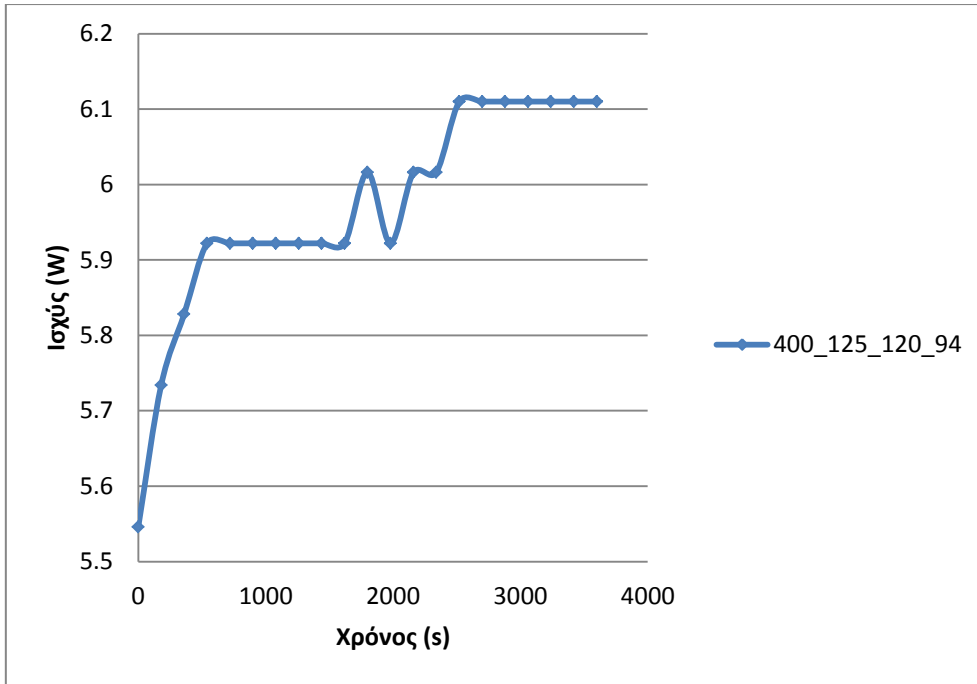
π.χ. **250**(ασφαλειοθήκη)_**125**(ασφάλεια)_**120**(καλώδιο)_**125**(ρεύμα τροφοδοσίας)



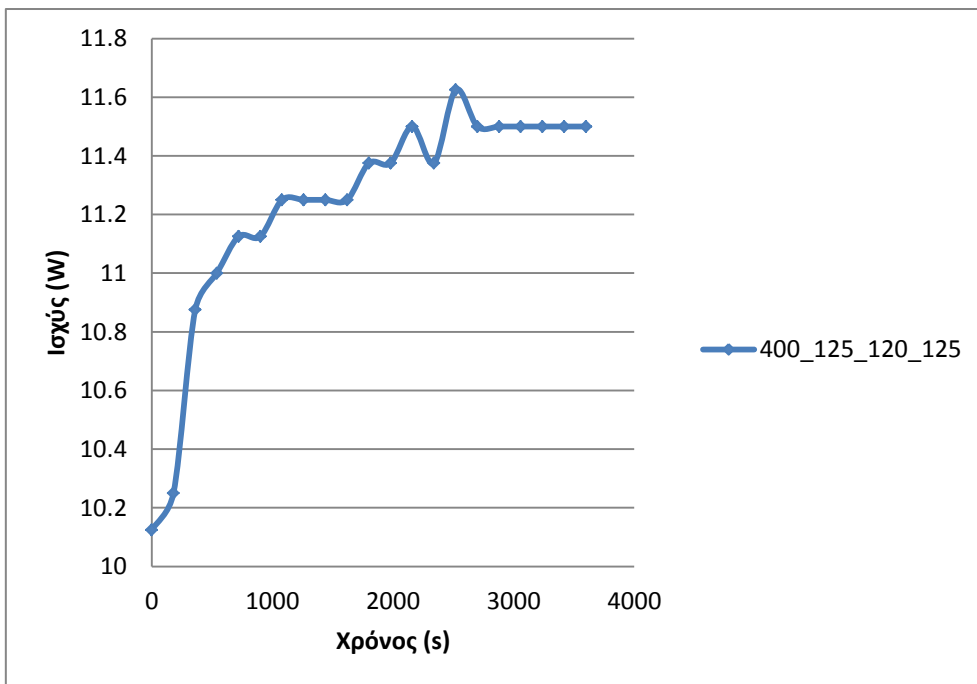
Εικόνα 90 Ασφαλειοθήκη 400Α, Ασφάλεια 250Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125Α



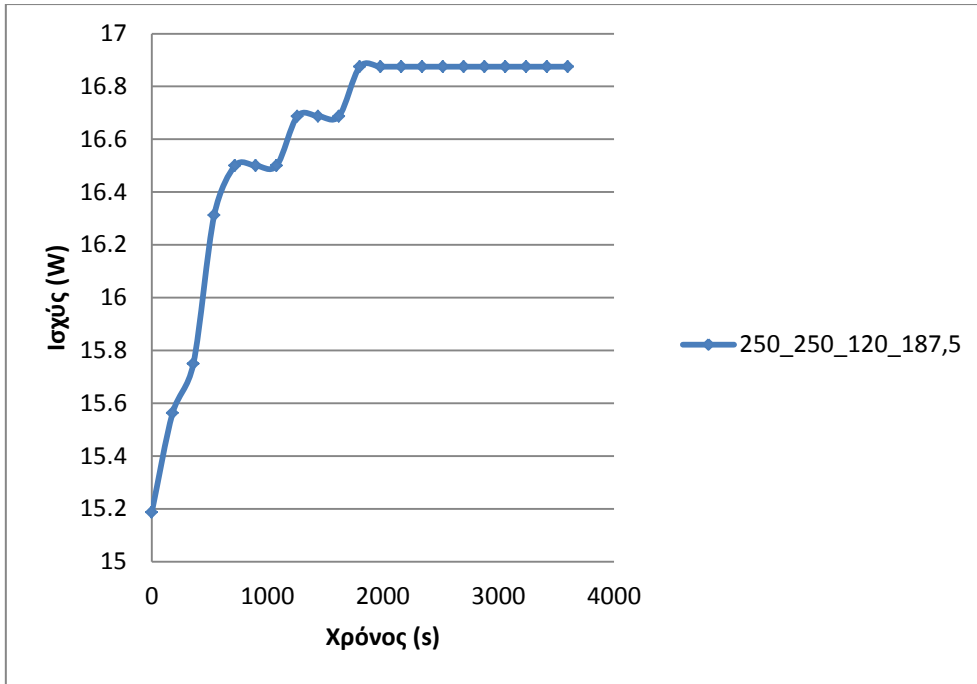
Εικόνα 91 Ασφαλειοθήκη 400Α, Ασφάλεια 250Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5Α



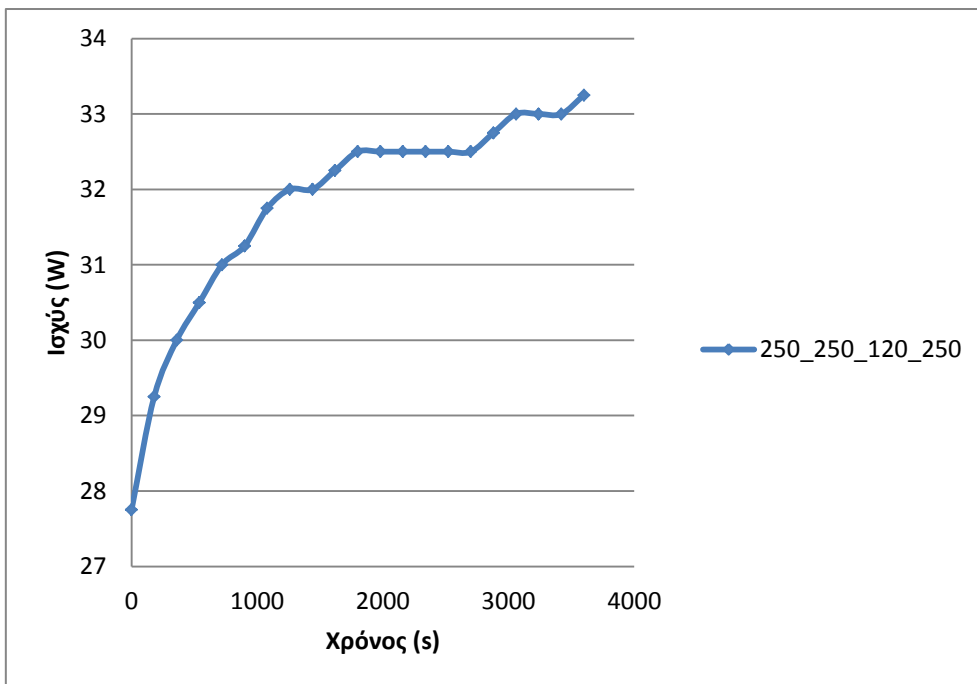
Εικόνα 92 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 94A



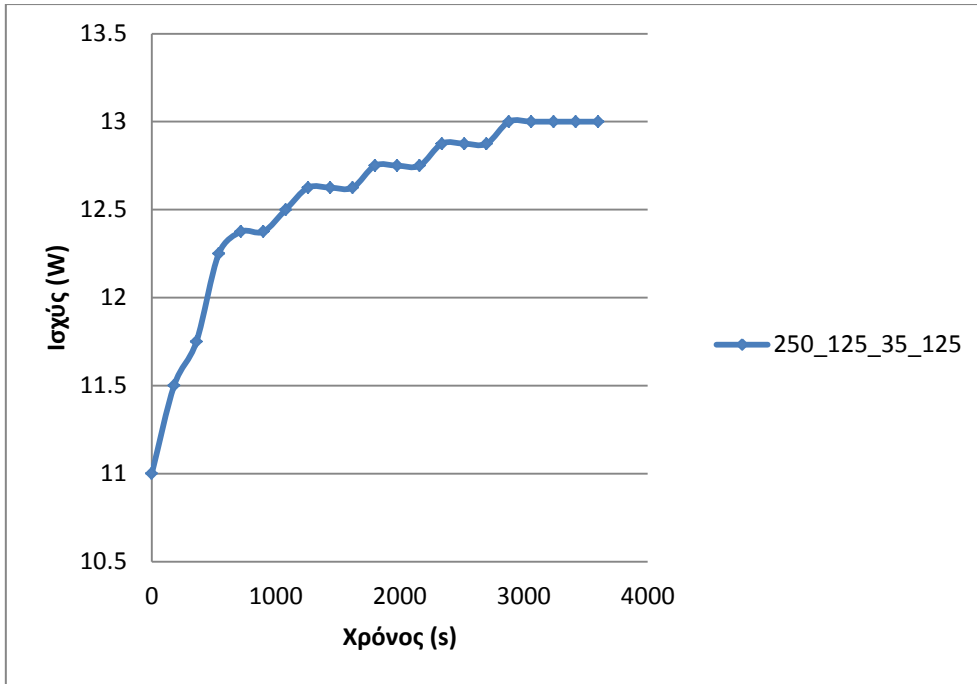
Εικόνα 93 Ασφαλειοθήκη 400A, Ασφάλεια 125A, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125A



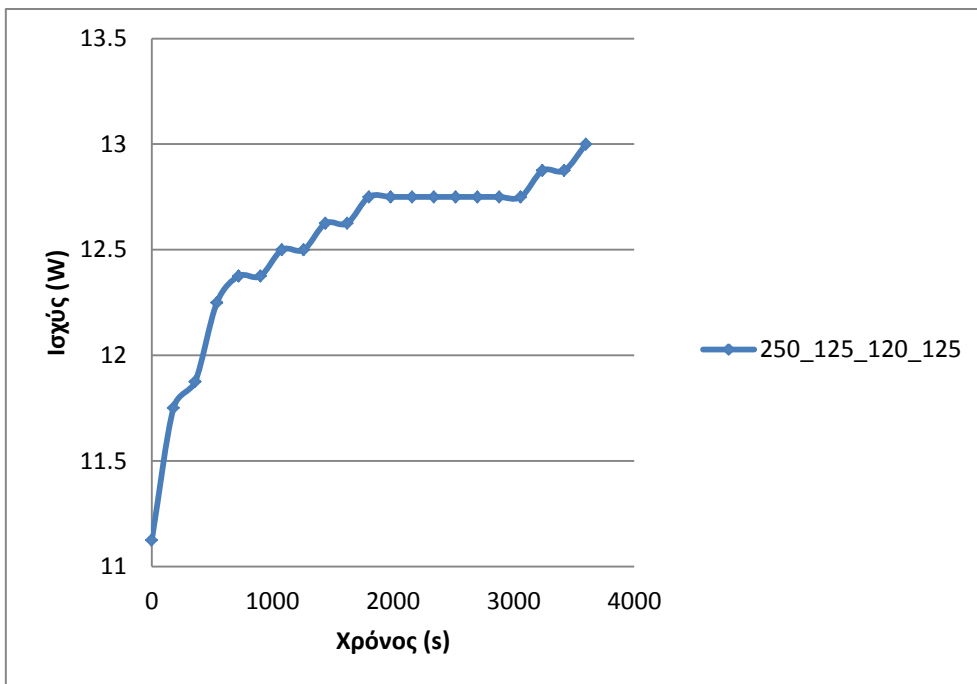
Εικόνα 94 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 250Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 187.5Α



Εικόνα 95 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 250Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 250Α



Εικόνα 96 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 35mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125Α



Εικόνα 97 Ασφαλειοθήκη 250Α, Ασφάλεια 125Α, Καλώδιο 120mm², Ρεύμα τροφοδοσίας 125Α

4.3.2 Σχόλια

Κατά τη διάρκεια όλων των πειραμάτων, η τάση στα άκρα της διάταξης αυξανόταν κυρίως για τα πρώτα περίπου 20 λεπτά (1200s όπως φαίνεται στα διαγράμματα της παραγράφου 5.3.1), 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 5.3.1. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε :

- Διακυμάνσεις του δικτύου της ΔΕΗ, που 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.

4.4 Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας

Σε πρωτότερες διπλωματικές εργασίες [Σταυρούλα Τζιώκα, Διερεύνηση Φαινομένων σε Ασφαλειοθήκες Ασφαλειών Ισχύος Χαμηλής Τάσης, 2010] με την εφαρμογή της ολοκληρωτικής 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. 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. Στην πρώτη στήλη αναφέρουμε την ονομαστική τιμή της υπό εξέταση ασφάλειας, στη δεύτερη στήλη τη διατομή των καλωδίων που χρησιμοποιήθηκαν, στην τρίτη στήλη την εφαρμοζόμενη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και κατόπιν για κάθε ασφαλειοθήκη την καταναλισκόμενη ενέργεια. Έτσι, προέκυψε ο πίνακας:

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Καλώδιο (διατομή σε mm ²)	Ρεύμα τροφοδοσίας (A)	Ηλεκτρική ενέργεια (Wh)	
			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 5: Υπολογισμός καταναλισκόμενης ενέργειας

Παρατηρήθηκε 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 ήταν ακόμη μεγαλύτερη κατά τη δοκιμή της ασφάλειας ονομαστικού ρεύματος 250A. Κάτι τέτοιο

ήταν 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 $31.87-26.4=5.47$ Wh, ενώ αντίστοιχα στην ασφάλεια ονομαστικού ρεύματος 125A η διαφορά είναι μόλις $12.54-11.24=1.3$ Wh. Οι αντίστοιχες δοκιμές με ρεύμα τροφοδοσίας ίσο με το 50% και 75% του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας, επιβεβαιώνουν την τελευταία παρατήρηση.

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.

4.5 Οικονομοτεχνική ανάλυση

Όπως παρατηρήθηκε στην παράγραφο 4.4, η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερη πτώση τάσης όταν το ρεύμα διέρχεται τη διάταξη. Αυτό σημαίνει πως η ισχύς που καταναλώνεται στο σύστημα ασφάλεια-ασφαλειοθήκη θα είναι μικρότερη. Καθώς οι ασφάλειες αποτελούν μόνο συστήματα προστασίας των κυκλωμάτων, ιδανικά, θα έπρεπε να μην καταναλώνουν ισχύ. Η ισχύς αυτή, θα μπορούσε να είναι 'χρήσιμη' τροφοδοτώντας μερικώς κάποιο φορτίο. Ωστόσο, οι μηδενικές απώλειες φυσικά δεν είναι εφικτές, και η ελαχιστοποίηση τους αποτελεί προτεραιότητα.

Σε αυτή τη βάση, η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος θα μπορούσε να εξοικονομήσει ισχύ κατά τη λειτουργία του κυκλώματος, κάτι το οποίο συνεπάγεται αυτομάτως οικονομικά οφέλη. Από την άλλη, ασφαλειοθήκη μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος. Πρακτικά το κόστος λειτουργίας της διάταξης χωρίζεται σε δύο μέρη:

- το κόστος του εξοπλισμού (ασφάλεια, ασφαλειοθήκη, καλώδια)
- την κατανάλωση ενέργειας (απώλειες της διάταξης)

Προκειμένου να διερευνηθεί το κατά πόσο η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος θα μπορούσε να έχει οικονομικά οφέλη θα έπρεπε να συγκρίνουμε δύο υποθετικές εγκαταστάσεις, όπου : η μία θα περιείχε ασφαλειοθήκη μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος από την άλλη, ενώ όλες οι άλλες παράμετροι του συστήματος θα παρέμεναν ίδιες. Κατόπιν, θα έπρεπε να υπολογίσουμε το κόστος του συστήματος. Αφού τα δύο συστήματα θα διέφεραν μόνο στην τάξη μεγέθους της ασφαλειοθήκης, η διαφορά του κόστους θα ήταν ουσιαστικά ίση με τη διαφορά τιμής των δύο ασφαλειοθηκών. Αν η διαφορά τιμής ήταν μικρότερη από το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας, η χρήση ασφαλειοθηκών μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος θα ήταν κερδοφόρα. Ωστόσο, μια τέτοια σύγκριση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί γιατί κατόπιν ενδελεχούς έρευνας η τιμή των ασφαλειοθηκών δεν μπορεί να καθοριστεί ίσως ούτε ως ενδεικτική. Όπως παρουσιάστηκε στην παράγραφο 2.4, υπάρχουν δεκάδες κατασκευαστές που προμηθεύουν σε διαφορετικές τιμές τον εξοπλισμό που παράγουν και ακόμη η τιμή μονάδας

ηλεκτρολογικού υλικού (π.χ. ασφάλειες, ασφαλειοθήκες) κυμαίνεται ανάλογα με το ύψος της παραγγελίας (ποσότητα μονάδων).

Έτσι, θεωρήθηκε χρήσιμο να εκτιμηθεί και να αξιολογηθεί αυτό καθαυτό το κέρδος σε απώλειες που έχει η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος και πώς αυτό το κέρδος μεταφράζεται σε χρηματικές μονάδες. Για την εκτίμηση αυτή θα χρησιμοποιηθούν δύο διατάξεις:

- Ασφάλεια 125A, με χρήση καλωδίων 120mm², με ασφαλειοθήκες ονομαστικού ρεύματος 250A και 400A.
- Ασφάλεια 250A, με χρήση καλωδίων 120mm², με ασφαλειοθήκες ονομαστικού ρεύματος 250A και 400A.

Στην πράξη, τα αποτελέσματα του πίνακα 6 της ενότητας 4.4 δίνουν την ισχύ (W) που καταναλώνεται σε μία ώρα (1h) καθώς οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν με ολοκλήρωση της καμπύλης ισχύος-χρόνου για τις δοκιμές που έγιναν και οι οποίες διαρκούσαν μία ώρα. Έτσι, θεωρώντας, όπως και αποδεικνύουν οι γραφικές παραστάσεις της ενότητας 4.3.1 ότι η στιγμιαία καταναλισκόμενη ισχύς παραμένει σχεδόν σταθερή, χωρίς σφάλμα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι τιμές αυτές τις ενέργειας αποτελούν και την στιγμιαία ισχύ που καταναλώνεται από τη διάταξη. Από τον πίνακα 5 απομονώνουμε τα σχετικά αποτελέσματα προς μελέτη, και υπολογίζεται το κέρδος των απωλειών από τη χρήση ασφαλειοθήκης 400A :

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Ρεύμα τροφοδοσίας (A)	Ηλεκτρική ενέργεια (W)		Κέρδος σε W από τη χρήση ασφαλειοθήκης 400A
		Ασφαλειοθήκη (Ονομαστικό ρεύμα)		
		250A	400A	
125A	125A	12.54	11.24	1.3
250A	250A	31.87	26.4	5.47

Πίνακας 6 Κέρδος σε απώλειες ισχύος από τη χρήση ασφαλειοθήκης 400A

Έτσι, θεωρώντας ότι έχουμε μια διάταξη ασφάλειας 125A και μια διάταξη ασφάλειας 250A και ότι λειτουργούν όλο το χρόνο, όπως για παράδειγμα θα συνέβαινε σε μια εργοστασιακή εγκατάσταση, το κέρδος σε Wh ετησίως θα ήταν:

Ετήσιο κέρδος σε Wh για ασφάλεια 125A με χρήση ασφαλειοθήκης 400A = $1.3W \cdot 24h \cdot 7d \cdot 52w = 11356.8 Wh = 11.4 kWh$

Ετήσιο κέρδος σε Wh για ασφάλεια 250A με χρήση ασφαλειοθήκης 400A = $5.47W \cdot 24h \cdot 7d \cdot 52w = 47785.9 Wh = 47.8 kWh$

Ο ισχύων (2012) τιμοκατάλογος της ΔΕΗ (30) για *εμπορική χρήση* (Γραφεία, καταστήματα, κοινόχρηστα, κλπ) και *βιομηχανική χρήση* (Εργαστήρια, μικρές βιοτεχνίες, συνεργεία κλπ) επιβάλλει καθ' όλο το έτος τις κάτωθι χρεώσεις σε €/kWh .

Χρέωση Ενέργειας Εμπορικό (€/kWh)	Χρέωση Ενέργειας Βιομηχανικό (€/kWh)
0.09300	0.08548

Ισχύει ότι:

Κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας σε € = kWh · €/kWh

Συνεπώς το ετήσιο κέρδος σε €, αν γινόταν χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος θα ήταν:

Ασφάλεια (Ονομαστικό ρεύμα)	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική χρήση
125A	1.06 €	0.97 €
250A	4.44 €	4.09 €

Πίνακας 7 Ετήσιο κέρδος από τη χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, το μέγιστο κέρδος από τη χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος θα μπορούσε να είναι της τάξεως των 4.44 €. Το κέρδος αυτό όντας σε ετήσια βάση κρίνεται πάρα πολύ μικρό σε επίπεδο επιχείρησης. Επίσης, θα ήταν ακόμη μικρότερο αν δεν είχαμε θεωρήσει ότι η διάταξη ήταν σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους όλες τις ώρες της

ημέρας. Ακόμη και αν το σύστημα είχε περισσότερες διατάξεις ασφαλειών, για παράδειγμα 20, το μέγιστο συνολικό κέρδος θα ήταν $4.44 \text{ €} \cdot 20 = 89 \text{ €}$. Ένα τέτοιο ποσό κρίνεται και πάλι μικρό σε επίπεδο επιχείρησης. Ωστόσο, για μεγάλες ποσότητες διατάξεων ασφαλειών θα πρέπει να γίνεται μια διερεύνηση χρήσης ασφαλειοθηκών μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος, σε συνάρτηση με το κέρδος από τις μειωμένες απώλειες και του αντίστοιχου κόστους του εξοπλισμού, και να κρίνεται η πιθανή ωφέλεια από τη χρήση τους.

5

Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας διπλωματικής ήταν να διερευνήσει φαινόμενα σε ασφάλειες ισχύος χαμηλής τάσης, και να αξιολογήσει την κατανάλωση ενέργειας στις διατάξεις των ασφαλειών. Για το σκοπό αυτό, διαμορφώθηκε ένα κύκλωμα προσομοίωσης όπου μαχαιρωτή ασφάλεια τοποθετήθηκε σε ασφαλειοθήκη και συνδέθηκε με καλώδια κατάλληλης διατομής για την παροχή ρεύματος τροφοδοσίας. Για την ασφαλή διεξαγωγή συμπερασμάτων έγιναν πειραματικές δοκιμές με ασφάλειες τριών διαφορετικών ονομαστικών ρευμάτων και ασφαλειοθήκες δύο διαφορετικών ονομαστικών ρευμάτων.

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν δύο αισθητήρες, ένας στο κέντρο της ασφάλειας, όπου ήταν και το θερμότερο σημείο της διάταξης, και ένας στην επαφή της ασφάλειας. Τα σήματα από τους δύο αυτούς αισθητήρες καταγράφονταν σε ένα ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα, ενώ παράλληλα παρακολουθούνταν με τη βοήθεια μίας θερμογραφικής κάμερας. Μετά την επεξεργασία των μετρήσεων όπως αυτή παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1.3, διαπιστώθηκε ότι η θερμογραφική κάμερα δίδει μια ασφαλή ποιοτική εικόνα της μέτρησης. Ωστόσο, για την κλίμακα των θερμοκρασιών προς μέτρηση, δηλαδή μέχρι περίπου 90°C, το σφάλμα των μετρήσεων της θερμογραφικής κάμερας ήταν αρκετά μεγάλο. Η απόκλιση αυτή οφειλόταν κυρίως στην αδυναμία καθορισμού του δείκτη εκπεμπτικότητας, καθώς τα προς μέτρηση υλικά ήταν δύο και διαφορετικά μεταξύ τους (μονωτικό υλικό ασφάλειας και επαφή ασφάλειας), ενώ η θερμογραφική κάμερα προσφέρει ρύθμιση μόνο για μία τιμή του δείκτη αυτού. Επίσης, η χρήση της θερμογραφικής κάμερας απαιτούσε χειροκίνητες ρυθμίσεις, όπως εστίαση και στόχευση των σημείων προς παρατήρηση, το οποίο μείωνε σημαντικά την ακρίβεια. Αντίθετα, το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα υπήρξε πολύ πιο αξιόπιστο μέσο για την καταγραφή των αποτελεσμάτων, αφού με τη βοήθεια των αισθητήρων PT100 από τους οποίους λάμβανε σήμα, προσέφερε άμεση επαφή με τα σημεία μελέτης και παρείχε τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.

Έτσι, συμπεραίνεται ότι η θερμογραφική κάμερα εξαιτίας του περιορισμού του συντελεστή εκπεμπτικότητας θα πρέπει να προτιμάται σε εφαρμογές όπου υπάρχει

αναγκαιότητα μέτρησης της θερμοκρασίας ενός συγκεκριμένου σημείου. Ωστόσο, σε ευρύτερη χρήση δίνει τη γενικότερη κατανομή θερμοκρασίας ενός χώρου και μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό έντονα θερμών-ψυχρών σημείων ή πηγών θερμότητας. Το ψηφιακό καταγραφικό μηχάνημα Paperless Recorder VR18 που χρησιμοποιήθηκε αποτέλεσε ένα πολύ αξιόπιστο εργαλείο για τις απαραίτητες μετρήσεις των δοκιμών που διεξήχθησαν και συστήνεται για χρήση και σε άλλες εφαρμογές όπου απαιτείται ακρίβεια.

Μετά τη μελέτη της αύξησης 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 200A καταπονείται σαφώς περισσότερο και έτσι, κατά τη χρήση της στο κύκλωμα που διαμορφώθηκε για το σκοπό της μελέτης η διάταξη θερμαινόταν σε υψηλότερα επίπεδα. Έτσι, αν για το σχεδιασμό συστήματος ασφαλειών σε κάποιο εξοπλισμό ή εγκατάσταση απαιτείται αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας, η χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος θα έπρεπε να προτιμηθεί. Ακόμη, παρατηρήθηκε πως η χρήση καλωδίου μεγαλύτερης διατομής 120mm^2 έναντι 35mm^2 έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερη αύξηση της θερμοκρασίας. Διαπιστώνεται έτσι ότι με χρήση καλωδίου μεγαλύτερης διατομής, η διέλευση του ρεύματος καθίσταται ευκολότερη και η καταπόνηση του κυκλώματος είναι μικρότερη.

Κατά τη διεξαγωγή κάθε πειράματος η τάση στα άκρα της διάταξης καταγραφόταν με τη βοήθεια βολτομέτρου. Ο νόμος του Joule υπαγορεύει ότι η μεταβολή της θερμότητας σε έναν αγωγό είναι ανάλογη με το τετράγωνο του διερχόμενου ρεύματος και της χρονικής διάρκειας λειτουργίας: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$. Κάτι τέτοιο επιβεβαιώθηκε από τις δοκιμές καθώς, όσο μεγαλύτερο ήταν το ρεύμα τροφοδοσίας της διάταξης, τόσο μεγαλύτερες ήταν και οι απώλειες σε αυτή. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η καταναλισκόμενη ισχύς αυξανόταν κατά τη διάρκεια του πειραμάτων. 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.

Από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν συμπεραίνεται πως η χρήση ασφαλειοθηκών μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος στην ίδια διάταξη μπορεί να

έχει κάποια πλεονεκτήματα. Με τη χρήση ασφαλειοθήκης μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος η αύξηση της θερμοκρασίας της διάταξης είναι μικρότερη. Ακόμη, μετά τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας διαπιστώθηκε πως η ασφαλειοθήκη με το μεγαλύτερο ονομαστικό ρεύμα είναι πιο οικονομική σε κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, σε μια προσπάθεια να αξιολογηθεί το πιθανό κέρδος από τη χρήση ασφαλειοθηκών μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος, διαπιστώθηκε ότι η οικονομία σε καταναλισκόμενη ενέργεια είναι σε επίπεδο Wh και όχι kWh. Σε αυτή την περίπτωση, ακόμη και σε υποθετική χρήση πολλών παρόμοιων διατάξεων ασφαλειών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, το κέρδος σε χρηματικές μονάδες είναι πολύ μικρό. Ειδικά σε επίπεδο επιχείρησης όπου μπορεί να συναντώνται τέτοιες διατάξεις σε μεγαλύτερες ποσότητες, το κέρδος αυτό κρίνεται αμελητέο. Ωστόσο, προτού γίνει η επιλογή των ασφαλειοθηκών, μια μελέτη που θα συγκρίνει το κέρδος από την καταναλισκόμενη ενέργεια και το αρχικό κόστος των ασφαλειοθηκών μπορεί να εξασφαλίσει τη ελαχιστοποίηση του κόστους.

6

Βιβλιογραφία

1. Κωνσταντίνος, Ζορμπάς, Μηχανολόγος, Καθηγητής 13ου ΤΕΕ - ΕΠΑΛ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ. Ασφάλειες. [Ηλεκτρονικό] 2008.
2. IEC. *Low-voltage switchgear and controlgear, Part 1:General rules*. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2001. CEI/IEC 60947-1 : 2001.
3. A.Wright, P.G.Newberry. *Electric Fuses, 3rd Edition*. s.l. : IEE Power & Energy Series 49, 2004. ISBN 0-86341-399-4.
4. Sunshinele. <http://www.sunshinele.com>. <http://www.sunshinele.com/htm/square-pipe-fuse-links-knife-contacts.htm>. [Ηλεκτρονικό] 2010.
5. IEC. *IEC 60127-1 Miniature fuses –Part 1 : Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2006. 60127-1 □ IEC:2006(E).
6. IEC. *IEC 60127-2 Miniature fuses - Part 2: Cartridge fuse-links*. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2010. IEC 60127-2 Ed. 2.2 b:2010.
7. COOPER BUSSMANN (UK) LTD. *datasheets*.
8. IEC. *IEC High-voltage switchgear and controlgear*. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2009. IEC/TR 62271-305 Edition 1.0 2009-11.
9. IEC. *IEC 60269- 2- 1 : Low voltage fuses Part 2-1: Supplementary requirements for fuses for use by authorised persons*. Geneva : International Electrotechnical Commssion, 2002. CEI/IEC 60269 2-1 Edition 3.2.
10. IEC. *IEC 60146-6 Technical Report Part 6: Application guide for the protection of semiconductor convertors against overcurrent by fuses*. Geneva : International Electrotechnical Commission, 1992. CEI IEC 146-6.
11. IEC. *IEC TR 61459: Low-Voltage Fuses - Coordination between Fuses and Contactors/Motor-Starters - Application Guide*. Geneva : International Electrotechnical Commission, 1996. IEC 61459:1996.

12. **IEC.** *IEC 61818 : Application guide for low voltage fuses.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 2003. CEI IEC TR 61818 First edition 2003-05.
13. **IEC.** *IEC 60282: European medium voltage fuses.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 2005. GB 107 IEC 60282.
14. **IEC.** *IEC 60943 : Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals.* Geneva : International Electrotechnical Commission, 2009. IEC/TR 60943 © IEC:1998+A1:2008 Edition 2.1 2009-03.
15. **American National Standards Institute, Inc.** *ANSI C37: AC High-voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis.* N.Y, USA : IEEE, 2000. ANSI C37.06-2000.
16. **Electronics Manufacturers.** http://www.electronics-manufacturers.com/Electronic_components/Fuses/. [Ηλεκτρονικό]
17. **Fuse Unlimited.** <http://www.fusesunlimited.com/manufacturers.html>. [Ηλεκτρονικό]
18. **Focus Technology Co., Ltd.** <http://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Fuse.html>. [Ηλεκτρονικό]
19. **Interface Bus.** http://www.interfacebus.com/mechanical_fuse.html. [Ηλεκτρονικό]
20. **Τεγόπουλος, Ι.Α.** *ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ Μέρος Β', Μόνιμη κατάσταση.* Αθήνα : Συμμετρία, 1991. ISBN 978-960-266-196-3.
21. **Electronic Circuits (μηνιαίο περιοδικό).** www.electroniccircuits.gr. [Ηλεκτρονικό] 2008.
22. **Ν.Π. ΤΡΩΓΑΔΑ .** *Ηλεκτρικές μηχανές συνεχούς ρεύματος (DC)-Μετασχηματιστές.* s.l. : ΤΕΙ Λάρισας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα ηλεκτρολογίας.
23. **Κ. Βουρνα, Καθηγητή Ε.Μ.Π, Γ.Κονταξή, Καθηγητή Ε.Μ.Π.** *Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.* Αθήνα : Ε.Μ.Π, 2001.
24. **Π.Δ Μπούρκας, Καθηγητής Ε.Μ.Π.** *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.* Αθήνα : Ε.Μ.Π., 1999.

25. **Συλλογικό έργο.** *Υπερλεξικό της νεοελληνικής γλώσσας.* s.l. : Αφοι Παγουλάτου. ISBN 960-7208-00-5.
26. **Βασίλειος Κ. Τσόλκας, Στυλιανός Α. Τυρέκογλου.** *Μετρήσεις της θερμοκρασίας λειτουργίας των μετασχηματιστών του δικτύου διανομής (Διπλωματική εργασία).* Αθήνα : s.n., 2008.
27. **Intelligent Technologies.** <http://infracam.wordpress.com/>. [Ηλεκτρονικό]
28. **Στέφανος, Φυτράκης.** *Ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση πρατηρίου υγρών καυσίμων. Εναρμονισμός με ισχύοντες κανονισμούς και πρότυπα. Ανάλυση ιδιοτεροτήτων. Περιγραφή σταδίων κατασκευής. (Πτυχιακή εργασία).* Ηράκλειο Κρήτης : s.n., 2009.
29. **G.Gaussorges.** *Microwave Technology Series 5, Infrared Thermography.* London : Chapman, 1994.
30. **ΔΕΗ.** <http://www.dei.gr/>. [Ηλεκτρονικό]
<http://www.dei.gr/Documents2/CUSTOMER%20SERVICE/TIMOLOGIA%202012/Γενικό%20Ενεργειακό%202012.pdf>.
31. **A.Wright, P.G. Newberry.** *Electric Fuses.* s.l. : Εκδόσεις IEE Power Series 20, 1995. ISBN.

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 είσοδοι 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 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 02x182

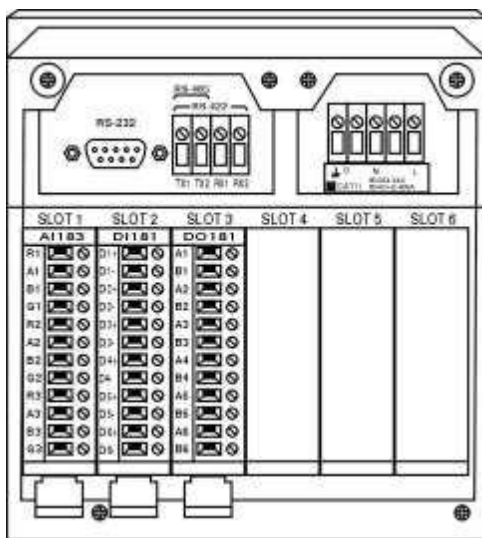
FUNCTION	MINI-JUMPER			DIP SW SETTING							
	J1	J2	J3	1	2	3	4	5	6	7	8
UNIT	°C T/C or RTD	—	—								
	°F T/C or RTD	—	—	■							
	mV 0 – 60mV	—	—						■		
	0 – 1V	—	—			■				■	
	V 0 – 10V	—	—			■				■	
mA 0 – 20mA	—	—	—		■	■			■		
THERMOCOUPLE	J				■						
	K					■					
	T				■	■					
	E						■				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

Legend: ■ – SW ON, □ – SW OFF

Εικόνα Π2 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.

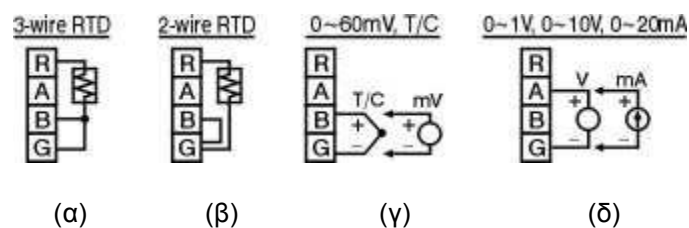
Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι πριν να θέσουμε το καταγραφικό σε λειτουργία πρέπει να έχουμε πραγματοποιήσει τις κατάλληλες συνδέσεις καλωδίων, ώστε να γίνει σωστή είσοδος και καταγραφή των μετρούμενων μεγεθών.

Στην εικόνα Π3 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 Π3 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, (γ) σύνδεση για μέτρηση τάσης της τάξεως των mV και TC, (δ) 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, παρακαλείται να ελέγξει το εμπορικό σήμα της κάρτας CF. Πρέπει να είναι μία από τις προτεινόμενες μάρκες με υψηλή συμβατότητα, όπως SanDisk ή Transcend. Προτείνονται και άλλες μάρκες.

Εγκατάσταση: Πρώτα εισάγετε την κάρτα CF, 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:

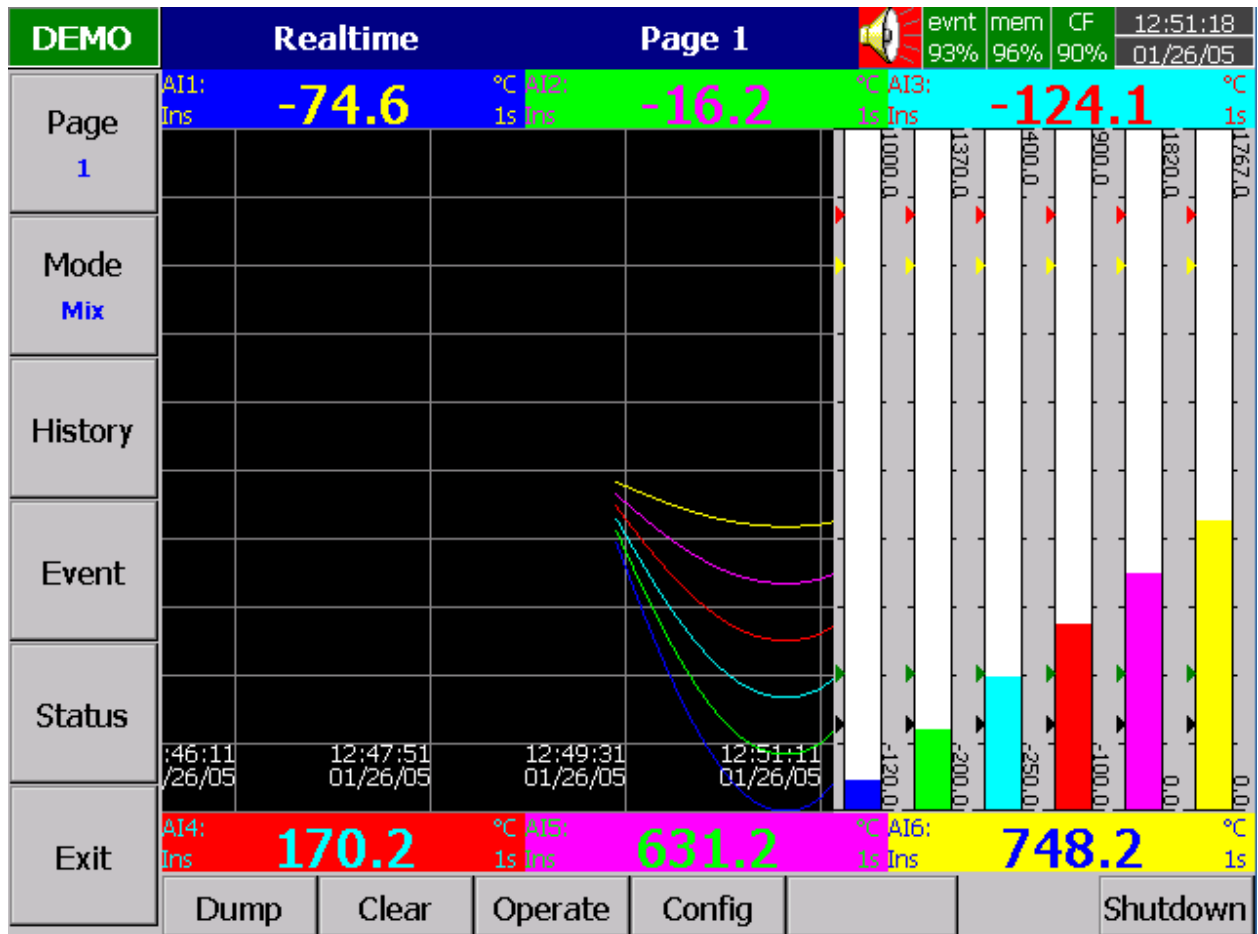
Για να διαβάσετε τα στοιχεία των μετρήσεων και τα events στην κάρτα CF, είναι απαραίτητη πρώτα η εγκατάσταση του λογισμικού Observer I και II στον υπολογιστή. Στη συνέχεια, συνδέστε έναν CF reader στη θύρα USB του υπολογιστή. Τέλος, τοποθετήστε την κάρτα CF στη συσκευή ανάγνωσης.

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, ενεργοποιήστε το καταγραφικό, και στην αριστερή πλευρά της LCD οθόνης θα εμφανιστούν τα εξής 6 πλήκτρα: Page, Mode,

History, Event, Status & Exit. Ανοίγοντας το πλαστικό κάλυμμα, 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 Π1.5 παρουσιάζεται μια τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.

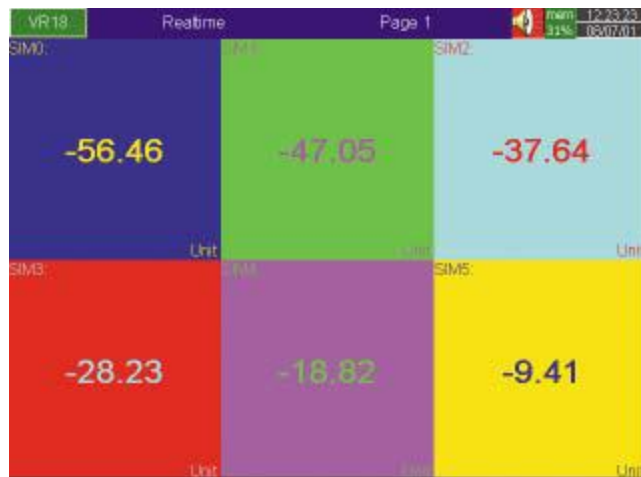


Εικόνα Π5 Τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.

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

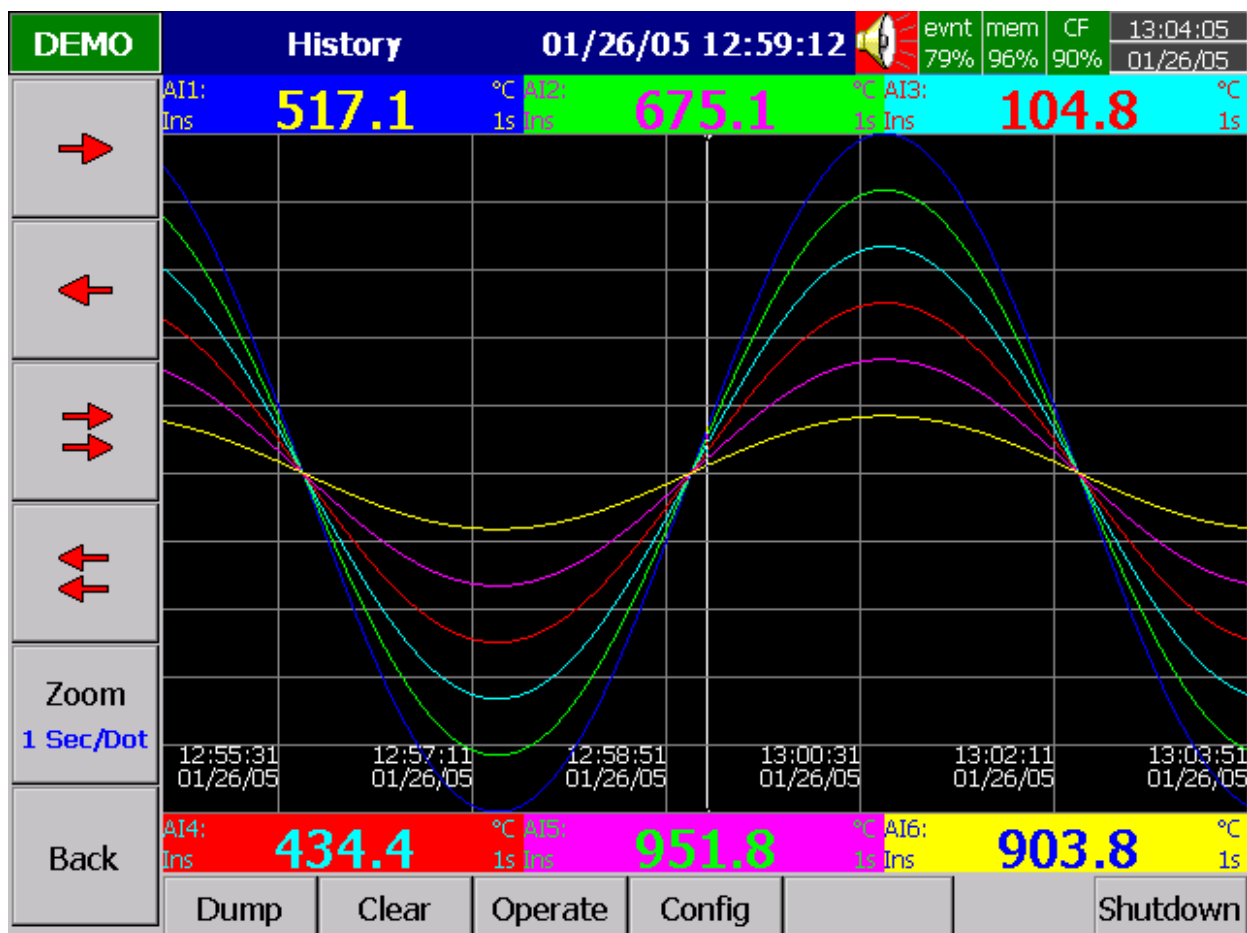
Εικόνα Π6 Τυπική εικόνα οθόνης σε βασική λειτουργία.



Εικόνα Π7 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.



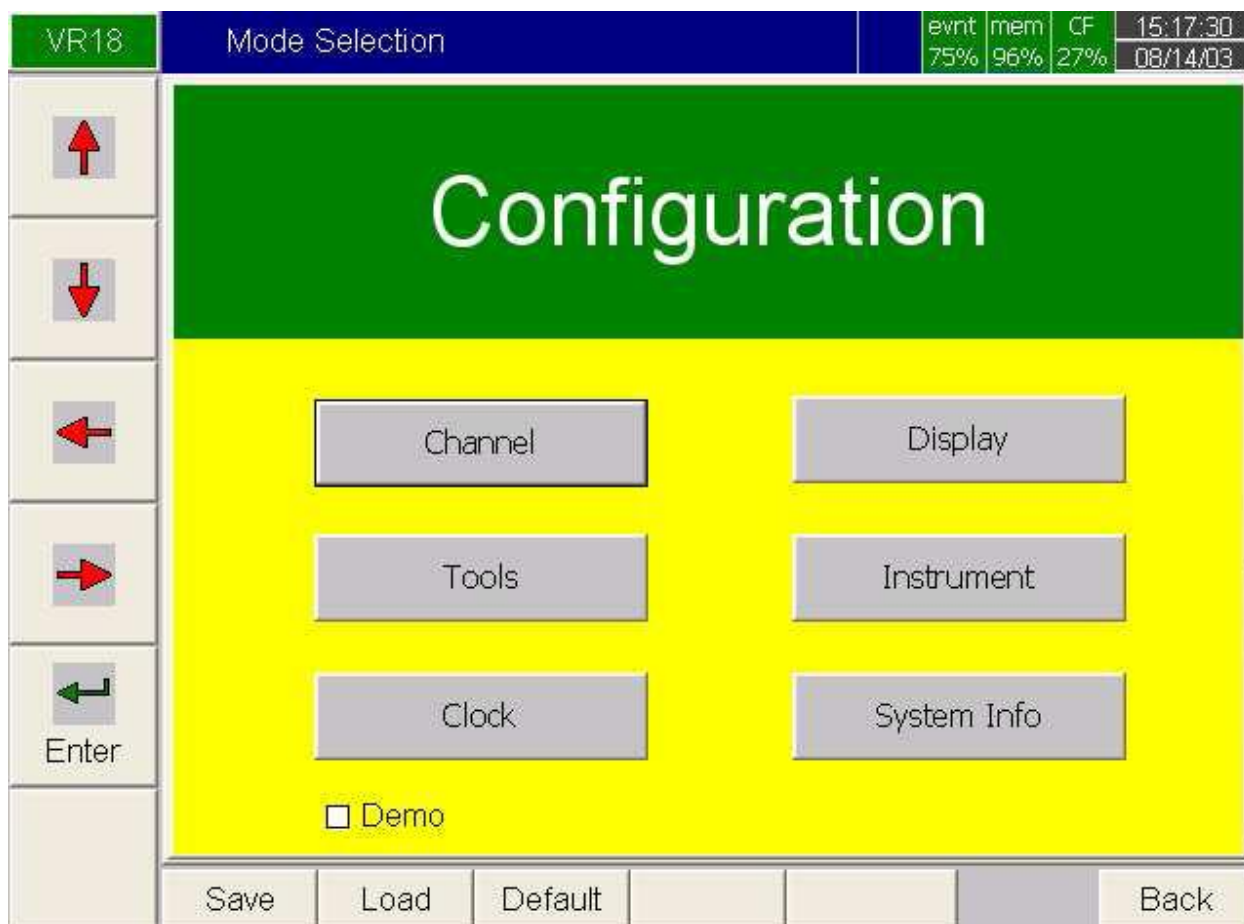
Εικόνα Π8 Τυπική εικόνα οθόνης στη λειτουργία history.

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 μπειτε 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 μπειτε 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.

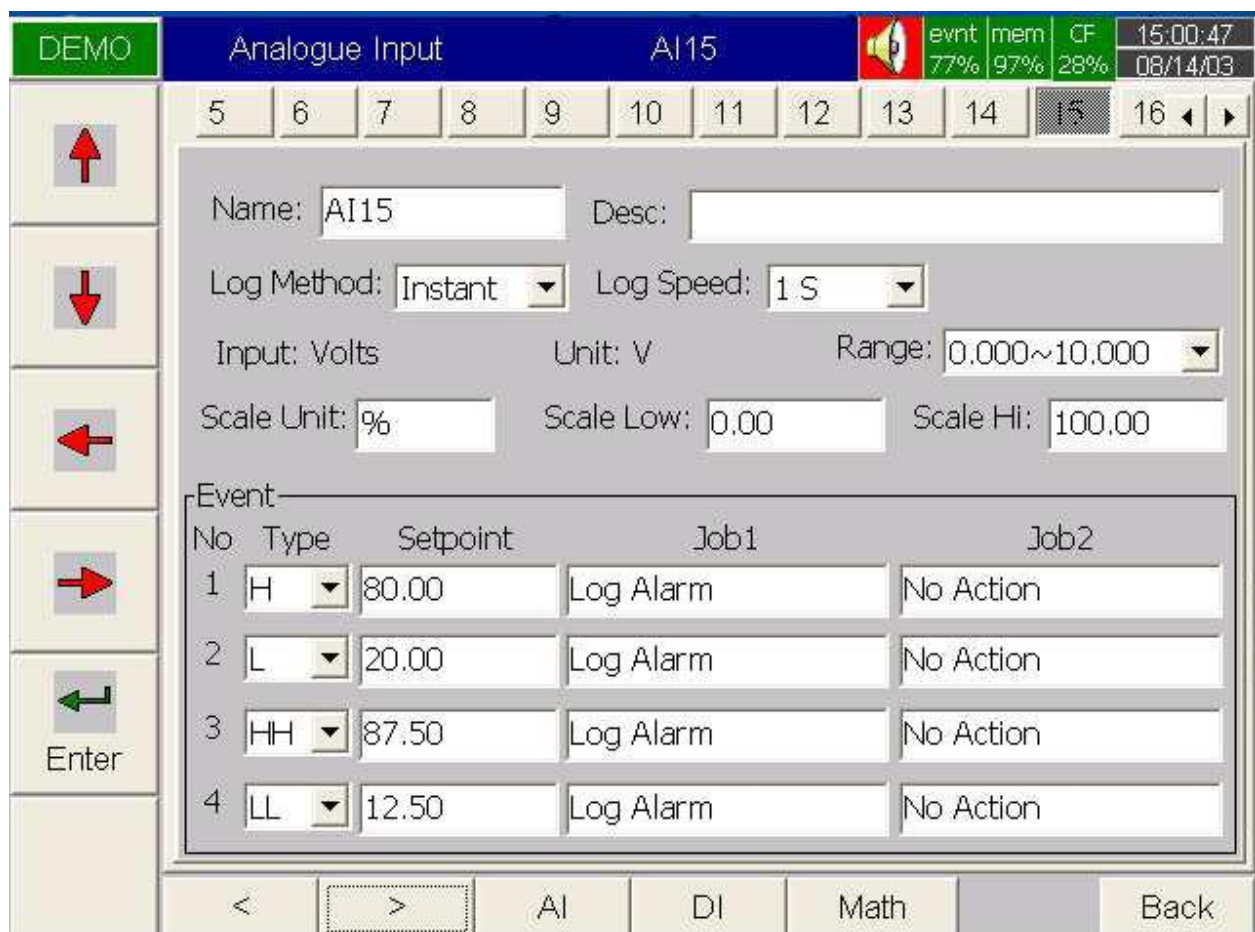
Load: Χρησιμοποιείται για να φορτώσετε τις διαμορφώσεις από την κάρτα αποθήκευσης CF στο καταγραφικό.

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)

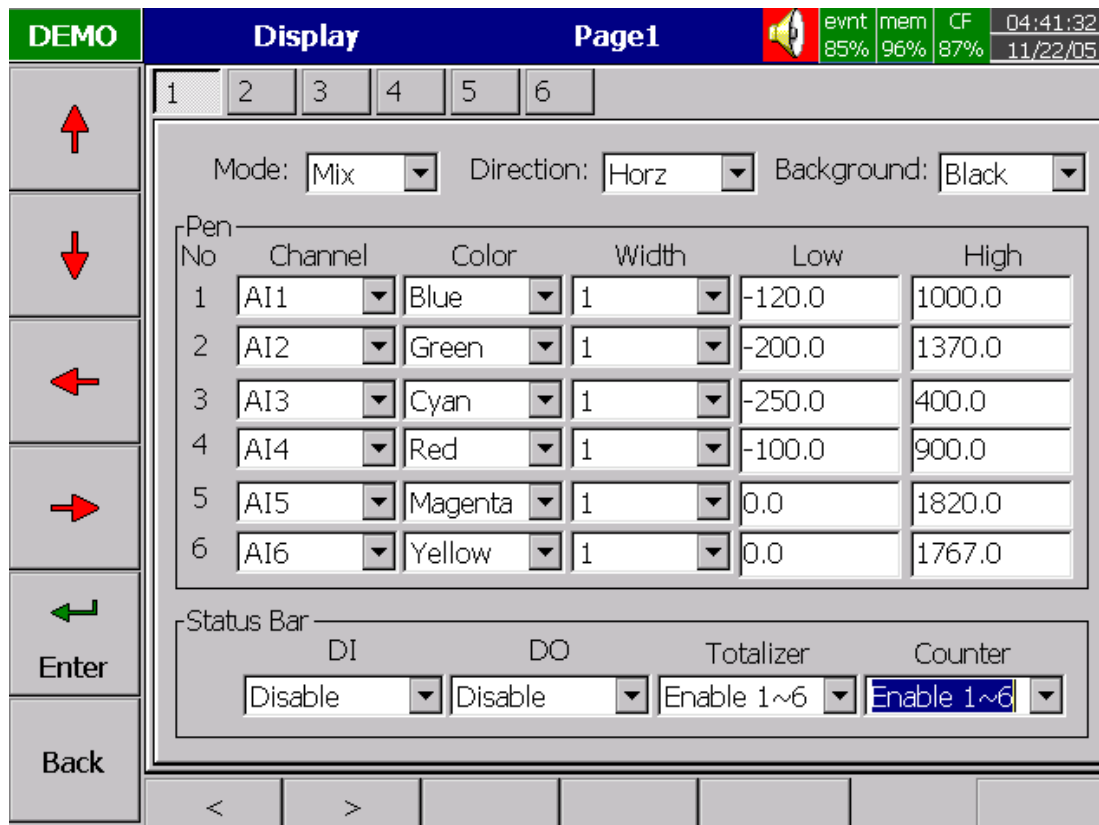
Αφού μπείτε στο Configuration mode, μετά επιλέξετε **Channel** και πατήστε το κουμπί **Enter** για να μπείτε στο Channel mode. Πατήστε τα κουμπιά **AI**, **DI**, **Math** για να επιλέξετε την Analog input (αναλογική είσοδο), Digital input (ψηφιακή είσοδο) ή Mathematics (μαθηματικά). Πατήστε τα κουμπιά κατεύθυνσης • • στο κάτω μέρος για να επιλέξετε κανάλι. Στη συνέχεια πατήστε τα κουμπιά κατεύθυνσης ↑, ↓, ←, →, 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 Π10 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 Π11 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 μπειτε σε λειτουργία Instrument.

The screenshot displays the 'Instrument' configuration menu. At the top, there is a status bar with 'DEMO' on the left, 'Instrument' in the center, and system metrics on the right: 'evnt 84%', 'mem 96%', 'CF 94%', and the time '05:48:51' and date '11/22/05'. The main menu area is titled 'Instrument' and contains several settings:

- Name: VR18
- Language: English
- Event Limit: 256
- Security: Normal
- Data Transfer: Dump and
- Keypad Sound: Minimum
- LCD Screensaver: 10Min.
- Sensor: Off & On: Keypad
- Communication section:
 - PC Transfer: Ethernet
 - IP: User Define
 - IP Address: 192.168.0.111
 - Subnet Mask: 255.255.255.0
 - Default Gateway: 0.0.0.0

On the left side, there is a vertical navigation bar with buttons for Up, Down, Left, Right, Enter, and Back.

Εικόνα Π12 Τυπική εικόνα οθόνης σε instrument λειτουργία.

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 Subnet Mask στο δίκτυο.

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

Σημείωση:

Αν το Automation είναι επιλεγμένο, η διεύθυνση IP και η Subnet Mask 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 μπείτε 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.

The screenshot displays the 'Clock' configuration interface. At the top, there is a status bar with 'DEMO' on the left, 'Clock' in the center, and system metrics on the right: 'evnt 84%', 'mem 96%', 'CF 85%', and a clock showing '12:28:31' and '11/22/05'. Below the status bar is a vertical navigation column with buttons for up, down, left, right, Enter, and Back. The main configuration area is titled 'Clock' and contains three sections: 'Date Style' with a dropdown menu set to 'mm/dd/yy', 'Date/Time' with sub-sections for 'Date Style: mm/dd/yy' (Samples: 10/31/01) and 'Time Style: hh:mm:ss' (Samples: 15:37:16), and 'Summer time'. The 'Date' is set to 11 / 22 / 05 and the 'Time' is set to 12 : 28 : 12. An 'Apply' button is located below the Date/Time section. The 'Summer time' section shows a dropdown set to 'Disable' and a date range from 04 / 01 to 09 / 30.

Εικόνα Π13 Τυπική εικόνα οθόνης σε clock λειτουργία.

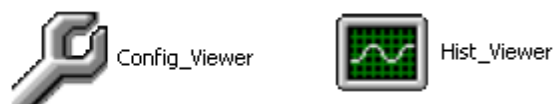
Λογισμικό Η/Υ και Επικοινωνιών διαμόρφωσης (PC software and Communication configuration)

Observer I & Observer II οδηγός λογισμικού PC

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 Π14 Μέρη του Observer I

Ο Observer II περιέχει τρία μέρη:



Εικόνα Π15 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 Π16 Εικονίδιο CONFIG_VIEWER

Αυτό χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση του καταγραφικού από το PC.

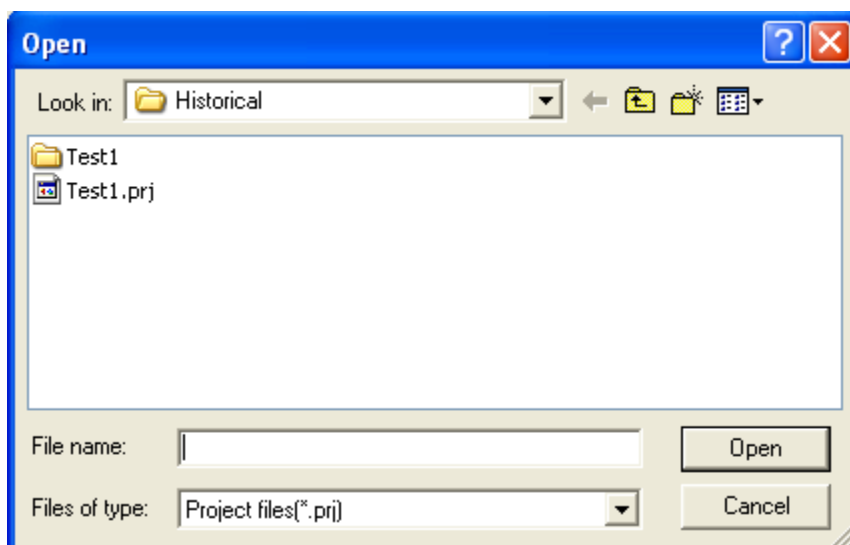
Start-Programs-Observer I / Observer II-Configuration

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.

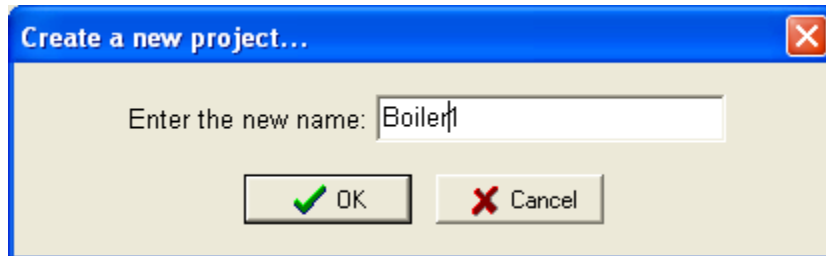


Εικόνα Π17 Άνοιγμα του project

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



Εισάγετε το όνομα του project



Εικόνα Π18 Όνομα του project

DDE dynamic data exchange

Δυναμική ανταλλαγή δεδομένων

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

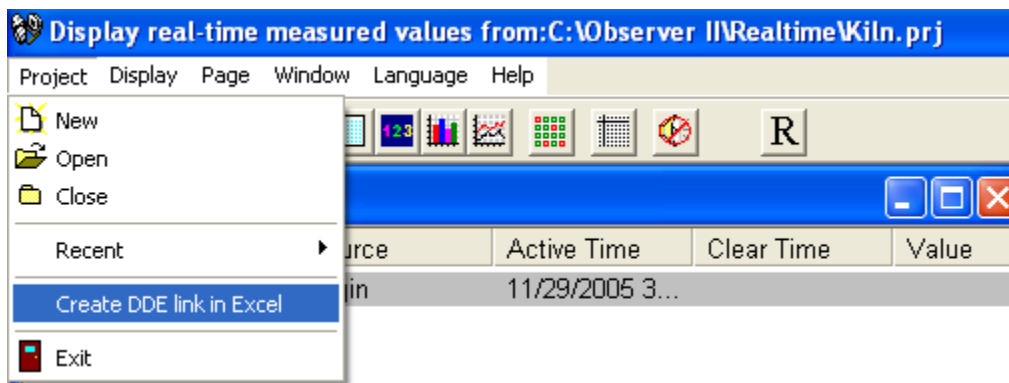
Το DDE παίρνει τα στοιχεία από μια εφαρμογή και τα δίνει σε μια άλλη εφαρμογή. Επιτρέπει τα προγράμματα Windows που υποστηρίζουν το DDE να ανταλλάξουν τα στοιχεία μεταξύ τους.

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.

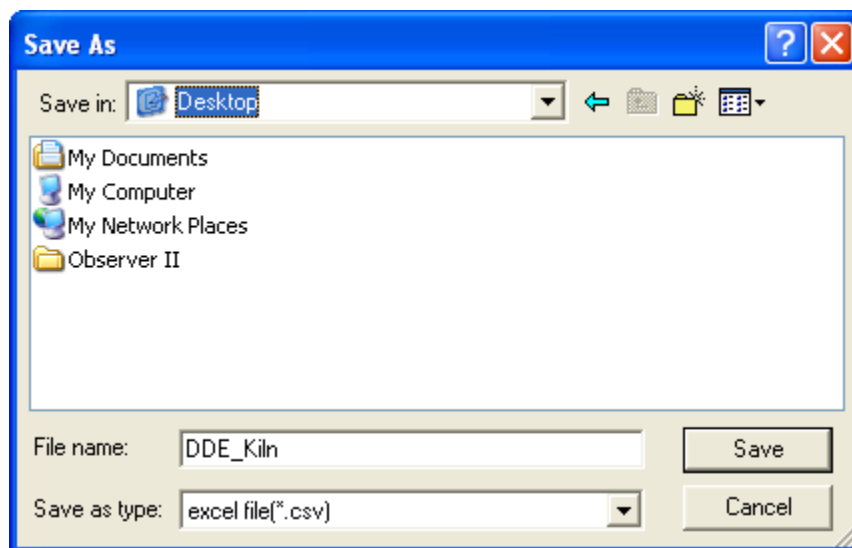
Ανοίξτε το real time viewer από την έναρξη - προγράμματα - Observer II - real time viewer

Project – create DDE link in excel



Εικόνα Π19 Δημιουργία DDE link

Διευκρινίστε το path και το όνομα αρχείου ως εξής:



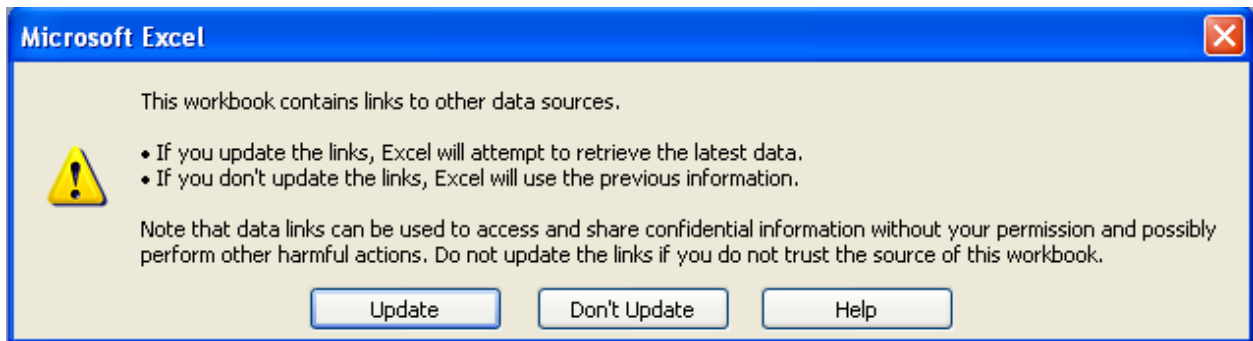
Εικόνα Π20 Path και όνομα αρχείου

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, 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 Π21 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!_A11
```

```
Application = RealTime_Viewer
```

```
Topic = TagService
```

```
Tag name = A11
```

Σημειώστε ότι κάθε όνομα επικετών θα έχει την κάτω παύλα μετά από τον χαρακτήρα «!». Είναι δυνατό να ανταλλαχθούν τα σχετικά στοιχεία με το A1, D1, μετρητών και Totalizers μεταξύ του λογισμικού Observer και των εφαρμογών τρίτων, που τρέχουν το DDE κάτω από λειτουργικό σύστημα των Windows.

Name	Unit	Value
A1	°C	31.4
A2	°C	ERROR
A3	°C	ERROR
D1	°C	0
D2	°C	0
D3	°C	0
D4	°C	0
D5	°C	0
D6	°C	0
Cont1	°C	0
Cont2	°C	0
Cont3	°C	0
Cont4	°C	0
Cont5	°C	0
Tolz1	°C	0
Tolz2	°C	0
Tolz3	°C	0
Tolz4	°C	0
Tolz5	°C	0
Tolz6	°C	0
Tolz7	°C	0
Tolz8	°C	0
Tolz9	°C	0
Tolz10	°C	0
Tolz11	°C	0
Tolz12	°C	0
Tolz13	°C	0
Tolz14	°C	0

Εικόνα Π22 Ανοιγμα 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.



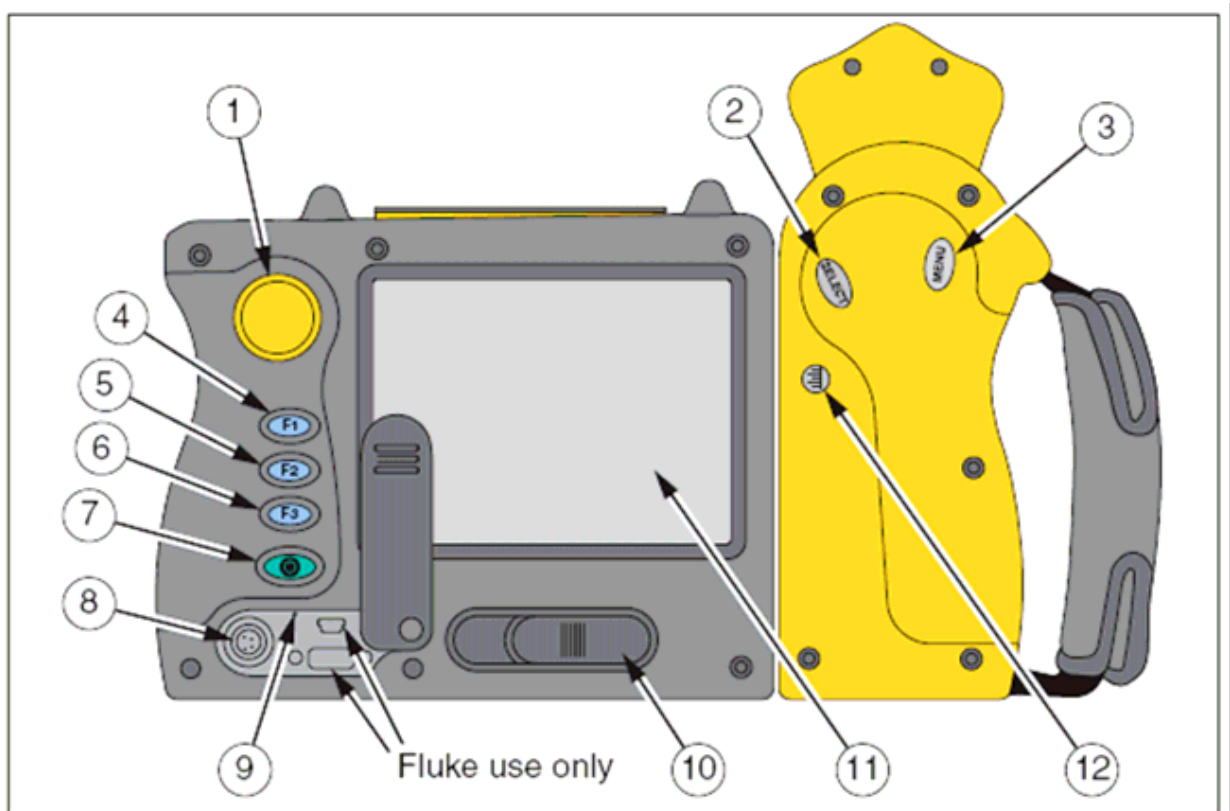
Εικόνα Π23 Χαρακτηριστική εικόνα του καταγραφικού οργάνου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

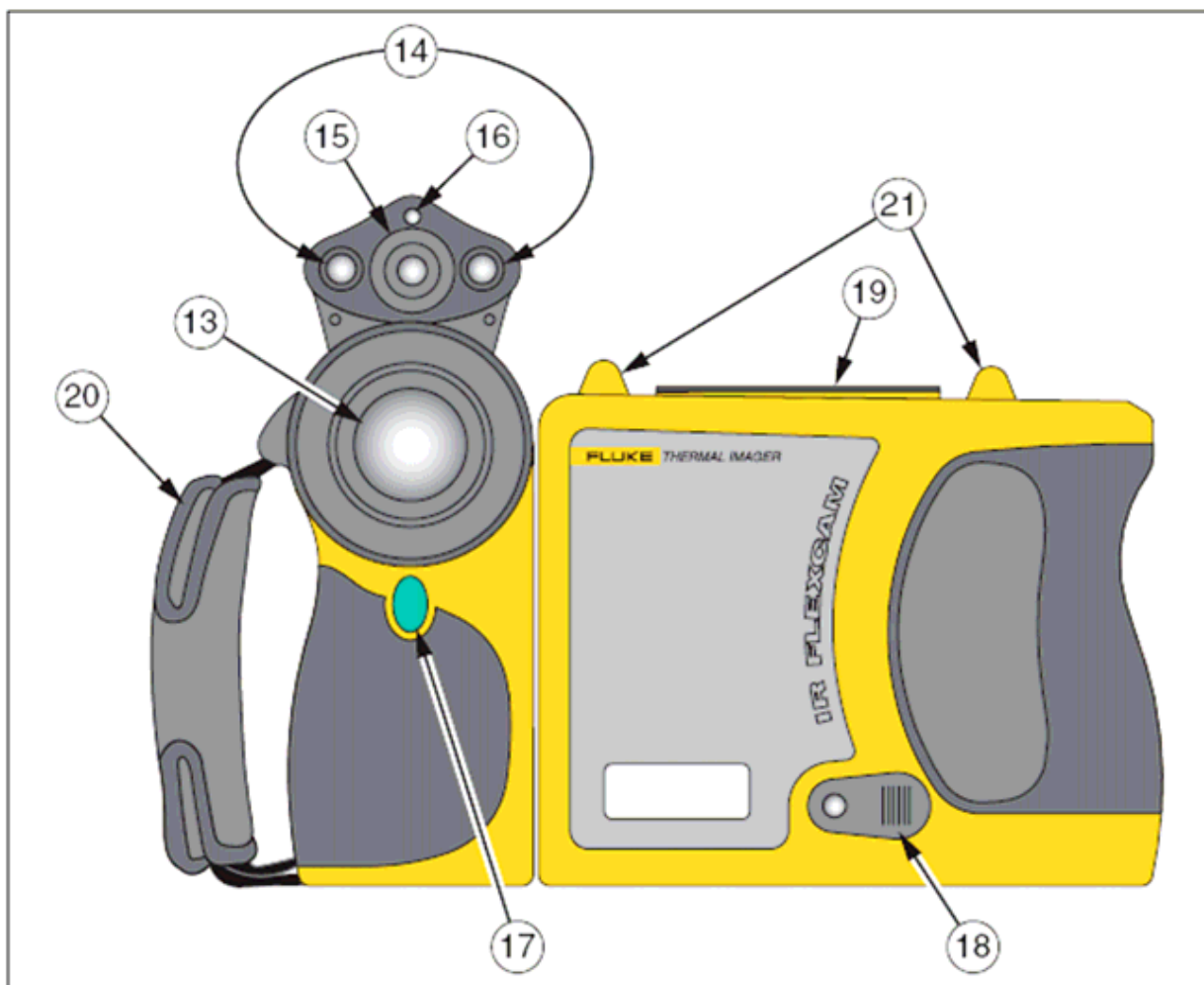
Θερμοκάμερα Flexcam Ti45

Τα μέρη της Θερμοκάμερας

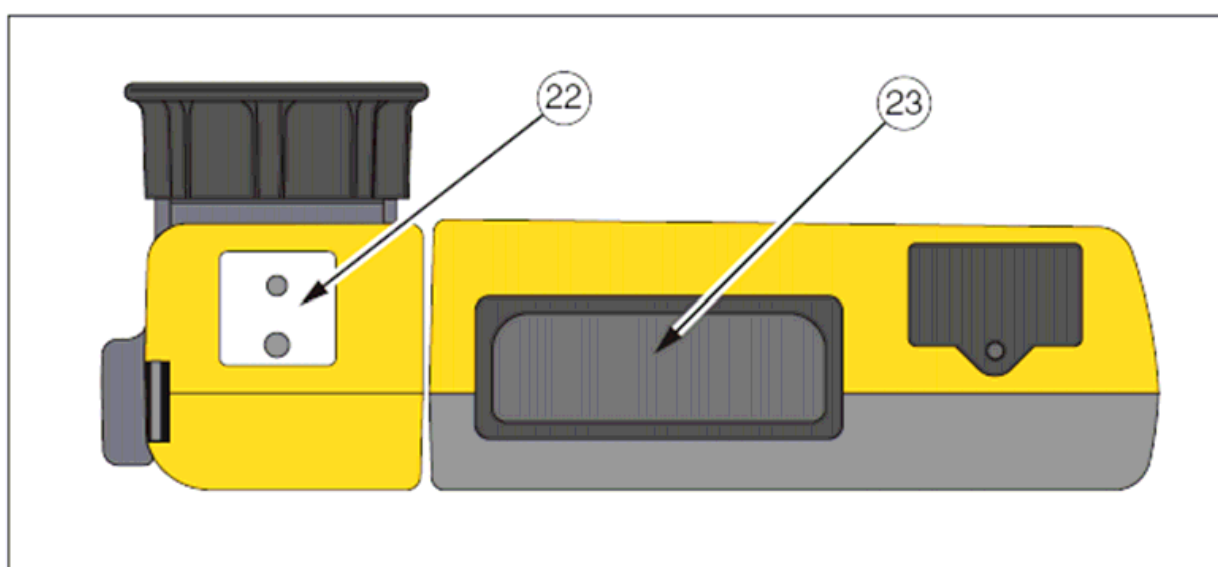
Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και οι λειτουργίες της θερμοκάμερας παρουσιάζονται στα σχήματα Π2.1, Π2.2, και Π3.3 και περιγράφονται παρακάτω.



Εικόνα Π24 Πίσω όψη




Εικόνα Π25 Μπροστινή όψη




Εικόνα Π26 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 την κάμερα. Μπορεί λόγο 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 διαμπερής 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

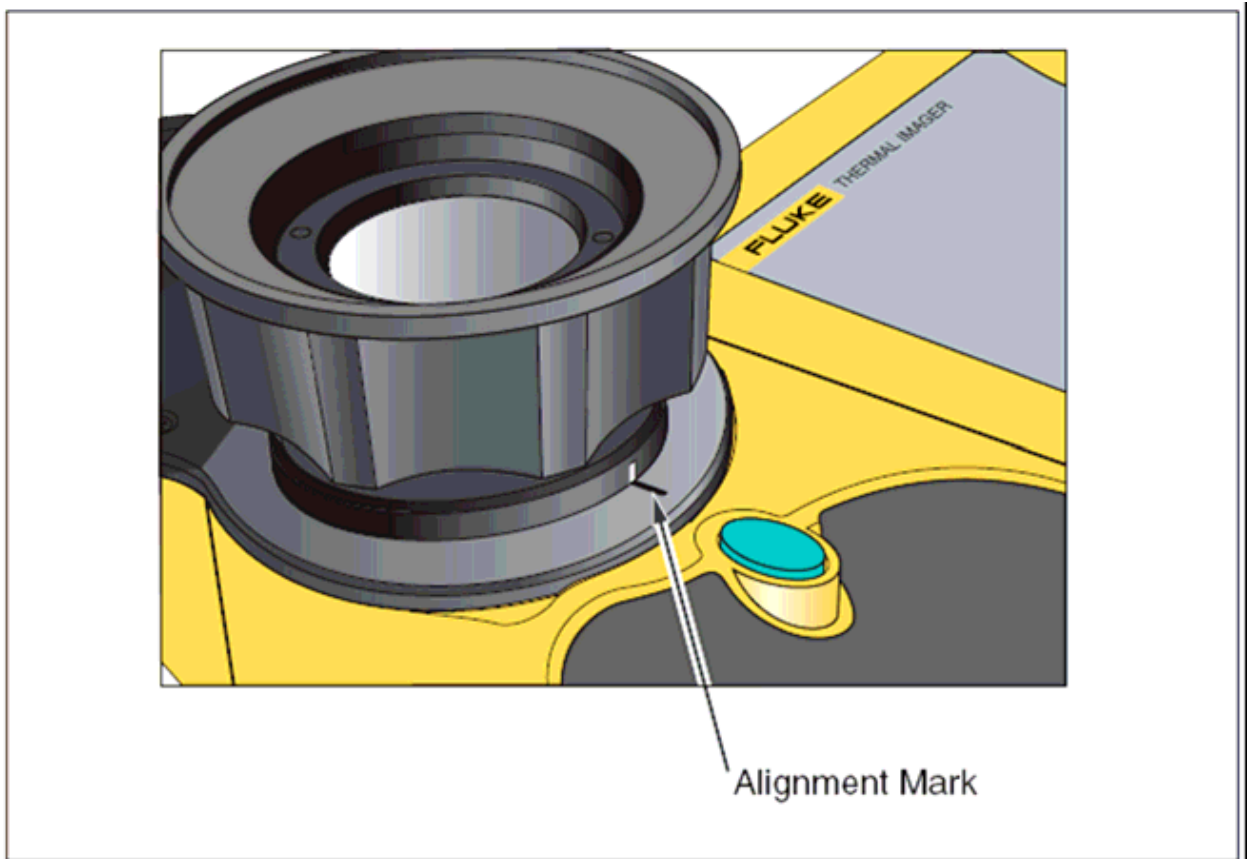
και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος που μετρώνται από τη θερμοκάμερα, χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας του στόχου.

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 υπέρυθρη 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 υπέρυθρη 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 Π27 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.