



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

" ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΚΑΜΙΝΙ ΔΥΟ ΖΩΝΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ PLC"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΠΑΤΣΙΛΗ ΓΙΩΡΓΟΣ και ΑΡΓΥΡΗΣ ΡΕΤΣΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ.ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2019

Ευχαριστίες

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας κύριο Μιχαήλ Παπουτσιδάκη για την βοήθεια που μας παρείχε ώστε να ολοκληρώσουμε την πτυχιακή εργασία καθώς επίσης και τους συνεργάτες του οι οποίοι μας έδωσαν πολύτιμες συμβουλές.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **ΠΑΤΣΙΛΗ ΓΙΩΡΓΟ**, του **ΒΑΓΓΕΛ**, με αριθμό μητρώου **43452** φοιτητής του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **ΑΡΓΥΡΗ ΡΕΤΣΗ**, του **ΔΗΜΗΤΡΗ**, με αριθμό μητρώου **43044** φοιτητής του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
SUMMARY	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	10
1.1 ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ(THERMISTOR).....	10
1.2 ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ (thermocouple).....	12
1.2.1 ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΩΝ	12
1.2.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	14
1.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (resistance temperature detectors -RTDs).....	15
1.3.1 ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ RTD ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΣ.....	15
1.3.1.1 ΤΥΠΟΥ FILM (THIN-FILM ELEMENT)	15
1.3.1.2 ΤΥΠΟΥ ΕΛΙΚΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (WIRE-WOUND ELEMENT).....	16
1.3.1.3 ΤΥΠΟΥ ΠΕΡΙΤΥΛΙΓΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (COILED ELEMENT).....	17
1.3.1.4 ΤΥΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ (CARBON RESISTOR ELEMENT)	17
1.3.1.5 ΤΥΠΟΥ STRAIN-FREE ELEMENTS.....	18
2. ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΕΧ.....	19
3. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	21
3.1 ΣΤΟΧΟΣ.....	21
3.2 ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ.....	22
3.3 PLC (programmable logic controller)	31
3.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΕ ΓΛΩΣΣΑ FBD	35
3.5 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	37
ΗΛΕΚΤΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	39
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	41
ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ.....	45
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	46

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1.1.α: θερμίστορ NTC	10
Εικόνα 1.1.β: χαρακτηριστική καμπύλη θερμίστορ NTC&PTC της αντίστασης τους συναρτήσει με την θερμοκρασία.	10
Εικόνα 1.2.α: Θερμοζευγος	12
Εικόνα 1.2.β Είδη θερμοζευγών και περιοχές λειτουργίας τους	13
Εικόνα 1.2.γ: (α) Εμφάνιση θερμοηλεκτρικής τάσης όταν δύο μέταλλα ενώνονται. (β) Δομή ενός θερμοζεύγους. Διακρίνονται η θερμή επαφή και η ψυχρή επαφή και σημειώνονται οι τάσεις που αναπτύσσονται σε αυτό.	14
Εικόνα 1.3.α: Αισθητήριο θερμοκρασίας RTD τύπου film σε σχεδιαστική(αριστερά) και πραγματική(δεξιά) απεικόνιση.	15
Εικόνα 1.3.β: Αισθητήριο θερμοκρασίας RTD τύπου ελικοειδούς αντίστασης σε σχεδιαστική(αριστερά) και πραγματική(δεξιά) απεικόνιση.....	16
Εικόνα 1.3.γ: Αισθητήριο θερμοκρασίας RTD τύπου περιτυλιγμένης αντίστασης.	17
Εικόνα 2.1. Τρίγωνο εκρηκτικότητας	19
Εικόνα 3.1. Ηλεκτρικό καμίνι κεραμικής	21
Εικόνα 3.2.α. Siemens Logo 8 12/24 RCE.....	22
Εικόνα 3.2.β. Τροφοδοτικό Siemens	23
Εικόνα 3.2.γ. Επέκταση AM2	23
Εικόνα 3.2.δ. Μετατροπές για θερμοζεύγος τύπου K.....	25
Εικόνα 3.2.ε. Θερμοζεύγος τύπου K.....	25
Εικόνα 3.2.ζ. Ενδεικτικές λυχνίες.....	30
Εικόνα 3.2.η. Διακόπτης τριών θέσεων και μπουτόν	31
Εικόνα 3.2.θ. Ηλεκτρολογικό κουτί.....	31
Εικόνα 3.3.α. PLC με διάφορες εισόδους και εξόδους.....	32
Εικόνα 3.3.β. Συσχετισμός των τριών τύπων γλωσσών προγραμματισμού PLC.	33
Εικόνα 3.4. Πρόγραμμα σε γλώσσα ή FUNCTION BLOCK DIAGRAM για Logo 8.	35
Εικόνα 3.5. Δεύτερο μέρος του προγράμματος που αφορά το καμίνι με την μία αντίσταση..	37
Εικόνα 3.6.α Το εξωτερικό περίβλημα- κουτί.....	41
Εικόνα 3.6.β Εσωτερική διάταξη στοιχείων	42
Εικόνα 3.6.γ Διάταξη μπουτόν και λυχνιών.....	43
Εικόνα 3.6.δ Διάταξη μετατροπέα και ελεγκτή.....	44

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια επίλυσης προβλήματος που αντιμετώπιζε επιχείρηση παραγωγής κεραμικών προϊόντων.

Στόχος της εργασίας ήταν ο έλεγχος της θερμοκρασίας για το επιθυμητό αποτέλεσμα σε καμίνι κεραμικής δύο ζωνών αντιστάσεων. Η λειτουργία που θέλαμε να επιτευχθεί ήταν η εξής: μετά από καθορισμένο χρόνο τον οποίο επιλέγει ο χρήστης να γίνεται η έναρξη της προθέρμανσης του καμινιού σε όριο θερμοκρασίας που επιθυμεί αυτός. Ο χρήστης θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να προκαθορίσει την αύξησης ή την μείωσης του ρυθμού ανόδου της θερμοκρασίας στην προθέρμανση για την αποφυγή καταστροφής των προϊόντων από απότομες διαστολές. Εν συνεχεία όταν η θερμοκρασία φτάσει στο προκαθορισμένο όριο της προθέρμανσης να μπαίνει σε λειτουργία κυρίως ψήσιματος. Στο κυρίως ψήσιμο θα πρέπει ο ρυθμός ανόδου της θερμοκρασίας να είναι τόσος όσος μπορούν να επιφέρουν οι ηλεκτρικές αντιστάσεις αλλά με σκοπό την ομοιογενής θερμοκρασία σε όλο το καμίνι (απόκλιση 30°C πάνω με κάτω ζώνη). Τέλος όταν η θερμοκρασία φτάσει στην προκαθορισμένη τιμή από τον χρήστη θα πρέπει να συντηρείτε η θερμοκρασία γύρω από αυτήν την προκαθορισμένη τιμή θερμοκρασίας για χρόνο που θα τον προκαθορίζει ο χρήστης (απόκλιση 20°C από την προκαθορισμένη τιμή). Μετά από τον χρόνο αυτό το καμίνι θα σβήνει. Με την ίδια διαδικασία ο χρήστης θα πρέπει να έχει την δυνατότητα ενεργοποίησης και ενός δευτέρου καμινιού το οποίο θα έχει μια ζώνη αντιστάσεων.

SUMMARY

This thesis was carried out as part of a problem-solving solution for a ceramic manufacturing company.

The aim of the thesis was to control the temperature for the desired effect in a two-band ceramic furnace resistor. The function we wanted to achieve was as follows:

After a specified time the user chooses to start the furnace preheating to the temperature limit he wishes. The user should be able to predetermine the increase or decrease of the temperature rise in the warm-up to avoid the destruction of the products by sharp dilations.

Then the temperature reaches the predetermined limit of preheating to enter the main cooking mode. In the main oven, the rate of rise of the temperature should be as high as the electrical resistors can bring but in order to maintain a uniform temperature throughout the furnace (300 C deviation above and below the band).

Finally, when the temperature reaches the predetermined value by the user, it must maintain the temperature around this predetermined temperature for a time that the user will predetermine (200 C deviation from the predetermined value).

After this time the furnace will go out.

By the same procedure the user should be able to activate a second furnace which will have a resistor zone.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ανάγκης επίλυσης προβλήματος που αντιμετώπιζε επιχείρηση η οποία ασχολείται με την παραγωγή κεραμικών προϊόντων. Παρατηρήθηκε έλλειψη εργασιών στο συγκεκριμένο θέμα γεγονός που μας ώθησε να πειραματιστούμε αρκετά σε πραγματικές συνθήκες εργασίας (πειραματισμός στο χώρο επιχείρησης παραγωγής κεραμικών προϊόντων)

Το όλο πρόβλημα έγκειται στο να γίνει έλεγχος και συντονισμός της θερμοκρασίας στις δυο αντιστάσεις του καμινιού ώστε κατά το πέρας του ψησίματος να έχει επέλθει το ποθητό ομοιόμορφο αποτέλεσμα στο τελικό προϊόν.

Για να πραγματοποιηθεί η παραγωγή του τελικού προϊόντος πραγματοποιούνται τα εξής τρία στάδια:

Κατά το πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η διαδικασία προθέρμανσης του καμινιού.

Η ρύθμιση της θερμοκρασία γίνεται χειροκίνητα από τον χειριστή με βάση το υλικό που χρησιμοποιείται.

Το δεύτερο στάδιο αφορά την εισαγωγή τις πρώτης ύλης, καθώς έχει πάρει την τελική σχηματική του μορφή, ώστε να αρχίσει να ψήνεται.

Το τρίτο στάδιο, που είναι και το τελικό, αφορά το τελικό ψήσιμο ώστε το προϊόν να είναι έτοιμο στη στέρεα μορφή του.

Το όλο εγχείρημα συνοψίζεται στο πως θα μπορούσαμε τις τρεις διαδικασίες ψησίματος να τις συντονίσουμε ώστε να γίνεται ομαλά η μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο με σκοπό να αποφύγουμε τις αστάθειες στην θερμοκρασία του καμινιού και να επιτύχουμε ένα ομοιόμορφο και καλαίσθητο αποτέλεσμα στη τελική μορφή του προϊόντος • πράγμα που δεν συνέβαινε πριν καθότι λόγω αστάθειας θερμοκρασίας στις δύο ζώνες ψησίματος, πολλές φορές, είχαμε αποτελέσματα με το άνω μέρος να είναι παραπάνω ψημένο και να έχουμε ανομοιομορφία στην όψει όπως επίσης να επηρεάζεται η ποιότητα του προϊόντος.

1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

1.1 ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ(THERMISTOR)

Το θερμίστορ είναι ένας τύπος αντίστασης ο οποίος επηρεάζεται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος που βρίσκεται, σε πολύ πιο μεγάλο βαθμό από τις συνηθισμένες ωμικές αντιστάσεις.

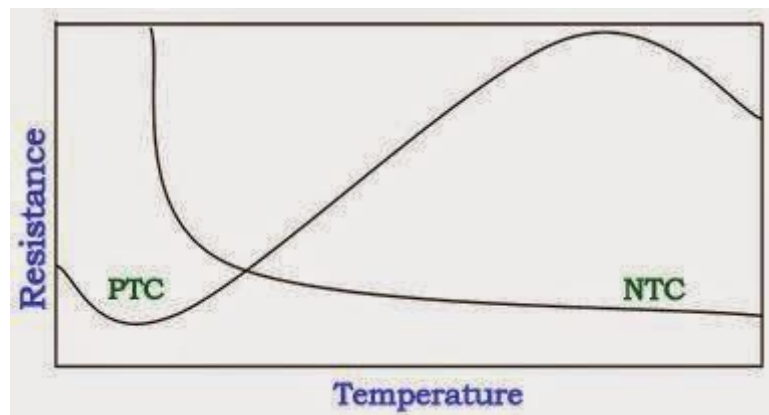


Εικόνα 1.1.α: θερμίστορ NTC

Τα θερμίστορς μπορούν να διακριθούν ανάλογα με την λειτουργία τους σε δυο κατηγορίες:

A)Τα θερμίστορ NTC τα οποία η αντίσταση τους μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

B)Τα θερμίστορ PTC τα οποία η αντίσταση τους αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

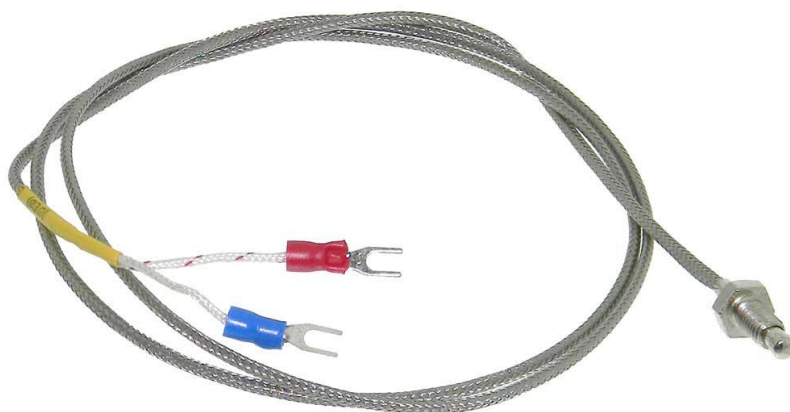


Εικόνα 1.1.β: χαρακτηριστική καμπύλη θερμίστορ NTC&PTC της αντίστασης τους συναρτήσει με την θερμοκρασία.

Το υλικό κατασκευής των θερμίστορ είναι κεραμικό η πολύμερες .Η εφαρμογές που συναντάται συνήθως απαιτούν ακρίβεια αλλά σε μια περιορισμένη περιοχή θερμοκρασιών, τυπικά από $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $130\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.2 ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ (thermocouple)

Τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη ή θερμοζεύγη (thermocouples) είναι σήμερα πολύ διαδεδομένα σε πάρα πολλές εφαρμογές που απαιτούν ανίχνευση θερμοκρασίας. Το γεγονός που συμβάλει σε αυτό είναι πρώτον η αρκετά καλή ακρίβεια που παρέχουν και το χαμηλό κόστος για την αγορά τους. Κατασκευαστικά αποτελούνται από δύο σύρματα διαφορετικού υλικού τα οποία ενώνονται στα άκρα τους.



Εικόνα 1.2.α: Θερμοζευγος

1.2.1 ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΩΝ

Τα θερμοζεύγη κατασκευάζονται από επιλεγμένα μέταλλα ή κράματα μετάλλων, τα οποία αναπτύσσουν θερμοηλεκτρική τάση που μεταβάλλεται σε σχέση με τη θερμοκρασία. Η ονομασία τους προέρχεται από τα ονόματα των δύο μετάλλων ή κραμάτων από τα οποία κατασκευάζονται, και αναφέρεται πρώτο το μέταλλο που γίνεται θετικότερο (και άρα αποτελεί το θετικό πόλο της θερμοηλεκτρικής τάσης). Το καλώδιο που καλύπτει το αρνητικό μέταλλο έχει πάντοτε κόκκινο χρώμα.

Τα πιο διαδεδομένα είδη θερμοζευγών είναι τα ακόλουθα **[1]**:

1. Σιδήρου - Κωνσταντάνης (iron-constantan) ή Τύπου J. Οι ακροδέκτες έχουν χρώματα λευκό και κόκκινο. Αναπτύσσει θερμοηλεκτρική τάση περίπου $50 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Το καλώδιο σιδήρου είναι μαγνητικό. Οι επαφές γίνονται με συγκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση χρησιμοποιώντας συνηθισμένα μέσα συγκόλλησης (η κωνσταντάνη είναι κράμα χαλκού/νικελίου).

2.Νικελίου/Χρωμίου - Νικελίου/Αλουμινίου (chromel-alumel) ή Τύπου Κ. Οι ακροδέκτες έχουν χρώματα κίτρινο και κόκκινο. Αναπτύσσει θερμοηλεκτρική τάση περίπου 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Το καλώδιο από το κράμα alumel (νικε-λίου/αλουμινίου) είναι μαγνητικό. Οι επαφές γίνονται με συγκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση και απαιτούνται ειδικά μέσα συγκόλλησης (άργυρος, ρέοντα υγρά). Το θερμοζεύγος αυτό δημιουργεί ηλεκτρικά σήματα όταν τα καλώδιά του κάμπτονται και έτσι δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε δονούμενα συστήματα, εκτός και αν χρησιμοποιείται κάποιο σύστημα αντιστάθμισης της μηχανικής τάσης.

3.Χαλκού - Κωνσταντάνης (copper-constantan) ή Τύπου Τ. Οι ακροδέκτες έχουν χρώματα μπλε και κόκκινο. Αναπτύσσει θερμοηλεκτρική τάση περίπου 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Κανένα καλώδιο δεν είναι μαγνητικό. Οι επαφές γίνονται με συγκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση χρησιμοποιώντας συνηθισμένα μέσα συγκόλλησης. Το θερμοζεύγος αυτό εμφανίζει σφάλματα στην αγωγή του ρεύματος επειδή ο χαλκός έχει υψηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται, εκτός εάν μεγάλα μήκη καλωδίου (100 έως 200 φορές η διάμετρος) τίθενται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας

Τα είδη των θερμοζευγών που διατίθενται σήμερα στο εμπόριο αναγράφονται στην Εικόνα 1.2.β

Είδος Θερμοζεύγους	Θετικό άκρο (+)	Αρνητικό άκρο (-)	Περιοχή Λειτουργίας
B	Λευκόχρυσος 30% Ρόδιο	Λευκόχρυσος 6% Ρόδιο	1370 – 1700 $^\circ\text{C}$
C	W5Re (Βολφράμιο 5% Ρήνιο)	W26Re (Βολφράμιο 26% Ρήνιο)	1650 – 2315 $^\circ\text{C}$
E	Chromel	Κωνσταντάνη	95 – 900 $^\circ\text{C}$
J	Σίδηρος	Κωνσταντάνη	95 – 760 $^\circ\text{C}$
K	Chromel	Alumel	95 – 1260 $^\circ\text{C}$
N	Nicrosil	Nisil	650 – 1260 $^\circ\text{C}$
R	Λευκόχρυσος 13% Ρόδιο	Λευκόχρυσος	870 – 1450 $^\circ\text{C}$
S	Λευκόχρυσος 10% Ρόδιο	Λευκόχρυσος	980 – 1450 $^\circ\text{C}$
T	Χαλκός	Κωνσταντάνη	-200 – 350 $^\circ\text{C}$

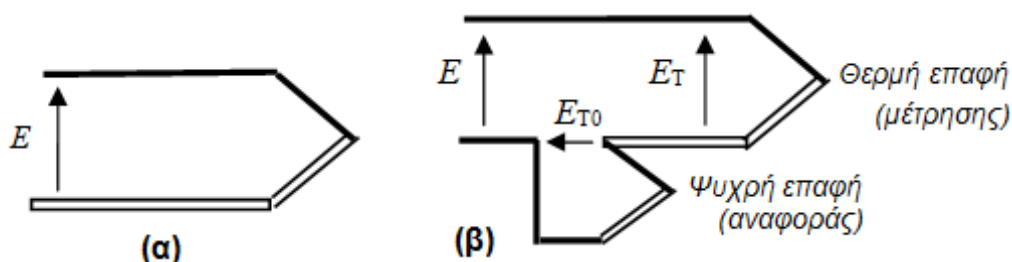
Εικόνα 1.2.β Είδη θερμοζευγών και περιοχές λειτουργίας τους

Τα θερμοζεύγη χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές που εκτείνονται από βιομηχανικές και επιστημονικές έως ιατρικές. Έτσι, χρησιμοποιούνται σε διάφορα περιβάλλοντα, όπως σε κλιβάνους, θαλάμους ψύξης, πυρηνικούς αντιδραστήρες αλλά και εγχειρήσεις για την παρακολούθηση της εσωτερικής θερμοκρασίας οργάνων. Αυτό συμβαίνει επειδή το θερμοζεύγος συνίσταται στην ουσία σε μία επαφή δύο μετάλλων, που μπορεί να λάβει μικροσκοπικές διαστάσεις και να κατευθυνθεί με τη βοήθεια δύο ευλύγιστων καλωδίων σε οποιοδήποτε σημείο μας ενδιαφέρει. Γι' αυτό αποτελούν μία από τις πρώτες επιλογές για τη μέτρηση θερμοκρασιών.

1.2.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η λειτουργία των θερμοζευγών στηρίζεται στο φαινόμενο του θερμοηλεκτρισμού (thermoelectricity), ή αλλιώς φαινόμενο Seebeck (Seebeck effect). Ειδικότερα, όταν δύο διαφορετικά μέταλλα ενώνονται σε ένα σημείο, τότε στο σημείο αυτό αναπτύσσεται μία τάση, η οποία λέγεται θερμοηλεκτρική τάση ή δυναμικό επαφής (contact potential) και οφείλεται στο διαφορετικό έργο εξόδου των μετάλλων. Έτσι, ανάμεσα στα ελεύθερα άκρα των συνδεδεμένων μεταλλικών συρμάτων αναπτύσσεται μία τάση E (Εικόνα 1.5 α). Η τάση αυτή όμως εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Έτσι, εάν τα δύο μεταλλικά σύρματα ενωθούν σε δύο σημεία που ευρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία, θα δημιουργηθούν δύο θερμοηλεκτρικές τάσεις διαφορετικής τιμής. Η διαφορά των δύο τιμών είναι ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας των δύο σημείων.

Η δομή ενός θερμοζεύγους εικονίζεται στην Εικόνα 1.2.γ (β). Παρατηρούμε ότι υπάρχουν δύο σημεία επαφής: Το άνω σημείο, που ονομάζεται θερμή επαφή (hot junction), τοποθετείται στο αντικείμενο, του οποίου τη θερμοκρασία T θέλουμε να μετρήσουμε, και αναπτύσσεται σε αυτό μία θερμοηλεκτρική τάση E_T . Το άλλο σημείο (η κάτω επαφή του σχήματος) ονομάζεται επαφή αναφοράς (reference junction) ή ψυχρή επαφή (cold junction) και τοποθετείται σε ένα χώρο σταθερής θερμοκρασίας (π.χ. σε θερμοκρασία περιβάλλοντος T_0). Στα άκρα του αναπτύσσεται μία θερμοηλεκτρική τάση E_{T_0} . Λόγω της τοποθέτησης των μεταλλικών συρμάτων, οι τάσεις E_T και E_{T_0} έχουν αντίθετη πολικότητα, και έτσι στα άκρα του θερμοζεύγους αναπτύσσεται η διαφορά τους, $E = E_T - E_{T_0}$.



Εικόνα 1.2.γ: (α) Εμφάνιση θερμοηλεκτρικής τάσης όταν δύο μέταλλα ενώνονται. (β) Δομή ενός θερμοζεύγους. Διακρίνονται η θερμή επαφή και η ψυχρή επαφή και σημειώνονται οι τάσεις που αναπτύσσονται σε αυτό.

Η θερμοηλεκτρική τάση E δεν είναι ευθέως ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας ($T - T_0$) αλλά σε συγκεκριμένες, στενές περιοχές θερμοκρασιών T μπορεί να θεωρηθεί χωρίς σφάλμα ότι είναι ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας. Συνήθως ανατρέχουμε σε πίνακες, οι οποίοι αναγράφουν τη διαφορά τάσης E που αντιστοιχεί σε ποικίλες διαφορές θερμοκρασίας ($T - T_0$) για ποικίλες θερμοκρασίες αναφοράς T_0 .

1.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (resistance temperature detectors -RTDs)

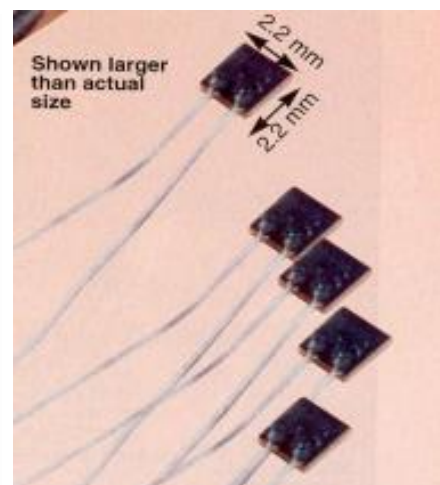
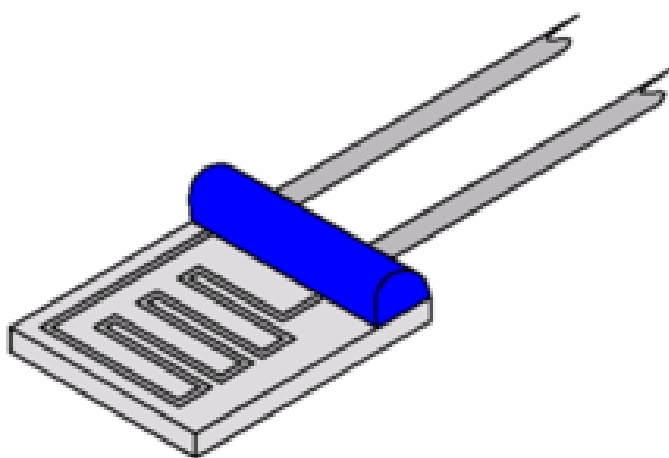
Τα θερμομέτρα μεταβαλλόμενης ωμικής αντίστασης ή αλλιώς αισθητήρες RTDs (Resistance temperature detectors) κατασκευάζονται από περιελισσόμενο σύρμα ή μεταλλική επίστρωση τα οποία μετρούν τις θερμοκρασίες με βάση την φυσική αρχή του θετικού συντελεστή μεταβολής της ηλεκτρικής αντίστασης των μετάλλων με τη θερμοκρασία. Οι αντιστάσεις RTDs είναι συνήθως από πλατίνα, νικέλιο ή χαλκό. Συγκεκριμένα η πλειοψηφία των θερμομέτρων μεταβαλλόμενης ωμικής αντίστασης χρησιμοποιεί πλατίνα ως υλικό κατασκευής και επονομάζονται αισθητήρες PRT (platinum resistance thermometers). Οι αισθητήρες RTD λόγω της κατασκευής τους είναι αρκετά εύθραυστες. Οι αισθητήρες αυτοί είναι αρκετά ακριβείς και αντικαθιστούν με την πάροδο του χρόνου τα θερμοζεύγη στις εφαρμογές της βιομηχανίας αλλά για θερμοκρασίες κάτω των 600 βαθμών κελσίου.

1.3.1 ΤΥΠΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ RTD ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥΣ

Ανάλογα με τον τρόπο που κατασκευάζονται οι αισθητήρες RTD μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: τα φιλμ, ελικοειδούς αντίστασης και περιτυλιγμένης αντίστασης.

1.3.1.1 ΤΥΠΟΥ FILM (THIN-FILM ELEMENT)

Η λεπτή μεταλλική επίστρωση είναι μια αντίσταση η οποία δημιουργείται από την τοποθέτηση μιας λεπτής στρώσης ενός ανθεκτικού υλικού, συνήθως πλατίνας επάνω σε μια κεραμική επιφάνεια. Το πάχος αυτής της επίστρωσης είναι συνήθως από 1 έως 10 νανόμετρα. Αυτό το φιλμ πλατίνας καλύπτεται αργότερα με μια στρώση από γυαλί ή έποξυ που βοηθάει στην ανθεκτικότητα του και λειτουργεί ταυτόχρονα ως μονωτική προστασία θορύβου από εξωτερικά καλώδια που διαρρέονται από ρεύμα.

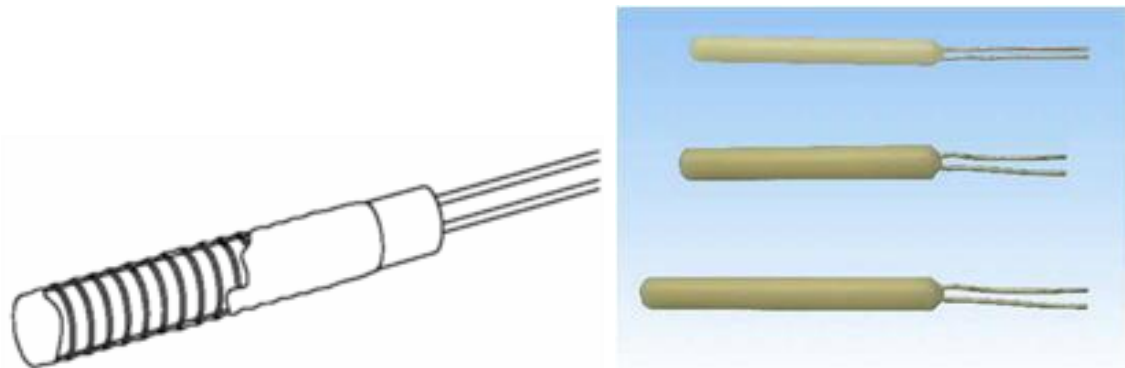


Εικόνα 1.3.α: Αισθητήριο θερμοκρασίας RTD τύπου film σε σχεδιαστική(αριστερά) και πραγματική(δεξιά) απεικόνιση.

Τα κύρια μειονεκτήματα του τύπου film είναι τόσο σταθερά στις μετρήσεις του όσο αυτά του τύπου ελικοειδούς αντίστασης. Επίσης χρησιμοποιούνται σε μικρό εύρος θερμοκρασιών. Τα στοιχεία αυτά λειτουργούν σε θερμοκρασίες ως 300 °C (572⁰F) αν δεν έχουν προστατευτική επικάλυψη, αλλά μπορούν να λειτουργήσουν έως 600⁰C (1112⁰F) όταν επικαλυφθούν σωστά με γυαλί ή κεραμικό υλικό. Τα ειδικά σε υψηλές θερμοκρασίες RTDs στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε θερμοκρασίες έως 900⁰C (1652⁰F) με την σωστή επικάλυψη που τα καθιστά ικανά να λειτουργήσουν σε τέτοιες θερμοκρασίες.

1.3.1.2 ΤΥΠΟΥ ΕΛΙΚΟΕΙΔΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (WIRE-WOUND ELEMENT)

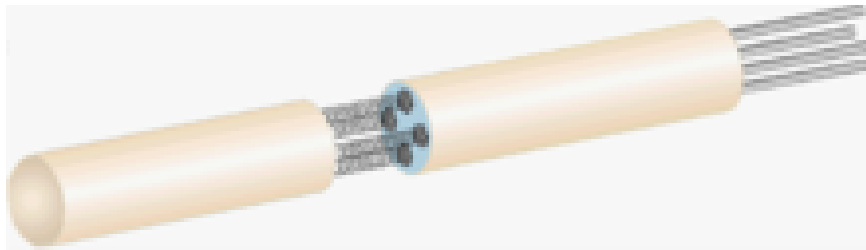
Οι αισθητήρες ελικοειδούς αντίστασης μπορούν να έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις τους ειδικά για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Η διάμετρος της σπείρας αφενός βοηθάει στην ανθεκτικότητα της κατασκευής του αισθητηρίου αφετέρου επιτρέπει την επέκταση του αισθητηρίου σύρματος που βοηθάει στην ακρίβεια των μετρήσεων. Το αισθητήριο σύρμα είναι τυλιγμένο γύρω από ένα άξονα κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό. Η εξωτερική επικάλυψη προστασίας του αισθητηρίου μπορεί να είναι κυκλική ή επίπεδη αλλά πρέπει να λειτουργεί και ως μονωτής ηλεκτρισμού. Το αισθητήριο είναι συνδεδεμένο συνήθως με ένα μεγαλύτερο καλώδιο το οποίο είναι επιλεγμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι συμβατό με αυτό, προκειμένου ο συνδυασμός να μην ενεργοποιεί ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο το οποίο θα αποπροσανατολίζει την ορθή μέτρηση της θερμοκρασίας. Αυτά τα στοιχεία λειτουργούν κυρίως σε θερμοκρασίες έως 660⁰C.



Εικόνα 1.3.β: Αισθητήριο θερμοκρασίας RTD τύπου ελικοειδούς αντίστασης σε σχεδιαστική(αριστερά) και πραγματική(δεξιά) απεικόνιση.

1.3.1.3 ΤΥΠΟΥ ΠΕΡΙΤΥΛΙΓΜΕΝΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (COILED ELEMENT)

Τα περιτυλιγμένης αντίστασης RTDs έχουν αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τα αισθητήρια ελικοειδούς αντίστασης RTDs τον τελευταίο καιρό. Ο συγκεκριμένος τύπος αισθητηρίου αποτελείται από σπείρες κατασκευασμένες κυρίως από πλατίνα οι οποίες μπορούν να διογκωθούν ελεύθερα στις μεταβολές της θερμοκρασίας και στηρίζονται σε κατάλληλη θέση με την βοήθεια μίας μηχανικής υποστήριξης η οποία επιτρέπει στις σπείρες να διατηρούν την μορφή τους στις συστολές και διαστολές του υλικού όπου είναι κατασκευασμένες.



Εικόνα 1.3.γ: Αισθητήριο θερμοκρασίας RTD τύπου περιτυλιγμένης αντίστασης.

Το κύριο μέρος του αισθητηρίου είναι μια συσπειρωμένη πλατινένια αντίσταση η οποία περιβάλλεται από προστατευτικό υλικό. Το υλικό προστασίας που εμπεριέχει τις μεταλλικές σπείρες είναι ένας πυρίμαχος κεραμικός σωλήνας οξειδίου με ισαπέχουσες κυλινδρικές οπές, στις οποίες βρίσκονται οι σπείρες. Αυτές οι μεταλλικές σπείρες αφού τοποθετηθούν στον σωλήνα καλύπτονται με μια πολύ λεπτή σκόνη κεραμικού. Αυτό επιτρέπει στο αισθητήριο σύρμα να μετακινείται ευκολότερα στις συστολές – διαστολές ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται καλή επαφή ανάμεσα στα δύο υλικά που επιτρέπει την μεταφορά της θερμότητας πιο γρήγορα. Τα αισθητήρια τύπου περιτυλιγμένης αντίστασης λειτουργούν σε θερμοκρασίες έως 850⁰ C.

1.3.1.4 ΤΥΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ (CARBON RESISTOR ELEMENT)

Το αισθητήριο RTD τύπου αντίστασης άνθρακα είναι οικονομικό και χρησιμοποιείται ευρέως στις μέρες μας. Είναι η πιο αξιόπιστη μορφή RTD για εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Γενικά τα αισθητήρια του τύπου αυτού δεν έχουν μεγάλη υστέρηση στις μετρήσεις τους και μεγάλες επιδράσεις στην μέτρηση τάσης.

1.3.1.5 ΤΥΠΟΥ STRAIN-FREE ELEMENTS

Τα strain –free στοιχεία RTD χρησιμοποιούν ένα συσπειρωμένο σύρμα το οποίο εμπεριέχεται σε μία απλοϊκή κατασκευή προστασίας, γεμάτη με αδρανές αέριο. Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες μέχρι και 960⁰ C. Απαρτίζονται από μια πλατινένια αντίσταση με μορφή σπειρών ελαφρά συσπειρωμένες πάνω σε μια δομή υποστηρίξεις, προκειμένου το στοιχείο να διογκωθεί και να συρρικνωθεί ελεύθερα με την θερμότητα. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι αυτά τα RTD αισθητήρια είναι πολύ ευαίσθητα στα χτυπήματα και στην δόνηση και μπορούν να προκαλέσουν παραμόρφωση η και καταστροφή των σπειρών.

2. ΟΔΗΓΙΑ ATEX

Εκρηκτικό περιβάλλον υπάρχει όπου υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας έκρηξης λόγω μείγματος εύφλεκτου αερίου, ατμού ή σκόνης με αέρα σε εκρηκτική αναλογία.. Σε τέτοιες περιοχές πρέπει να εξαλείψουμε τις πηγές ανάφλεξης (π.χ. σπινθήρες), θερμές επιφάνειες ή στατικού ηλεκτρισμού οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν ανάφλεξη στα πιο πάνω μείγματα. Όπου χρησιμοποιούνται ηλεκτρικές συσκευές στις παραπάνω περιοχές, η σχεδίαση και κατασκευή τους πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποτρέπουν την δημιουργία πηγών ικανών να προκαλέσουν ανάφλεξη. Προτού ένα τέτοιο υλικό χρησιμοποιηθεί σε επικίνδυνο περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα, αντιπροσωπευτικό δείγμα να έχει ελεγχθεί και εγκριθεί από κάποιο ανεξάρτητο και ειδικά εξουσιοδοτημένο εργαστήριο.[2]

Οι εκρήξεις σε σκόνη μπορεί να είναι πολύ καταστρεπτικές. Πολλά παραδείγματα έχουν καταγραφεί σε βιομηχανίες επεξεργασίας. Οι εκρήξεις σιλό αλεύρων, για παράδειγμα, μπορεί να είναι ιδιαίτερα ισχυρές. Βασικά, οποιαδήποτε σκόνη που μπορεί να οξειδωθεί μπορεί να παρουσιάσει κίνδυνο ATEX υπό ορισμένες συνθήκες. Λόγω της συχνότητάς τους, της ζημίας που μπορεί να συμβεί και της έλλειψης συνειδητοποίησης στο εσωτερικό της βιομηχανίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει την οδηγία ATEX, η οποία καθιστά υποχρεωτική τη βιομηχανική διαμόρφωση των ζωνών όπου μπορεί να υπάρχει μια εκρηκτική ατμόσφαιρα σκόνης και να θεσπίσουν τα αναγκαία μέτρα για την πρόληψη ή τον μετριασμό του κινδύνου. Στην οδηγία αυτή περιγράφεται πως πρέπει να είναι ο εξοπλισμός και οι συνθήκες στον χώρο όπου υπάρχουν πιθανότητες έκρηξης. Η ονομασία ATEX προκύπτει από το γαλλικό τίτλο της οδηγίας αυτής ως εξής *Appareils destinés à être utilisés en AT mosphères EX plosibles*.

Τα περιβάλλοντα στα οποία πρέπει λοιπόν να εφαρμόζεται η οδηγία ATEX καθορίζονται από της συνθήκες εκρηκτικότητας. Οι συνθήκες που μπορούν να οδηγήσουν σε έκρηξη αντιπροσωπεύονται συχνά με τη μορφή ενός τριγώνου. Κάθε γωνιά αντιπροσωπεύει μία από τις προϋποθέσεις. Για να υπάρξει έκρηξη, είναι απαραίτητο να έχουμε ένα καύσιμο (σκόνη), οξυγόνο και μια πηγή ανάφλεξης.[3]



Εικόνα 2.1. Τρίγωνο εκρηκτικότητας

Η οδηγία ATEX έχει αρχίσει να εφαρμόζεται από το 2003, την οποία πρέπει και να ακολουθούν οι οργανισμοί της ευρωπαϊκής ένωσης για την προστασία και την ασφάλεια των εργαζομένων στους χώρους εργασίας. Η ATEX αποτελείται από δύο οδηγίες από τις οποίες η πρώτη αφορά τον κατασκευαστή των προϊόντων που θα υπάρχουν στο χώρο εργασίας ενώ η δεύτερη αφορά τον χρήστη που θα εργάζεται με τα προϊόντα αυτά.

3. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΣΤΟΧΟΣ

Στόχος του πρακτικού μέρους της εργασίας ήταν η ο έλεγχος της θερμοκρασίας για το επιθυμητό αποτέλεσμα σε καμίνι κεραμικής δύο ζωνών αντιστάσεων. Η λειτουργία που θέλαμε να επιτευχθεί ήταν η εξής: Μετά από καθορισμένο χρόνο τον οποίο επιλέγει ο χρήστης να γίνεται η έναρξη της προθέρμανσης του καμινιού σε όριο θερμοκρασίας που επιθυμεί αυτός. Ο χρήστης θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να προκαθορίσει την αύξησης ή την μείωσης του ρυθμού ανόδου της θερμοκρασίας στην προθέρμανση για την αποφυγή καταστροφής των προϊόντων από απότομες διαστολές. Εν συνέχεια όταν η θερμοκρασία φτάσει στο προκαθορισμένο όριο της προθέρμανσης να μπαίνει σε λειτουργία κυρίου ψήσιματος. Στο κυρίως ψήσιμο θα πρέπει ο ρυθμός ανόδου της θερμοκρασίας να είναι τόσος όσος μπορούν να επιφέρουν οι ηλεκτρικές αντιστάσεις αλλά με σκοπό την ομοιογενής θερμοκρασία σε όλο το καμίνι (απόκλιση 30°C πάνω με κάτω ζώνη). Τέλος όταν η θερμοκρασία φτάσει στην προκαθορισμένη τιμή από τον χρήστη θα πρέπει να συντηρείτε η θερμοκρασία γύρω από αυτήν την προκαθορισμένη τιμή θερμοκρασίας για χρόνο που θα τον προκαθορίζει ο χρήστης (απόκλιση 20°C από την προκαθορισμένη τιμή). Μετά από τον χρόνο αυτό το καμίνι θα σβήνει. Με την ίδια διαδικασία ο χρήστης θα πρέπει να έχει την δυνατότητα ενεργοποίησης και ενός δευτέρου καμινιού το οποίο θα έχει μια ζώνη αντιστάσεων.



Εικόνα 3.1. Ηλεκτρικό καμίνι κεραμικής

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στο καμίνι θέλαμε να γίνει με plc για περισσότερη ακρίβεια και ομοιογένεια της θερμοκρασίας σε σχέση με τους αναλογικούς πίνακες που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Επίσης το plc δίνει την ικανότητα παρακολούθησης από απόσταση για περισσότερη

ασφάλεια σε περίπτωση βλάβης, ή αστοχίας ρύθμισης των παραμέτρων για το σωστό ψήσιμο των προϊόντων από το χρήστη.

3.2 ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του πίνακα αυτοματισμού για τον έλεγχο της θερμοκρασίας σε καμίνι κεραμικής είναι τα έξης .

Α) Ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC). Το μοντέλο του συγκεκριμένα είναι το Siemens Logo 8 12/24 RCE.



Εικόνα 3.2.α. Siemens Logo 8 12/24 RCE.

Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:

Το μοντέλο αυτό έχει οκτώ εισόδους, τέσσερις από της οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως αναλογικές.

Τάση εισόδου τροφοδοσίας 12...24 Volt DC με επιτρεπτό εύρος 10.8 Volt...28.8 Volt DC.

Τέσσερις ηλεκτρονόμους εξόδου από τους οποίους μπορεί να περνά μέγιστο ρεύμα 10 A.

Για προστασία από βραχυκύκλωμα απαιτείτε εξωτερική ασφάλεια.

Μπορεί να λειτουργήσει σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος από 0 έως + 55 °C.

Έχει υποδοχή Ethernet για τον προγραμματισμό του αλλά και για την επικοινωνία με άλλες χρήσιμες συσκευές κατά την λειτουργία του όπως ηλεκτρονικούς υπολογιστές κ.τ.λ.

Και υποδοχή για εξωτερική μονάδα μέτρησης με κάρτα micro SD.

Β)Ένα τροφοδοτικό Siemens



Εικόνα 3.2.β. Τροφοδοτικό Siemens

Τεχνικά χαρακτηριστικά: Είσοδος AC 100-240 Volt | 1.22-0.66 A | 50-60 Hz
Έξοδος DC 24 Volt | 2.5 A

Γ)Επέκταση AM2 για το Siemens Logo 8 12/24 RCE



Εικόνα 3.2.γ. Επέκταση AM2

Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:
Τάση εισόδου τροφοδοσίας 12...24 Volt DC.
Δύο αναλογικές εισόδους 0-10 Volt ή 0/4-20 milliampere.

Εγκατάσταση επέκτασης AM2 και συνδεσμολογία:

SIEMENS

LOGO!

installing and connecting

AM2 / AM2 PT100 / AM2 RTD / AM2 AQ / DM8 12/24R / DM8 24 /
DM8 24R / DM8 230R / DM16 24 / DM16 24R / DM16 230R

A5ED1248726-05 Production Information

LOGO! AM2	
L+ =	10.8 ... 28.8 V DC
I _{lev DC} =	25 ... 50 mA
I1, I2 =	0/4 ... 20 mA
U1, U2 =	0 ... 10 V

When there are voltage peaks on the supply line, provide protection in the form of a varistor (MOV) $U_{MOV} = U_{rated} \times 1.2$ (e.g. S10K275)

© Siemens AG 2009

Δ) Μετατροπές για θερμοζεύγος τύπου K



Εικόνα 3.2.δ. Μετατροπές για θερμοζεύγος τύπου K

Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:
Τάση εισόδου τροφοδοσίας 24 Volt DC.
Αναλογική έξοδος 0/4-20 milliampere.
Ακτίνα θερμοκρασιών 0- 1300⁰ C.
Εφαρμογή σε θερμοζεύγη τύπου K.

Ε) Θερμοζεύγος τύπου K



Εικόνα 3.2.ε. Θερμοζεύγος τύπου K

Το θερμοζεύγος σχηματίζεται από την ένωση δύο ανόμοιων μετάλλων όπως είναι ο σίδηρος και ο χαλκός ή ο σίδηρος η κωνσταντάνη κ.τ.λ. Η ένωση όταν θερμανθεί θα παράγει μία μικρή τάση και ένα σχετικό προς αυτή ρεύμα. Η αναπτυσσόμενη τάση είναι ευθέως ανάλογη προς τη θερμοκρασία της ένωσης. Η έξοδος του θερμοζεύγους που λαμβάνεται από τις ελεύθερες του άκρες εφαρμόζεται συνήθως σε μετατροπείς ώστε ανάλογα με την τάση ή το ρεύμα στην έξοδο του μετατροπέα να μπορέσουμε να μετρήσουμε την θερμοκρασία. Το θερμοζεύγος τύπου K κατασκευάζεται από κράμα αλουμινίου (Alumel) και από κράμα

χρωμίου (Chromel). Μπορεί να μετρήσει θερμοκρασίες έως και 1300⁰ C για το λόγο αυτό χρησιμοποιείτε ευρέως και στην κεραμική. Είναι συνήθως επικαλυμμένο με υλικό ανθεκτικό στην θερμοκρασία όπως πορσελάνη για μεγαλύτερη αντοχή.

Παρακάτω δίνεται το data sheet για θερμοζεύγος τύπου K:

Type K Thermocouple Reference Table:

K		REOTEMP INSTRUMENTS											K		
		ITS-90 Table for Type K Thermocouple (Ref Junction 0°C)													http://reotemp.com
		°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10		
		Thermoelectric Voltage in mV													
-270	-6.458														
-260	-6.441	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458				
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441				
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.370	-6.377	-6.382	-6.388	-6.393	-6.399	-6.404				
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344				
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.252	-6.262				
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158				
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035				
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.797	-5.813	-5.829	-5.845	-5.861	-5.876	-5.891				
-180	-5.550	-5.569	-5.588	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.713	-5.730				
-170	-5.354	-5.374	-5.395	-5.415	-5.435	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550				
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.250	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354				
-150	-4.913	-4.936	-4.960	-4.983	-5.006	-5.029	-5.052	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141				
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.744	-4.768	-4.793	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.913				
-130	-4.411	-4.437	-4.463	-4.490	-4.516	-4.542	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669				
-120	-4.138	-4.166	-4.194	-4.221	-4.249	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.411				
-110	-3.852	-3.882	-3.911	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.054	-4.082	-4.110	-4.138				
-100	-3.554	-3.584	-3.614	-3.645	-3.675	-3.705	-3.734	-3.764	-3.794	-3.823	-3.852				
-90	-3.243	-3.274	-3.306	-3.337	-3.368	-3.400	-3.431	-3.462	-3.492	-3.523	-3.554				
-80	-2.920	-2.953	-2.986	-3.018	-3.050	-3.083	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.243				
-70	-2.587	-2.620	-2.654	-2.688	-2.721	-2.755	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920				
-60	-2.243	-2.278	-2.312	-2.347	-2.382	-2.416	-2.450	-2.485	-2.519	-2.553	-2.587				
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.103	-2.138	-2.173	-2.208	-2.243				
-40	-1.527	-1.564	-1.600	-1.637	-1.673	-1.709	-1.745	-1.782	-1.818	-1.854	-1.889				
-30	-1.156	-1.194	-1.231	-1.268	-1.305	-1.343	-1.380	-1.417	-1.453	-1.490	-1.527				
-20	-0.778	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.006	-1.043	-1.081	-1.119	-1.156				
-10	-0.392	-0.431	-0.470	-0.508	-0.547	-0.586	-0.624	-0.663	-0.701	-0.739	-0.778				
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392				
		°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10		

ITS-90 Table for Type K Thermocouple (Ref Junction 0°C)

<http://reotemp.com>

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thermoelectric Voltage in mV											
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138
150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138
200	8.138	8.178	8.218	8.258	8.298	8.338	8.378	8.418	8.458	8.499	8.539
210	8.539	8.579	8.619	8.659	8.699	8.739	8.779	8.819	8.860	8.900	8.940
220	8.940	8.980	9.020	9.061	9.101	9.141	9.181	9.222	9.262	9.302	9.343
230	9.343	9.383	9.423	9.464	9.504	9.545	9.585	9.626	9.666	9.707	9.747
240	9.747	9.788	9.828	9.869	9.909	9.950	9.991	10.031	10.072	10.113	10.153
250	10.153	10.194	10.235	10.276	10.316	10.357	10.398	10.439	10.480	10.520	10.561
260	10.561	10.602	10.643	10.684	10.725	10.766	10.807	10.848	10.889	10.930	10.971
270	10.971	11.012	11.053	11.094	11.135	11.176	11.217	11.259	11.300	11.341	11.382
280	11.382	11.423	11.465	11.506	11.547	11.588	11.630	11.671	11.712	11.753	11.795
290	11.795	11.836	11.877	11.919	11.960	12.001	12.043	12.084	12.126	12.167	12.209
300	12.209	12.250	12.291	12.333	12.374	12.416	12.457	12.499	12.540	12.582	12.624
310	12.624	12.665	12.707	12.748	12.790	12.831	12.873	12.915	12.956	12.998	13.040
320	13.040	13.081	13.123	13.165	13.206	13.248	13.290	13.331	13.373	13.415	13.457
330	13.457	13.498	13.540	13.582	13.624	13.665	13.707	13.749	13.791	13.833	13.874
340	13.874	13.916	13.958	14.000	14.042	14.084	14.126	14.167	14.209	14.251	14.293
350	14.293	14.335	14.377	14.419	14.461	14.503	14.545	14.587	14.629	14.671	14.713
360	14.713	14.755	14.797	14.839	14.881	14.923	14.965	15.007	15.049	15.091	15.133
370	15.133	15.175	15.217	15.259	15.301	15.343	15.385	15.427	15.469	15.511	15.554
380	15.554	15.596	15.638	15.680	15.722	15.764	15.806	15.849	15.891	15.933	15.975
390	15.975	16.017	16.059	16.102	16.144	16.186	16.228	16.270	16.313	16.355	16.397
400	16.397	16.439	16.482	16.524	16.566	16.608	16.651	16.693	16.735	16.778	16.820
410	16.820	16.862	16.904	16.947	16.989	17.031	17.074	17.116	17.158	17.201	17.243
420	17.243	17.285	17.328	17.370	17.413	17.455	17.497	17.540	17.582	17.624	17.667
430	17.667	17.709	17.752	17.794	17.837	17.879	17.921	17.964	18.006	18.049	18.091
440	18.091	18.134	18.176	18.218	18.261	18.303	18.346	18.388	18.431	18.473	18.516
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

K

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thermoelectric Voltage in mV											
450	18.516	18.558	18.601	18.643	18.686	18.728	18.771	18.813	18.856	18.898	18.941
460	18.941	18.983	19.026	19.068	19.111	19.154	19.196	19.239	19.281	19.324	19.366
470	19.366	19.409	19.451	19.494	19.537	19.579	19.622	19.664	19.707	19.750	19.792
480	19.792	19.835	19.877	19.920	19.962	20.005	20.048	20.090	20.133	20.175	20.218
490	20.218	20.261	20.303	20.346	20.389	20.431	20.474	20.516	20.559	20.602	20.644
500	20.644	20.687	20.730	20.772	20.815	20.857	20.900	20.943	20.985	21.028	21.071
510	21.071	21.113	21.156	21.199	21.241	21.284	21.326	21.369	21.412	21.454	21.497
520	21.497	21.540	21.582	21.625	21.668	21.710	21.753	21.796	21.838	21.881	21.924
530	21.924	21.966	22.009	22.052	22.094	22.137	22.179	22.222	22.265	22.307	22.350
540	22.350	22.393	22.435	22.478	22.521	22.563	22.606	22.649	22.691	22.734	22.776
550	22.776	22.819	22.862	22.904	22.947	22.990	23.032	23.075	23.117	23.160	23.203
560	23.203	23.245	23.288	23.331	23.373	23.416	23.458	23.501	23.544	23.586	23.629
570	23.629	23.671	23.714	23.757	23.799	23.842	23.884	23.927	23.970	24.012	24.055
580	24.055	24.097	24.140	24.182	24.225	24.267	24.310	24.353	24.395	24.438	24.480
590	24.480	24.523	24.565	24.608	24.650	24.693	24.735	24.778	24.820	24.863	24.905
600	24.905	24.948	24.990	25.033	25.075	25.118	25.160	25.203	25.245	25.288	25.330
610	25.330	25.373	25.415	25.458	25.500	25.543	25.585	25.627	25.670	25.712	25.755
620	25.755	25.797	25.840	25.882	25.924	25.967	26.009	26.052	26.094	26.136	26.179
630	26.179	26.221	26.263	26.306	26.348	26.390	26.433	26.475	26.517	26.560	26.602
640	26.602	26.644	26.687	26.729	26.771	26.814	26.856	26.898	26.940	26.983	27.025
650	27.025	27.067	27.109	27.152	27.194	27.236	27.278	27.320	27.363	27.405	27.447
660	27.447	27.489	27.531	27.574	27.616	27.658	27.700	27.742	27.784	27.826	27.869
670	27.869	27.911	27.953	27.995	28.037	28.079	28.121	28.163	28.205	28.247	28.289
680	28.289	28.332	28.374	28.416	28.458	28.500	28.542	28.584	28.626	28.668	28.710
690	28.710	28.752	28.794	28.835	28.877	28.919	28.961	29.003	29.045	29.087	29.129
700	29.129	29.171	29.213	29.255	29.297	29.338	29.380	29.422	29.464	29.506	29.548
710	29.548	29.589	29.631	29.673	29.715	29.757	29.798	29.840	29.882	29.924	29.965
720	29.965	30.007	30.049	30.090	30.132	30.174	30.216	30.257	30.299	30.341	30.382
730	30.382	30.424	30.466	30.507	30.549	30.590	30.632	30.674	30.715	30.757	30.798
740	30.798	30.840	30.881	30.923	30.964	31.006	31.047	31.089	31.130	31.172	31.213
750	31.213	31.255	31.296	31.338	31.379	31.421	31.462	31.504	31.545	31.586	31.628
760	31.628	31.669	31.710	31.752	31.793	31.834	31.876	31.917	31.958	32.000	32.041
770	32.041	32.082	32.124	32.165	32.206	32.247	32.289	32.330	32.371	32.412	32.453
780	32.453	32.495	32.536	32.577	32.618	32.659	32.700	32.742	32.783	32.824	32.865
790	32.865	32.906	32.947	32.988	33.029	33.070	33.111	33.152	33.193	33.234	33.275
800	33.275	33.316	33.357	33.398	33.439	33.480	33.521	33.562	33.603	33.644	33.685
810	33.685	33.726	33.767	33.808	33.848	33.889	33.930	33.971	34.012	34.053	34.093
820	34.093	34.134	34.175	34.216	34.257	34.297	34.338	34.379	34.420	34.460	34.501
830	34.501	34.542	34.582	34.623	34.664	34.704	34.745	34.786	34.826	34.867	34.908
840	34.908	34.948	34.989	35.029	35.070	35.110	35.151	35.192	35.232	35.273	35.313
850	35.313	35.354	35.394	35.435	35.475	35.516	35.556	35.596	35.637	35.677	35.718
860	35.718	35.758	35.798	35.839	35.879	35.920	35.960	36.000	36.041	36.081	36.121
870	36.121	36.162	36.202	36.242	36.282	36.323	36.363	36.403	36.443	36.484	36.524
880	36.524	36.564	36.604	36.644	36.685	36.725	36.765	36.805	36.845	36.885	36.925
890	36.925	36.965	37.006	37.046	37.086	37.126	37.166	37.206	37.246	37.286	37.326
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

K

ITS-90 Table for Type K Thermocouple (Ref Junction 0°C)

<http://reotemp.com>

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Thermoelectric Voltage in mV											
900	37.326	37.366	37.406	37.446	37.486	37.526	37.566	37.606	37.646	37.686	37.725
910	37.725	37.765	37.805	37.845	37.885	37.925	37.965	38.005	38.044	38.084	38.124
920	38.124	38.164	38.204	38.243	38.283	38.323	38.363	38.402	38.442	38.482	38.522
930	38.522	38.561	38.601	38.641	38.680	38.720	38.760	38.799	38.839	38.878	38.918
940	38.918	38.958	38.997	39.037	39.076	39.116	39.155	39.195	39.235	39.274	39.314
950	39.314	39.353	39.393	39.432	39.471	39.511	39.550	39.590	39.629	39.669	39.708
960	39.708	39.747	39.787	39.826	39.866	39.905	39.944	39.984	40.023	40.062	40.101
970	40.101	40.141	40.180	40.219	40.259	40.298	40.337	40.376	40.415	40.455	40.494
980	40.494	40.533	40.572	40.611	40.651	40.690	40.729	40.768	40.807	40.846	40.885
990	40.885	40.924	40.963	41.002	41.042	41.081	41.120	41.159	41.198	41.237	41.276
1000	41.276	41.315	41.354	41.393	41.431	41.470	41.509	41.548	41.587	41.626	41.665
1010	41.665	41.704	41.743	41.781	41.820	41.859	41.898	41.937	41.976	42.014	42.053
1020	42.053	42.092	42.131	42.169	42.208	42.247	42.286	42.324	42.363	42.402	42.440
1030	42.440	42.479	42.518	42.556	42.595	42.633	42.672	42.711	42.749	42.788	42.826
1040	42.826	42.865	42.903	42.942	42.980	43.019	43.057	43.096	43.134	43.173	43.211
1050	43.211	43.250	43.288	43.327	43.365	43.403	43.442	43.480	43.518	43.557	43.595
1060	43.595	43.633	43.672	43.710	43.748	43.787	43.825	43.863	43.901	43.940	43.978
1070	43.978	44.016	44.054	44.092	44.130	44.169	44.207	44.245	44.283	44.321	44.359
1080	44.359	44.397	44.435	44.473	44.512	44.550	44.588	44.626	44.664	44.702	44.740
1090	44.740	44.778	44.816	44.853	44.891	44.929	44.967	45.005	45.043	45.081	45.119
1100	45.119	45.157	45.194	45.232	45.270	45.308	45.346	45.383	45.421	45.459	45.497
1110	45.497	45.534	45.572	45.610	45.647	45.685	45.723	45.760	45.798	45.836	45.873
1120	45.873	45.911	45.948	45.986	46.024	46.061	46.099	46.136	46.174	46.211	46.249
1130	46.249	46.286	46.324	46.361	46.398	46.436	46.473	46.511	46.548	46.585	46.623
1140	46.623	46.660	46.697	46.735	46.772	46.809	46.847	46.884	46.921	46.958	46.995
1150	46.995	47.033	47.070	47.107	47.144	47.181	47.218	47.256	47.293	47.330	47.367
1160	47.367	47.404	47.441	47.478	47.515	47.552	47.589	47.626	47.663	47.700	47.737
1170	47.737	47.774	47.811	47.848	47.884	47.921	47.958	47.995	48.032	48.069	48.105
1180	48.105	48.142	48.179	48.216	48.252	48.289	48.326	48.363	48.399	48.436	48.473
1190	48.473	48.509	48.546	48.582	48.619	48.656	48.692	48.729	48.765	48.802	48.838
1200	48.838	48.875	48.911	48.948	48.984	49.021	49.057	49.093	49.130	49.166	49.202
1210	49.202	49.239	49.275	49.311	49.348	49.384	49.420	49.456	49.493	49.529	49.565
1220	49.565	49.601	49.637	49.674	49.710	49.746	49.782	49.818	49.854	49.890	49.926
1230	49.926	49.962	49.998	50.034	50.070	50.106	50.142	50.178	50.214	50.250	50.286
1240	50.286	50.322	50.358	50.393	50.429	50.465	50.501	50.537	50.572	50.608	50.644
1250	50.644	50.680	50.715	50.751	50.787	50.822	50.858	50.894	50.929	50.965	51.000
1260	51.000	51.036	51.071	51.107	51.142	51.178	51.213	51.249	51.284	51.320	51.355
1270	51.355	51.391	51.426	51.461	51.497	51.532	51.567	51.603	51.638	51.673	51.708
1280	51.708	51.744	51.779	51.814	51.849	51.885	51.920	51.955	51.990	52.025	52.060
1290	52.060	52.095	52.130	52.165	52.200	52.235	52.270	52.305	52.340	52.375	52.410
1300	52.410	52.445	52.480	52.515	52.550	52.585	52.620	52.654	52.689	52.724	52.759
1310	52.759	52.794	52.828	52.863	52.898	52.932	52.967	53.002	53.037	53.071	53.106
1320	53.106	53.140	53.175	53.210	53.244	53.279	53.313	53.348	53.382	53.417	53.451
1330	53.451	53.486	53.520	53.555	53.589	53.623	53.658	53.692	53.727	53.761	53.795
1340	53.795	53.830	53.864	53.898	53.932	53.967	54.001	54.035	54.069	54.104	54.138
1350	54.138	54.172	54.206	54.240	54.274	54.308	54.343	54.377	54.411	54.445	54.479
1360	54.479	54.513	54.547	54.581	54.615	54.649	54.683	54.717	54.751	54.785	54.819
1370	54.819	54.852	54.886								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Z)Ενδεικτικές λυχνίες

Είναι σημαντικό σε όλες της εφαρμογές αυτοματισμών να υπάρχουν ενδεικτικά σημάδια τα οποία να βοηθούν το χρήστη όσον αφορά την σωστή λειτουργία κατά την διάρκεια της εργασίας του αλλά και τον κατασκευαστή για την αντιμετώπιση βλαβών που μπορεί να προκύψουν σε διάφορα σημεία του συστήματος αυτοματισμού. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών χρησιμοποιούμε ενδεικτικές λυχνίες ποικίλων χρωμάτων.



Εικόνα 3.2.ζ. Ενδεικτικές λυχνίες

Ακόμα οι λυχνίες αυτές μπορούν στο να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν ασφάλεια (πχ ότι ένα σύστημα λειτουργεί ακόμα και απαγορεύεται η προσέλευση του χρήστη). Στο σύστημα ελέγχου θερμοκρασία του καμινιού κεραμικήσ χρησιμοποιήθηκαν λυχνίες ποικίλων χρωμάτων και για 24 Volt DC και για 230 Volt AC.

H) Διακόπτης και μπουτόν

Για την επικοινωνία του χρήστη με το PLC χρειάστηκε ένας διακόπτης. Ο διακόπτης αυτός ήταν τριών θέσεων έτσι ώστε να μπορεί να δίνει δύο σήματα. Με το ένα σήμα να ενεργοποιεί το καμίνι των δύο ζωνών αντιστάσεων και με το άλλο σήμα να ενεργοποιεί το καμίνι με την μονή αντίσταση. Επίσης χρειάστηκαν και δύο μπουτόν για την έναρξη της κάθε μιας από της δύο λειτουργίες που ενεργοποιεί ο διακόπτης.



Εικόνα 3.2.η. Διακόπτης τριών θέσεων και μπουτόν

Θ) Ηλεκτρολογικό κουτί

Για την σωστή προστασία από υγρασία την ζεστή και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες καθώς επίσης και την ασφάλεια των χρηστών στους χώρους εργασίας από τυχόν ηλεκτροπληξίες είναι απαραίτητη η φύλαξη του κυκλώματος αυτοματισμού σε κάποιο ηλεκτρολογικό κουτί. Καλό θα ήταν το κουτί να είναι από μεταλλικό υλικό που ψύχεται πιο εύκολα γιατί ένα μείον των ηλεκτρονικών συστημάτων είναι η υψηλή θερμοκρασία που αυτά αναπτύσσουν.

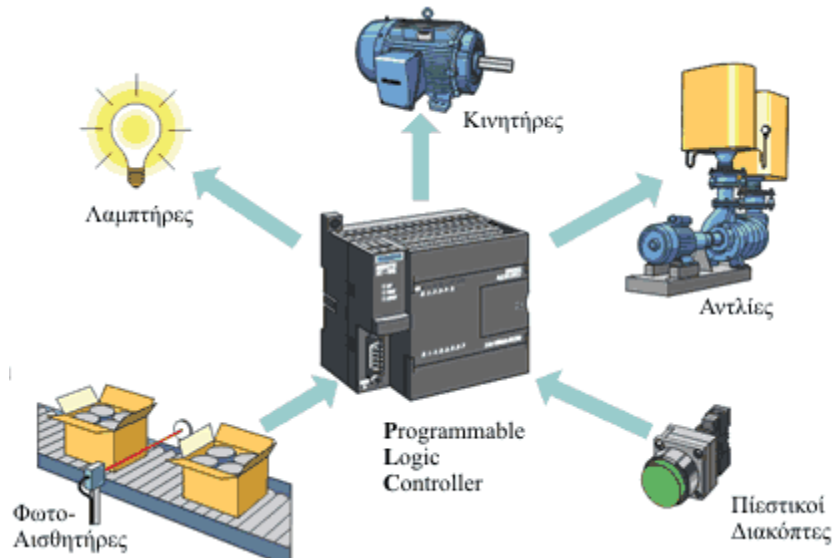


Εικόνα 3.2.θ. Ηλεκτρολογικό κουτί

3.3 PLC (programmable logic controller)

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC) ανήκουν στην οικογένεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Χρησιμοποιούνται σε εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές όταν χρειάζεται κάποια αυτοματοποιημένη διαδικασία. Τέτοιες διαδικασίες είναι πολύ συχνές στα εργοστάσια τις βιοτεχνίες και τις βιομηχανίες όπως για παράδειγμα η συσκευασία των προϊόντων, μια γραμμή παραγωγής, ο έλεγχος ενός ρομποτικού βραχίονα κ.τ.λ. Ως εκ τούτου τα PLC δρουν ως ελεγκτές μηχανών και διαδικασιών. Σε αυτά εκτελούνται εντολές προγραμμάτων με βάση το επιθυμητό αποτέλεσμα σε μια αυτοματοποιημένη διαδικασία. Όπως όλοι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν μονάδες εισόδου (πχ πληκτρολόγιο, μικρόφωνο, σαρωτές κ.τ.λ.) και εξόδου (πχ οθόνη, ηχεία κ.τ.λ.) έτσι και τα PLC έχουν

αντίστοιχα εισόδους και εξόδους. Οι εισοδοί μπορεί να είναι διακόπτες, αισθητήρια, πιεστικοί διακόπτες κ.τ.λ. ενώ οι έξοδοι μπορεί να δίνουν εντολές ενεργοποίησης ή στάσης, σε μοτέρ, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, αντιστάσεις κ.τ.λ. Τα PLC είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να αντέχουν στα περιβάλλοντα στα οποία καλούμαστε να τα χρησιμοποιήσουμε. Είναι δηλαδή ανθεκτικά στο θόρυβο, στην σκόνη, στην υγρασία κ.τ.λ.



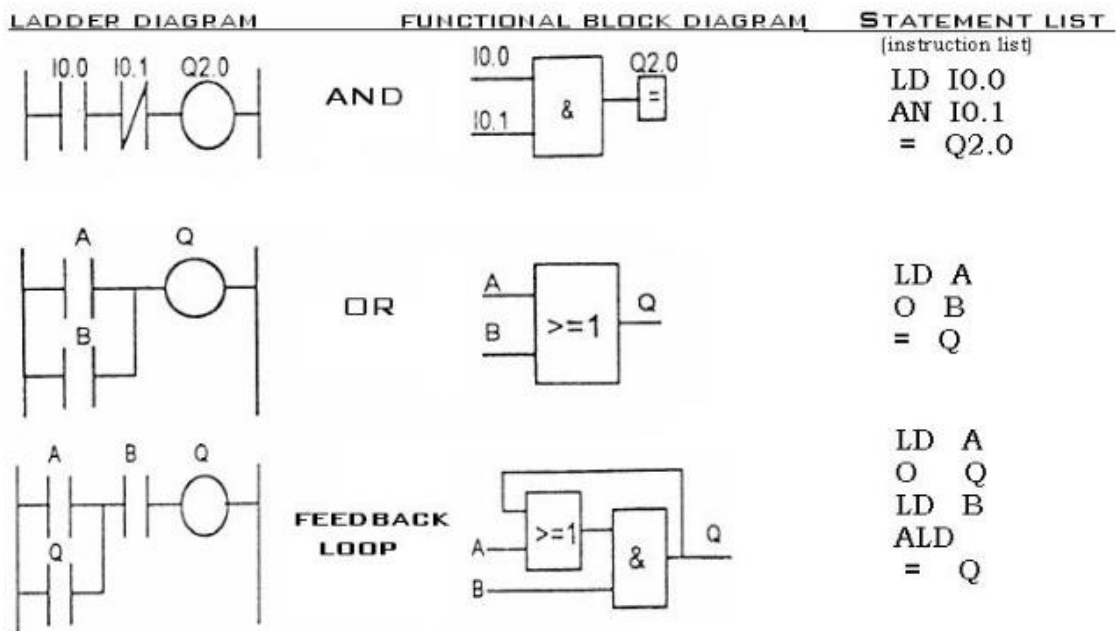
Εικόνα 3.3.α. PLC με διάφορες εισόδους και εξόδους.

Για την σωστή επιλογή του PLC που θα χρησιμοποιήσουμε είναι απαραίτητο να ξέρουμε πόσες εισόδους και εξόδους θα χρειαστούμε για να αυτοματοποιήσουμε μια συγκεκριμένη διαδικασία. Ακόμα σημαντικό είναι να γνωρίζουμε μια γλώσσα προγραμματισμού PLC. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι χρήση διαφορετικών γλωσσών προγραμματισμού που διαφέρουν από εταιρία σε εταιρία αλλά και σε διαφορετικά μοντέλα μέσα στην ίδια εταιρία. Παρόλα αυτά η λογική όλων των γλωσσών προγραμματισμού σε όλα τα PLC παραμένει ίδια. Οι εντολές προγραμματισμού στις διάφορες γλώσσες μοιάζουν μεταξύ τους σε ένα σημαντικό βαθμό. Έτσι όποιος μάθει να χρησιμοποιεί πολύ καλά τις γλώσσες προγραμματισμού ενός μοντέλου PLC, αρκετά εύκολα μαθαίνει τις γλώσσες ενός άλλου, εντοπίζοντας πολύ γρήγορα τις διαφορές.

Τα PLC γενικά έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις πιο παλιές αναλογικές μεθόδους που χρησιμοποιούνταν. Αρχικά έχει μειωθεί πολύ το κόστος υλοποίησης της διαδικασίας του αυτοματισμού. Δεν χρειάζονται πια πολλά χρονικά, ηλεκτρονόμοι κ.τ.λ. αφού με το PLC υπάρχει πληθώρα αυτών σε μορφή κώδικα. Αυτό επίσης βοήθησε και στο να μην καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο οι εγκαταστάσεις αυτοματισμών. Δεύτερον μειώθηκε πολύ ο χρόνος που απαιτούνταν για την αυτοματοποίηση μιας εφαρμογής, καθώς το ηλεκτρολογικό σχέδιο έγινε απλούστερο και ευκολότερο στην κατανόησή του. Τρίτον και πολύ σημαντικό με το PLC μειώθηκε το κόστος συντήρησης των αυτοματισμών, διότι δεν υπάρχουν ίδιες πιθανότητες βλάβης σε σχέση με τα αναλογικά κυκλώματα. Επίσης οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές προσφέρουν μεγάλη ευελιξία σε τροποποιήσεις του αυτοματισμού, καθώς αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο από αλλαγές στον κώδικα του προγράμματος. Για παράδειγμα μια τροποποίηση θα μπορούσε να αφορά την επέκταση του αυτοματισμού και σε

άλλη ή άλλες λειτουργίες στον χώρο εργασίας. Εν συνεχεία το PLC έχει την δυνατότητα σύνδεσης με κεντρικό υπολογιστικό σύστημα ή εταιρικό δίκτυο κάνοντας έτσι εύκολη την παρακολούθηση της διεργασίας σε μία εταιρία, βελτιώνοντας σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα της. Τέλος σημαντική είναι και η οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την χρήση των PLC έναντι των αναλογικών αυτοματισμών.

Οι γλώσσες προγραμματισμού των PLC μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη ονομάζεται STATEMENT LIST (STL) και μοιάζει με γλώσσα προγραμματισμού ηλεκτρονικού υπολογιστή και συγκεκριμένα με την γλώσσα προγραμματισμού Assembly. Οι εντολές γράφονται η μια κάτω από την άλλη και το PLC διαβάζει κυκλικά αυτές. Η δεύτερη ονομάζεται LADDER (LAD). Είναι κυρίως μια γραφική γλώσσα η οποία όμως δομείτε γραμμή γραμμή πάνω στις οποίες μπαίνουν σχηματικά κάποιες συνθήκες, υπολογισμοί, ενεργοποιήσεις εξόδων κ.τ.λ. Η τρίτη γλώσσα προγραμματισμού ονομάζεται FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD) και είναι καθαρά γραφική γλώσσα. Απαρτίζεται από διακόπτες ,πύλες and, or, xor κτλ, χρονικά και άλλα πολλά με απλή συνδεσμολογία.



Εικόνα 3.3.β. Συσχετισμός των τριών τύπων γλωσσών προγραμματισμού PLC.

Η επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού που κάνει κάθε χρήστης εξαρτάται από την εμπειρία του ,την γνώση που έχει πάνω σε ψηφιακά και ηλεκτρονικά συστήματα αλλά σίγουρα και από την φύση του προβλήματος που καλείται να αντιμετωπίσει.

Πλεονεκτήματα της γλώσσας STATEMENT LIST (STL) σε σχέση με τις άλλες δύο γραφικές μεθόδους προγραμματισμού LADDER (LAD) και FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD).

[4]

1. Η γλώσσα προγραμματισμού STL έχει περισσότερες δυνατότητες. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχουν εντολές οι οποίες δεν μπορούν να παραστούν τουλάχιστον ακόμα σε γραφική μορφή από τις άλλες δύο γλώσσες.

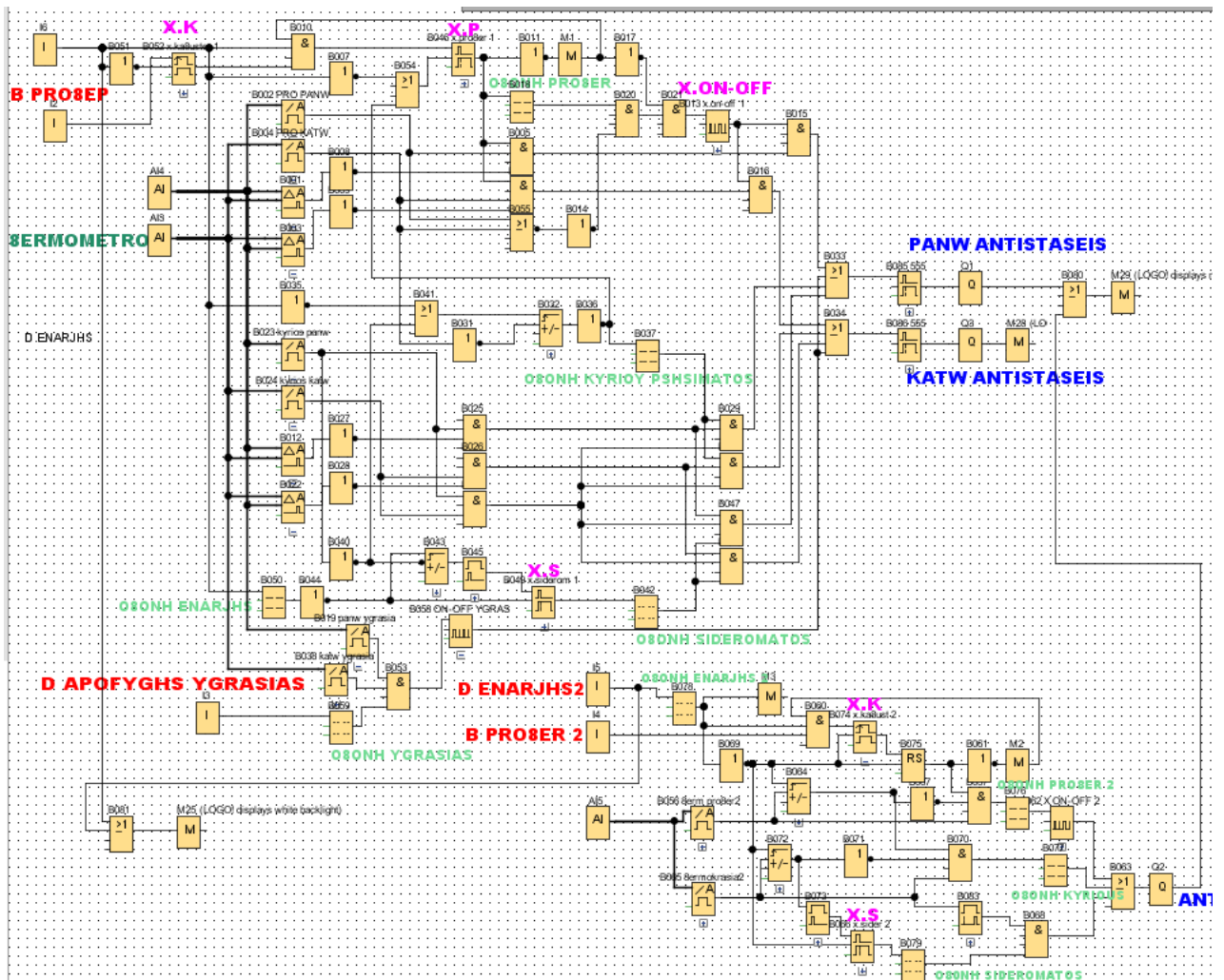
2. Επειδή το PLC διαβάζει κυκλικά της εντολές στην γλώσσα STL μπορούμε να ξέρουμε κάθε στιγμή πια εντολή εκτελείτε με σκοπό να μπορούμε να ελέγξουμε καλύτερα το πρόγραμμα η να βρούμε πιθανά λάθη.
3. Σημαντικό είναι κυρίως σε μεγάλα προγράμματα, ότι η γλώσσα STL για το ίδιο πρόγραμμα που θα κάναμε με τις γραφικές γλώσσες καταλαμβάνει μικρότερο χώρο στην μνήμη για την αποθήκευση του προγράμματος.
4. Για κάποιον που έχει ασχοληθεί και ξέρει προγραμματισμό υπολογιστών κάθε είδους είναι πολύ πιο προσιτή από τις γραφικές LADDER και FUNCTION BLOCK DIAGRAM
5. Ο χειρισμός κατά την πληκτρολόγηση του προγράμματος είναι πολύ απλούστερος. Αντίθετα για την πληκτρολόγηση ενός στοιχείου στις γραφικές μεθόδους προγραμματισμού παραδείγματος χάριν μια επαφής πρέπει ο δείκτης στην οθόνη να βρίσκεται ακριβώς στο σημείο που πρέπει για να γίνει η συνδεσμολογία.
6. Εάν ο χρήστης χρησιμοποιήσει ένα διάγραμμα ροής ή ένα ηλεκτρολογικό σχέδιο για προσχέδιο του προγράμματος τότε η μετάφραση αυτού σε γραμμές εντολών η σε σχέδιο επαφών στις γραφικές μεθόδους είναι το ίδιο εύκολη.

Μειονεκτήματα της γλώσσας STATEMENT LIST (STL) σε σχέση με τις άλλες δύο γραφικές μεθόδους προγραμματισμού LADDER (LAD) και FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD).

1. Είναι δυσκολότερη η εποπτεία ενός προγράμματος σε γλώσσα προγραμματισμού STL σε σχέση με της γραφικές μεθόδους προγραμματισμού. Εάν κάποιος δεν έχει σχέση με την δημιουργία του κώδικα είναι δυσκολότερη η κατανόηση του, ενώ εύκολα στην γλώσσα FUNCTION BLOCK DIAGRAM που μοιάζει με ηλεκτρολογικό σχέδιο μπορεί με μια ματιά να καταλάβει περί τίνος πρόκειται.
2. Η παρακολούθηση του αυτοματισμού σε λειτουργία (πάνω σε μια συσκευή προγραμματισμού οθόνης συνδεδεμένη στον ελεγκτή) είναι απλούστερη και πιο εποπτική, εάν το πρόγραμμα είναι γραμμένο σε LADDER (LAD) ή FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD).

3.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΕ ΓΛΩΣΣΑ FBD

Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στο καμίνι κεραμικής το PLC προγραμματίστηκε σε γλώσσα FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD).



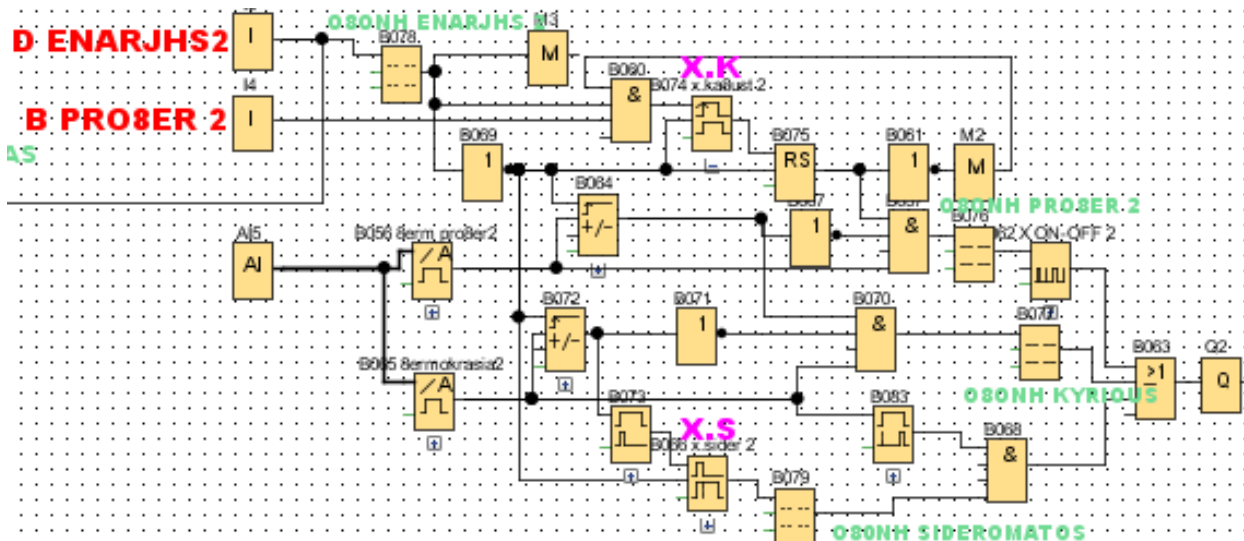
Εικόνα 3.4. Πρόγραμμα σε γλώσσα ή FUNCTION BLOCK DIAGRAM για Logo 8.

ΣΧΟΛΙΑ: Το παραπάνω πρόγραμμα για να γίνει πιο κατανοητό μπορεί να χωριστεί σε δύο κομμάτια. Το πρώτο αφορά το πρώτο καμίνι των δύο ενώ το δεύτερο κομμάτι το καμίνι με την ζώνη αντίστασης. Με κόκκινο χρώμα αναγράφονται τα μπουτόνς και οι διακόπτες, με μπλε οι έξοδοι, με ροζ τα χρονικά στα οποία μπορεί να επέμβει ο χρήστης, με πράσινο οι αναλογικές εισοδοι και με λαχανί τα διάφορα μηνύματα που βγαίνουν στην οθόνη του LOGO 8. Στο πρόγραμμα έχουν χρησιμοποιηθεί μετρητές, παλμογεννήτριες, μπουτόνς, διακόπτες, χρονικά πάσης φύσεως, πύλες, αναλογικοί συγκριτές και functions για τον προγραμματισμό της οθόνης. Επίσης για την ευκολότερη κατανόηση οι εισοδοι και οι έξοδοι είναι στο αριστερό μέρος της επιφάνειας εργασίας, η συνδεσμολογία όλων των ενδιαμέσων function block έχει υλοποιηθεί από τα δεξιά προς τα αριστερά. Είναι σημαντικό η συνδεσμολογία για

την λειτουργία του προγράμματος να είναι ευδιάκριτη πρώτα από όλα για να διευκολύνεται ο προγραμματιστής σε τυχόν αλλαγές που μπορεί να κάνει στο μέλλον αλλά και κατά την διάρκεια του προγραμματισμού. Επιπλέον ένα δομημένο πρόγραμμα σε FBD γίνεται ευκολότερα κατανοητό και από τρίτα άτομα τα οποία πρέπει να επέμβουν στον προγραμματισμό.

3.5 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το δεύτερο κομμάτι του προγράμματος αφορά το καμίνι με την μία αντίσταση. Τα block με το γράμμα **I** στο αριστερό μέρος είναι δυο ψηφιακές εισοδοι του PLC. Το πάνω έχει οριστεί σαν διακόπτης και το κάτω ως μπουτόν. Και τα δύο οδηγούνται σε ένα function block με το σύμβολο **&** το οποίο είναι μία πύλη AND. Πριν αυτού, ανάμεσα στο διακόπτη και στην πύλη υπάρχουν άλλα δύο function block. Το πρώτο έχει να κάνει με το τι μήνυμα θέλουμε να εμφανιστεί στην οθόνη όταν ενεργοποιείτε ο διακόπτης και το δεύτερο με το γραμμή **M** δίνει κάποιο χρωματικό φωτισμό στο φόντο της οθόνης. Αφού περάσει το σήμα από την συνθήκη AND πηγαίνει σε ένα χρονικό το οποίο έχει την ιδιότητα από την στιγμή που θα λάβει σήμα να μετρήσει ο χρόνος που του έχει οριστεί από το χρήστη και αφού τελειώσει να στείλει ένα παλμό. Ο παλμός που φεύγει από το χρονικό πηγαίνει στο function block που αναγράφεται πάνω του το γράμμα **RS** (latching relay). Αυτό είναι ένα ρελέ που από την στιγμή που πάρει μια τιμή στην είσοδο κρατάει ενεργοποιημένη την έξοδο ανεξάρτητα των τιμών που θα λάβει ξανά στην είσοδο του. Αυτό αλλάζει μόνο αν λάβει στην δεύτερη είσοδο του (reset) σήμα. Το σήμα του **RS** κατευθύνεται με διακλάδωση σε μία πύλη AND και ένα function block με σύμβολο τον αριθμό **1**. Το σύμβολο αυτό είναι μια πύλη NOT η οποία βγάζει σήμα αντίθετο της εισόδου της. Με αυτόν τον τρόπο όταν έχουμε σήμα από το RS μπορούμε με μια ανάδραση να ακυρώσουμε την συνθήκη AND δηλαδή να έχουμε το μπουτόν εκτός λειτουργίας.

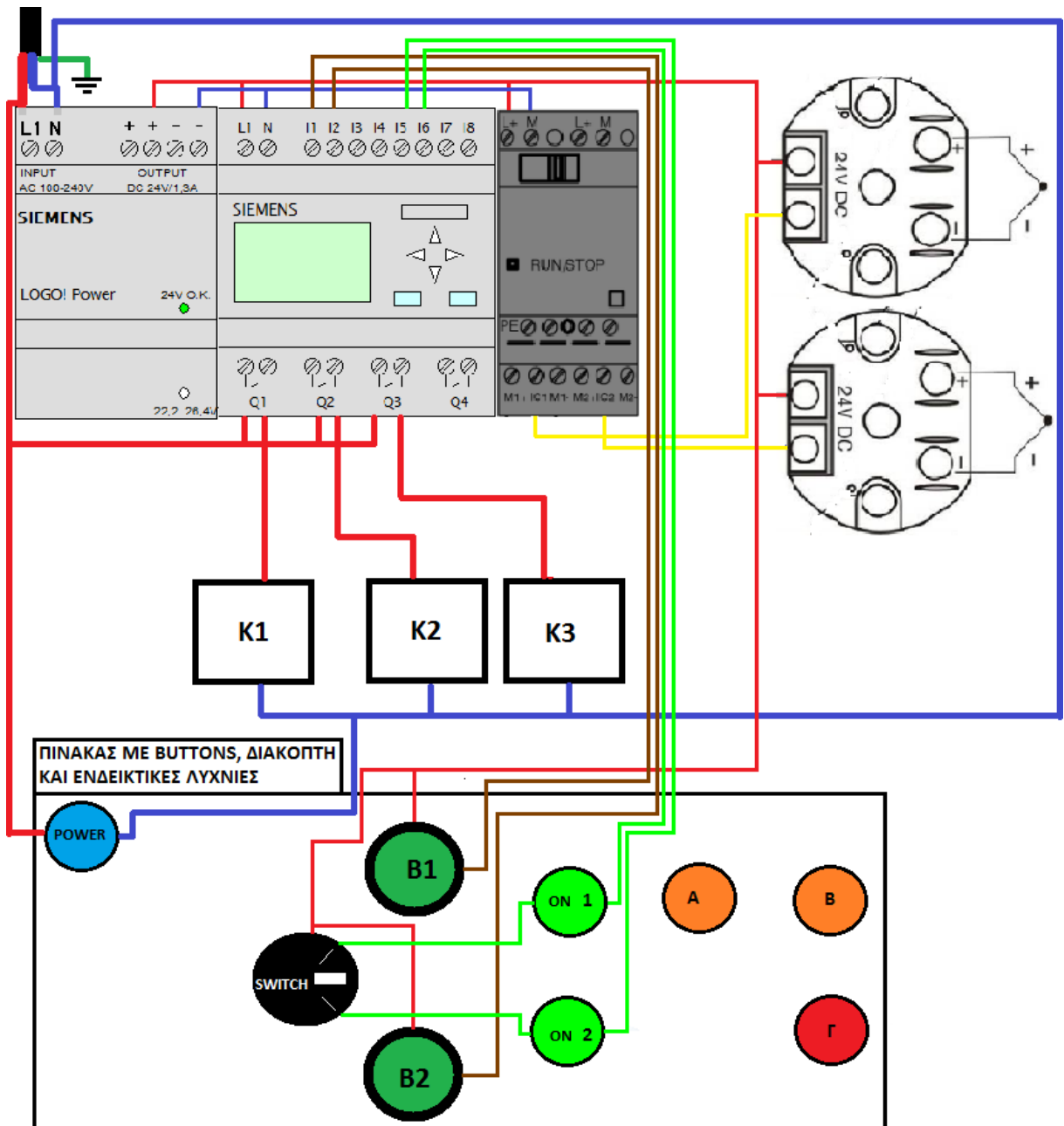


Εικόνα 3.5. Δεύτερο μέρος του προγράμματος που αφορά το καμίνι με την μία αντίσταση

Στην δεύτερη πύλη AND φτάνουν σήματα από το RS, από ένα μετρητή που προηγείται από ένα NOT και ένα function block το οποίο μετατρέπει τις τιμές μίας αναλογικής εισόδου σε ένα πεδίο τιμών και ενεργοποιεί την έξοδο του ανάλογα με ποιες τιμές επιθυμεί ο χρήστης. Περνώντας από αυτή την συνθήκη AND το σήμα ενεργοποιεί ένα function block προγραμματισμού οθόνης και οδηγείται σε άλλο function block μίας ασύγχρονης παλμογεννήτριας που ο ρυθμός on-off των παλμών καθορίζεται από τον χρήστη. Αυτό στην εφαρμογή βοηθάει στον έλεγχο λειτουργίας της αντίστασης κατά την διάρκεια της

προθέρμανσης του καμινιού με αποτέλεσμα να πετύχουμε την κατάλληλη άνοδο της θερμοκρασίας. Το σήμα περνώντας μετά την παλμογεννήτρια από μία συνθήκη OR με σύμβολο ≥ 1 καταλήγει στην έξοδο. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία θα ανέβει πάνω από το κατώφλι στο function block το οποίο βάζει σε κλίμακα τις αναλογικές τιμές από την αναλογική είσοδο με σύμβολο **AL**, η έξοδος του απενεργοποιείται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να ακυρώνεται η συνθήκη AND, που οδηγεί στην ασύγχρονη παλμογεννήτρια και να ενεργοποιείται ο μετρητής, ο οποίος έχει οριστεί να ενεργοποιεί την έξοδό του μετά από μια εναλλαγή στο σήμα εισόδου του. Το σήμα από το μετρητή τώρα πάει σε μια άλλη πύλη AND μαζί με ένα σήμα, από έναν δεύτερο μετρητή και από ένα δεύτερο function block το οποίο βάζει σε κλίμακα τις αναλογικές τιμές όπως το προηγούμενο αλλά με τιμή κατωφλίου αυτή που θέλουμε να πετύχουμε για το κυρίως ψήσιμο. Εν συνεχεία το σήμα ενεργοποιεί ένα function block το οποίο αλλάζει όπως είδαμε την οθόνη του PLC και αφού περάσει από την συνθήκη OR ενεργοποιεί την έξοδό μας. Αφού η θερμοκρασία φτάσει την τιμή κατωφλίου του κυρίως ψησίματος το υπεύθυνο function block που είναι μετά την αναλογική είσοδο, απενεργοποιεί το σήμα που στέλνει και έτσι ο δεύτερος μετρητής παίρνει τιμή 1. Και επειδή και σε αυτόν έχει οριστεί μεγίστη τιμή η τιμή 1 ενεργοποιεί την έξοδό του. Το σήμα περνώντας από την πύλη NOT που υπάρχει μετά τον μετρητή απενεργοποιείται με αποτέλεσμα να μην ικανοποιείται η συνθήκη AND για το κυρίως ψήσιμο. Ο δεύτερος μετρητής τώρα όπως φαίνεται στο σχήμα δίνει σήμα σε ένα function block το οποίο είναι στην ουσία ένα ρελέ που όταν έρθει σήμα στην είσοδό του στέλνει ένας παλμός. Έτσι ενεργοποιεί το χρονικό που βρίσκετε στην συνέχεια. Η λειτουργία του χρονικού αυτού είναι, αφού δεκτεί παλμό να κρατήσει την έξοδο του ενεργοποιημένη για όσο χρόνο του ορίσει ο χρήστης. Αυτός ο χρόνος ονομάζεται χρόνος σιδερώματος και ορίζεται με σκοπό το καμίνι να φτάσει στην τέλεια ομοιογένεια θερμοκρασίας σε όλο το εσωτερικό του. Το σήμα μετά το χρονικό αυτό κατευθύνεται σε μια πύλη AND την οποία και ακυρώνεται όταν περάσει το χρονικό διάστημα λειτουργίας του χρονικού. Σε αυτήν την πύλη AND έρχεται και σήμα από το function block το οποίο του έχει οριστεί κατώφλι, η τελική θερμοκρασία που θα φτάσει το καμίνι. Έτσι όταν η θερμοκρασία πέφτει κάτω από το κατώφλι η έξοδος ενεργοποιείται και άρα η αντίσταση του καμινιού λειτουργεί ενώ όταν η θερμοκρασία υπερβεί του ορίου, το υπεύθυνο function block σταματάει να στέλνει σήμα ακυρώνοντας την πύλη AND και κατεπέκταση την λειτουργία της αντίστασης του καμινιού. Το χρονικό που παραβάλλεται ανάμεσα στην πύλη και στο function block ενεργοποιεί την έξοδο του αφού λαμβάνει συνεχόμενο σήμα στην είσοδο του πάνω από δέκα δευτερόλεπτα. Αυτό έχει την σκοπιμότητα να μην τρεμοπαίζει ο ηλεκτρονόμος ισχύος που ενεργοποιείται από το PLC σύμφωνα με την γρήγορη εναλλαγή $\pm 3^{\circ} \text{C}$ της εισόδου από το αισθητήριο. Μετά το τέλος της διαδικασίας ψησίματος καθώς ο χρήστης επαναφέρει το διακόπτη στην θέση off, στέλνεται σήμα reset σε όποια function blocks το χρειάζονται ώστε την επόμενη φορά που θα επαναληφθεί η διαδικασία, οι μετρητές, το RS και τα χρονικά να είναι στη αρχική ορίζουσά τους κατάσταση.

ΗΛΕΚΤΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ



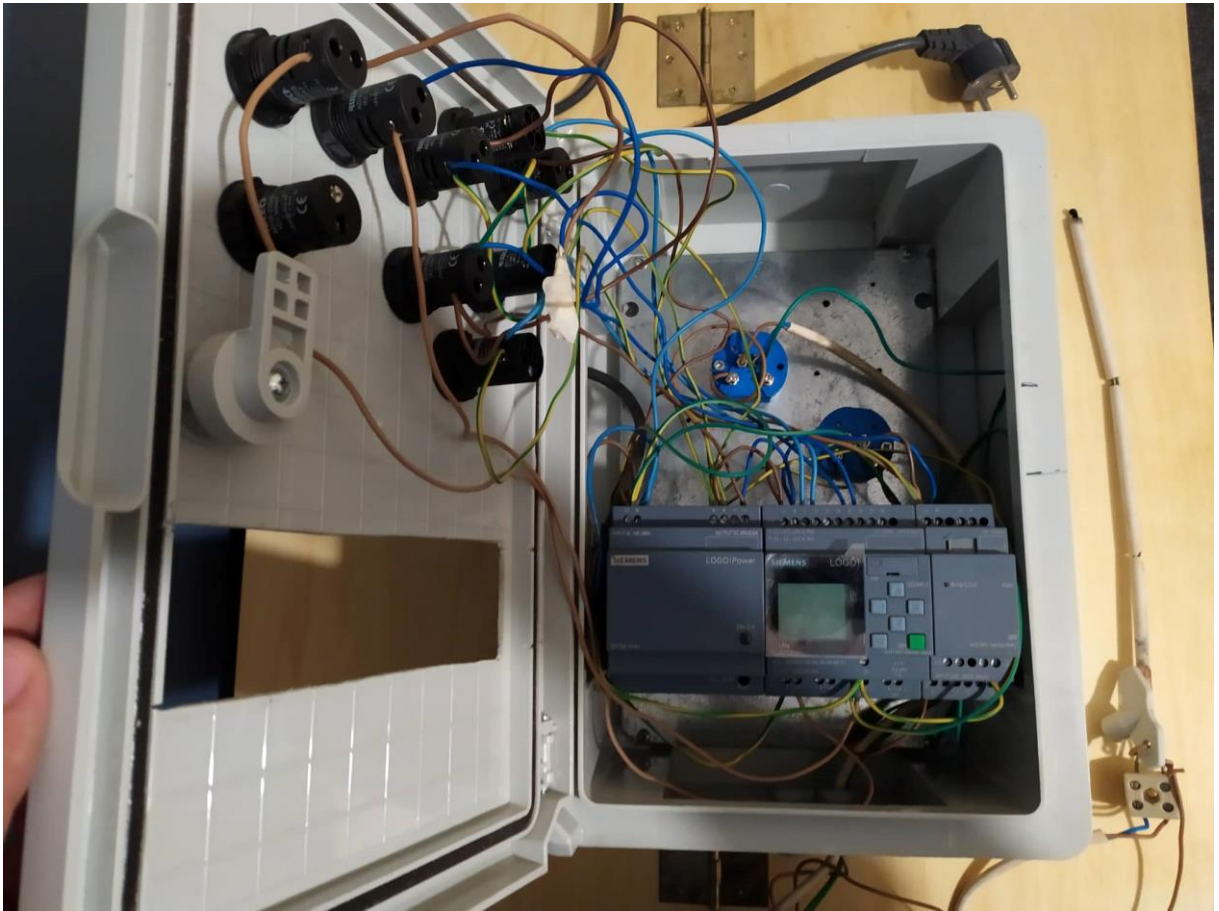
ΣΧΟΛΙΑ: Τα ορθογώνια τα οποία εμπεριέχουν τα K1, K2, K3 είναι ηλεκτρονόμοι. Ο K1 αφού ενεργοποιηθεί λειτουργεί η πάνω ζώνη των αντιστάσεων του πρώτου καμινιού. Ο K2 αφού ενεργοποιηθεί λειτουργεί η κάτω ζώνη των αντιστάσεων του πρώτου καμινιού. Ενώ ο K3 ενεργοποιεί την αντίσταση θέρμανσης του δευτέρου καμινιού. Τα στρογγυλά A, B, Γ είναι λυχνίες ένδειξης ενεργοποιήσεις των ηλεκτρονόμων K1, K2, K3 αντίστοιχα και συνδέονται παράλληλα στον καθένα ξεχωριστά. Τα B1, B2 είναι μπουτόν έναρξης του ψησίματος. Για την επιλογή ποιου καμινιού που θα μπει σε λειτουργία ψησίματος έχουμε ένα

διακόπτη τριών θέσεων. Και η μπλε λυχνία δείχνει ότι το κύκλωμα αυτοματισμού είναι στο δίκτυο ρεύματος.

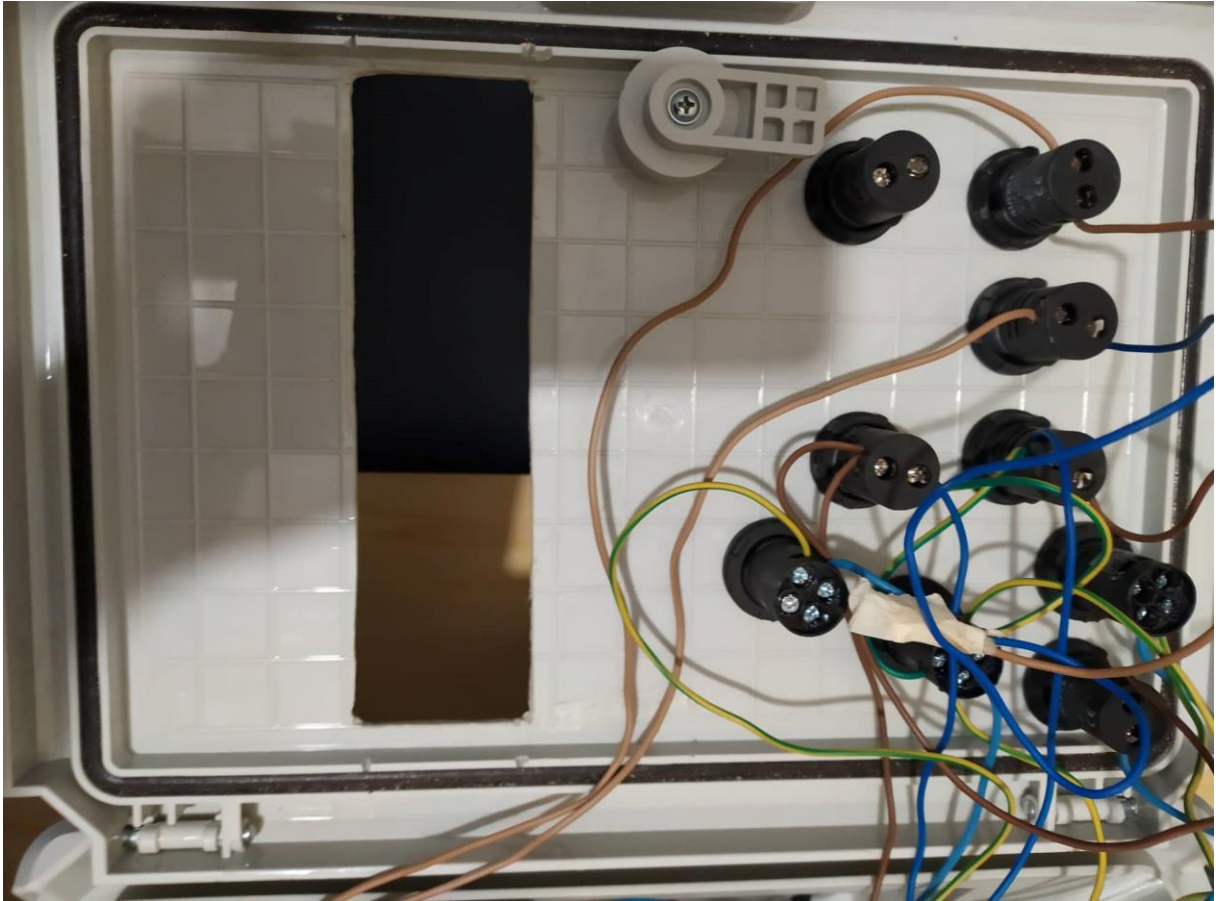
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



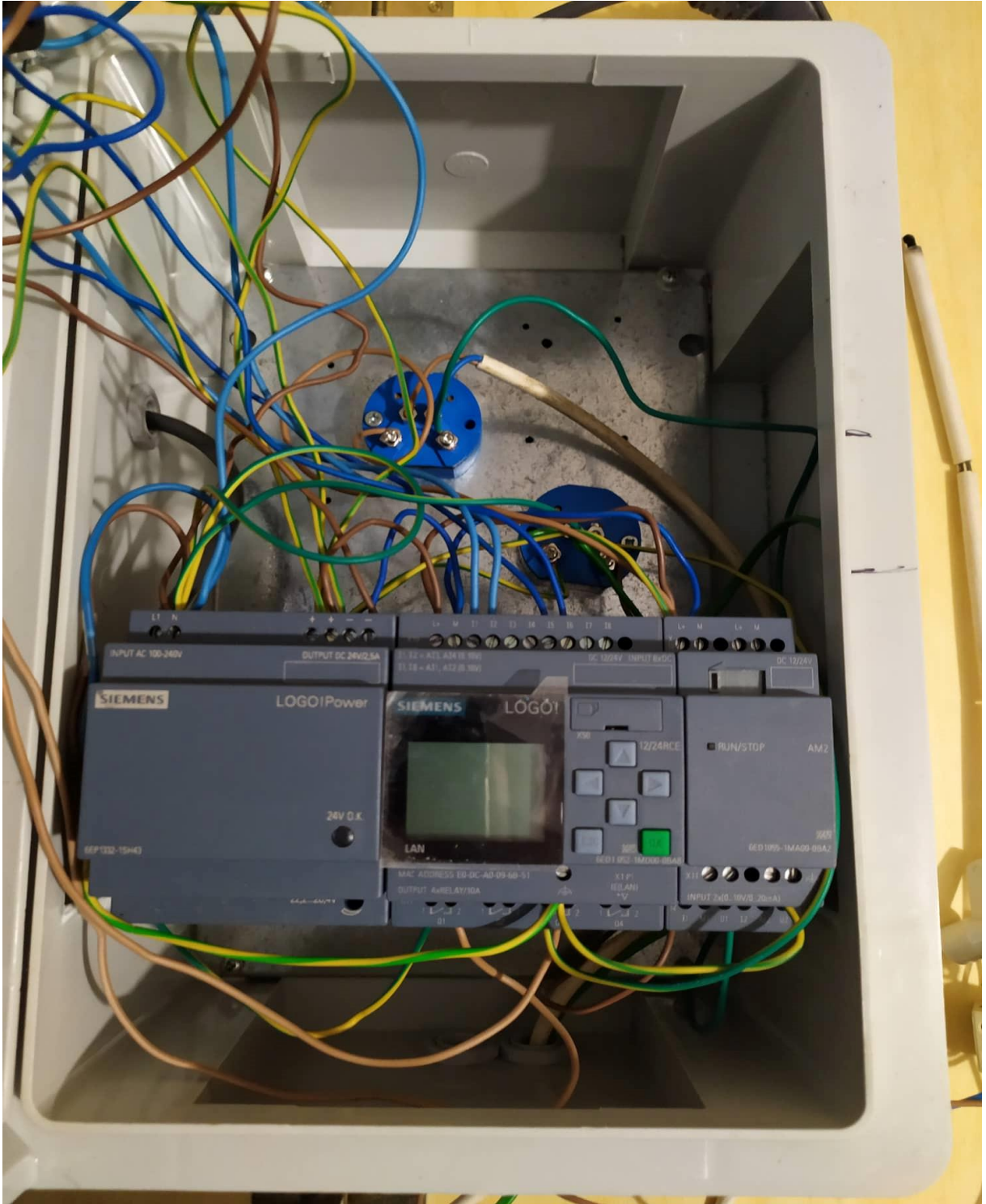
Εικόνα 3.6.α Το εξωτερικό περιβλημα- κουτί



Εικόνα 3.6.β Εσωτερική διάταξη στοιχείων



Εικόνα 3.6.γ Διάταξη μπουτόν και λυχνιών



Εικόνα 3.6.δ Διάταξη μετατροπέα και ελεγκτή

ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ

ΥΛΙΚΑ	ΚΟΣΤΟΣ (EURO)
Siemens Logo 8 12/24 RCE	260,96
Τροφοδοτικό Siemens	47,90
x2 Μετατροπές για θερμοζεύγος τύπου K	16,00
Κουτί κατασκευής	20,00
Διακόπτης τριών	3,00
x4 Ενδεικτικές λυχνίες 230v	4,00
x2 λυχνίες 24v	2,00
x2 Μπουτόν έναρξης	2,00
x2 θερμοζεύγος τύπου K	12,00
ΣΥΝΟΛΟ	367.59

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Resistance_thermometer
2. https://en.wikipedia.org/wiki/ATEX_directive
3. https://www.powderprocess.net/Safety_ATEX.html
4. <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/HYS100/10%20%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CE%91%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7%CF%82%20%CE%9B%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D.pdf>
5. <https://www.thermocoupleinfo.com/type-k-thermocouple.htm>