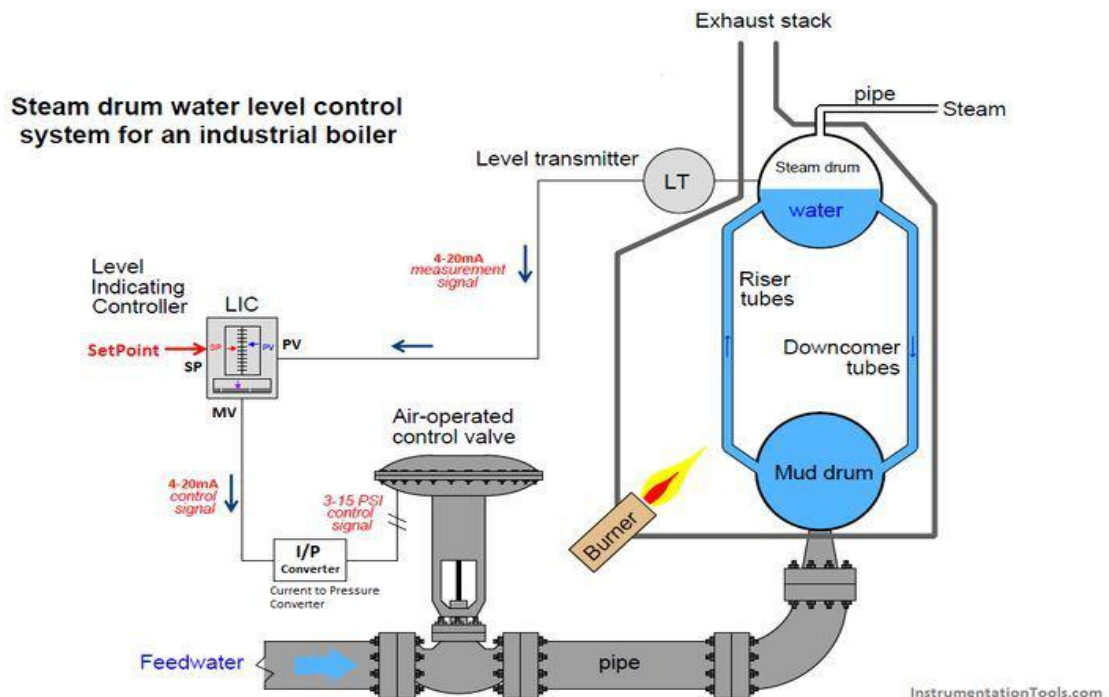




ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ  
ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΜΕ PLC»



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΗΣΤΟΣ Κ ΜΑΝΑΒΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2020

Τίτλος πτυχιακής εργασίας : ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ 4 ΛΕΒΗΤΕΣ ΑΕΡΙΟΥ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΣΧΟΛΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΜΕ PLC

Κωδικός Π.Ε.: 17185

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: Γιώργος Παυλίδης

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Μανάβης Χρήστος

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε.: 28-11-2019

Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε.: 20-9-2020

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Γιώργου Παυλίδη που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

## Ευχαριστίες

*Αφιερώνεται στην οικογένεια μου που παρά τις πολύ δύσκολες οικονομικές συνθήκες δεν σταμάτησαν ποτέ να με στηρίζουν. Επίσης, ευχαριστώ τους καθηγητές για όλη την βοήθεια και γνώση που μας πρόσφεραν αυτά τα χρόνια, αλλά κυρίως τον κ. Μανάβη που μέσω του μαθήματος του μας εισήγαγε στον κόσμο των PLC και κατάφερα σήμερα να κάνω αυτήν την εργασία.*



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθώ με τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές επάνω στην μελέτη και τον προγραμματισμό συστήματος θέρμανσης σε σχολικό συγκρότημα με 4 λέβητες αερίου. Είναι μία σύγχρονη μέθοδος προγραμματισμού μιας βιομηχανικής εγκατάστασης, που δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Στην σημερινή εποχή είναι γνωστό σαν PLC (Programming Logic Control)

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας ασχολήθηκα με τους λέβητες και τα επιμέρους του στοιχεία. Έδωσα μεγαλύτερη έμφαση στους καυστήρες επειδή εκεί επιτυγχάνεται η ανάμειξη του καύσιμου υλικού και στο μπόιλερ επειδή μέσα στην εργασία το χρησιμοποιώ για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Ανέλυσα επίσης τον τρόπο χειρισμού του λέβητα, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του αλλά και τους τρόπους σύνδεσης του με το μπόιλερ και τους ηλιακούς συλλέκτες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο ασχολήθηκα με τα PLC και τα επιμέρους στοιχεία τους. Ανέφερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και ανέφερα τις γλώσσες προγραμματισμού αναλύοντας κυρίως την LADDER που ήταν και η γλώσσα που χρησιμοποίησα για να προγραμματίσω.

Στο τρίτο κεφάλαιο έγραψα μερικά πράγματα για τα προγράμματα που χρησιμοποίησα για την υλοποίηση της εργασίας, το STEP 7 και το WinCC.

Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε εκτενή ανάλυση του τρόπου που εκπόνησα την εργασία γράφοντας όλο τον κώδικα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο υπάρχουν τα συμπεράσματα και οι βελτιώσεις που σήκωνε η εργασία.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της πτυχιακής μου άσκησης είναι η εικονικά αυτόματη απεικόνιση ενός συστήματος θέρμανσης σε σχολικό συγκρότημα με χρήση PLC. Η εικονική απεικόνιση γίνεται μέσω του SCADA. Τους 4 λέβητες αερίου τους χωρίζω σε 4 διαφορετικά τμήματα του σχολείου. Ο πρώτος λέβητας είναι υπεύθυνος για την θέρμανση του Αμφιθεάτρου, ο 2ος για την θέρμανση του Γυμναστηρίου, ο 3ος για την θέρμανση 4 αιθουσών. Για επιτευχθεί θέρμανση σε 4 αίθουσες χρησιμοποιώ και ηλεκτροβάνες οι οποίες ανοίγο-κλείνουν μέσω του προγράμματος που έχω φτιάξει. Ο 4ος για την θέρμανση των WC. Στον 4ο λέβητα έχω συνδέσει και ένα μπόιλερ για να έχουμε και ζεστό νερό χρήσης στις τουαλέτες. Το μπόιλερ είναι τριπλής ενέργειας αφού το νερό ζεσταίνεται 1)απο την αντίσταση, 2) απο τον λέβητα και 3) από τους ηλιακούς συλλέκτες.

## ABSTRACT

**George Pavlidis**

AUTOMATIC HEATING CONTROL SYSTEM WITH 4 GAS BOILERS IN A SCHOOL COMPLEX CONTROLLED WITH PLC

The subject of my dissertation is the virtual automatic display of a heating system in a school complex using PLC. The virtual illustration is done through SCADA. I divide the 4 gas boilers into 4 different sections of the school. The first gas boiler is responsible for the heating of the Amphitheater, the 2nd for the heating of the Gym, the 3rd for the heating of 4 rooms. To achieve heating in 4 rooms I also use solenoid valves which open and close through the program I have made. The 4th for the heating of the WC. In the 4th gas boiler I have connected a boiler which is responsible for using hot water in the toilets. The boiler is triple energy since the water is heated 1) by the resistance, 2) by the boiler and 3) by the solar panels.



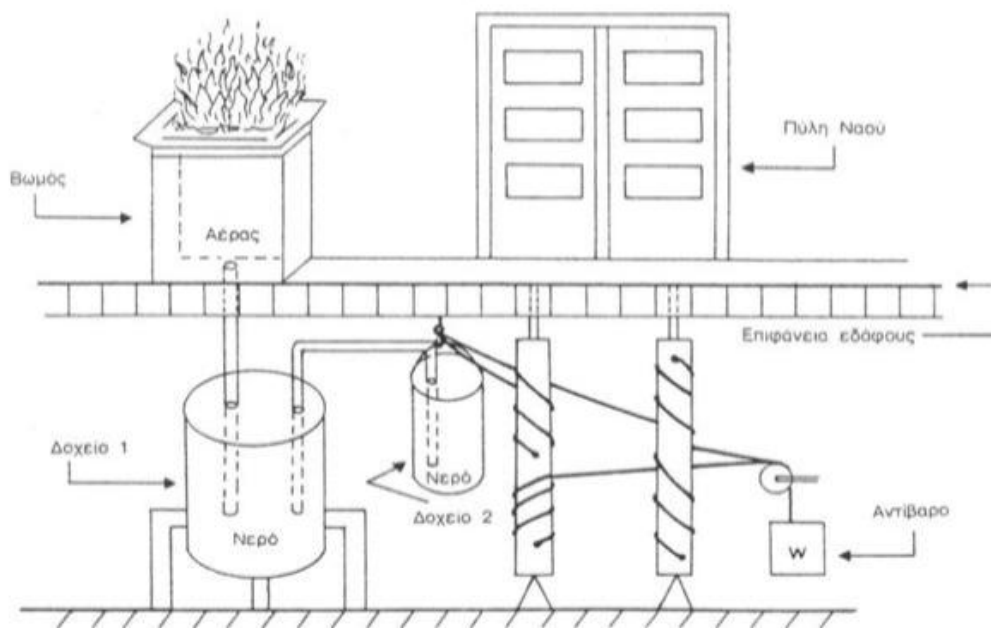
## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ιστορική αναδρομή αυτοματισμού.....	Σελ 11)
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Λέβητες.....	Σελ 12)
1.1 Λέβητες αερίου.....	Σελ 12)
1.2 Καυστήρες.....	Σελ 13)
1.3 Μπόιλερ.....	Σελ 14)
1.4 Σύνδεση Μπόιλερ με λέβητα.....	Σελ 16)
1.5 Σύνδεση Μπόιλερ με λέβητα και ηλιακού ζυλλέκτες.....	Σελ 17)
1.6 Χειρισμός λέβητα αερίου.....	Σελ 17)
1.7 Πλεονεκτήματα λέβητα αερίου.....	Σελ 20)
1.8 Μειονεκτήματα λέβητα αερίου.....	Σελ 21)
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: PLC.....	Σελ 21)
2.1 Δομή των PLC.....	Σελ 22)
2.2 Πλεονεκτήματα PLC.....	Σελ 26)
2.3 Μειονεκτήματα των PLC.....	Σελ 26)
2.4 Γλώσσες των PLC.....	Σελ 27)
2.4.1 LADDER.....	Σελ 27)
2.4.2 STL.....	Σελ 34)
2.4.3 FDB.....	Σελ 35)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Συστήματα SCADA.....	Σελ 35)
3.1 Οι συνιστώσες ενός συστήματος SCADA.....	Σελ 36)
3.2 Λειτουργίες των συστημάτων SCADA.....	Σελ 37)
3.3 WinCC flexible.....	Σελ 39)
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	Σελ 39)
4.1 Σχεδιασμός σχολικού συγκροτήματος.....	Σελ 39)
4.1.1 Υποσυγκρότημα αμφιθέατρο.....	Σελ 39)
4.1.2 Υποσυγκρότημα γυμναστήριο.....	Σελ 39)
4.1.3 Υποσυγκρότημα αίθουσες.....	Σελ 40)
4.1.4 Υποσυγκρότημα WC.....	Σελ 41)
4.2 Προγραμματισμός.....	Σελ 42)
4.3 Απεικόνιση στο SCADA.....	Σελ 73)
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ.....	Σελ 82)
5.1 Συμπεράσματα .....	Σελ 82)
5.2 Βελτιώσεις.....	Σελ 82)
Βιβλιογραφία.....	Σελ 83)

## Ιστορική αναδρομή αυτοματισμού

Ο αυτοματισμός δεν είναι μια ανάγκη που δημιουργήθηκε στην εποχή μας, απεναντίας έχει τις ρίζες του στα αρχαία χρόνια. Ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα, που συναντάμε συχνά σε αναφορές της σύγχρονης βιβλιογραφίας, είναι μια κατασκευή γνωστή και ως “Ρυθμιστής του Ήρωνος του Αλεξάνδρου” (Εικόνα 1 ) η οποία καθόριζε τη θέση της πύλης ενός ναού με αυτόματο τρόπο χρησιμοποιώντας τα μέσα εκείνης της εποχής. Ανάβοντας φωτιά στον βωμό ο αέρας που ήταν εγκλωβισμένος κάτω από αυτόν ζεσταινόταν, με αποτέλεσμα να ωθεί το νερό που βρισκόταν από το δοχείο 1 στο άδειο δοχείο 2. Το δοχείο αυτό ήταν κρεμασμένο με σχοινιά τυλιγμένα κατάλληλα σε ένα μηχανισμό με ένα αντίβαρο. Όσο γέμιζε το δοχείο 2 με νερό αυξάνονταν το βάρος του και κατέβαινε προς τα κάτω ενώ το αντίβαρο ανέβαινε προς τα πάνω με αποτέλεσμα τα σχοινιά να ανοίγουν τις πύλες. Μόλις έσβηνε η φωτιά το νερό επέστρεφε στο δοχείο 1 και το αντίβαρο κατέβαινε προς τα κάτω, ενώ το δοχείο 2 ανέβαινε προς τα πάνω, με αποτέλεσμα η πύλη να κλείνει.



Εικόνα 1

Ο αυτοματισμός και συγκεκριμένα τα PLC έχουν πάρα πολλές εφαρμογές στην καθημερινότητα μας. Μια από αυτές τις εφαρμογές είναι τα συστήματα θέρμανσης. Με ένα τέτοιο σύστημα ασχολήθηκα και εγώ στην εργασία που χρησιμοποιώντας 4 λέβητες αερίου προκειμένου να ελέγξω την θέρμανση σε σχολικό συγκρότημα..

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΛΕΒΗΤΕΣ

Λέβητας (Εικόνα 2) ονομάζεται κάθε κλειστή μεταλλική συσκευή (δοχείο) εντός του οποίου νερό ή άλλο υγρό θερμαίνεται και μετατρέπεται σε ατμό οπότε ονομάζεται ατμολέβητας ή αν θερμαίνει το νερό, λέβητας νερού. Η θερμότητα παράγεται από την καύση του καυσίμου, με το οποίο τροφοδοτείται ο λέβητας, χάρη στο εργαζόμενο μέσο, που ανακυκλοφορεί μέσα σε σωληνώσεις και μεταφέρει τη θερμότητα αυτή στο σημείο που θα καταναλωθεί, είτε για θέρμανση είτε για παραγωγή έργου. Για τους συνήθεις λέβητες σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης, το εργαζόμενο μέσο είναι το νερό. Στην περίπτωση μας το καύσιμο με το οποίο θα πραγματοποιείται η καύση είναι το αέριο.



Εικόνα 2

#### 1.1 ΛΕΒΗΤΕΣ ΑΕΡΙΟΥ

Ο λέβητας αερίου (Εικόνα 3) είναι κεντρικό συστήματα θέρμανσης που λειτουργεί σαν μικρή φωτιά, ζεσταίνοντας διαρκώς το νερό. Το ζεστό νερό τότε αντλείται στην κατοικία σας από το μπόιλερ, μέσω σωλήνων και καλοριφέρ για να αυξήσετε την θερμοκρασία του χώρου. Ο λέβητας αερίου χρησιμοποιεί είτε τις εγκαταστάσεις στην πόλη σας είτε δεξαμενή αποθήκευσης του φυσικού αερίου. Η καύση γίνεται στον θάλαμο ανάφλεξης και η

Θερμοκρασία του νερού διατηρείται περίπου στους 70 βαθμούς Κελσίου μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας.



Εικόνα 3

## 1.2 ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ

Ο καυστήρας (Εικόνα 4) είναι μια συσκευή προσαρμοσμένη πάνω στο λέβητα μέσα στην οποία επιτυγχάνεται η ανάμειξη του καύσιμου υλικού, υγρού ή αερίου με τον αέρα έτσι ώστε να προκαλείται και να συντηρείται η καύση. Ξεχωρίζουμε τους καυστήρες ανάλογα με το είδος του καυσίμου αλλά και την κατασκευή και λειτουργία τους. Από το είδος του καυσίμου τους έχουμε τις εξής κατηγορίες:

- Ελαφριού πετρελαίου (diesel)
- Ακάθαρτου πετρελαίου (μαζούτ)
- Φυσικού αερίου, υγραερίου, φωταερίου
- Ειδικών καυσίμων (όπως λιπαντικά ή βιομάζα)
- Μικτών καυσίμων

Ανάλογα με την λειτουργία τους χωρίζονται σε :

**-Ατμοσφαιρικούς:** Καυστήρες που το καύσιμο ενώνεται με το οξυγόνο του αέρα που βρίσκεται ελεύθερο στην ατμόσφαιρα ή καλύτερα δεν διοχετεύεται από κάποιο ανεμιστήρα.

**- Περιστροφικούς:** Πρόκειται για καυστήρες υγρών καυσίμων που «πετούσαν» το καύσιμο στο χώρο καύσης μέσω περιστρεφόμενων «ποτηριών».

- **Διασκορπισμού** Είναι οι πιο συνηθισμένοι και ονομάζονται έτσι γιατί διασκορπίζουν το καύσιμο πρεσάροντάς το με μικρή πίεση (7 bar) και λέγονται μη πιεστικοί ή με μεγάλη πίεση (10-15 ή και 20 bar) και λέγονται πιεστικοί.

Άλλος ένας διαχωρισμός γίνεται ανάλογα με τις βαθμίδες συμπίεσης ή καλύτερα ανάλογα με τα στάδια της καύσης και έτσι έχουμε μονοβάθμιους ή διβάθμιους ή πολυβάθμιους καυστήρες. Η λειτουργία των μη πιεστικών καυστήρων κρίθηκε αντιοικονομική και ρυπογόνα, μιας και ο άτονος διασκορπισμός και η αδυναμία για περισσότερη πίεση στον διοχετευόμενο αέρα είχαν σαν αποτέλεσμα την ατελή καύση του πετρελαίου.

Στη θέρμανση έχουν καθιερωθεί κυρίως οι πιεστικοί καυστήρες διασκορπισμού, ενώ οι καυστήρες μαζούτ χρησιμοποιούνται μόνο στη βιομηχανία και μακριά από αστικά κέντρα.



Εικόνα 4

## 1.3 ΜΠΟΙΛΕΡ

Το boiler είναι ένα δοχείο στο οποίο αποθηκεύεται ζεστό νερό, το οποίο είναι στη διάθεσή μας όποτε το θελήσουμε διατηρώντας πάντα την επιθυμητή θερμοκρασία. Τα boilers χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: διπλής και τριπλής ενέργειας.

Το boiler **διπλής ενέργειας** χρησιμοποιεί είτε την ηλεκτρική αντίσταση είτε τους ηλιακούς συλλέκτες για να αντλήσει ενέργεια και να μας διαθέσει ζεστό νερό. Το boiler **τριπλής ενέργειας** για την παραγωγή ζεστού νερού αντλεί ενέργεια και αυτό από την ηλεκτρική αντίσταση ή από τους ηλιακούς συλλέκτες μπορεί όμως να χρησιμοποιήσει και το λέβητα (υγρών, αέριων ή στερεών καυσίμων).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι boiler: παταριού, οριζόντιο και κάθετο τοίχου, οριζόντιο και κάθετο λεβητοστασίου. Εγώ στην εργασία θα ασχοληθώ με boiler τριπλής ενέργειας και ο τρόπος θέρμανσης του νερού χρήσης θα ρυθμίζεται αυτόματα μέσω του PLC.

- **Παταριού** : Κατασκευάζονται συνήθως μέχρι 80 lit σε διαστάσεις ανάλογες ενός ηλεκτρικού θερμοσίφωνου. Όλες οι υδραυλικές συνδέσεις τις περισσότερες φορές βρίσκονται από πάνω. Συνδέονται με ηλεκτρικό ρεύμα και με τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Ο εναλλάκτης τους είναι μανδύας ή σερπαντίνα.
- **Οριζόντιο** : Είναι το ίδιο με το παραπάνω με την διαφορά ότι, οι υδραυλικές συνδέσεις βρίσκονται από κάτω. Η είσοδος και η έξοδος του νερού χρήσης, βρίσκονται προς τις άκρες του μπόϊλερ, ενώ η προσαγωγή και η επιστροφή του λέβητα, ανάμεσα από τις δύο προηγούμενες γραμμές σύνδεσης.
- **Κάθετο τοίχου** : Και αυτά τα μπόϊλερ είναι συνήθως μέχρι 80 lit και είναι διπλής ενέργειας. Οι παροχές ύδρευσης είναι στο κάτω μέρος ενώ οι συνδέσεις με τον λέβητα στην πλαϊνή επιφάνεια. Η ηλεκτρική αντίσταση τοποθετείται στο κάτω μέρος. Προσοχή χρειάζεται όταν πρέπει να αντικατασταθεί ο θερμοστάτης της αντίστασης γιατί είναι διαφέρει λειτουργικά από αυτόν των οριζόντιων θερμαντήρων και θα πρέπει να τονίζεται κατά την αγορά του
- **Κάθετο και οριζόντιο λεβητοστασίου** : Τα μπόϊλερ αυτά κατασκευάζονται με χωρητικότητα από 120 lit και πάνω. Τοποθετούνται στο δάπεδο και είναι διπλής ή τριπλής ενέργειας. Φέρουν ή μπορούν να φέρουν ηλεκτρική αντίσταση με ισχύ εξαρτώμενη από τη χωρητικότητά τους. Τα διπλής ενέργειας είναι με μανδύα ή με σερπαντίνα ενώ τα τριπλής ενέργειας μπορεί να είναι με δύο μανδύες ή με δύο σερπαντίνες ή με ένα μανδύα και μία σερπαντίνα. Το κρύο νερό συνδέεται χαμηλά ενώ το ζεστό το παίρνουμε από ψηλό σημείο. Οι συνδέσεις με τον λέβητα ή τους ηλιακούς συλλέκτες μπορούν να είναι οπουδήποτε ανάλογα με τον κατασκευαστή. Γι αυτό θέλει μεγάλη προσοχή κατά την σύνδεση τους για να αποφεύγονται τα λάθη. Έχουν πάντα αρκετές υποδοχές για την σύνδεση οργάνων (θερμόμετρο, μανόμετρο) και αισθητηρίων ελέγχου. Η ηλεκτρική αντίσταση τοποθετείται στο κάτω μέρος αν θέλουμε να ζεσταίνει μεγάλη ποσότητα νερού ή στο πάνω μέρος αν ο ρόλος της θα είναι βοηθητικός όταν δεν θα επαρκούν οι άλλες πηγές ενέργειας. Η μόνωση τους είναι συνήθως αφρός πολουρεθάνης και σπανιότερα υαλοβάμβακας. Προστατεύονται εσωτερικά από οξειδώσεις και ηλεκτροδιαβρώσεις με υαλόκρμα, ή πλαστικοποίηση ή γαλβάνισμα και τοποθετείται ράβδος μαγνησίου η οποία πρέπει να ελέγχεται και να αντικαθίσταται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

## 1.4 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΠΟΪΛΕΡ ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ

Υπάρχουν βασικά τρεις τρόποι σύνδεσης ενός μπόϊλερ με τον λέβητα.

**1) Απ' ευθείας στο κύκλωμα θέρμανσης.** Στην περίπτωση αυτή, θεωρούμε ότι το μπόϊλερ συνδέεται στην εγκατάσταση του λέβητα όπως ακριβώς ένα θερμαντικό σώμα . Τη σύνδεση αυτή, τη συναντάμε σε μονοκατοικίες ή σε πολυκατοικίες με αυτονομία θέρμανσης. Στις μονοκατοικίες, το μπόϊλερ τοποθετείται σε οποιοδήποτε χώρο του σπιτιού που μας εξυπηρετεί (λεβητοστάσιο, πατάρι, WC, κ.λ.π.). Στις πολυκατοικίες με αυτονομία θέρμανσης, τοποθετείται στο πατάρι ή στο WC κάθε διαμερίσματος. Στη περίπτωση αυτή η θερμοκρασία του νερού χρήσης, μπορεί να φτάσει την θερμοκρασία νερού του λέβητα, κάτι που δεν είναι επιθυμητό. Γι αυτό είναι σκόπιμο να μεσολαβεί στην είσοδο ή στην έξοδο της σύνδεσης του μπόϊλερ με τον λέβητα, θερμοστατικός διακόπτης με αισθητήριο αποστάσεως το οποίο θα ελέγχει τη θερμοκρασία του νερού χρήσης και όταν αυτή θα περνάει κάποιο όριο (60 0 C ) θα διακόπτει την παροχή από το λέβητα. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορούμε να πετύχουμε με ηλεκτροβάνα και θερμοστάτη.

**2) Με δικό του κυκλοφορητή.** Σε εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης που χρησιμοποιούμε ίδιο λέβητα, για θέρμανση χώρου και για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα κυκλοφορητή για την λειτουργία των θερμαντικών σωμάτων και ένα κυκλοφορητή για την λειτουργία του μπόϊλερ. Ο κυκλοφορητής του μπόϊλερ εντολοδοτείται από ένα θερμοστάτη που ελέγχει το νερό του μπόϊλερ και επομένως η θερμοκρασία του νερού χρήσης θα είναι αυτή που εμείς ρυθμίζουμε στο θερμοστάτη. Αυτός ο θερμοστάτης δεν πρέπει να ρυθμίζεται πάνω από 60 0 C, διότι στη θερμοκρασία αυτή η ταχύτητα της ηλεκτροδιάβρωσης είναι ακόμη μικρή και η δαπάνη θερμικής ενέργειας σε λογικά όρια. Το σύστημα αυτό με τον κατάλληλο αυτοματισμό, μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε ζεστό νερό χρήσης ανεξάρτητα από τη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης ( π.χ. τους καλοκαιρινούς μήνες ). Η εφαρμογή του συστήματος αυτού είναι ευκολότερη όταν το μπόϊλερ βρίσκεται στο λεβητοστάσιο. . Πριν ή μετά τους κυκλοφορητές πρέπει να τοποθετείται βαλβίδα αντεπιστροφής για να αποφεύγεται η φυσική κυκλοφορία του νερού στο κύκλωμα που δεν χρησιμοποιείται.

**3) Με δική του βάνα αυτονομίας.** Στη σύνδεση αυτή, χρησιμοποιούμε ένα κυκλοφορητή και δύο ηλεκτροβάνες αυτονομίας, μία για τα θερμαντικά σώματα και μία για το μπόϊλερ. Ο θερμοστάτης χώρου εντολοδοτεί την ηλεκτροβάνα των σωμάτων και ένας θερμοστάτης για το μπόϊλερ, εντολοδοτεί την ηλεκτροβάνα του μπόϊλερ.

## 1.5 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΠΟΪΛΕΡ ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Στη περίπτωση αυτή, απαιτείται ή ένα μπόϊλερ τριπλής ενέργειας,(ηλιακοί συλλέκτες, λέβητας, ηλεκτρική αντίσταση) ή ένα μπόϊλερ διπλής ενέργειας (λέβητας, ηλεκτρική αντίσταση). Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιούμε δύο κυκλοφορητές. Ένα για το κύκλωμα λέβητα – μπόϊλερ - θερμομαντικά σώματα και ένα για το κύκλωμα ηλιακοί συλλέκτες – μπόϊλερ.

- Όταν έχουμε μπόϊλερ τριπλής ενέργειας, έχουμε δύο χωριστά κυκλώματα, ένα για τον λέβητα και τα θερμομαντικά σώματα και ένα για τους ηλιακούς συλλέκτες. Το κάθε κύκλωμα έχει τον δικό του κυκλοφορητή. Ο κυκλοφορητής των συλλεκτών εντολοδοτείται από διαφορικό θερμοστάτη. Αυτού του τύπου την σύνδεση χρησιμοποιώ στην εργασία μου όπως θα δείτε παρακάτω.
- Όταν έχουμε μπόϊλερ διπλής ενέργειας, έχουμε κοινό κύκλωμα για τα θερμομαντικά σώματα και τους ηλιακούς συλλέκτες. Τότε στο μπόϊλερ πρέπει να τοποθετείται τρίοδη ηλεκτροβάννα η οποία θα εντολοδοτείται μαζί με τον κυκλοφορητή των συλλεκτών από το διαφορικό θερμοστάτη και θα επιτρέπει την διέλευση του ζεστού νερού από τους συλλέκτες. Όταν η θερμοκρασία των συλλεκτών θα πέφτει η τρίοδη ηλεκτροβάννα θα κλείνει την παροχή από τους συλλέκτες και θα ανοίγει την είσοδο για να κυκλοφορήσει το νερό από το λέβητα.

## 1.6 ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΛΕΒΗΤΑ ΑΕΡΙΟΥ

- Ο λέβητας Φυσικού Αερίου πρέπει να τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα (σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ο λέβητας δεν μπορεί να λειτουργήσει). Ο γενικός διακόπτης του λέβητα πρέπει να είναι στην ένδειξη I ή ON (Stand buy) ή σε μερικούς λέβητες στο σημάδι που είναι σαν νιφάδα χιονιού.

- Στον πίνακα ελέγχου του λέβητα υπάρχει ένα μανόμετρο ( Εικόνα 5). Αυτό δείχνει την πίεση του νερού στο κύκλωμα της θέρμανσης η οποία για να λειτουργήσει ο λέβητας πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 1 και 1,5 bar. Όταν η προαναφερθείσα ένδειξη είναι κάτω από το 1 τότε ο λέβητας δεν μπορεί να δουλέψει. Για να αυξήσουμε την πίεση (να πάμε την ένδειξη πάνω από 1 bar) ξεβιδώνουμε το βανάκι ( συνήθως στρόγγυλο μπλε ή μαύρου χρώματος) που βρίσκεται κάτω από τον λέβητα, το αφήνουμε ανοιχτό μέχρι η ένδειξη να φτάσει περίπου στο 1,5bar και μετά το ξαναβιδώνουμε (κλείνουμε) μέχρι να τερματίσει. (Σε περίπτωση που υπάρχει διακοπή νερού η παραπάνω ενέργεια δεν είναι δυνατή)



Εικόνα 5

- Οι βάνες του Φυσικού Αερίου (κίτρινου χρώματος) όπως και οι βάνες της θέρμανσης και του ζεστού νερού χρήσης ( κόκκινου χρώματος) πρέπει να είναι ανοιχτές (Εικόνα 6)



Εικόνα 6

- Την θερμοκρασία χώρου για θέρμανση στο σπίτι την επιλέγουμε από τον θερμοστάτη (Εικόνα 7) χώρου ο οποίος είναι τοποθετημένος στο χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε. Για να έχουμε θέρμανση πρέπει α) να έχουμε το θερμοστάτη ανοικτό (αν υπάρχει αυτή η επιλογή μέσω διακόπτη) β) να επιλέξουμε τέτοια θερμοκρασία έτσι ώστε αυτή που θα επιλέξουμε να είναι μεγαλύτερη από αυτή την οποία έχει ο χώρος την παρούσα στιγμή. Αν η θερμοκρασία χώρου είναι μεγαλύτερη από αυτή που θα

επιλέξουμε με το θερμοστάτη τότε δε θα έχουμε θέρμανση. Ο λέβητας λειτουργεί αυτόματα έτσι ώστε να διατηρεί στο χώρο τη θερμοκρασία που έχουμε επιλέξει με το θερμοστάτη



Εικόνα 7

- Σε περίπτωση που κάποια σώματα δεν θερμαίνονται καθόλου ή θερμαίνεται μόνο ένα μέρος τους τότε πρέπει να γίνει εξαέρωση (Εικόνα 8) στα συγκεκριμένα σώματα.



Εικόνα 8

- Αν και με την εξαέρωση δεν υπάρξει αποτέλεσμα τότε κλείνουμε από τους διακόπτες (Εικόνα 9) του κάθε σώματος όλα εκείνα τα σώματα που δουλεύουν κανονικά και αφήνουμε ανοικτούς τους διακόπτες μόνο από εκείνα τα σώματα που δε δουλεύουν, μετά ξανακάνουμε εξαέρωση και τα αφήνουμε να δουλέψουν για περίπου 15 λεπτά, αφού ζεσταθούν ανοίγουμε τους διακόπτες και από τα υπόλοιπα σώματα που κλείσαμε



Εικόνα 9

- Σε περίπτωση που στο σπίτι υπάρχει παροχή ζεστού νερού χρήσης εκτός από τον λέβητα αερίου και από άλλες συσκευές (θερμοσίφωνο, ηλιακό) τότε επιλέγουμε από όποια συσκευή θέλουμε ζεστό νερό με κατάλληλο χειρισμό βανών. Στην περίπτωση μας αυτή η επιλογή θα γίνεται αυτόματα μέσω του PLC.
- Σε περίπτωση που ο λέβητας δεν λειτουργεί και δεν ισχύει κάτι από τα παραπάνω τότε πιέζουμε το reset που βρίσκεται στον πίνακα ελέγχου ή το θερμοστάτη του λέβητα και περιμένουμε μερικά δευτερόλεπτα (αν χρειαστεί πιέζουμε και δεύτερη ή και τρίτη φορά)

## 1.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ ΑΕΡΙΟΥ

- Περίπου 10% – 15% καλύτερη απόδοση από τους λέβητες υγρού καύσιμου
- Χαμηλότερη τιμή καύσιμου που δεν χρειάζεται προπληρωμή αφού παρέχεται από δίκτυο
- Μικρή ανάγκη συντήρησης λόγω καθαρής καύσης

- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο
- Ταιριάζουν με όλα τα συστήματα θέρμανσης λόγω της ενσωματωμένης λειτουργίας αντιστάθμισης που διαθέτουν

Αθόρυβη λειτουργία

## 1.8 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ ΑΕΡΙΟΥ

- Δεν υπάρχουν σε όλες τις περιοχές τις Ελλάδας δίκτυα φυσικού αερίου ανεπτυγμένα.
- Αν το σπίτι σας είναι παλιό και εκτός νόμου υποχρεωτικής εγκατάστασης σωληνώσεων φυσικού αερίου όπως στις μέρες μας, θα χρειαστείτε μια παραπάνω επένδυση στην τοποθέτησή τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### PLC

Το PLC (Εικόνα 10) δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των αυτοματισμών. Δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Όπως και ο κλασικός πίνακας αυτοματισμού έτσι και το PLC έχει εισόδους και εξόδους. Η διαφορά τους είναι στον τρόπο με τον οποίο εξασφαλίζουν την λειτουργία που θέλουμε. Ο κλασικός αυτοματισμός εξασφαλίζει την λειτουργία με καλωδιώσεις μέσα στον πίνακα ενώ τα PLC εξασφαλίζουν την λειτουργία μέσω προγράμματος το οποίο

καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ εισόδων και εξόδων. Το πλεονέκτημα αυτού του τρόπου είναι ότι αν χρειαστεί να γίνει κάποια αλλαγή στον τρόπο λειτουργίας του αυτοματισμού απλά αλλάζουμε το πρόγραμμα στον υπολογιστή χωρίς να επεμβούμε στο hardware του συστήματος. Τα PLC χρησιμοποιούνται ευρέως στα εργοστάσια για την αυτοματοποίηση των βιομηχανικών διαδικασιών όπως ο έλεγχος των μηχανημάτων στις γραμμές παραγωγής.

Έχουν αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, μένουν ανεπηρέαστα στον ηλεκτρικό θόρυβο, στη δόνηση και σε άλλους εξωτερικούς παράγοντες.

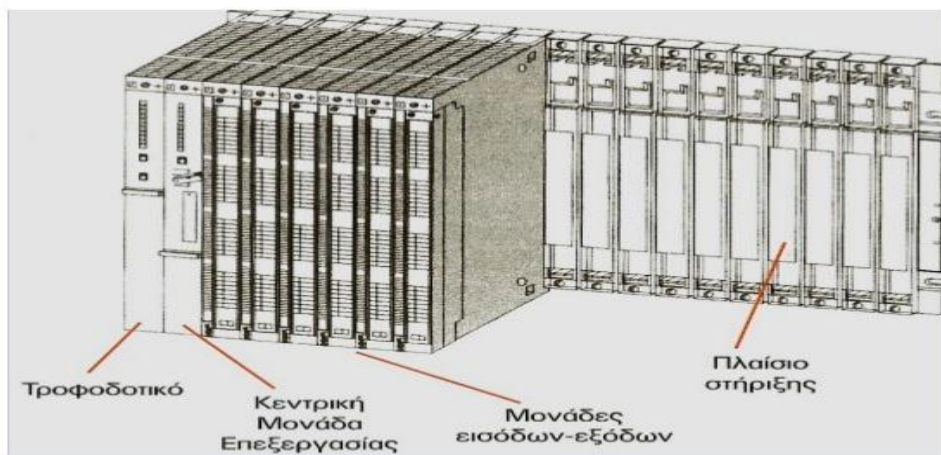


Εικόνα 10

## 2.1 ΔΟΜΗ ΤΩΝ PLC

Ένα PLC αποτελείται από 4 βασικά μέρη (Εικόνα 11)

- Το τροφοδοτικό
- Την κεντρική μονάδα επεξεργασίας
- Τις μονάδες εισόδων-εξόδων
- Το πλαίσιο τοποθέτησης των μονάδων



## Εικόνα 11

- **Τροφοδοτικό:** Το τροφοδοτικό χρησιμεύει για να δημιουργήσει από την τάση του δικτύου τις απαραίτητες εσωτερικές τάσεις (5V,9V,24V) για την τροφοδοσία αποκλειστικά των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που υπάρχουν μέσα στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κτλ) και να διατηρεί το περιεχόμενο της μνήμης RAM όπου είναι αποθηκευμένο το πρόγραμμα. Σε ορισμένα μοντέλα όταν το PLC δεν τροφοδοτείται από το δίκτυο, διατηρεί το περιεχόμενο της μνήμης με την βοήθεια μιας μπαταρίας

Διαθέτει

- 1) Κλέμες για τάση τροφοδοσίας (L1, N) και γείωση.
- 2) Κλέμες για τάση εξόδου 24 V (L+, M)
- 3) Διακόπτης ON – OFF
- 4) Επιλογικό διακόπτη τάσης τροφοδοσίας (230 VAC ή 120 VAC)
- 5) Ενδεικτικά LED ύπαρξης τάσεως εξόδου 24 VDC.

- **Κεντρική μονάδα επεξεργασίας :** Είναι η βασική μονάδα του ελεγκτή η οποία είναι υπεύθυνη για την λειτουργία του αυτοματισμού. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι στην ουσία ένας μικροϋπολογιστής και διακρίνουμε σε αυτόν όλα τα κύρια μέρη ενός μικροϋπολογιστή, δηλαδή τον επεξεργαστή και την μνήμη.

- **Επεξεργαστής :** Αυτός εκτελεί το πρόγραμμα του χρήστη, καθορίζει την σειρά εκτέλεσης των λειτουργιών του συστήματος και ελέγχει για τυχόν σφάλματα

- **Μνήμη :** Η μνήμη ενός PLC χωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες

1) Μνήμη RAM: Η μνήμη RAM (Random Access Memory, μνήμη τυχαίας προσπέλασης) είναι εκείνη στην οποία μπορούμε να γράφουμε και να σβήσουμε, και η οποία σβήνει μόλις πέσει η τροφοδοσία της. Στη μνήμη RAM η κεντρική μονάδα αποθηκεύει μια σειρά από πληροφορίες σε ξεχωριστές περιοχές εργασίας. Σε αυτήν την μνήμη αποθηκεύονται οι καταστάσεις εισόδων και εξόδων, οι απαριθμητές, τα χρονικά και όλα τα προγράμματα του χρήστη τα οποία λειτουργούν έναν συγκεκριμένο αυτοματισμό.

2) Μνήμη ROM : Στη μνήμη ROM (Read Only Memory) ο κατασκευαστής του προγραμματιζόμενου ελεγκτή αποθηκεύει το λειτουργικό σύστημα του PLC, δηλαδή τις οδηγίες (το πρόγραμμα) για όλες τις βασικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για να δουλέψει το PLC

3)Μνήμη EEPROM : Επειδή η μνήμη RAM με την απώλεια της τροφοδοσίας χάνει τα δεδομένα της (εκτός αν χρησιμοποιείται μπαταρία), τα PLC χρησιμοποιούν έναν άλλο τύπο μνήμης, την EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), η οποία προγραμματίζεται και σβήνει ηλεκτρικά. Πρόκειται για μνήμη που με την πτώση της τροφοδοσίας διατηρεί τα δεδομένα της, και η οποία γράφεται και να σβήνεται μέσω ειδικού μηχανήματος

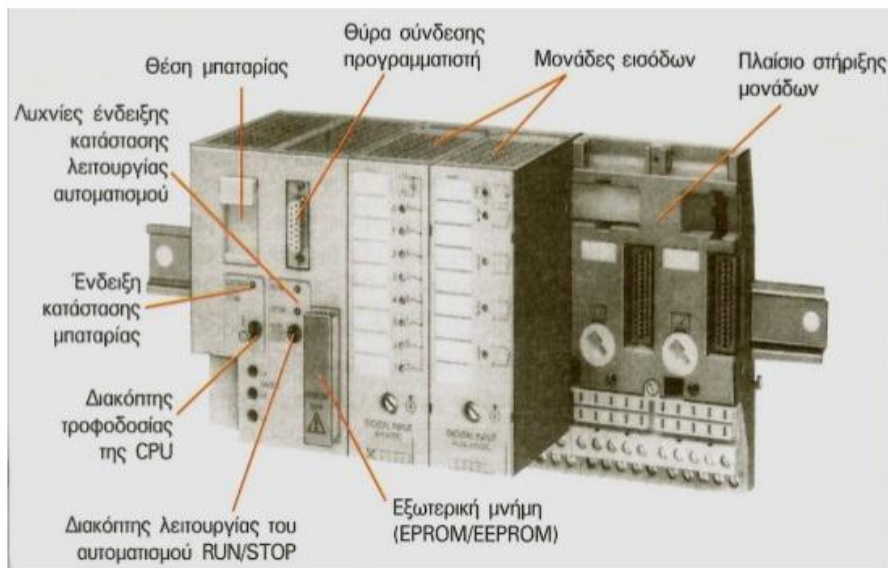
**Εξωτερικά σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Εικόνα 12) υπάρχουν :**

1) Θέση σύνδεσης της συσκευής προγραμματισμού ή Η/Υ

2) Θέση σύνδεσης επεκτάσεων

3) Διακόπτης 2 θέσεων ( RUN-STOP)

4) Λειχνίες ένδειξης όπως RUN, STOP, τροφοδοσία, αλλαγή μπαταρίας



Εικόνα 12

- **Μονάδες εισόδων-εξόδων PLC**

Μονάδες εισόδων :

Αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας όπου συνδέεται η κεντρική μονάδα επεξεργασίας με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης. Αυτά τα στοιχεία συνήθως είναι διακόπτες, μπουτόνς και οποιοδήποτε άλλο αισθητήριο εισάγει μια πληροφορία όταν θα συμβεί ένα γεγονός. Διακρίνουμε δυο τύπους εισόδων, τις ψηφιακές και τις αναλογικές.

Οι **ψηφιακές εισοδοι** αναγνωρίζουν μόνο δύο τιμές τάσης (υψηλή – χαμηλή). Τα αισθητήρια ή τα στοιχεία εισόδου είναι συσκευές που μετατρέπουν μια φυσική κατάσταση σε ηλεκτρικό σήμα που μεταφέρεται στην είσοδο του PLC. Το πιο κλασσικό παράδειγμα είναι το μπουτόν. Όταν το πιέζουμε η “φυσική” του κατάσταση μεταβάλλεται και η πληροφορία (μέσω της φυσικής αλλαγής της κατάστασης της επαφής του) μεταφέρεται σαν ηλεκτρικό σήμα (ρεύμα) στην είσοδο του PLC.

Οι **αναλογικές εισοδοι** αντιλαμβάνονται περισσότερες καταστάσεις από δύο και συγκεκριμένα μια κατάσταση που μεταβάλλονται συνεχώς. Για παράδειγμα, μια αναλογική

είσοδος χρησιμοποιείται για την μέτρηση της στάθμης ενός υγρού υλικού σε μια δεξαμενή. Η μεταβαλλόμενη στάθμη του υγρού “μεταφράζεται” από το αισθητήριο σε ένα αντίστοιχα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα που κυμαίνεται σε μια τυποποιημένη κλίμακα έντασης ρεύματος (π.χ. 4 έως 20 mA) ή τάσης ρεύματος (π.χ. 0 έως 10 V). Η ειδική τύπου αναλογική είσοδος του PLC “αντιλαμβάνεται” τις διαφοροποιήσεις (αυξομειώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος ή τάσης) και τις “μεταφράζει” σε μεταβολές (αυξομειώσεις) του φυσικού φαινομένου, δηλαδή της στάθμης του υγρού.

### Μονάδες εξόδων :

Οι μονάδες εξόδων αποτελούν τις βαθμίδες με τις οποίες συνδέεται το PLC με τα φορτία της εφαρμογής μας. Και οι μονάδες εξόδων διακρίνονται σε ψηφιακές και αναλογικές

Οι **ψηφιακές έξοδοι** μπορούν να έχουν κατάσταση ON ή OFF. Σ αυτές συνδέουμε φορτία τα οποία είναι δύο καταστάσεων, όπως ενδεικτικές λυχνίες. Η σύνδεση των φορτίων με τις εξόδους γίνεται είτε απ’ ευθείας ή μέσω διατάξεων ενεργοποίησης όπως ρελέ.

Στις **αναλογικές εξόδους**, υπάρχουν περισσότερες από δύο καταστάσεις και μεταβάλλονται συνεχώς. Για παράδειγμα μια αναλογική έξοδος μπορεί να παρέχει ηλεκτρικό σήμα και να ελέγχει τη θέση μιας ηλεκτροβάνας όπως θα δούμε και στο πρόγραμμα της εργασίας παρακάτω.

- **Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων :** Όλες οι μονάδες από τις οποίες αποτελείται ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής πρέπει να τοποθετηθούν σε κάποιο πλαίσιο. Σε αυτό είναι ενσωματωμένο το σύστημα αγωγών (BUS), μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες μεταξύ τους για την ανταλλαγή πληροφοριών και για την τροφοδοσία τους. Αν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου που διατίθεται δεν επαρκούν για να τοποθετηθούν οι μονάδες εισόδων και εξόδων που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, τότε χρησιμοποιούνται περισσότερα πλαίσια επέκτασης για την τοποθέτηση των επιπλέον μονάδων. Κάθε πλαίσιο επέκτασης συνδέεται με το κεντρικό πλαίσιο ή με τα άλλα πλαίσια μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου.

## 2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ PLC

- Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός σε σχέση με την κατασκευή ενός κλασικού πίνακα αυτοματισμού
- Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης, εφόσον δεν υπάρχει θέμα βλάβης επειδή τα PLC χαλάνε σπάνια
- Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του αυτοματισμού, εφόσον η αλλαγή στον αυτοματισμό γίνεται σε λίγα λεπτά , αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα - Αλλάζοντας το πρόγραμμα ή τοποθετώντας νέες μονάδες εισόδων και εξόδων , επεκτείνουμε εύκολα τον αυτοματισμό
- Μπορούμε να υλοποιούμε πολύπλοκες και έξυπνες επεξεργασίες που στον κλασικό αυτοματισμό είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνουν
- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε

## 2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ PLC

- Όταν έχουμε μία απλή εφαρμογή, η χρήση ενός προγραμματιζόμενου ελεγκτή είναι περισσότερο ακριβή από ένα πεδίο με ηλεκτρονόμους
- Η εγκατάσταση, η παρακολούθηση της λειτουργίας και η συντήρηση ενός προγραμματιζόμενου ελεγκτή απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό

## 2.4 ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ PLC

Προγραμματισμός ενός PLC σημαίνει να δημιουργήσουμε μια σειρά από εντολές, οι οποίες λύνουν έναν συγκεκριμένο αλγόριθμο που αντιστοιχεί σε μια λειτουργία ενός συστήματος αυτοματισμού. Η διαδικασία που ακολουθούμε για να γράψουμε αυτές τις εντολές, αποτελεί το πρόγραμμα. Κάθε PLC έχει μία συγκεκριμένη γλώσσα μηχανής, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του hardware. Είναι δυνατό, θεωρητικά να προγραμματίσουμε ένα PLC γράφοντας εντολές σε γλώσσα μηχανής. Κάτι τέτοιο όμως θα έκανε τα PLCs να προγραμματίζονται με επίπονο τρόπο και μόνο από ανθρώπους με βαθιά γνώση στην δομή και την λειτουργία των διαφόρων επεξεργαστών. Για το σκοπό αυτό οι κατασκευαστές αυτών των ελεγκτών, πρότειναν διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ανθρώπους που σχετίζονται με τον έλεγχο συστημάτων.

Η επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού εξαρτάται από την εμπειρία και την γνώση του χρήστη σε ψηφιακά ηλεκτρονικά, σε υπολογιστές, σε συστήματα αυτοματισμού που λειτουργούν με κλασικό τρόπο και φυσικά εξαρτάται από την φύση του προβλήματος που έχουμε να αντιμετωπίσουμε.

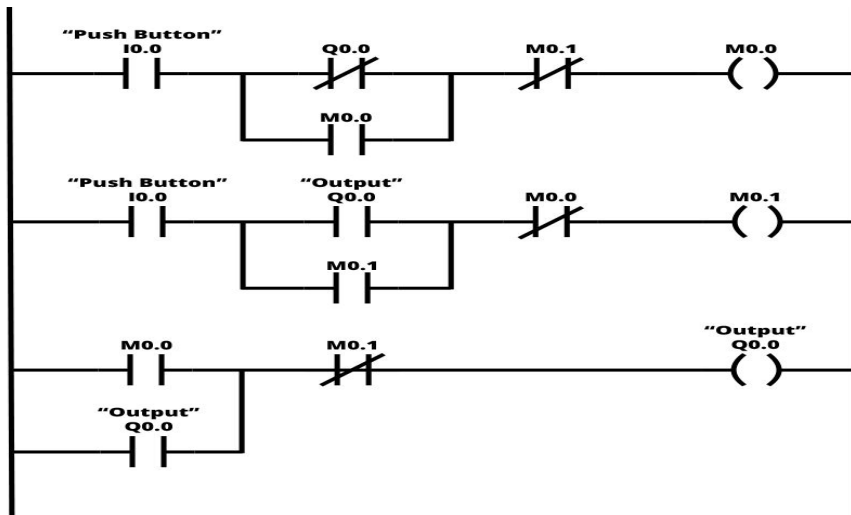
Οι γλώσσες προγραμματισμού μπορούν να ταξινομηθούν σε γραφικές και μη γραφικές ανάλογα με το είδος των στοιχείων που χρησιμοποιούν.

Οι πρώτες χρησιμοποιούν γραφικά στοιχεία που μοιάζουν αρκετά στα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στον κλασικό αυτοματισμό και επίσης σύμβολα λογικών πυλών(AND, OR, NOT κ.λ.π). Είναι πιο προσιτές σε ανθρώπους που έχουν εμπειρία στον κλασικό αυτοματισμό και έχουν το πλεονέκτημα της καλύτερης εποπτείας

Οι δεύτερες χρησιμοποιούν εντολές που η κάθε μία αντιστοιχεί σε μία εντολή της γλώσσας μηχανής. Οι 3 βασικές γλώσσες προγραμματισμού των PLC είναι η LADDER, STL και FBD.

## 2.4.1 LADDER

Η LADDER (Εικόνα 13), είναι η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού, όπου η σύνταξη των εντολών μοιάζει με το διάγραμμα κυκλώματος κλασικού αυτοματισμού και επιτρέπει να παρακολουθείται εύκολα η ροή του σήματος από τις επαφές και τα πηνία. Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε Ladder αποτελείται από rungs, δηλαδή ένα σύνολο από γραφικές εντολές, οι οποίες είναι σχεδιασμένες μεταξύ δύο κάθετων γραμμών, που αντιπροσωπεύουν η μεν αριστερή γραμμή τροφοδοσίας, η δε δεξιά την γραμμή επιστροφής. Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων. Εγώ στην εργασία μου χρησιμοποίησα την LADDER για τον προγραμματισμό οπότε και θα εμβαθύνω λίγο περισσότερο από τις άλλες.



Εικόνα 13

Οι πιο βασικές εντολές που συναντάμε θα μπορούσαμε να τις χωρίσουμε στις εξής κατηγορίες

Εντολές λογικής bit (bit logic)

Εντολές σύγκρισης (Compare)

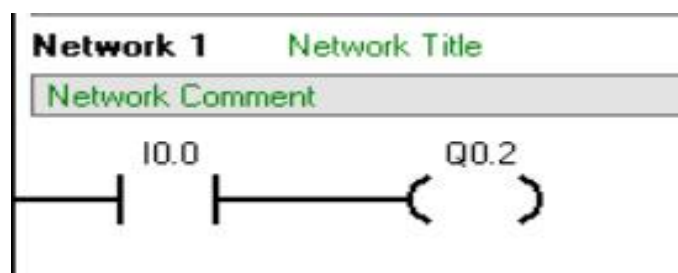
Εντολές μετρητών (Counters)

Εντολές χρονικών (Timers)

- **Εντολές λογικής bit (bit logic)**

Από το όνομα τους και μόνο μπορεί να γίνει αντιληπτό ότι αναφέρονται σε εντολές δύο καταστάσεων, ή λογικού 0 ή λογικού 1. Πιο συγκεκριμένα διακρίνουμε τις εξής :

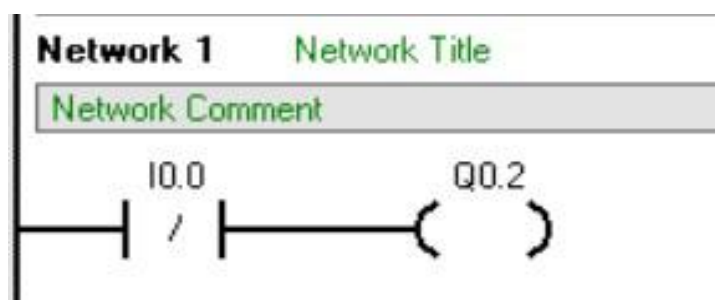
---| |--- **Κανονικά ανοιχτή / Normally Open (NO)**



Η επαφή NO είναι ανοιχτή, δηλαδή δεν επιτρέπει τη διέλευση ρεύματος από το ένα άκρο στο άλλο.

Διέλευση του ρεύματος θα έχουμε όταν η τιμή του bit, που αντιστοιχεί στη διεύθυνση που του έχουμε ορίσει γίνει 1. Για παράδειγμα όταν πατηθεί ένα μπουτόν που βρίσκεται συνδεδεμένο στην είσοδο του PLC ή αν έχει ενεργοποιηθεί ένα χρονικό.

#### ---| / |--- Κανονικά κλειστή / Normally Closed (NC)

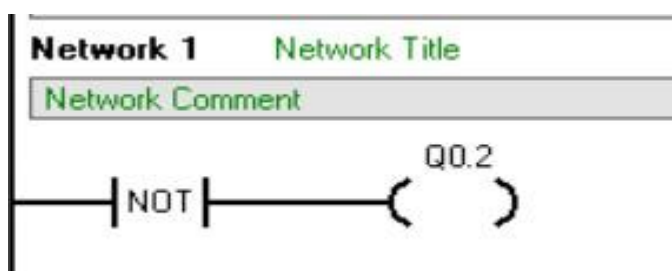


Η επαφή NC είναι κλειστή, δηλαδή επιτρέπει τη διέλευση ρεύματος από το ένα άκρο στο άλλο, όταν η τιμή του bit στη διεύθυνση που αντιστοιχεί είναι 0.

Για παράδειγμα αν δεν πατηθεί ένα μπουτόν, όπως το Emergency Stop, που είναι κλειστής επαφής και βρίσκεται συνδεδεμένο στην είσοδο του PLC.

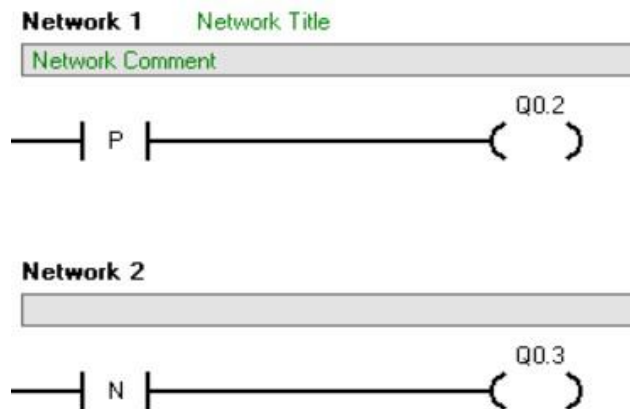
Στην αντίθετη περίπτωση, αν για παράδειγμα πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί επαφής NC, τότε ανοίγει και δεν επιτρέπει τη διέλευση ρεύματος.

#### --|NOT|-- Αναστροφή / Invert Power Flow



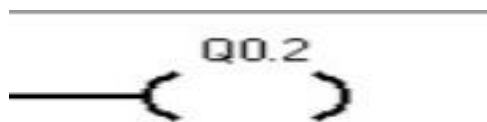
Με την εντολή NOT γίνεται αλλαγή της κατάστασης της ροής του ρεύματος. Δηλαδή, αν στο ένα άκρο έχουμε ρεύμα τότε με τη NOT δεν επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος. Ενώ όταν δεν φτάνει το ρεύμα στο ένα άκρο της από το άλλο υπάρχει ρεύμα.

--|P|-- , --|N|-- Εντολές θετικής, αρνητικής μετάβασης



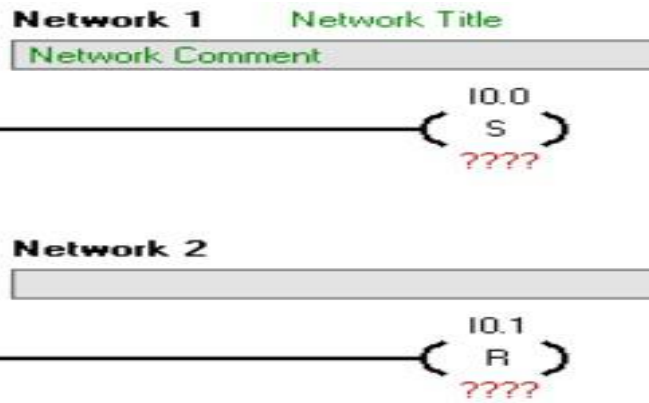
Η εντολή θετικής μετάβασης, επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος για έναν κύκλο σάρωσης όταν θα συμβεί μια μεταβολή από 0 σε 1 ενώ η αρνητική μετάβαση επιτρέπει τη διέλευση για έναν κύκλο όταν θα υπάρξει μεταβολή από 1 σε 0

---( ) Εντολές εξόδου / Output Coil



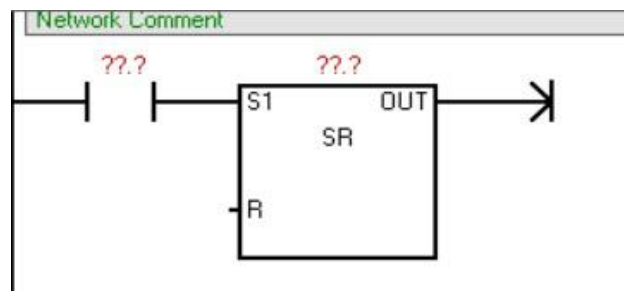
Η εντολές εξόδου λειτουργούν όπως τα πηνία στον κλασικό αυτοματισμό. Δηλαδή, αν υπάρχει ρεύμα στο άκρο του πηνίου τότε ενεργοποιείται η αντίστοιχη έξοδος ή το βοηθητικό. Μια πολύ σημαντική λεπτομέρεια είναι ότι όταν χρησιμοποιούμε την συγκεκριμένη εντολή, θα πρέπει να τοποθετείται τέρμα δεξιά στο δικτύωμα του κλάδου του προγράμματος.

---( S ), ---( R ) Εντολή ενεργοποίησης / Απενεργοποίησης Set, Reset Coil



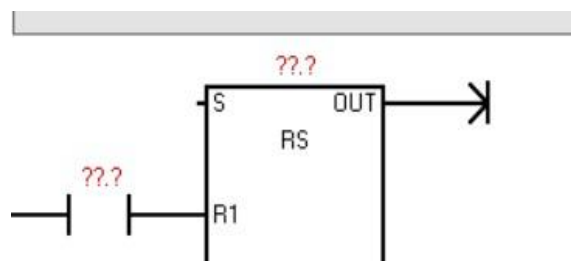
Όταν εκτελούνται οι εντολές SET / RESET τότε οι αντίστοιχες παράμετροι- έξοδοι ενεργοποιούνται και γίνεται αυτοσυγκράτηση. Με την έννοια αυτοσυγκράτηση εννοούμε ότι για να ενεργοποιηθεί το φορτίο αρκεί να πατηθεί μια φορά το μπουτόν και χωρίς να χρειάζεται να είναι συνέχεια πατημένο.

### SET – RESET FLIP FLOP



Η συγκεκριμένη εντολή χρησιμοποιείται σαν στοιχείο μνήμης. Δηλαδή αρκεί να ενεργοποιηθεί μια φορά η είσοδος S και η έξοδος θα παραμείνει ενεργοποιημένη μέχρι να ενεργοποιηθεί η είσοδος R.

### RESET - SET FLIP FLOP

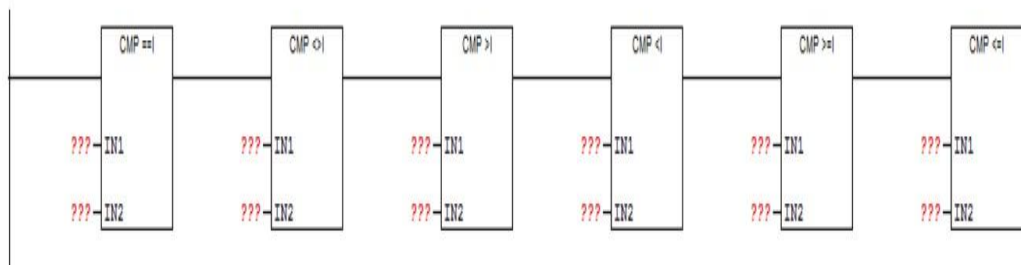


Η συγκεκριμένη εντολή λειτουργεί όπως ακριβώς η προηγούμενη με τη διαφορά ότι η προτεραιότητα είναι στην είσοδο RESET. Δηλαδή, αν είναι ταυτόχρονα και οι δυο είσοδοι του flip flop ενεργοποιημένες προηγείται η RESET οπότε δεν θα ενεργοποιηθεί καμία έξοδος.

- Εντολές σύγκρισης (compare)

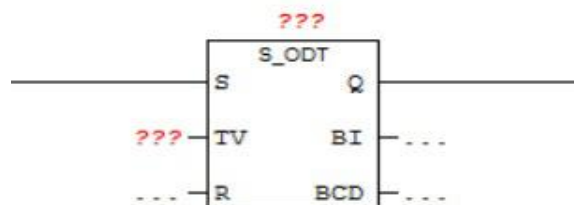
**CMP xxi Compare Integer (>, <, ==, <>, <=, >=):**

Με την εντολή αυτή γίνεται οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ δύο ακέραιων αριθμών (IN1 και IN2) που έχουν αποθηκευτεί σε δύο θέσεις μνήμης



- Εντολές χρονικών (Timer Instructions)

Η τιμή του χρόνου που θέλουμε να μετρηθεί, τοποθετείται στην ακίδα TV όπως θα δούμε παρακάτω. Υπάρχει ένα συγκεκριμένο format για την εισαγωγή του χρόνου αυτού: S5T#αH\_bM\_cS\_dMS όπου H=Hours (ώρες), M=Minutes (λεπτά), S=Seconds (δευτερόλεπτα), MS=Millisecs (χιλιοστά δευτερολέπτου) και a,b,c,d είναι νούμερα

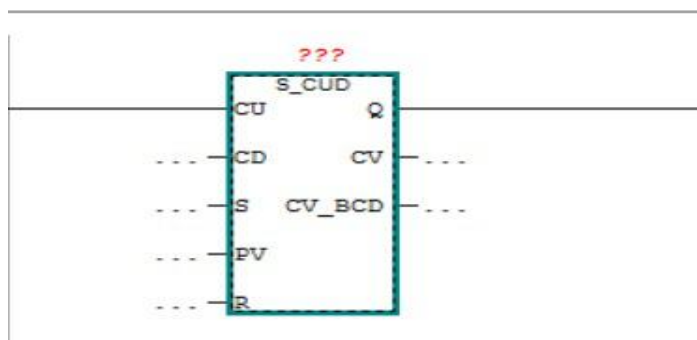


Η βασική μορφή των χρονικών όπως αυτά εμφανίζονται στη γλώσσα Ladder, είναι όπως εμφανίζονται στο κάτωθι σχήμα. Η ακίδα S είναι αυτή που μόλις έρθει "1" εκεί, ξεκινάει το χρονικό να μετράει το χρόνο που έχουμε προκαθορίσει στην ακίδα TV. Η ακίδα R κάνει

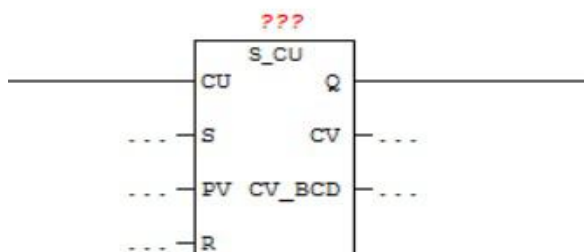
Reset το χρονικό. Η ακίδα Q είναι η έξοδος που γίνεται “1” όταν οι προδιαγραφές του κάθε χρονικού ικανοποιούνται. Οι προδιαγραφές αυτές για κάθε τύπο χρονικού εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα. Τέλος οι ακίδες BI και BCD εμφανίζουν την τρέχουσα τιμή του χρονικού σε δυαδική και BCD μορφή αντίστοιχα. Ένα τέτοιο χρονικό χρησιμοποιώ και στην εργασία που όπως θα δούμε παρακάτω.

- Εντολές μετρητών (Counters)

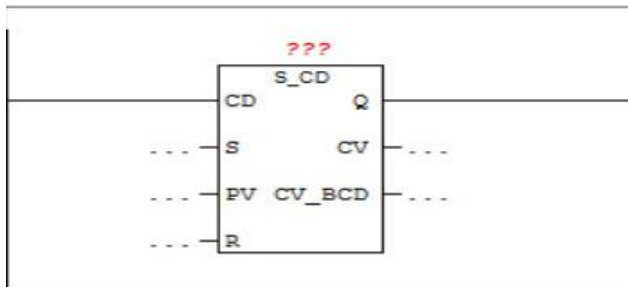
**S\_CUD UP-DOWN Counter:** Μόλις φτάσει “1” στην ακίδα S (Set), ο μετρητής φορτώνει την τιμή που έχει τεθεί από πριν στην ακίδα PV (Preset Value) και θα αυξηθεί κατά 1 αν η κατάσταση στην ακίδα CU (Count Up) αλλάξει από “0” σε “1”. Ομοίως θα μειωθεί κατά 1 αν αλλάξει η κατάσταση στην ακίδα CD (Counter Down). Ο μετρητής θα δώσει “1” στην έξοδο Q όταν η τρέχουσα τιμή του είναι μεγαλύτερη από 0. Στην ακίδα CV (Current Value) εμφανίζεται η τρέχουσα τιμή του μετρητή και στην CV\_BCD το ίδιο αλλά σε BCD μορφή. Τέλος, αν έρθει “1” στην ακίδα R (Reset), ο μετρητής θα μηδενιστεί



**S\_CU UP Counter** Είναι παρόμοιος με τον προηγούμενο, με τη μόνη διαφορά ότι μετράει μόνο προς τα πάνω, δηλαδή μόνο αυξάνει όταν παρουσιαστεί αλλαγή από “0” σε “1” στην ακίδα CU.

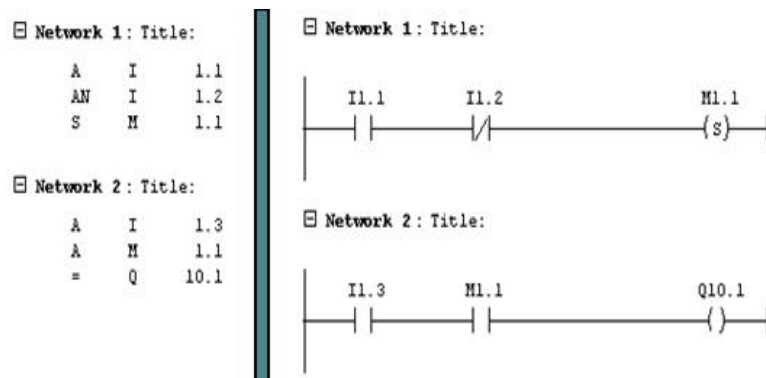


**S\_CD DOWN Counter:** Ομοίως και αυτός λειτουργεί ανάλογα αλλά προς τα κάτω. Δηλαδή μόνο μειώνεται όταν παρουσιαστεί αλλαγή από “0” σε “1” στην ακίδα CD.



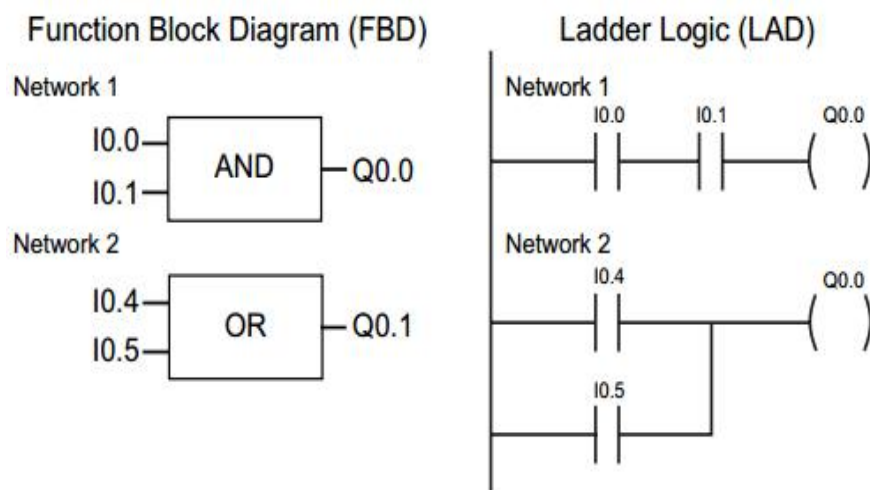
## 2.4.2 STL

Η STL είναι η δεύτερη γλώσσα προγραμματισμού, η οποία αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με τη Ladder. Η γλώσσα αυτή, δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, που αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κ.τ.λ.). Στην αρχή η γλώσσα αυτή ήταν πολύ φτωχή και περιοριζόταν μόνο στις βασικές Booleanεντολές. Στη συνέχεια, οι γλώσσες αυτές αναπτύχθηκαν πολύ και συναντά κανείς σε αυτές στοιχεία από τις γλώσσες των υπολογιστών και κυρίως των γλωσσών Assembly. Ο προγραμματισμός σε αυτή τη γλώσσα, απαιτεί από το χρήστη να έχει στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού. Στο παράδειγμα που ακολουθεί φαίνεται ο προγραμματισμός σε γλώσσα STL στα αριστερά και η μετατροπή του σε LADDER στα δεξιά.



## 2.4.3 FBD

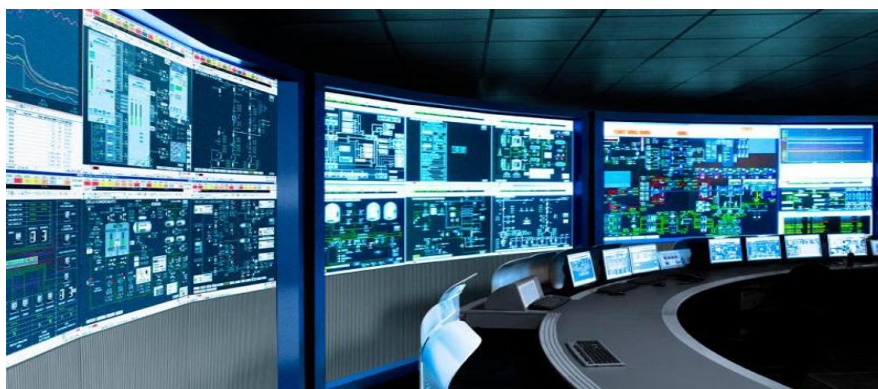
Η FBD, είναι η τρίτη γλώσσα προγραμματισμού με γραφικά. Οι εντολές αναπαρίστανται με λογικά «κουτιά», παρόμοια με αυτά που συναντάμε στην άλγεβρα Bool και επιτρέπεται να παρακολουθούμε τη ροή του σήματος ανάμεσα στα κουτιά. Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/STL/FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων. Στο παρακάτω Σχήμα 1.13 φαίνεται το περιβάλλον της Function Block Diagram. Στο παράδειγμα που ακολουθεί φαίνεται ο προγραμματισμός σε γλώσσα FBD στα αριστερά και η μετατροπή του σε LADDER στα δεξιά.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### SCADA

Τα συστήματα SCADA (Εικόνα 14) (Supervisory Control And Data Acquisition) αναφέρονται στο συνδυασμό **τηλεμετρίας** και **λήψης δεδομένων**. Ένα σύστημα SCADA συνίσταται στη συλλογή πληροφορίας (δεδομένων), μεταφορά της σε μια κεντρική θέση, εκτέλεση της απαραίτητης ανάλυσης και ελέγχου και, μετά, παρουσίαση αυτών των δεδομένων σε ένα αριθμό χειριστών. Το σύστημα SCADA χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο μιας εγκατάστασης ή μιας συσκευής ενός εργοστασίου. Ο έλεγχος μπορεί να είναι είτε αυτόματος είτε με εντολές ενός χειριστή.



## Εικόνα 14

Η **τηλεμετρία** (τηλε-μετρία = μέτρηση εξ αποστάσεων) συνήθως σχετίζεται με τα συστήματα SCADA. Είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση και τη λήψη πληροφορίας ή δεδομένων με κάποιο μέσο. Η πληροφορία μπορεί να είναι μετρήσεις, όπως τάση, ταχύτητα ή ροή. Τα δεδομένα αυτά μεταδίδονται σε μια απομακρυσμένη θέση με τη βοήθεια κάποιου μέσου, όπως καλώδιο, τηλεφωνική γραμμή ή ραδιο-εκπομπή. Η πληροφορία μπορεί να προέρχεται από πολλαπλά σημεία (θέσεις). Ο τρόπος διευθυνσιοδότησης αυτών των διαφορετικών θέσεων (δηλαδή, η απόδοση μιας ξεχωριστής διεύθυνσης σε κάθε θέση) είναι μέρος του συστήματος SCADA

Η **Λήψη Δεδομένων** αναφέρεται στη μέθοδο, που χρησιμοποιείται, για την πρόσβαση και το χειρισμό πληροφορίας ή δεδομένων από τον εξοπλισμό που παρακολουθείται και ελέγχεται. Τα δεδομένα, στη συνέχεια, προωθούνται σε ένα σύστημα τηλεμετρίας, το οποίο τα μεταφέρει άμεσα στις απομακρυσμένες θέσεις. Αυτά μπορεί να είναι πληροφορία σε αναλογική ή/και ψηφιακή μορφή συλλεγμένα από αισθητήρες, όπως, μετρητές ροής, αμπερόμετρα, κ.α. Επίσης, μπορεί να είναι εντολές για τον έλεγχο συσκευών, όπως, ενεργοποιητές (actuators), ρελέ (relays), βαλβίδες (valves), κινητήρες (motors), κ.α

### 3.1 Οι συνιστώσες ενός συστήματος SCADA

Ένα σύστημα SCADA αποτελείται από:

- Τα Όργανα Πεδίου (Field Instrumentation)
- Τους Απομακρυσμένους Σταθμούς (Remote Stations)
- Το Δίκτυο Επικοινωνίας (Communication Network)
- Τον Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης (Central Monitoring Station - CMS)

Τα **Όργανα Πεδίου** (Field Instrumentation) αναφέρονται στους αισθητήρες (sensors) και τους ενεργοποιητές (actuators), οι οποίοι είναι άμεσα συνδεδεμένοι σε διάφορα σημεία της μονάδας παραγωγής ή του εξοπλισμού. Αυτά παράγουν τα αναλογικά και ψηφιακά σήματα τα οποία καταγράφονται από τον Απομακρυσμένο Σταθμό (Remote Station). Τα σήματα, εκτός των άλλων, υφίστανται επεξεργασία (signal conditioning) ώστε να γίνουν συμβατά με τις εισόδους/εξόδους της Μονάδας Απομακρυσμένου Ελέγχου (RTU) ή του PLC του Απομακρυσμένου Σταθμού.

Ο **Απομακρυσμένος Σταθμός** (Remote Station) είναι εγκαταστημένος στο χώρο της απομακρυσμένης μονάδας παραγωγής ή του εξοπλισμού, που παρακολουθείται και ελέγχεται από την κεντρική μονάδα υπολογιστή. Ο Απομακρυσμένος Σταθμός μπορεί να είναι μια Απομακρυσμένη Μονάδα Ελέγχου (Remote Terminal Unit - RTU) ή ένας Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (Programmable Logic Controller - PLC).

Το **Δίκτυο Επικοινωνίας** (Communications Network) είναι το μέσο για τη μετάδοση της πληροφορίας (δεδομένων) από ένα μέρος σε ένα άλλο. Αυτό μπορεί να είναι μέσω τηλεφωνικής γραμμής, ραδιο εκπομπής ή καλωδιακά.

Ο **Κεντρικός Σταθμός Παρακολούθησης** (Central Monitoring Station - CMS) αναφέρεται στην τοποθεσία που βρίσκεται εγκατεστημένος ο κεντρικός υπολογιστής (master or host computer) του συστήματος SCADA. Αν είναι απαραίτητο, περισσότεροι από έναν υπολογιστές (workstations) μπορούν να είναι εγκατεστημένοι στον Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης. Ο Κεντρικός Σταθμός Παρακολούθησης χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα διασύνδεσης Ανθρώπου-Μηχανής (Man Machine Interface – MMI ή αλλιώς Human Machine Interface - HMI) για να καταγράφει διάφορους τύπους δεδομένων που απαιτούνται για τη λειτουργία.

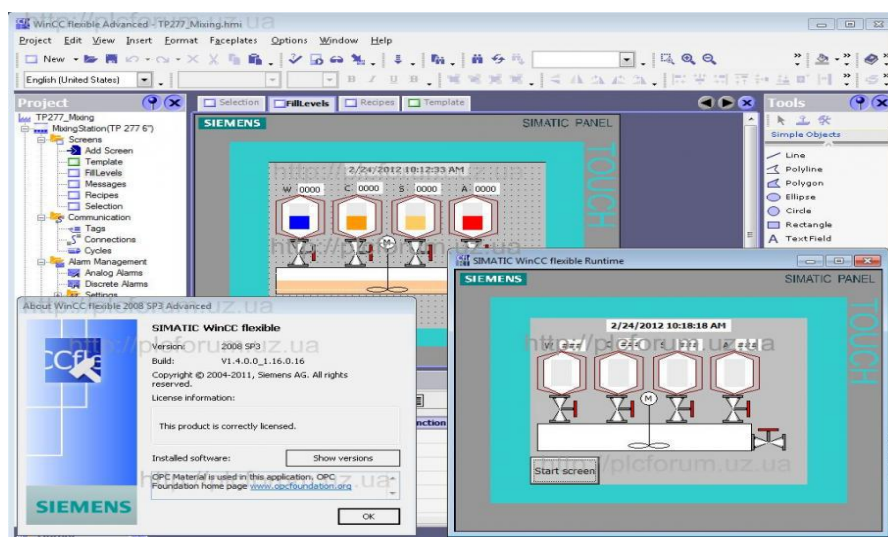
## 3.2 Λειτουργίες του SCADA

Οι κυριότερες λειτουργίες του Scada είναι :

- Συλλογή δεδομένων από τα PLC. Όλα τα επιθυμητά σήματα μεταδίδονται προς το σύστημα SCADA μέσω του δικτύου βιομηχανικού αυτοματισμού.
- Αποθήκευση των πληροφοριών στην βάση δεδομένων και αναπαράστασή τους μέσω γραφημάτων. Οι επιλεγμένες πληροφορίες αναπαρίστανται είτε αυτούσιες είτε έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία.
- Ανάλυση των δεδομένων και ειδοποίηση του προσωπικού σε περιπτώσεις σφάλματος. Όταν τα δεδομένα πάρουν τιμές μη κανονικές το σύστημα SCADA ειδοποιεί με οπτική ή ακουστική σήμανση τους χειριστές ώστε να αποφευχθούν δυσάρεστες περιπτώσεις.
- Έλεγχος κλειστού βρόγχου διεργασιών. Δυνατότητα εφαρμογής αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας μηχανημάτων.
- Καταγραφή όλων των συμβάντων για την δημιουργία ιστορικού αρχείου . Σε κάθε βιομηχανία υπάρχει καταγραφή όλων των κρίσιμων παραμέτρων. Παλιότερα γινόταν χειρόγραφη καταγραφή ενώ σήμερα τον ρόλο αυτόν τον αναλαμβάνει η βάση δεδομένων του συστήματος SCADA.

### 3.3 WinCC flexible

Το wincc (Εικόνα 15) ένα εύχρηστο γραφικό περιβάλλον, ώστε να παρακολουθούμε τη λειτουργία της μονάδας μας αλλά και σε περίπτωση σφάλματος να μπορεί ο εκάστοτε χρήστης να επέμβει και να επαναφέρει τη μονάδα στην κανονική λειτουργία της, ακόμα και αν ο χρήστης βρίσκεται σε απόσταση. Το WinCC προσφέρει μια σειρά από συστήματα μηχανικής τα οποία είναι ιδανικά προσαρμοσμένα στο αντίστοιχο project που θέλουμε να δημιουργήσουμε ή μπορεί να προσαρμοστεί από το χρήστη Το WinCC flexible επιτρέπει ένα μόνο project να είναι ανοικτό ανά πάσα στιγμή. Μπορούμε να λειτουργούμε ταυτόχρονα διάφορα projects, με το άνοιγμα του WinCC flexible όσες φορές χρειάζεται. Επίσης το WinCC flexible μας επιτρέπει να διαμορφώσουμε πολλές συσκευές HMI (οθόνες) στο ίδιο project.



Εικόνα 15

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

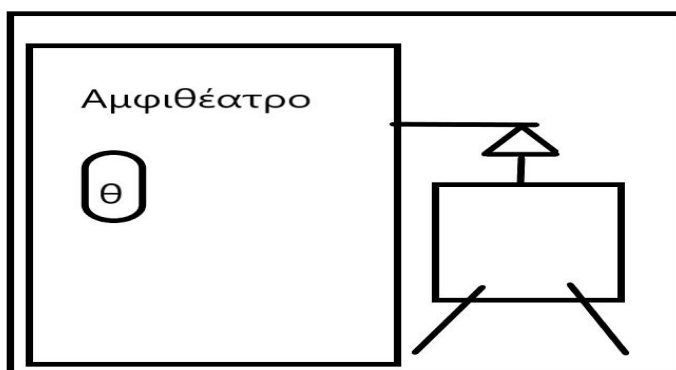
Μελέτη αυτής της εργασίας είναι η αυτόματη λειτουργία ενός συστήματος θέρμανσης σε σχολικό συγκρότημα με 4 λέβητες αερίου ελεγχόμενο από PLC. Η εργασία αποτελείται από 3 κομμάτια. Το πρώτο είναι ο σχεδιασμός του σχολικού συγκροτήματος με τους λέβητες, τις ηλεκτροβάνες, τους κυκλοφορητές, το μπουλερ και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία. Το δεύτερο είναι ο προγραμματισμός του PLC για κάθε υποσυγκρότημα που σχεδιάσα. Τέλος το τρίτο βήμα ήταν η απεικόνιση όλων αυτών ξεχωριστά στο SCADA.

### 4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Το πρώτο βήμα που έκανα ήταν να χωρίσω το σχολείο σε 4 διαφορετικά υπο-συγκροτήματα τα οποία είχαν το κάθε ένα από αυτά από 1 λέβητα. Το πρώτο ήταν το Αμφιθέατρο, το δεύτερο το Γυμναστήριο, τρίτο συγκρότημα ήταν 4 αίθουσες διδασκαλίας και τέταρτο οι τουαλέτες. Παράλληλα τοποθέτησα όπου χρειαζόταν τους κυκλοφορητές, τις ηλεκτροβάνες, τους θερμοστάτες, τους λέβητες και ότι ακόμα χρειάστηκα για το σύστημα θέρμανσης.

#### 4.1.1 ΥΠΟ-ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ

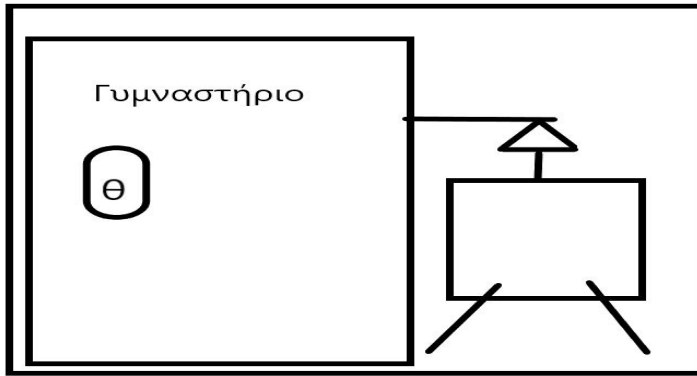
Το πρώτο υποσυγκρότημα με το οποίο ασχολήθηκα ήταν το αμφιθέατρο (Εικόνα 14) . Ο σχεδιασμός εδώ ήταν απλός επειδή το μόνο που χρειάζεται είναι ένας κυκλοφορητής. Ο θερμοστάτης δίνει εντολή στον καυστήρα να ξεκινήσει μόλις η θερμοκρασία πέσει κάτω από την επιθυμητή. Ο κυκλοφορητής θα ανοίξει όταν τα νερά μέσα στον λέβητα πιάσουν την επιθυμητή θερμοκρασία (Γύρω στους 45 βαθμούς)



Εικόνα 16

#### 4.1.2 ΥΠΟΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ

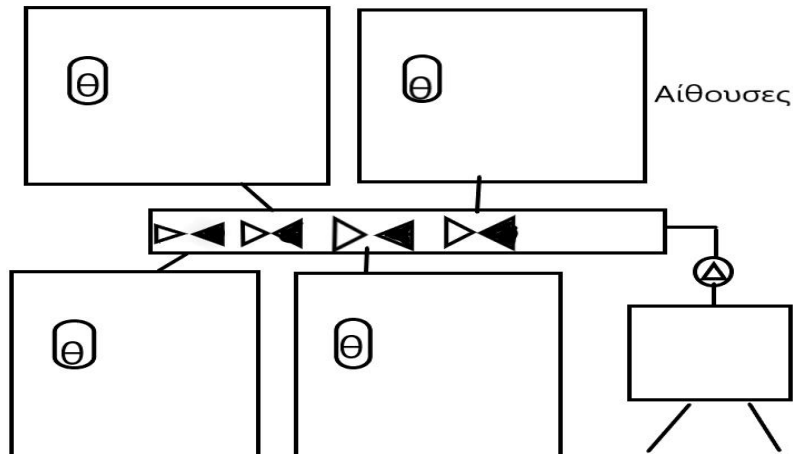
Το δεύτερο υποσυγκρότημα είναι το γυμναστήριο (Εικόνα 17) το οποίο στον σχεδιασμό είναι ακριβώς το ίδιο με το αμφιθέατρο.



Εικόνα 17

### 4.1.3 ΥΠΟΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΑΙΘΟΥΣΣΕΣ

Το τρίτο υποσυστήρημα είναι οι αίθουσες (Εικόνα 18). Εδώ ο σχεδιασμός γίνεται λίγο πιο περίπλοκος. Έχουμε να θερμάνουμε 4 αίθουσες με 1 λέβητα οπότε θα χρησιμοποιήσω 1 κυκλοφορητή και 4 ηλεκτροβάνες. Κάθε αίθουσα έχει την δική της ηλεκτροβάνη η οποία ανοίγει όταν δώσει εντολή ο θερμοστάτης. Ο θερμοστάτης δίνει εντολή όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος πέσει πιο κάτω από την επιθυμητή θερμοκρασία. Έπειτα η ηλεκτροβάνη δίνει εντολή στον λέβητα να ξεκινήσει και μόλις τα νερά του λέβητα πιάσουν θερμοκρασία ανοίγει και ο κυκλοφορητής.

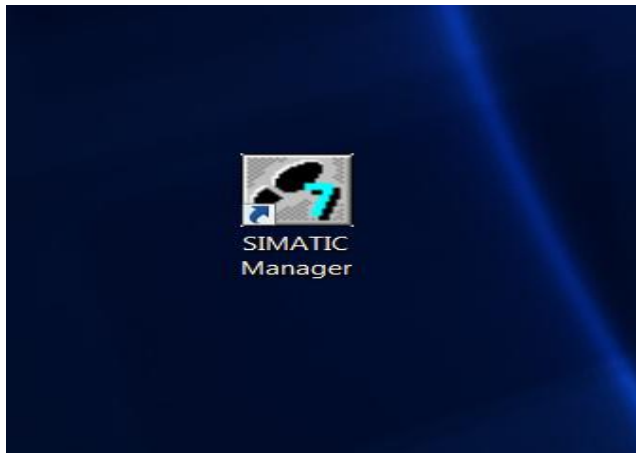


Εικόνα 18

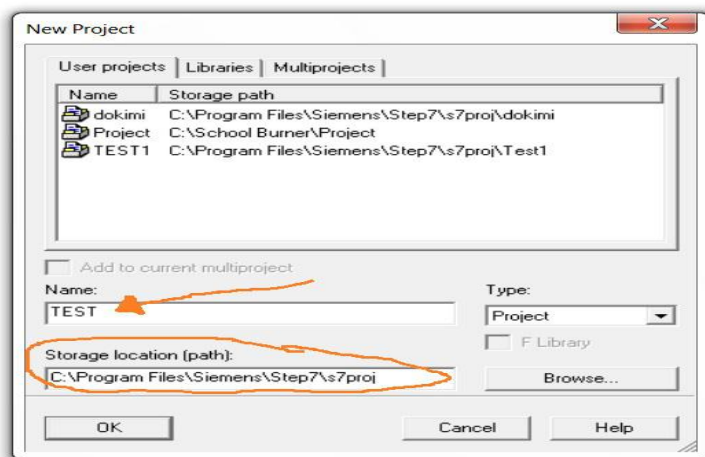
### 4.1.4 ΥΠΟΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ WC



Αφότου έβγαλα την λογική και την σχεδίαση της εργασίας προχώρησα στον προγραμματισμό. Ξεκίνησα φτιάχνοντας το symbol table για να δηλώσω όλες τις εισόδους και εξόδους της εργασίας. Αρχικά ανοίγουμε το STEP7 (Εικόνα 20)

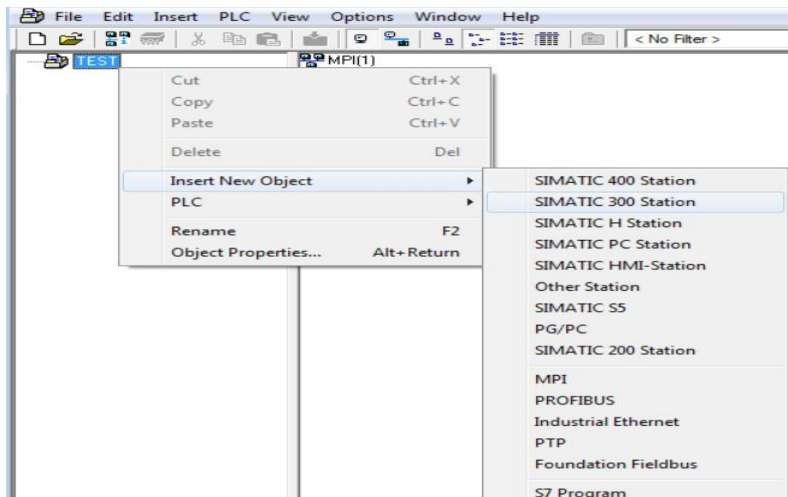


Εικόνα 20



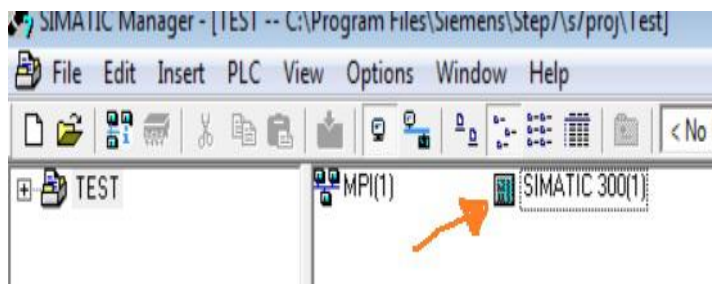
Εικόνα 22

Έπειτα (Εικόνα 23) πατάμε δεξί κλικ πάνω στο πρότζεκτ μας που βρίσκεται στην αριστερή μερεια και μετά insert new Object. Διαλέγουμε ποιο PLC έχουμε χρησιμοποιήσει.



Εικόνα 23

Μόλις διαλέξουμε το PLC μας βγάζει πάνω την επιλογή SIMATIC (Εικόνα 24) στην οποία και πατάμε διπλό κλικ.



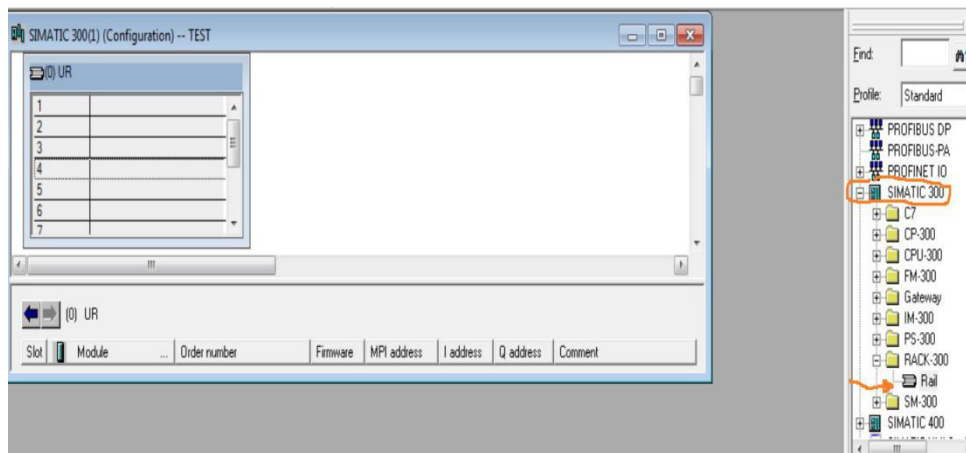
Εικόνα 24

Πατάμε διπλό κλικ στο hardware (Εικόνα 25)



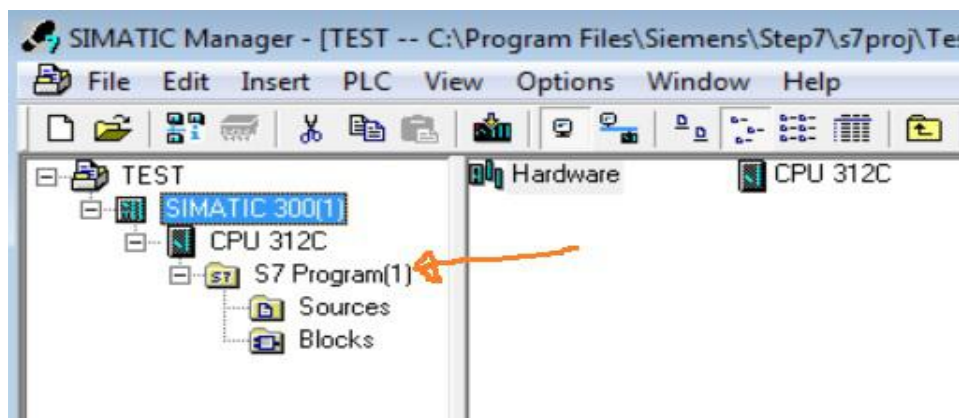
Εικόνα 25

Έπειτα διαλέγουμε απο δεξιά το Rail (Εικόνα 26) για να εμφανιστεί η κενή λίστα στα αριστερά και μετά επιλέγουμε μια απο τις CPU (Όποια αντιστοιχεί στο PLC μας) και μετά επιλέγουμε πάνω αριστερά την επιλογή file --> save and compile



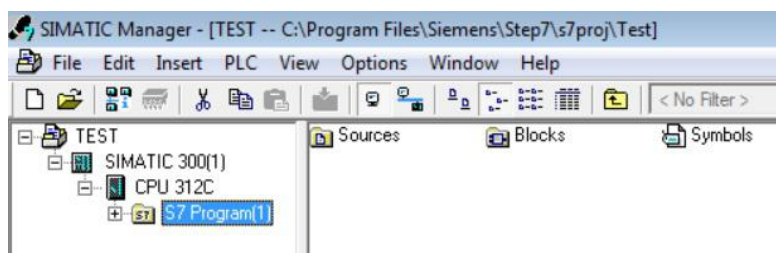
Εικόνα 26

Εδώ (Εικόνα 27) πατάμε διπλό κλικ στο program



Εικόνα 27

Επιλέγουμε το symbols (Εικόνα 28) για να ξεκινήσουμε να δηλώνουμε μεταβλητές.



Εικόνα 28

Παρακάτω φαίνονται όλες οι μεταβλητές που έχω δηλώσει

Status	Symbol /	Address	Data type
	AMFI_FAULT_BURNER	M 100.3	BOOL
	AMFI_FAULT_INDIC_BURNER	M 100.6	BOOL
	AMFI_RESET_BURNER	M 100.4	BOOL
	AMFI_RESET_COMMAND	M 100.2	BOOL
	AMFI_RUN_BURNER	M 100.5	BOOL
	AMFI_SET_COMMAND	M 100.1	BOOL
	AMFI_SET_TEMP	MD 204	REAL
	AMFI_SPARE	M 100.7	BOOL
	AMFI_START_BURNER	M 100.0	BOOL
	AMFI_TEMP	MD 200	REAL
	AMFITHEATRO	FC 5	FC 5
	BOILER_AUT_SELECT_BURNER	M 119.6	BOOL
	BOILER_AUT_SELECT_RESIST	M 119.7	BOOL
	BOILER_AUT_SELECT_SUN	M 119.5	BOOL
	BOILER_AUTO	M 119.0	BOOL
	BOILER_BUR_VALVE_CLOSE_T	T 23	TIMER
	BOILER_BUR_VALVE_OPEN_T	T 22	TIMER
	BOILER_DIFFER_TEMP	MD 312	REAL
	BOILER_MAN_SELECT_BURNER	M 119.3	BOOL
	BOILER_MAN_SELECT_RESIST	M 119.4	BOOL
	BOILER_MAN_SELECT_SUN	M 119.2	BOOL
	BOILER_MANUAL	M 119.1	BOOL
	BOILER_RESET_COMMAND	M 120.5	BOOL
	BOILER_SET_COMMAND	M 120.4	BOOL
	BOILER_SET_TEMP	MD 304	REAL
	BOILER_SUN_VALVE_CLOSE_T	T 25	TIMER
	BOILER_SUN_VALVE_OPEN_T	T 24	TIMER
	BOILER_TEMP	MD 308	REAL
	BURNER_VALVE_CLOSE	M 118.7	BOOL

Εικόνα 29

Status	Symbol /	Address	Data type
	BURNER_VALVE_COM_CLOSE	M 118.6	BOOL
	BURNER_VALVE_COM_OPEN	M 118.4	BOOL
	BURNER_VALVE_OPEN	M 118.5	BOOL
	DESELECT_BURNER_MANUAL	M 121.2	BOOL
	DESELECT_RESISTOR_MANUAL	M 121.3	BOOL
	DESELECT_SUN_MANUAL	M 121.1	BOOL
	GENERAL	OB 1	OB 1
	GYM_DIFFER	MD 220	REAL
	GYM_FAULT_BURNER	M 102.3	BOOL
	GYM_FAULT_INDIC_BURNER	M 102.6	BOOL
	GYM_RESET_BURNER	M 102.4	BOOL
	GYM_RESET_COMMAND	M 102.2	BOOL
	GYM_RUN_BURNER	M 102.5	BOOL
	GYM_SET_COMMAND	M 102.1	BOOL
	GYM_SET_TEMP	MD 216	REAL
	GYM_SPARE	M 102.7	BOOL
	GYM_START_BURNER	M 102.0	BOOL
	GYM_TEMP	MD 212	REAL
	GYMNASTIRIO	FC 6	FC 6
	LIGHT_OK	M 122.0	BOOL
	LIGHT_RESET	M 121.5	BOOL
	LIGHT_SENSOR_DIFFER	MD 296	REAL
	LIGHT_SENSOR_SET	MD 316	REAL
	LIGHT_SENSOR_VALUE	MD 320	REAL
	LIGHT_SET	M 121.4	BOOL

Εικόνα 30

Status	Symbol /	Address	Data type
	MOTOR_FAULT_INDIC_RESIST	M 120.7	BOOL
	MOTOR_FAULT_INDIC_SUN	M 120.6	BOOL
	OUTSIDE_SENSOR_DIFFER	MD 300	REAL
	OUTSIDE_SENSOR_SET	MD 324	REAL
	OUTSIDE_SENSOR_VALUE	MD 328	REAL
	OUTSIDE_TEMP_OK	M 122.1	BOOL
	OUTSIDE_TEMP_RESET	M 121.7	BOOL
	OUTSIDE_TEMP_SET	M 121.6	BOOL
	RESISTOR_FAULT	M 120.3	BOOL
	RESISTOR_RUN	M 120.2	BOOL
	RESISTOR_START_COMMAND	M 121.0	BOOL
	ROOM_1_DIFFER	MD 256	REAL
	ROOM_1_RESET_COMMAND	M 103.2	BOOL
	ROOM_1_SET_COMMAND	M 103.1	BOOL
	ROOM_1_SET_TEMP	MD 228	REAL
	ROOM_1_TEMP	MD 224	REAL
	ROOM_1_VALVE_CLOSE	M 105.1	BOOL
	ROOM_1_VALVE_CLOSE_TIME	T 11	TIMER
	ROOM_1_VALVE_COM_CLOSE	M 105.3	BOOL
	ROOM_1_VALVE_COM_OPEN	M 105.2	BOOL
	ROOM_1_VALVE_INDICATION	MW 402	INT
	ROOM_1_VALVE_OPEN	M 105.0	BOOL
	ROOM_1_VALVE_OPEN_TIME	T 10	TIMER
	ROOM_2_DIFFER	MD 284	REAL
	ROOM_2_RESET_COMMAND	M 104.1	BOOL
	ROOM_2_SET_COMMAND	M 104.0	BOOL
	ROOM_2_SET_TEMP	MD 236	REAL
	ROOM_2_TEMP	MD 232	REAL
	ROOM_2_VALVE_CLOSE	M 105.5	BOOL
	ROOM_2_VALVE_CLOSE_TIME	T 13	TIMER
	ROOM_2_VALVE_COM_CLOSE	M 105.7	BOOL
	ROOM_2_VALVE_COM_OPEN	M 105.6	BOOL

Εικόνα 31

Status	Symbol /	Address	Data type
	ROOM_2_VALVE_INDICATION	MW 404	INT
	ROOM_2_VALVE_OPEN	M 105.4	BOOL
	ROOM_2_VALVE_OPEN_TIME	T 12	TIMER
	ROOM_3_DIFFER	MD 288	REAL
	ROOM_3_RESET_COMMAND	M 104.3	BOOL
	ROOM_3_SET_COMMAND	M 104.2	BOOL
	ROOM_3_SET_TEMP	MD 244	REAL
	ROOM_3_TEMP	MD 240	REAL
	ROOM_3_VALVE_CLOSE	M 106.1	BOOL
	ROOM_3_VALVE_CLOSE_TIME	T 15	TIMER
	ROOM_3_VALVE_COM_CLOSE	M 106.3	BOOL
	ROOM_3_VALVE_COM_OPEN	M 106.2	BOOL
	ROOM_3_VALVE_INDICATION	MW 406	INT
	ROOM_3_VALVE_OPEN	M 106.0	BOOL
	ROOM_3_VALVE_OPEN_TIME	T 14	TIMER
	ROOM_FAULT_BURNER	M 103.3	BOOL
	ROOM_FAULT_INDIC_BURNER	M 103.6	BOOL
	ROOM_K_VALVE_INDICATION	MW 400	INT
	ROOM_KATH_RESET_COMMAND	M 104.5	BOOL
	ROOM_KATH_SET_COMMAND	M 104.4	BOOL
	ROOM_KATH_VALVE_CL_TIME	T 17	TIMER
	ROOM_KATH_VALVE_CLOSE	M 106.5	BOOL
	ROOM_KATH_VALVE_COM_CLOS	M 106.7	BOOL
	ROOM_KATH_VALVE_COM_OPEN	M 106.6	BOOL
	ROOM_KATH_VALVE_OP_TIME	T 16	TIMER
	ROOM_KATH_VALVE_OPEN	M 106.4	BOOL
	ROOM_KATHGITWN_DIFFER	MD 292	REAL
	ROOM_KATHGITWN_SET_TEMP	MD 252	REAL
	ROOM_KATHGITWN_TEMP	MD 248	REAL
	ROOM_RESET_BURNER	M 103.4	BOOL

Εικόνα 32

Status	Symbol /	Address	Data type
	ROOM_RUN_BURNER	M 103.5	BOOL
	ROOM_SPARE	M 103.7	BOOL
	ROOM_START_BURNER	M 103.0	BOOL
	SPARE	M 104.6	BOOL
	SPARE 2	M 104.7	BOOL
	SUN_MOTOR_FAULT	M 120.1	BOOL
	SUN_MOTOR_RUN	M 120.0	BOOL
	SUN_VALVE_CLOSE	M 118.3	BOOL
	SUN_VALVE_COM_CLOSE	M 118.2	BOOL
	SUN_VALVE_COM_OPEN	M 118.0	BOOL
	SUN_VALVE_OPEN	M 118.1	BOOL
	VAT_1	VAT 1	
	WC	FC 8	FC 8
	WC_1_DIFFER	MD 276	REAL
	WC_1_RESET_COMMAND	M 115.2	BOOL
	WC_1_SET_COMMAND	M 115.1	BOOL
	WC_1_SET_TEMP	MD 264	REAL
	WC_1_TEMP	MD 260	REAL
	WC_1_VALVE_CLOSE	M 116.6	BOOL
	WC_1_VALVE_CLOSE_TIME	T 19	TIMER
	WC_1_VALVE_COM_CLOSE	M 116.2	BOOL
	WC_1_VALVE_COM_OPEN	M 116.1	BOOL
	WC_1_VALVE_OPEN	M 116.5	BOOL
	WC_1_VALVE_OPEN_TIME	T 18	TIMER
	WC_2_DIFFER	MD 280	REAL
	WC_2_RESET_COMMAND	M 115.4	BOOL
	WC_2_SET_COMMAND	M 115.3	BOOL
	WC_2_SET_TEMP	MD 272	REAL

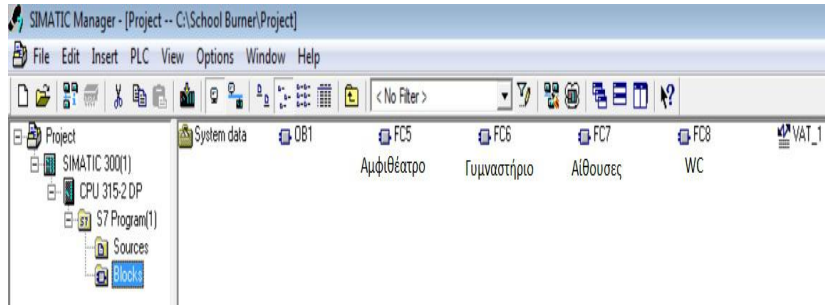
Εικόνα 33

	WC_2_TEMP	MD 268	REAL
	WC_2_VALVE_CLOSE	M 117.0	BOOL
	WC_2_VALVE_CLOSE_TIME	T 21	TIMER
	WC_2_VALVE_COM_CLOSE	M 116.4	BOOL
	WC_2_VALVE_COM_OPEN	M 116.3	BOOL
	WC_2_VALVE_OPEN	M 116.7	BOOL
	WC_2_VALVE_OPEN_TIME	T 20	TIMER
	WC_FAULT_BURNER	M 115.5	BOOL
	WC_FAULT_INDIC_BURNER	M 115.6	BOOL
	WC_RESET_BURNER	M 116.0	BOOL
	WC_RUN_BURNER	M 115.7	BOOL
	WC_START_BURNER	M 115.0	BOOL

Εικόνα 34

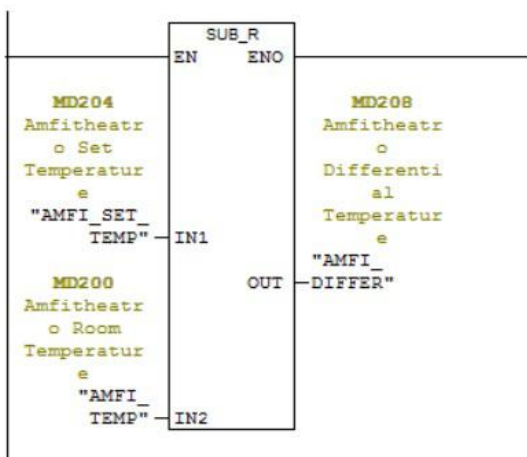
Αφότου τελείωσα με την δήλωση όλων των μεταβλητών που θα χρειαστώ τώρα θα γράψω τον κώδικα. Επειδή όπως είπα και πιο πριν χώρισα το συγκρότημα σε 4 μέρη, το ίδιο θα κάνω και με το πρόγραμμα. Θα γράψω δηλαδή 4 διαφορετικούς κώδικες. Πατάω κλικ πάνω

στο Blocks (Εικόνα 29) και μου βγάξει μόνο την επιλογή OB1. Μέσα στο OB1 θα καλέσω αργότερα και τους 4 κώδικες. Πριν από αυτό όμως πρέπει πρώτα να τους δημιουργήσω. Πατάω δεξί κλικ → Insert new object → Function και έτσι δημιουργώ τα FC5 (ο κώδικας του Αμφιθεάτρου), το FC6 (ο κώδικας του Γυμναστηρίου), το FC7 (κώδικας των αιθουσών) και FC8 (κώδικας για WC). Το VAT\_1 περιέχει όλες τις μεταβλητές και μέσα σε αυτό μπορούμε να δίνουμε διάφορες τιμές και να βλέπουμε πως συμπεριφέρεται ο κώδικας σε real time.



Εικόνα 35

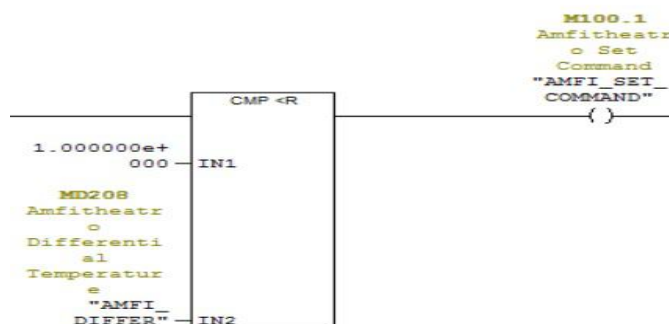
Τώρα ξεκινάω με τον προγραμματισμό. Αρχικά στο **Αμφιθέατρο**.



Εδώ ουσιαστικά αφαιρούμε την θερμοκρασία που έχουμε

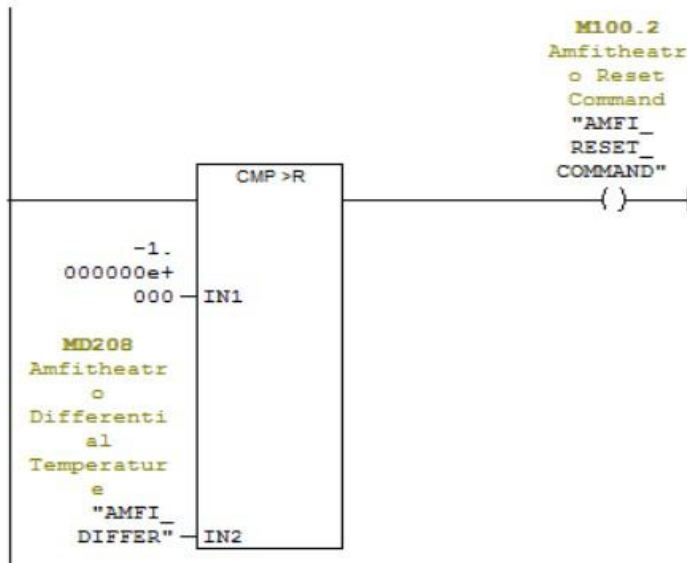
δηλώσει ότι θέλουμε να έχουμε στο αμφιθέατρο με την θερμοκρασία περιβάλλοντος

Εικόνα 36



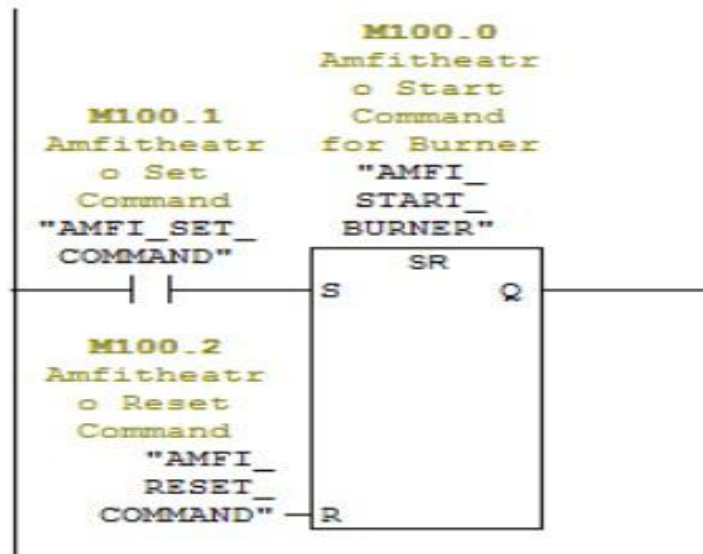
Όταν  
1<Θερμοκρασία  
Αμφιθεάτρου-Θερμοκρασία  
Περιβάλλοντος τότε  
ενεργοποιείται η εντολή  
AMFI\_SET\_COMMAND (η  
οποία ξεκινάει τον καυστήρα  
όπως θα δούμε παρακάτω)

Εικόνα 37



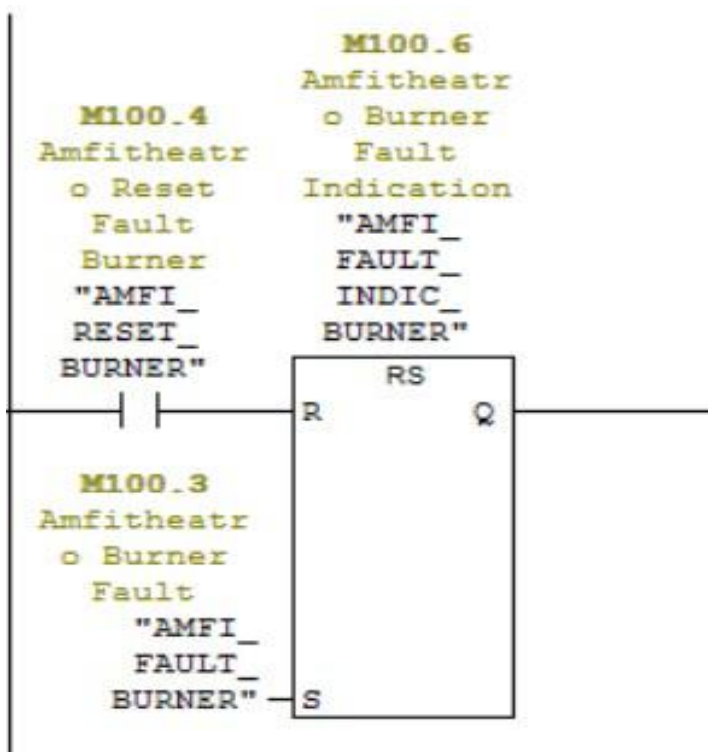
Εικόνα 38

Όταν 1> Θερμοκρασία Αμφιθεάτρου-Θερμοκρασία Περιβάλλοντος τότε ενεργοποιείται η εντολή AMFI\_RESET\_COMMAND (η οποία όπως θα δούμε στην συνέχεια σταματάει τον καυστήρα)



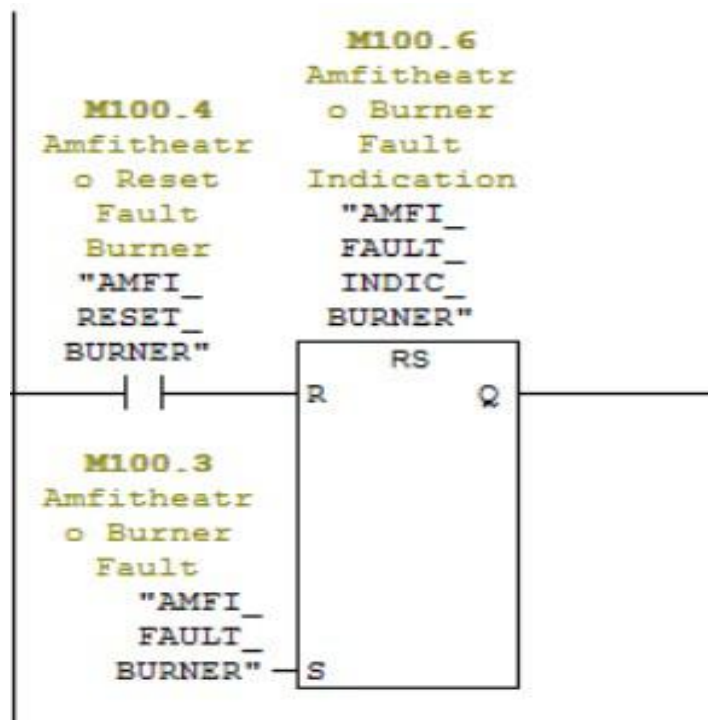
Εικόνα 39

Όταν ενεργοποιηθεί η εντολή AMFI\_SET\_COMMAND (S) και η εντολή AMFI\_RESET\_COMMAND είναι 0 τότε η έξοδος του SR FFP θα είναι 1.



Επειδή ο λέβητας μπορεί να βγάλει σφάλματα ( πχ υψηλή πίεση νερού ή να μην υπάρχει αέριο) θέλω το PLC να ειδοποιεί για τυχόν σφάλματα. Το FFP λειτουργεί ως εξής: Αν προκύψει κάποιο σφάλμα τότε το S γίνεται 1 ενώ το R είναι 0. Οπότε βγαίνει μια ειδοποίηση (όπως θα δείτε στο Win CC )στι υπάρχει σφάλμα και δεν ξεκινάει ο καυστήρας όπως θα δούμε στο επόμενο βήμα. Αφότου φτιάξουμε το σφάλμα τότε πατάμε το AMFI\_RESET\_BURNER και αφού τώρα έχουμε R=1 και S=0 οπότε το Q (AMFI\_FAULT\_INDIC\_BURNER) γίνεται 0 και ο καυστήρας θα μπορεί να λειτουργήσει κανονικά.

Εικόνα 40

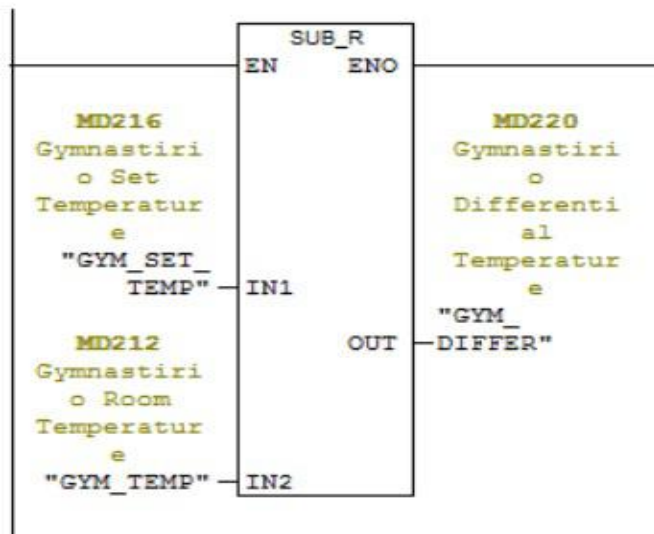


Εδώ βλέπουμε οτι ο καυστήρας δεν ξεκινάει αν δεν γίνει:

- 1) Η εντολή AMFI\_START\_BURNER=1
- 2) Η εντολή AMFI\_FAULT\_INDIC\_BURNER=0
- 3) Η εντολή AMFI\_RUN\_BURNER= 1

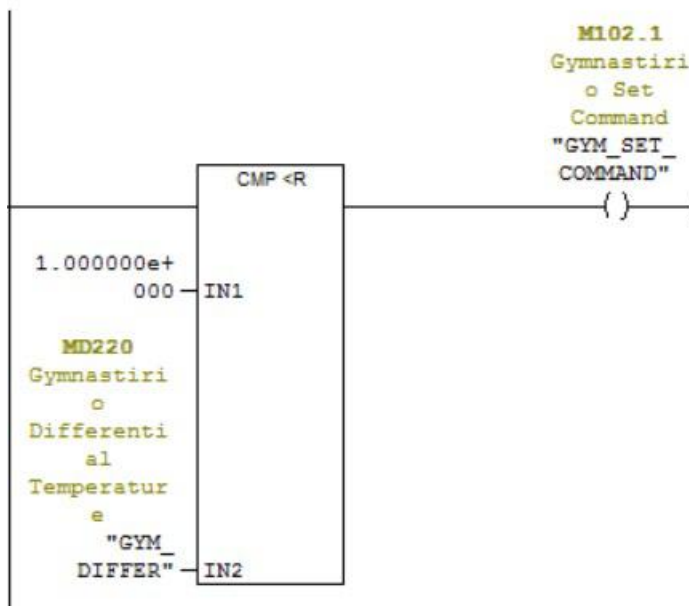
Εικόνα 41

Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο έγινε και ο προγραμματισμός του **Γυμναστηρίου**



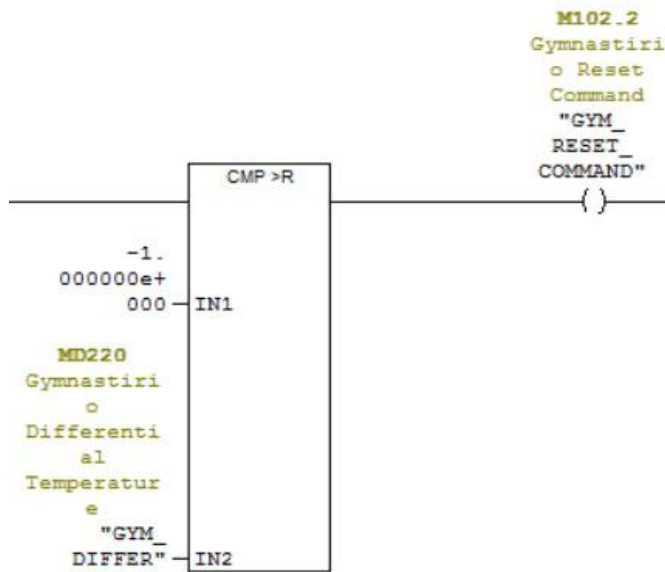
Εδώ ουσιαστικά αφαιρούμε την θερμοκρασία που έχουμε δηλώσει ότι θέλουμε να έχουμε στο γυμναστήριο με την θερμοκρασία περιβάλλοντος

Εικόνα 42



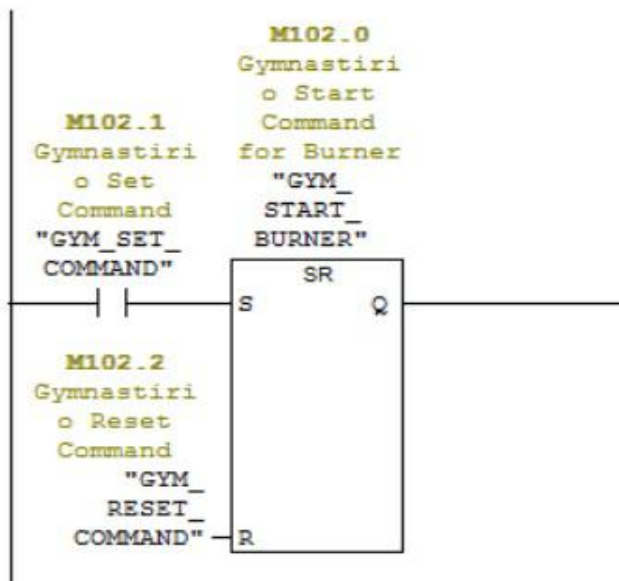
Όταν  $1 <$  Θερμοκρασία Γυμναστηρίου-Θερμοκρασία Περιβάλλοντος τότε ενεργοποιείται η εντολή GYM\_SET\_COMMAND (η οποία ξεκινάει τον καυστήρα όπως θα δούμε παρακάτω)

Εικόνα 43



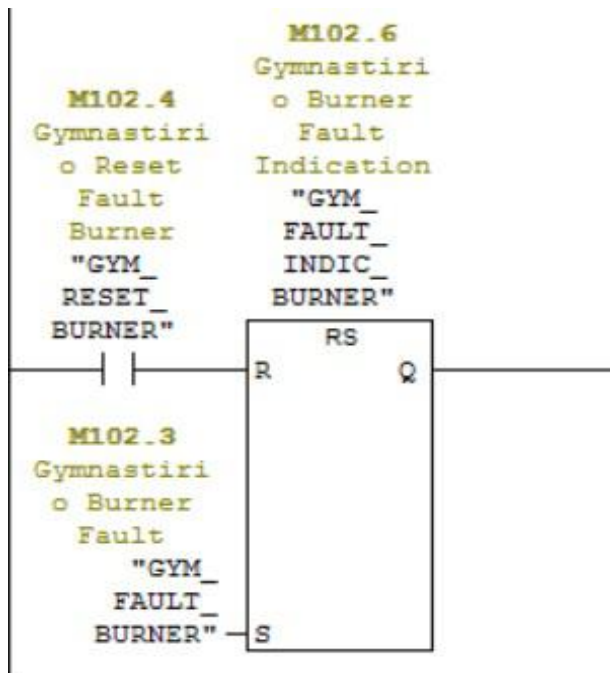
Όταν 1> Θερμοκρασία  
Γυμναστηρίου-Θερμοκρασία  
Περιβάλλοντος τότε  
ενεργοποιείται η εντολή  
GYM\_RESET\_COMMAND (η  
οποία όπως θα δούμε στην  
συνέχεια σταματάει τον  
καυστήρα)

Εικόνα 44



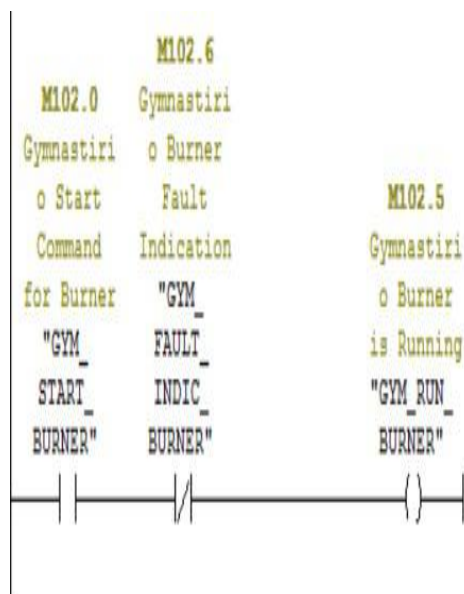
Όταν ενεργοποιηθεί η εντολή  
GYM\_SET\_COMMAND (S) και η  
εντολή GYM\_RESET\_COMMAND είναι  
0 τότε η έξοδος του SR FFP θα είναι 1.

Εικόνα 45



Επειδή ο λέβητας μπορεί να βγάλει σφάλματα ( πχ υψηλή πίεση νερού ή να μην υπάρχει αέριο) θέλω το PLC να ειδοποιεί για τυχόν σφάλματα. Το FFP λειτουργεί ως εξής: Αν προκύψει κάποιο σφάλμα τότε το S γίνεται 1 ενώ το R είναι 0. Οπότε βγαίνει μια ειδοποίηση (όπως θα δείτε στο Win CC )οτι υπάρχει σφάλμα και δεν ξεκινάει ο καυστήρας όπως θα δούμε στο επόμενο βήμα. Αφού φτιάξουμε το σφάλμα τότε πατάμε το GYM\_RESET\_BURNER και αφού τώρα έχουμε R=1 και S=0 οπότε το Q (GYM\_FAULT\_INDIC\_BURNER) γίνεται 0 και ο καυστήρας θα μπορεί να λειτουργήσει κανονικά.

Εικόνα 46

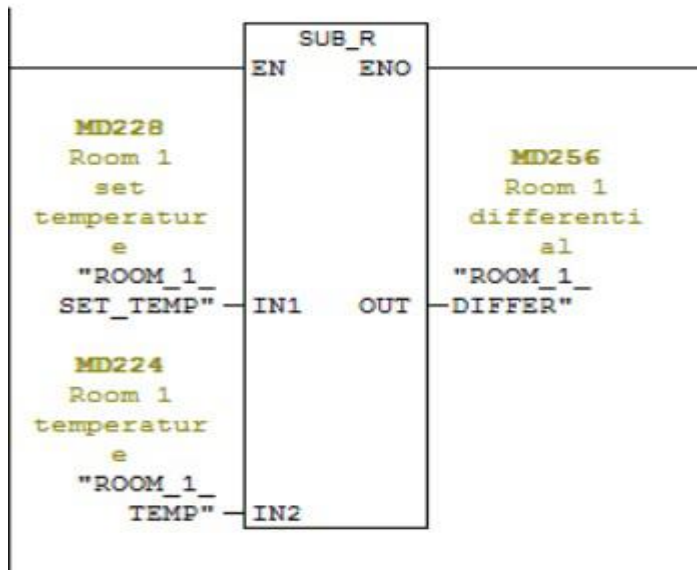


Εδώ βλέπουμε οτι ο καυστήρας δεν ξεκινάει αν δεν γίνει:

- 1) Η εντολή GYM\_START\_BURNER =1
- 2) Η εντολή GYM\_FAULT\_INDIC\_BURNER=0
- 3) Η εντολή GYM\_RUN\_BURNER=

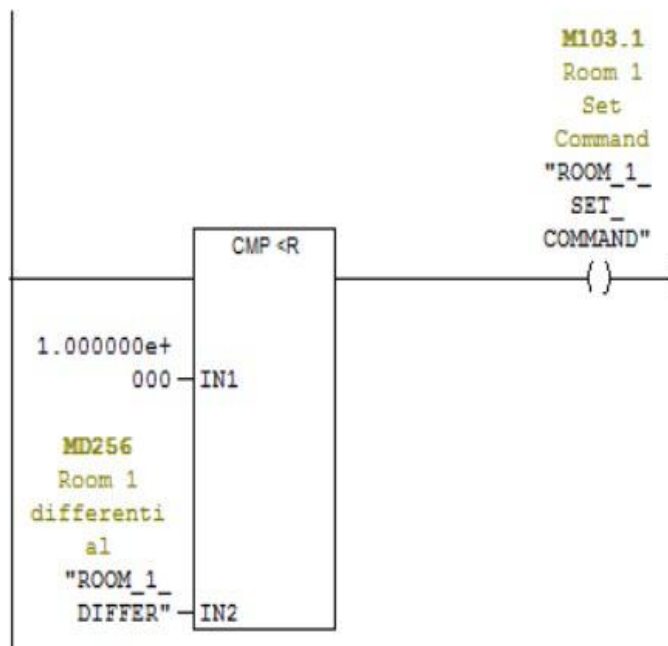
Εικόνα 47

Έπειτα έχουμε τις **αίθουσες** στις οποίες ο κώδικας γίνεται πιο περίπλοκος γιατί χρησιμοποιούμε και ηλεκτροβάνες



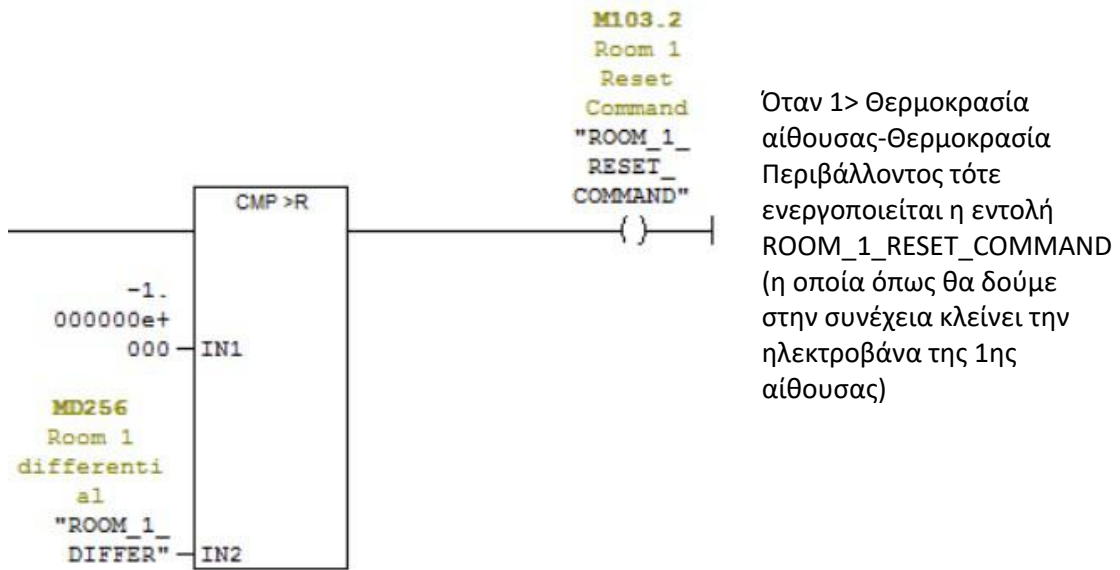
Εδώ αφαιρούμε την θερμοκρασία που έχουμε δηλώσει οτι θέλουμε να έχουμε στην αίθουσα με την θερμοκρασία περιβάλλοντος

Εικόνα 48



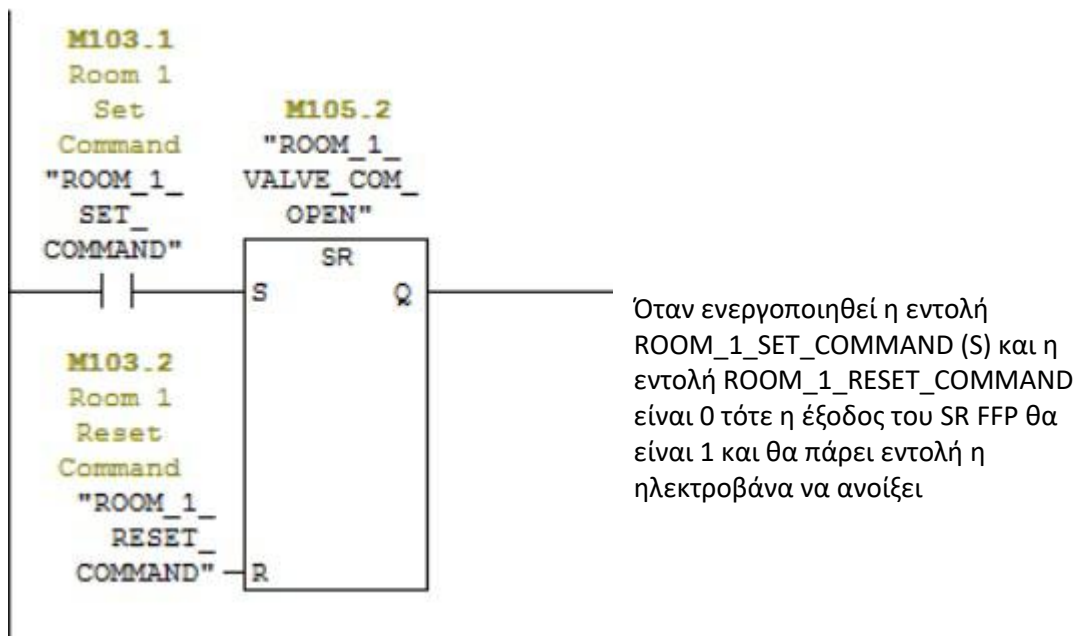
Όταν  $1 <$  Θερμοκρασία αίθουσας-Θερμοκρασία Περιβάλλοντος τότε ενεργοποιείται η εντολή ROOM\_1\_SET\_COMMAND (η οποία ανοίγει την ηλεκτροβάννα της 1ης αίθουσας όπως θα δούμε παρακάτω)

Εικόνα 49



Εικόνα 50

Όταν 1> Θερμοκρασία αίθουσας-Θερμοκρασία Περιβάλλοντος τότε ενεργοποιείται η εντολή ROOM\_1\_RESET\_COMMAND (η οποία όπως θα δούμε στην συνέχεια κλείνει την ηλεκτροβάννα της 1ης αίθουσας)



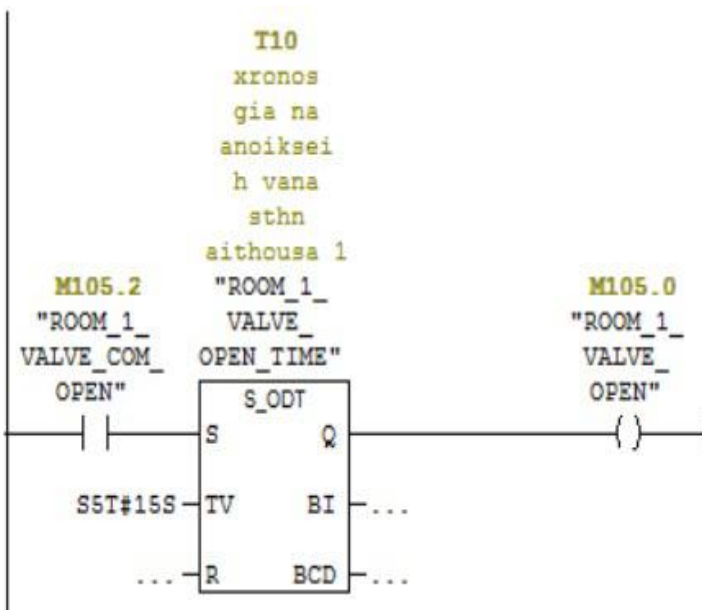
Όταν ενεργοποιηθεί η εντολή ROOM\_1\_SET\_COMMAND (S) και η εντολή ROOM\_1\_RESET\_COMMAND είναι 0 τότε η έξοδος του SR FFP θα είναι 1 και θα πάρει εντολή η ηλεκτροβάννα να ανοίξει

Εικόνα 51



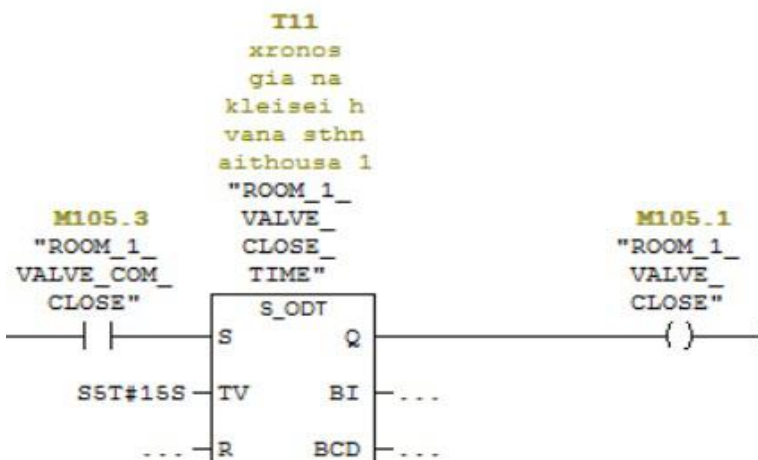
Αν ενεργοποιηθεί η εντολή ROOM\_1\_VALVE\_COMMAND τότε η εντολή ROOM\_1\_VALVE\_COM\_CLOSE δεν θα είναι ενεργοποιημένη

Εικόνα 52



Επειδή σε πραγματικές συνθήκες η ηλεκτροβάννα αργεί μερικά δευτερόλεπτα να ανοίξει από την στιγμή που θα πάρει την εντολή έχω βάλει μια χρονοκαθυστέρηση 15 δευτερολέπτων από την στιγμή που θα πάρει την εντολή μέχρι και την στιγμή που θα ανοίξει.

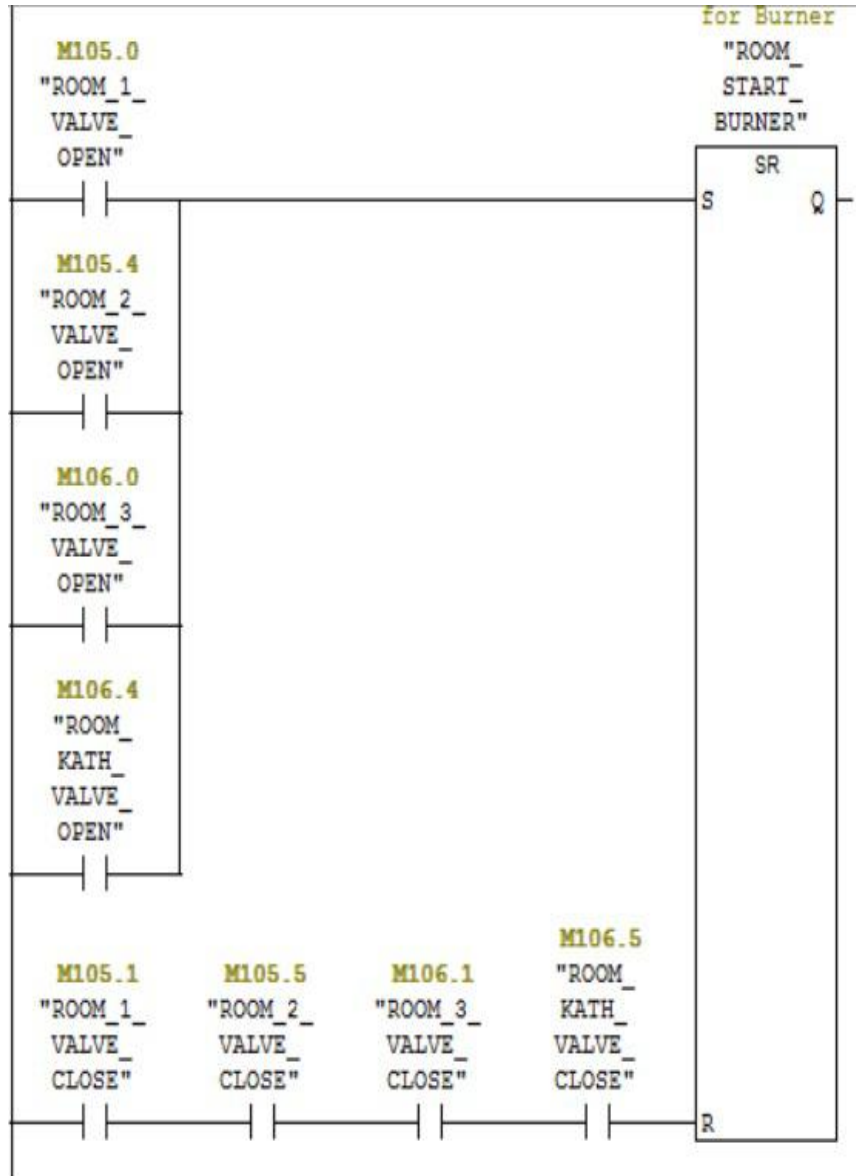
Εικόνα 53



Την ίδια χρονοκαθυστέρηση έχω βάλει και για το κλείσιμο της ηλεκτροβάννας.

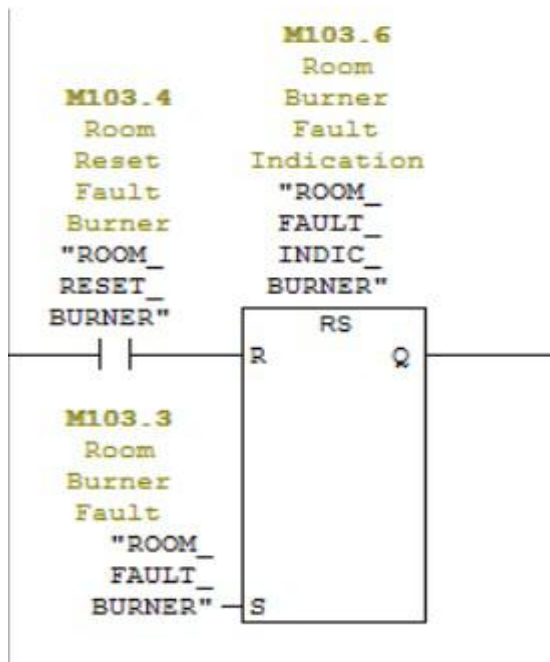
Εικόνα 54

!!!Ο ίδιος προγραμματισμός έγινε και για τις άλλες 3 αίθουσες



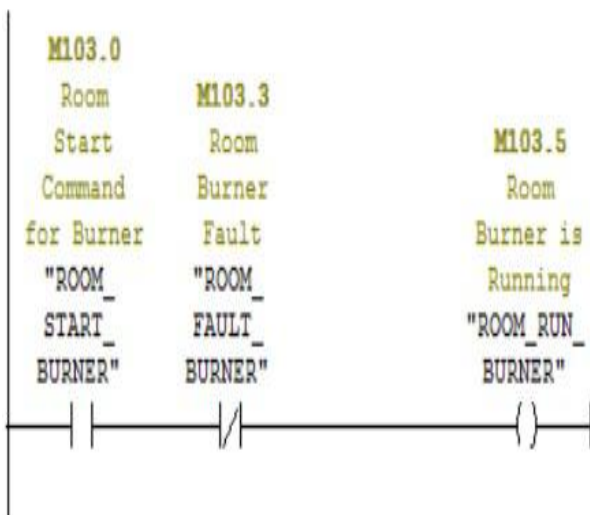
Εδώ έχω βάλει ένα SR FFP το οποίο λειτουργεί ως εξής. Έβαλα τις εντολές που ανοίγουν τις ηλεκτροβάνες παράλληλα δημιουργώντας μια OR έτσι ώστε το S του FFP να γίνει 1 και να πάρει εντολή να ξεκινήσει ο καυστήρας ακόμα και αν ανοίξει μόνο μια ηλεκτροβάνα. Τις εντολές που κλείνουν τις ηλεκτροβάνες τις έβαλα σε σειρά σαν πύλη AND έτσι ώστε το R να γίνει 1 και να πάρει εντολή να κλείσει ο καυστήρας εφόσον κλείσουν όλες οι ηλεκτροβάνες.

Εικόνα 55



Επειδή ο λέβητας μπορεί να βγάλει σφάλματα ( πχ υψηλή πίεση νερού ή να μην υπάρχει αέριο) θέλω το PLC να ειδοποιεί για τυχόν σφάλματα. Το FFP λειτουργεί ως εξής: Αν προκύψει κάποιο σφάλμα τότε το S γίνεται 1 ενώ το R είναι 0. Οπότε βγαίνει μια ειδοποίηση (όπως θα δείτε στο Win CC )οτι υπάρχει σφάλμα και δεν ξεκινάει ο καυστήρας όπως θα δούμε στο επόμενο βήμα. Αφότου φτιάξουμε το σφάλμα τότε πατάμε το ROOM\_RESET\_BURNER και αφού τώρα έχουμε R=1 και S=0 οπότε το Q (ROOM\_FAULT\_INDIC\_BURNER) γίνεται 0 και ο καυστήρας θα μπορεί να λειτουργήσει κανονικά.

Εικόνα 56

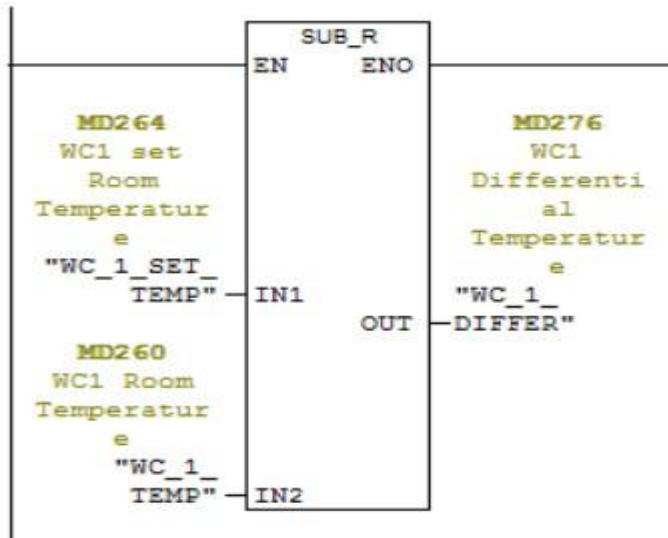


Εδώ βλέπουμε οτι ο καυστήρας δεν ξεκινάει αν δεν γίνει:

- 1) Η εντολή ROOM\_START\_BURNER =1
- 2) Η εντολή ROOM\_FAULT\_INDIC\_BURNER=0
- 3) Η εντολή ROOM\_RUN\_BURNER= 1

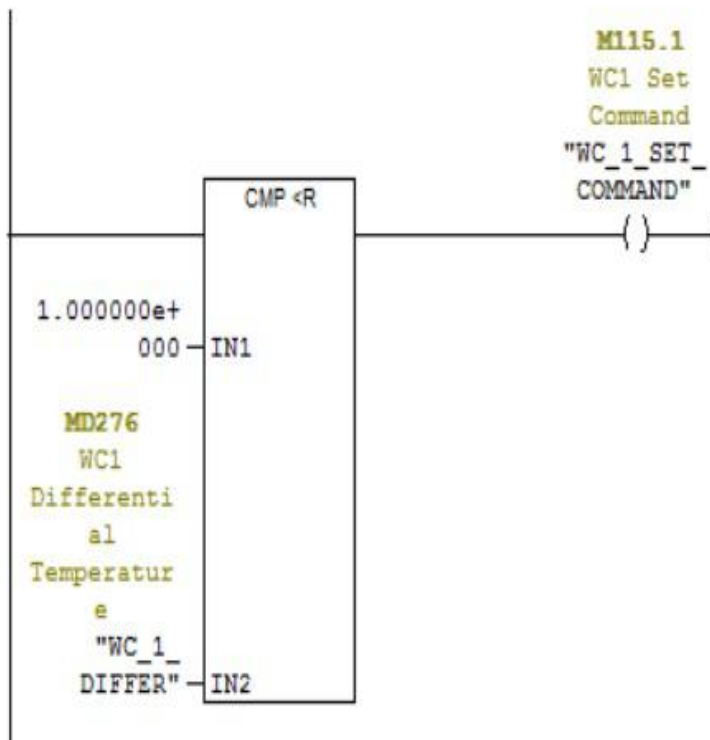
Εικόνα 57

Τέλος το πιο περίπλοκο κομμάτι της εργασίας ήταν οι **τουαλέτες** επειδή έχουμε και την προσθήκη boiler τριπλής ενέργειας.



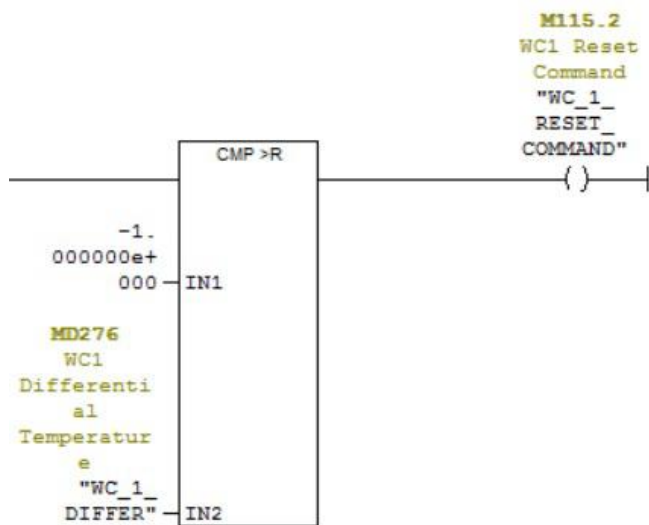
Εδώ αφαιρούμε την θερμοκρασία που έχουμε δηλώσει οτι θέλουμε να έχουμε στην WC1 με την θερμοκρασία περιβάλλοντος

Εικόνα 58



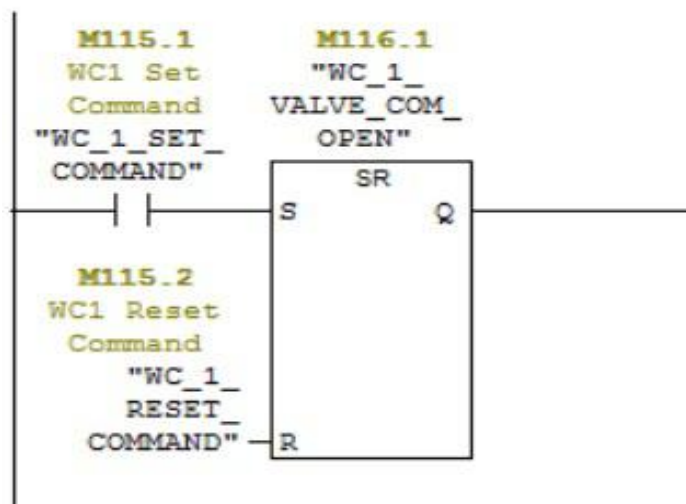
Όταν  $1 <$  Θερμοκρασία WC1-Θερμοκρασία Περιβάλλοντος τότε ενεργοποιείται η εντολή WC\_1\_SET\_COMMAND (η οποία ανοίγει την ηλεκτροβάννα της 1ης WC όπως θα δούμε παρακάτω)

Εικόνα 59



Όταν 1> Θερμοκρασία  
αίθουσας-Θερμοκρασία  
Περιβάλλοντος τότε  
ενεργοποιείται η εντολή  
WC\_1\_RESET\_COMMAND (η  
οποία όπως θα δούμε στην  
συνέχεια κλείνει την ηλεκτροβάννα  
της 1ης WC)

Εικόνα 60



Όταν ενεργοποιηθεί η εντολή  
WC\_1\_SET\_COMMAND (S) και η  
εντολή  
WC\_1\_RESET\_COMMAND είναι  
0 τότε η έξοδος του SR FFP θα  
είναι 1.

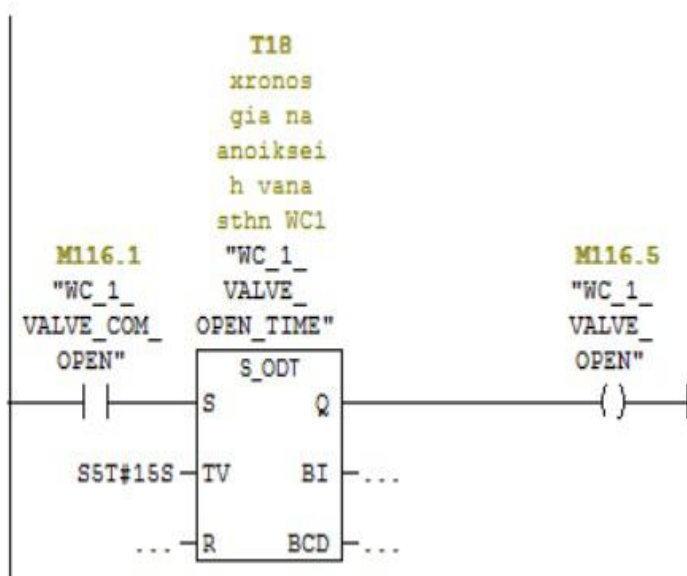
Εικόνα 61



Αν ενεργοποιηθεί η  
εντολή  
WC\_1\_SET\_COMMAND  
τότε η εντολή

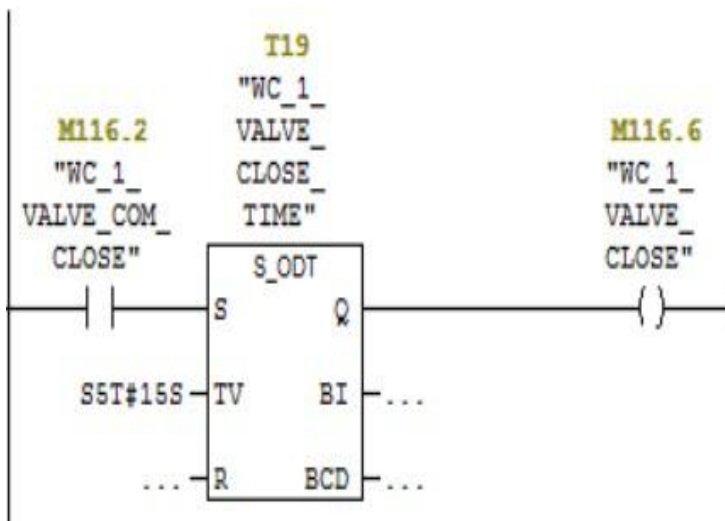
WC\_1\_VALVE\_COM\_CLOSE δεν θα είναι ενεργοποιημένη

Εικόνα 62



Επειδή σε πραγματικές συνθήκες η ηλεκτροβάννα αργεί μερικά δευτερόλεπτα να ανοίξει από την στιγμή που θα πάρει την εντολή έχω βάλει μια χρονοκαθυστέρηση 15 δευτερολέπτων από την στιγμή που θα πάρει την εντολή μέχρι και την στιγμή που θα ανοίξει.

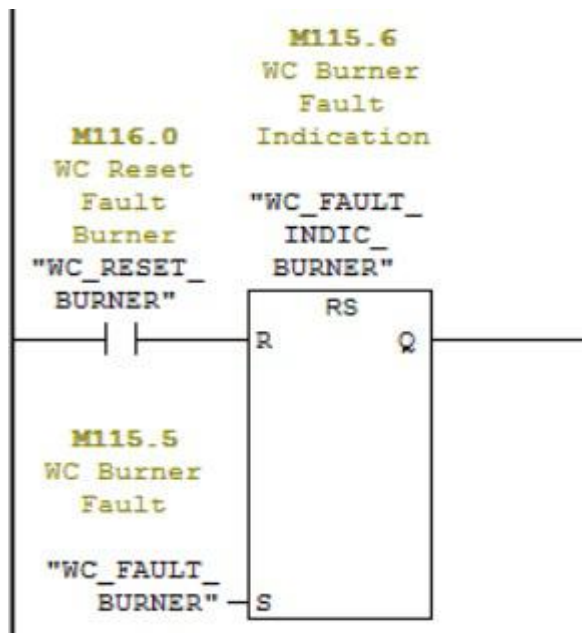
Εικόνα 63



Την ίδια χρονοκαθυστέρηση έχω βάλει και για το κλείσιμο της ηλεκτροβάννας.

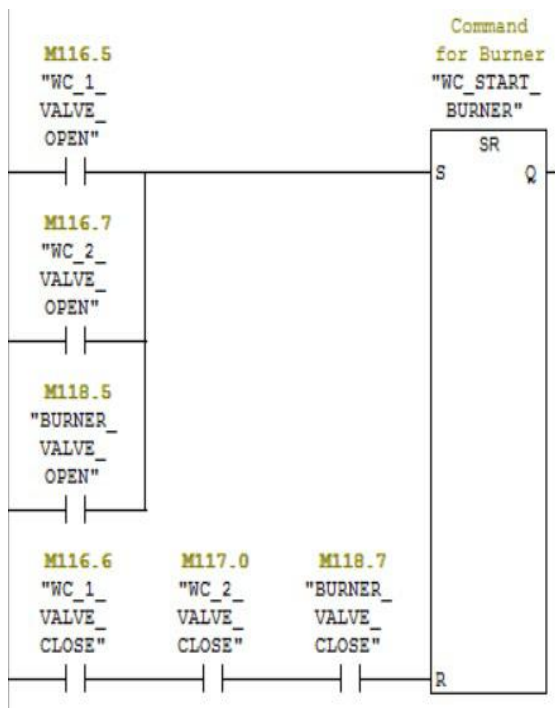
Εικόνα 64

**!!!Ακριβώς τα ίδια βήματα κάνουμε και για την WC2**



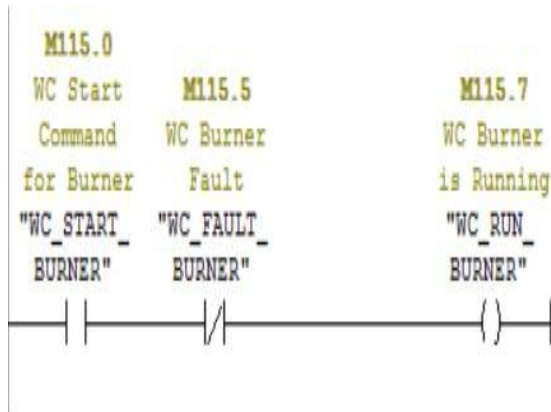
Επειδή ο λέβητας μπορεί να βγάλει σφάλματα ( πχ υψηλή πίεση νερού ή να μην υπάρχει αέριο) θέλω το PLC να ειδοποιεί για τυχόν σφάλματα. Το FFP λειτουργεί ως εξής: Αν προκύψει κάποιο σφάλμα τότε το S γίνεται 1 ενώ το R είναι 0. Οπότε βγαίνει μια ειδοποίηση (όπως θα δείτε στο Win CC )οτι υπάρχει σφάλμα και δεν ξεκινάει ο καυστήρας όπως θα δούμε στο επόμενο βήμα. Αφότου φτιάξουμε το σφάλμα τότε πατάμε το WC\_RESET\_BURNER και αφού τώρα έχουμε R=1 και S=0 οπότε το Q (WC\_FAULT\_INDIC\_BURNER) γίνεται 0 και ο καυστήρας θα μπορεί να λειτουργήσει κανονικά.

Εικόνα 65



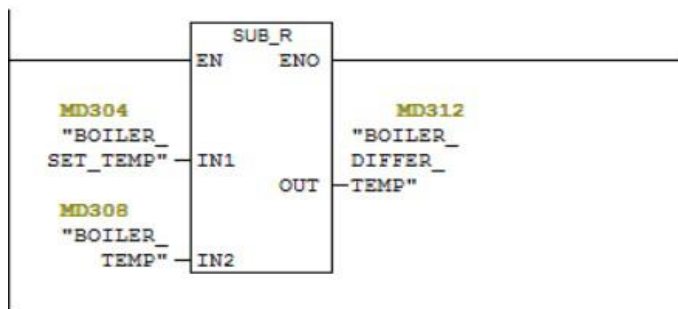
Εδώ χρησιμοποιώ πύλη OR για να γίνει το S=1. Το BURNER\_VALVE\_OPEN θ δούμε στην συνέχεια πως προκύπτει. Είναι η ηλεκτροβάννα που ενεργοποιεί τον λέβητα έτσι ώστε να ξεκινήσει να παράγει ζεστά νερά τα οποία με την σειρά τους θα ζεστάνουν το νερό μέσα στο μπόιλερ. Το RESET για να γίνει 1 και να σταματήσει ο λέβητας να λειτουργεί θα πρέπει να γίνουν και οι 3 εντολές που είναι σε σειρά 1.

Εικόνα 66



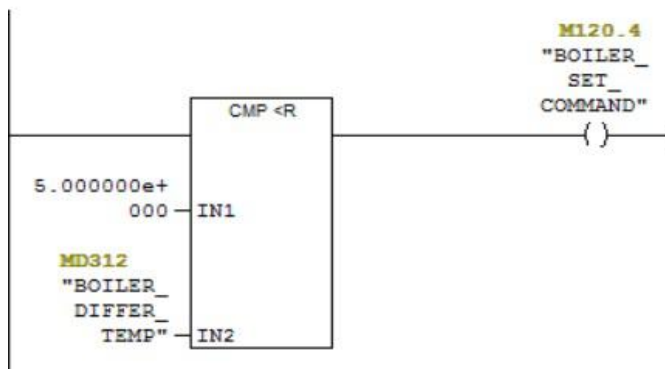
Εφόσον έχει ενεργοποιηθεί η εντολή START BURNER και δεν υπάρχει σφάλμα τότε ξεκινάει να λειτουργεί ο λέβητας.

Εικόνα 67



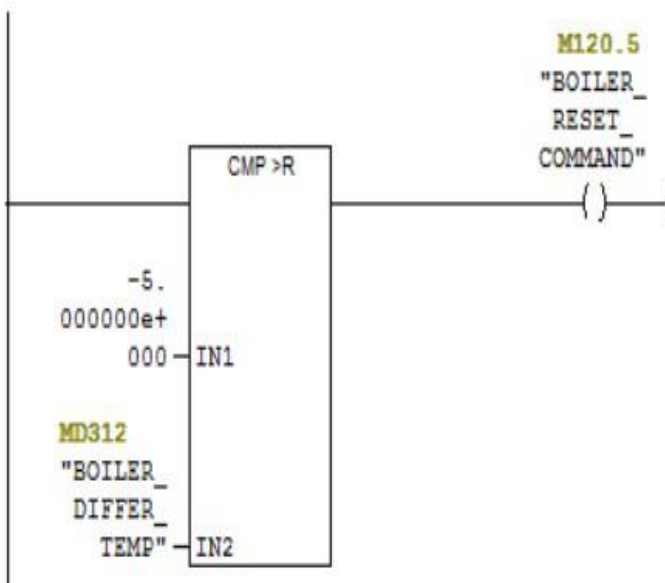
Εδώ αφαιρούμε την θερμοκρασία που έχουμε δηλώσει ότι θέλουμε να έχουμε στο μπόιλερ με την θερμοκρασία που έχει εκείνην την στιγμή.

Network 19 : Title :



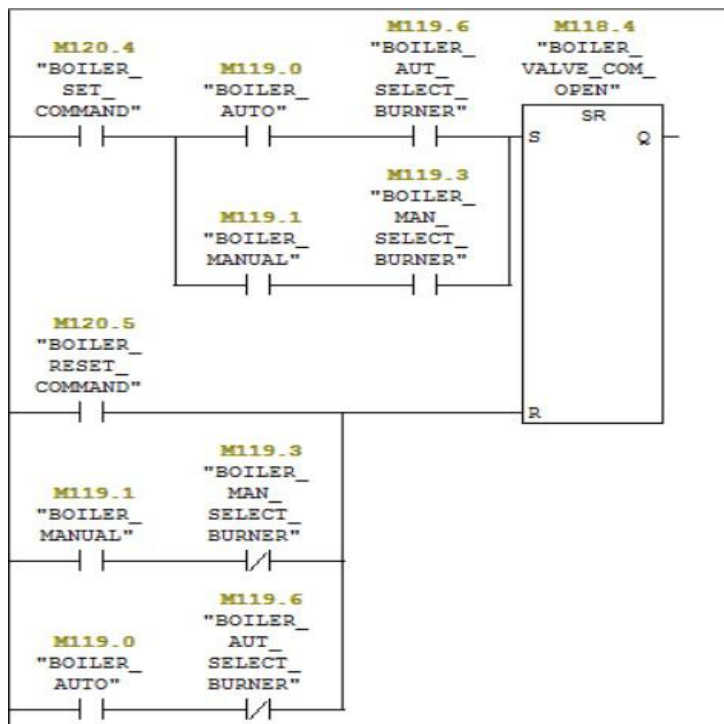
Όταν  $5 <$  Θερμοκρασία boiler-Θερμοκρασία εκείνην την στιγμή τότε ενεργοποιείται η εντολή BOILER\_1\_SET\_COMMAND

Εικόνα 68



Όταν 5> Θερμοκρασία boiler-Θερμοκρασία εκείνην την στιγμή τότε ενεργοποιείται η εντολή BOILER\_1\_RESET\_COMMAND

Εικόνα 69



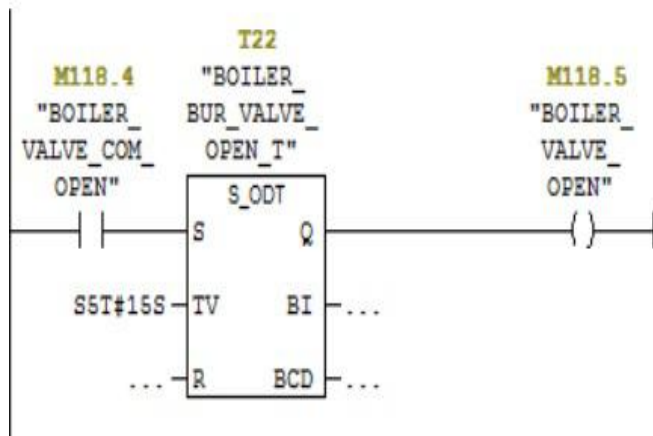
Εφόσον ενεργοποιηθεί η εντολή BOILER\_SET\_COMMAND τότε έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε αν θα ανοίξει η ηλεκτροβάννα του καυστήρα αυτόματα η χειροκίνητα.

Εικόνα 70



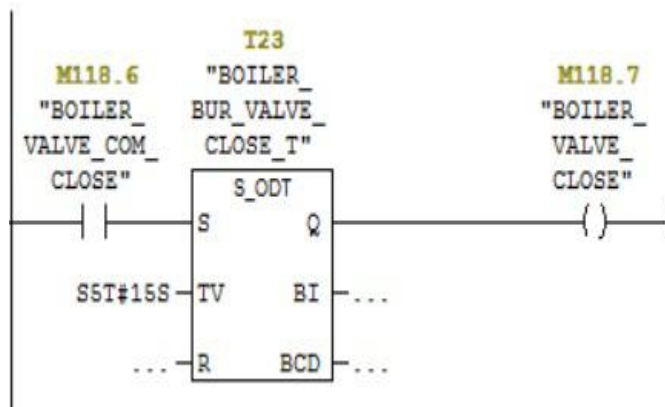
Όσο είναι ενεργοποιημένη η εντολή BOILER\_VALVE\_COM\_OPEN η ηλεκτροβάννα θα μένει ανοιχτεί

Network 23 : Title:



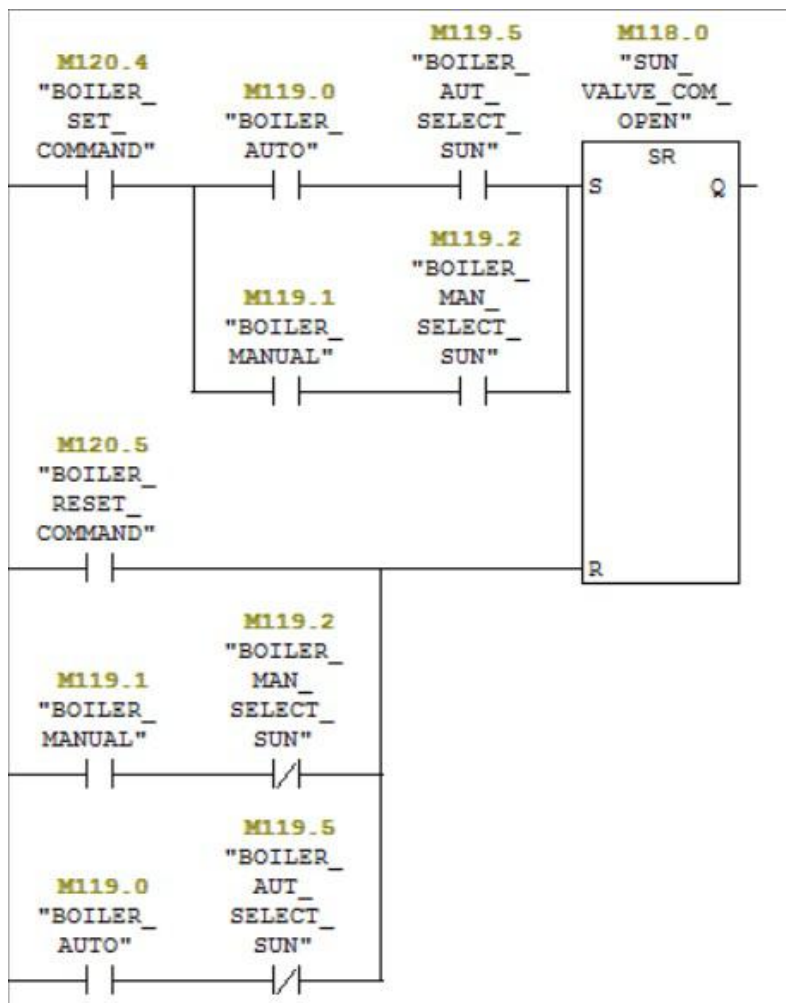
15 δευτερόλεπτα χρονοκαθυστέρηση για να ανοίξει η ηλεκτροβάννα.

Εικόνα 71



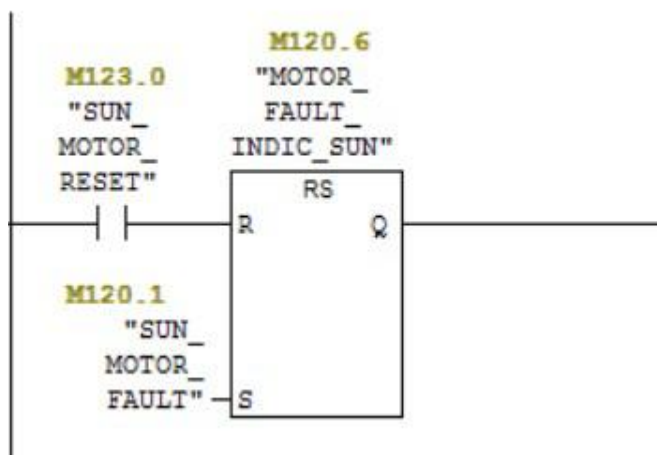
15 δευτερόλεπτα χρονοκαθυστέρηση για να κλείσει η ηλεκτροβάννα.

Εικόνα 72



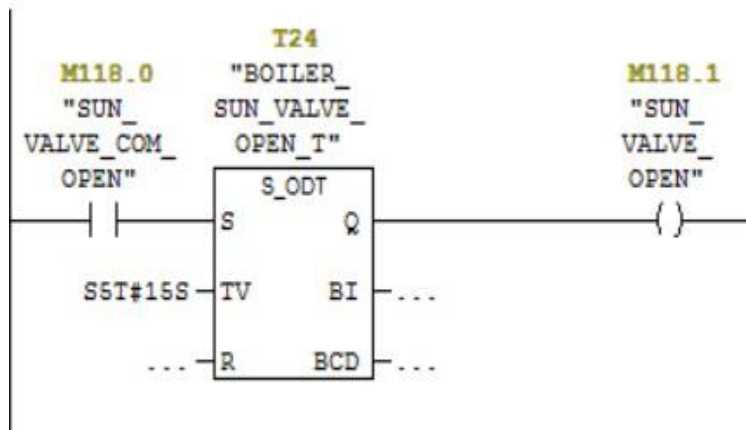
Εφόσον ενεργοποιηθεί η εντολή SUN\_SET\_COMMAND τότε έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε αν θα ανοίξει η ηλεκτροβάνα του ηλιακού αυτόματα η χειροκίνητα.

Εικόνα 73



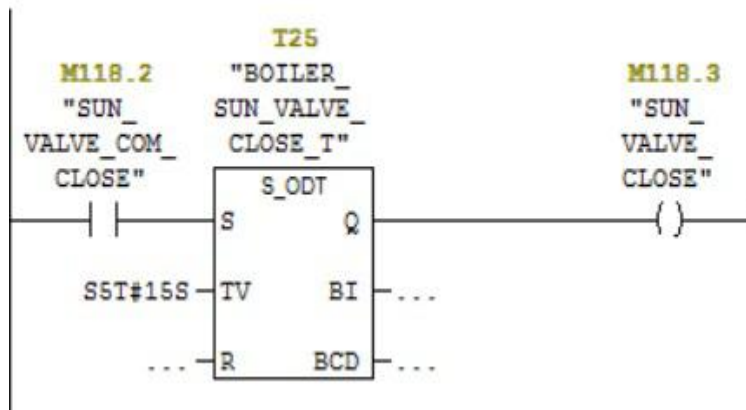
Έλεγχος για αν υπάρχει σφάλμα στον ηλιακό συλλέκτη.

Εικόνα 74



15 δευτερόλεπτα  
χρονοκαθυστέρηση για  
να ανοίξει η  
ηλεκτροβάννα.

Network 28 : Title:



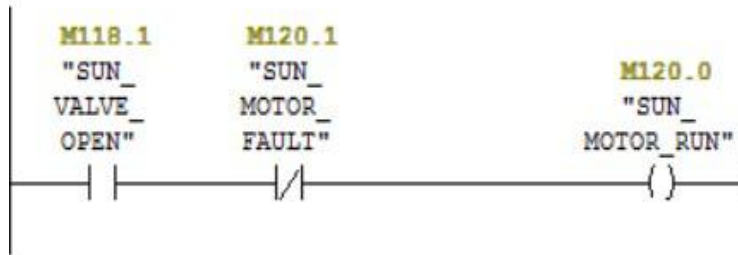
15 δευτερόλεπτα  
χρονοκαθυστέρηση για  
να κλείσει η  
ηλεκτροβάννα.

Εικόνα 75



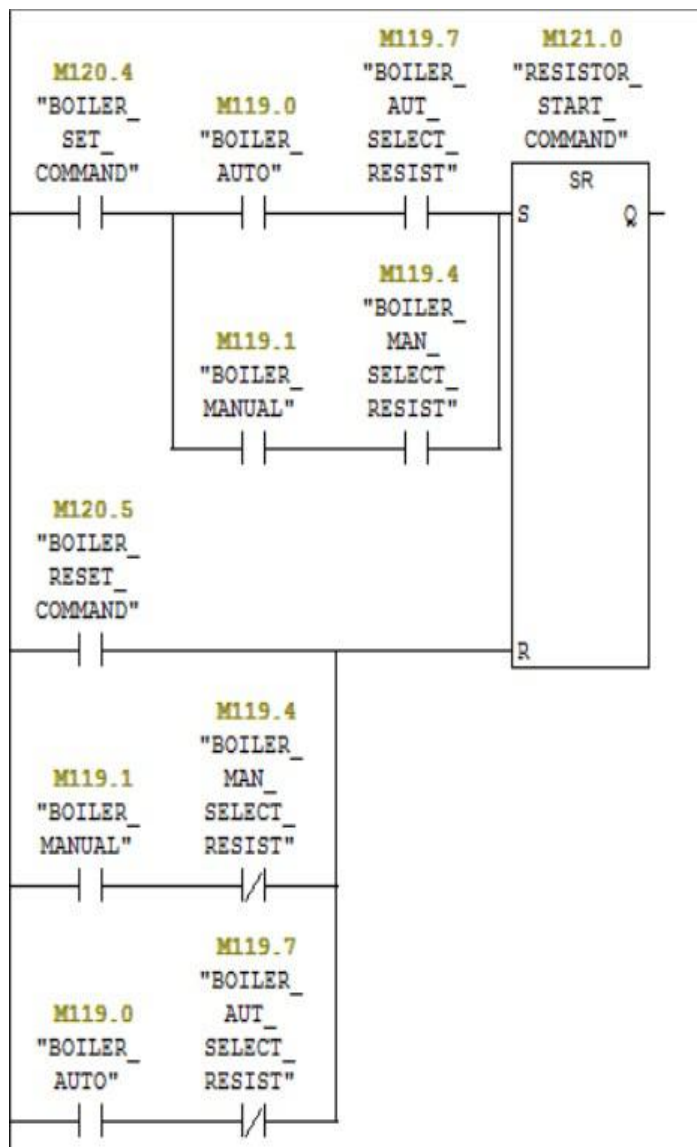
Η ηλεκτροβάννα παίρνει  
εντολή να ανοίξει αλλά  
επειδή είναι ξεχωριστό  
κύκλωμα του ηλιακού θα  
πρέπει να δοθεί και εντολή  
στον κυκλοφορητή του  
ηλιακού να ξεκινήσει.

Εικόνα 76



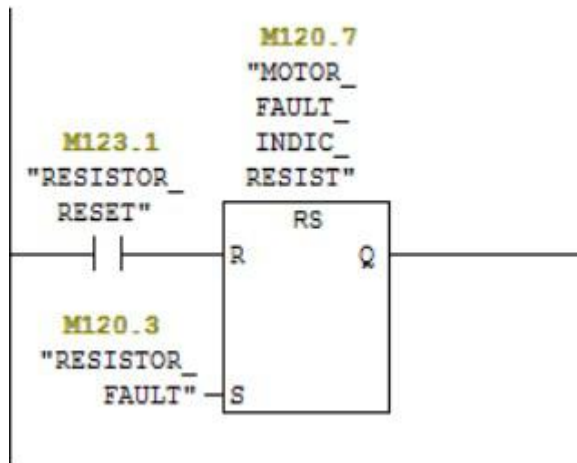
Εφόσον ανοίξει η ηλεκτροβάννα και δεν υπάρχει σφάλμα τότε ξεκινάει ο κυκλοφορητής του ηλιακού.

Εικόνα 77



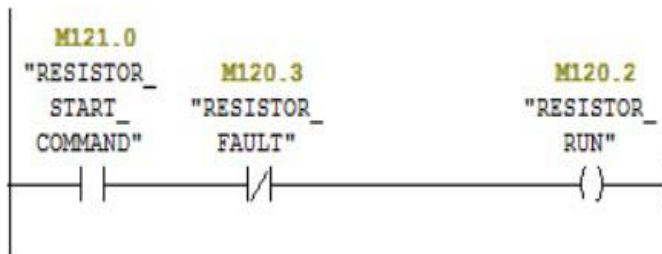
Εφόσον ενεργοποιηθεί η εντολή RESISTOR\_SET\_COMMAND τότε έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε αν θα ανοίξει η ηλεκτροβάννα του ηλιακού αυτόματα η χειροκίνητα.

Εικόνα 78



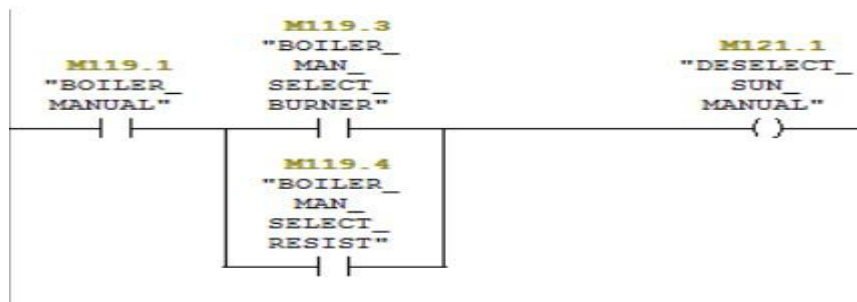
Πάλι εδώ υπάρχει έλεγχος για τυχόν σφάλματα. Εφόσον υπάρχει σφάλμα το R=0 και το S=1 οπότε θα μας ειδοποιεί για σφάλμα. Αφού φτιαχτεί το υποτιθέμενο σφάλμα τότε πατάμε το RESISTOR\_RESET και αφού τώρα έχουμε R=1 και S=0 οπότε το Q (MOTOR\_FAULT\_INDIC\_RESIST) γίνεται 0 και η αντίσταση λειτουργεί κανονικά.

Εικόνα 79

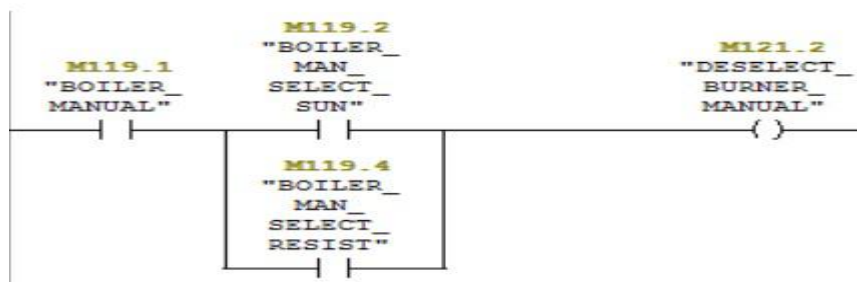


Εφόσον έρθει η εντολή RESISTOR\_START\_COMMAND και δεν υπάρχει σφάλμα τότε η αντίσταση ξεκινάει να δουλεύει.

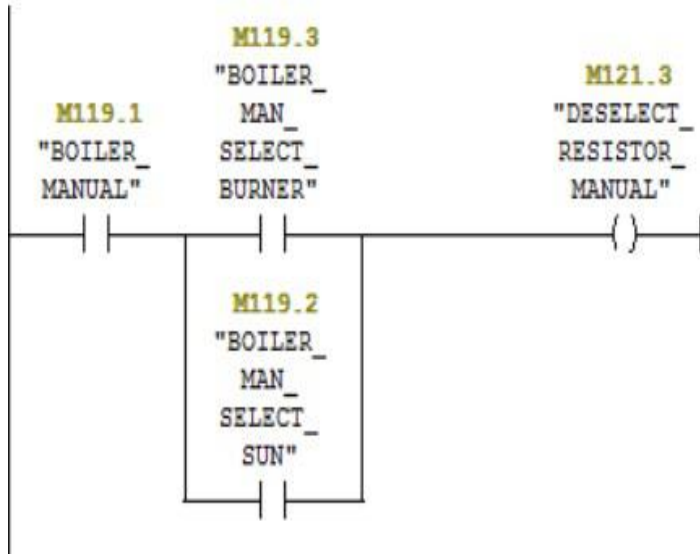
Εικόνα 80



Network 35 : Title:

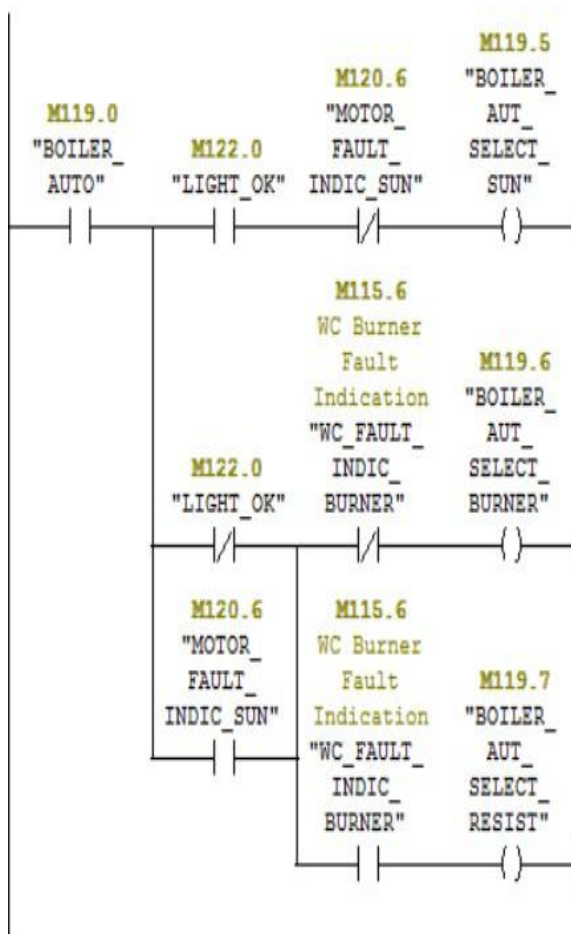


Εικόνα 81



!!! Και τα 3 network (Εικόνα 81,82) εδώ κάνουν παρόμοια λειτουργία. Σε περίπτωση που διαλέξαμε πριν να γίνει χειροκίνητη η επιλογή του τρόπου θέρμανσης των νερών του μπόιλερ τότε διαλέγοντας 1 από τα 3 αυτομάτως απενεργοποιούνται τα άλλα 2.

Εικόνα 82



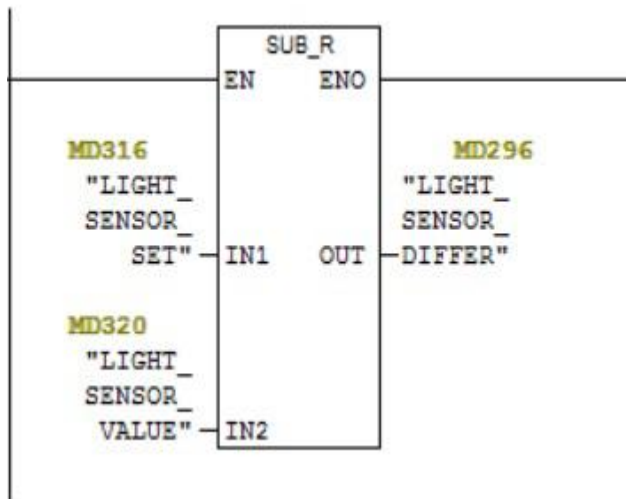
Σε περίπτωση τώρα που διαλέξουμε τον αυτόματο τρόπο έχουμε 3 περιπτώσεις

1) Αν η φωτεινότητα του ήλιου (δείχνω στην συνέχεια πως το βλέπουμε αυτό) είναι αυτή που θέλουμε και ΔΕΝ υπάρχει σφάλμα στον κυκλοφορητή του ηλιακού τότε το LIGHT\_OK γίνεται 1, το MOTOR\_FAULT\_INDIC\_SUN μένει όπως είναι και παίρνει μπρος το ηλιακό

2) Αλλιώς αν η φωτεινότητα δεν είναι όσο θέλουμε και δεν έχει σφάλμα ο λέβητας τότε το BOILER\_AUT\_SELECT\_BURNER ενεργοποιείται και ζεσταίνεται από εκεί το νερό

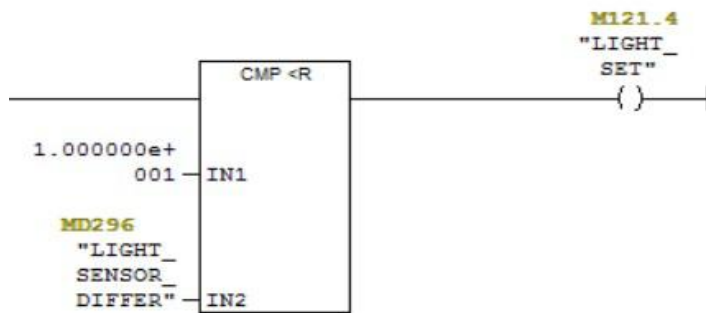
3) Σαν τελευταία επιλογή ΑΝ έχει σφάλμα το ηλιακό ή ο λέβητας τότε το BOILER\_AUT\_SELECT\_RESIST γίνεται 1 και ξεκινάει να λειτουργεί η αντίσταση.

Εικόνα 83



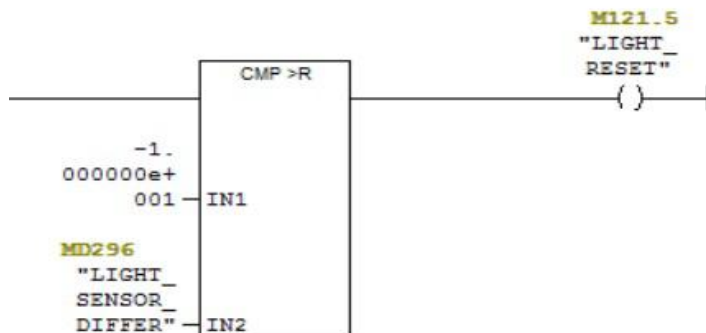
Θέτουμε μια τιμή για την φωτεινότητα στην οποία θέλουμε να παίρνει μπρος το ηλιακό και την αφαιρούμε με την φωτεινότητα που υπάρχει εκείνην την στιγμή

Εικόνα 84



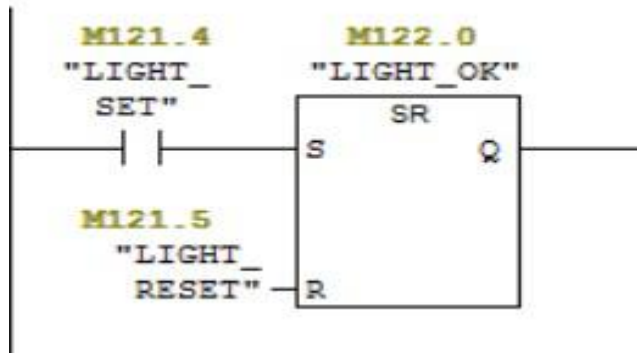
Όταν  $10 <$  Φωτεινότητα που θέσαμε-φωτεινότητα εκείνην την στιγμή τότε ενεργοποιείται η εντολή LIGHT\_SET

Network 40 : Room Reset Command



Όταν  $10 >$  Φωτεινότητα που θέσαμε-φωτεινότητα εκείνην την στιγμή τότε ενεργοποιείται η εντολή LIGHT\_RESET.

Εικόνα 85



Το LIGHT\_OK θα ισχύει μέχρι να πέσει η φωτεινότητα πιο χαμηλά απο το όριο που θέσαμε και να γίνει RESET.

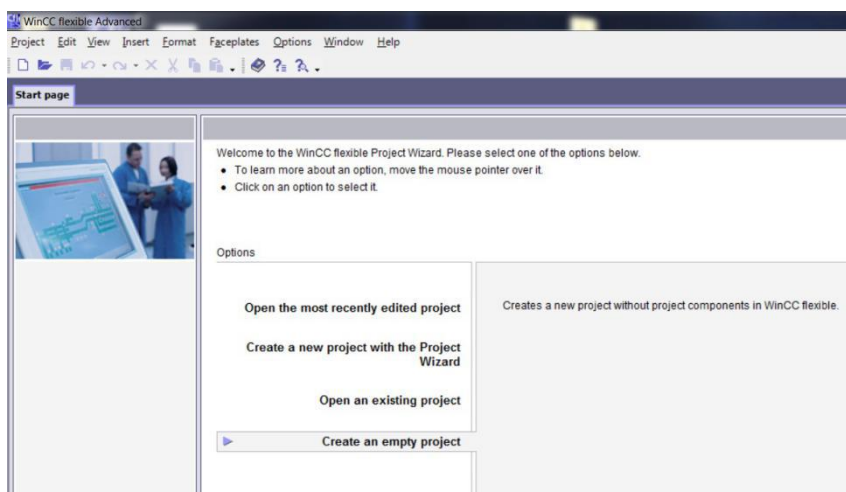
Εικόνα 86

### 4.3 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΤΟ SCADA



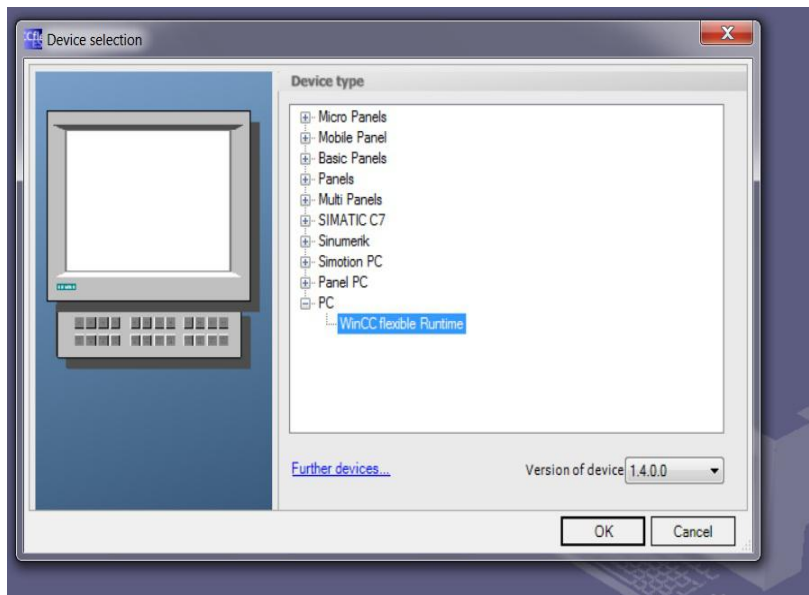
Το πρόγραμμα που χρησιμοποιώ για την απεικόνιση είναι το WinCC flexible 2008

Εικόνα 87



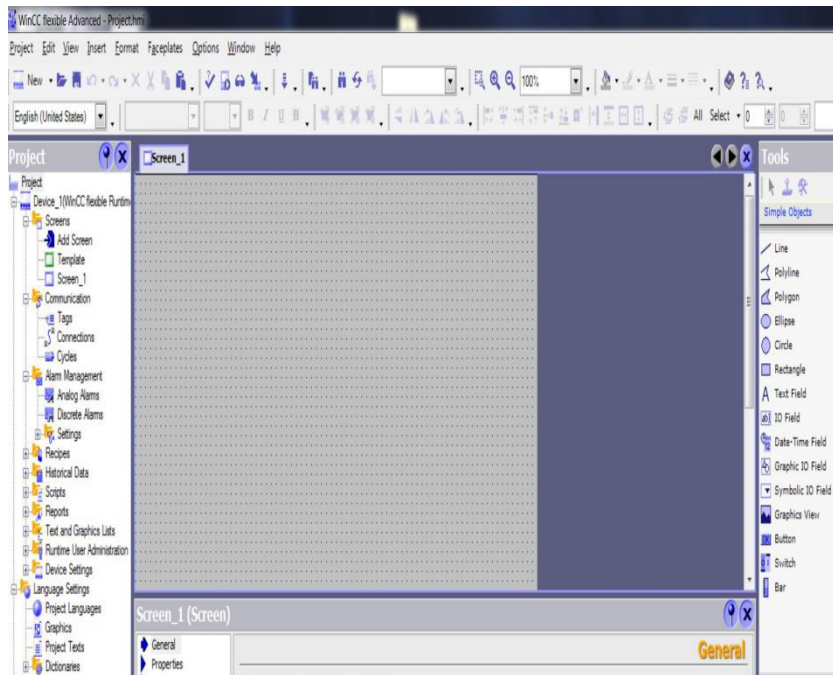
Εδώ επιλέγουμε Create an empty project

Εικόνα 88



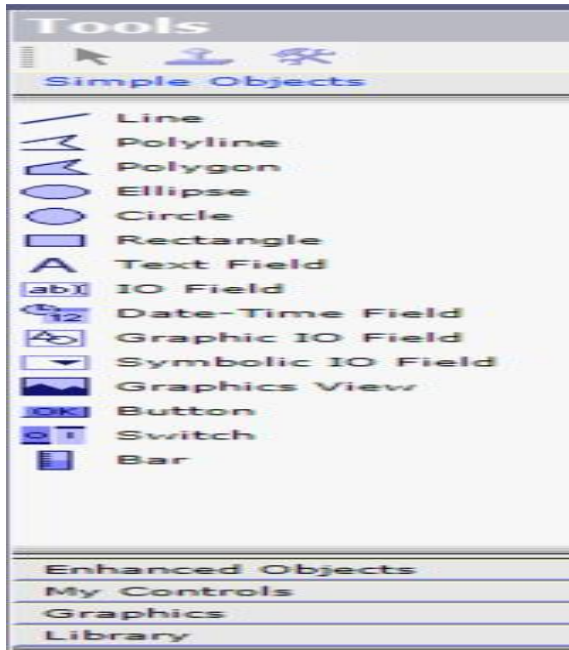
Διαλέγουμε σε τι μέσο θέλουμε να γίνει η απεικόνιση. Στην προκειμένη PC

Εικόνα 89



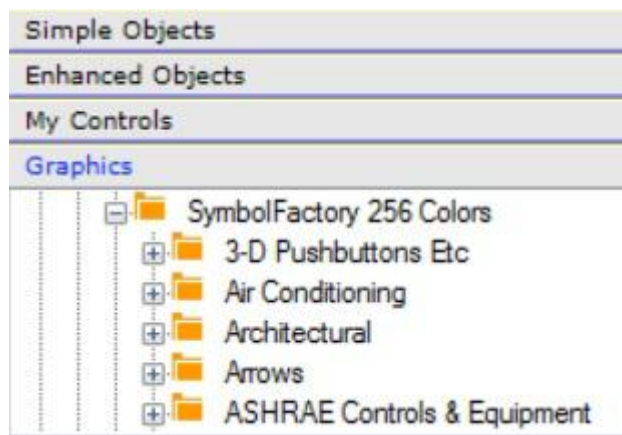
Το πρόγραμμα άνοιξε. Αριστερά στο Add Screen εγώ έφτιαξα 4 "οθόνες" (μια για κάθε υποσυγκρότημα του σχολείου.

Εικόνα 90



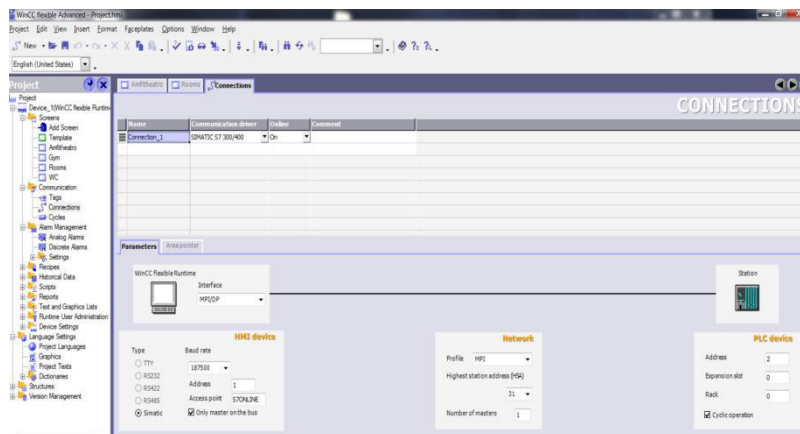
Με τα tools φτιάχνουμε τα σχήματα που θέλουμε στο WinCC

Εικόνα 91



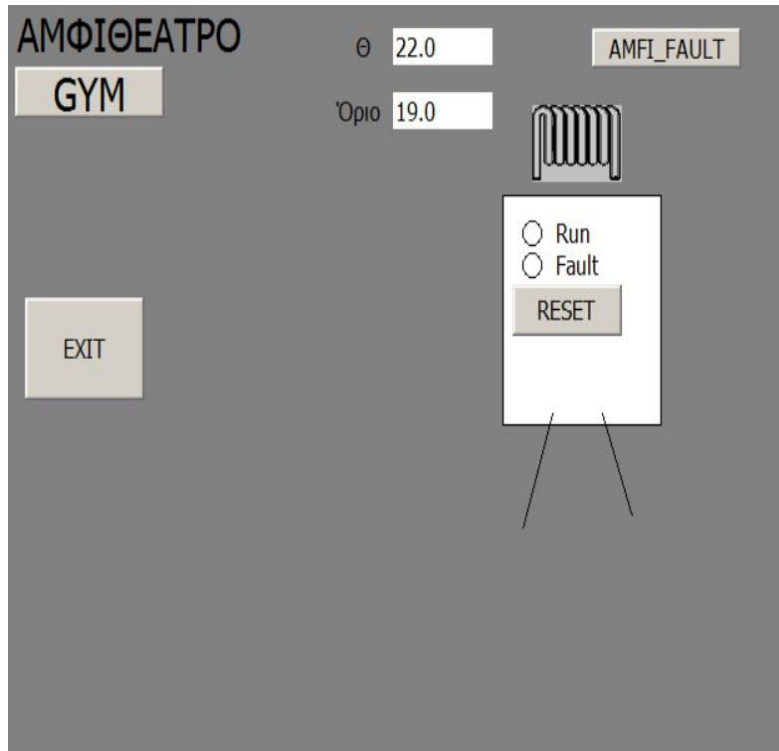
Εγώ χρησιμοποίησα κυρίως έτοιμα σχήματα που βρίσκονται στο Graphics → Symbol Factory 256 Colors

Εικόνα 92



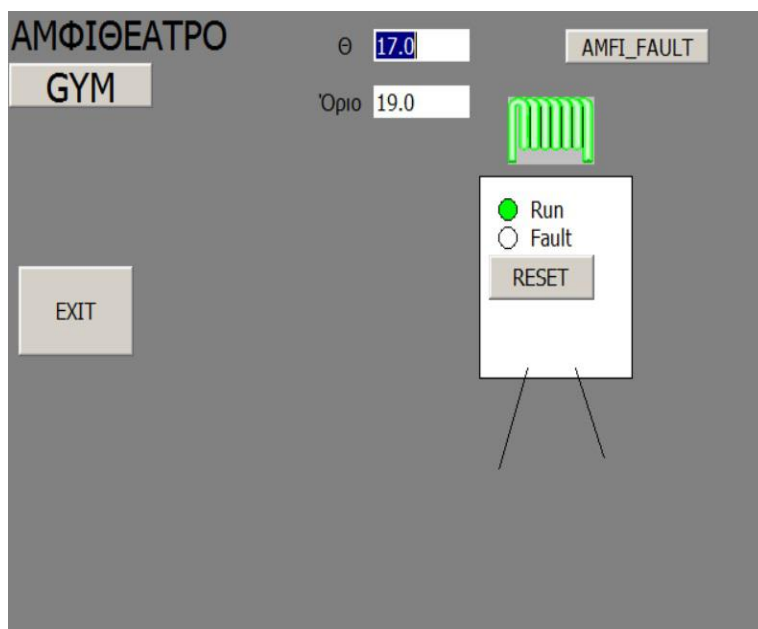
Για να περάσω τις μεταβλητές του PLC στο WinCC πάω στο connections και διαλέγω το PLC που χρησιμοποίησα

Εικόνα 93



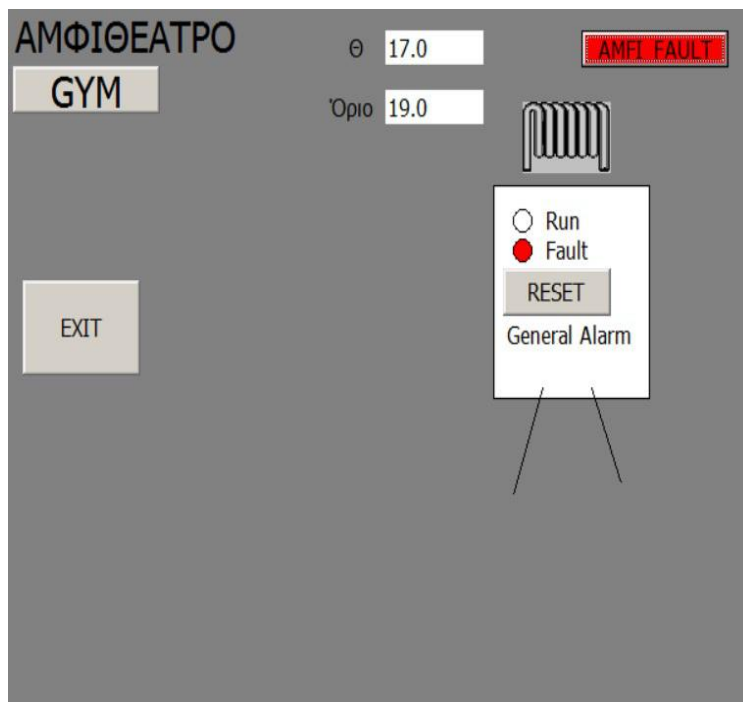
Εδώ είναι ο χώρος του αμφιθεάτρου. Όταν η θερμοκρασία μέσα είναι μεγαλύτερη από το όριο που έχουμε θέσει τότε δεν συμβαίνει τίποτα

Εικόνα 94



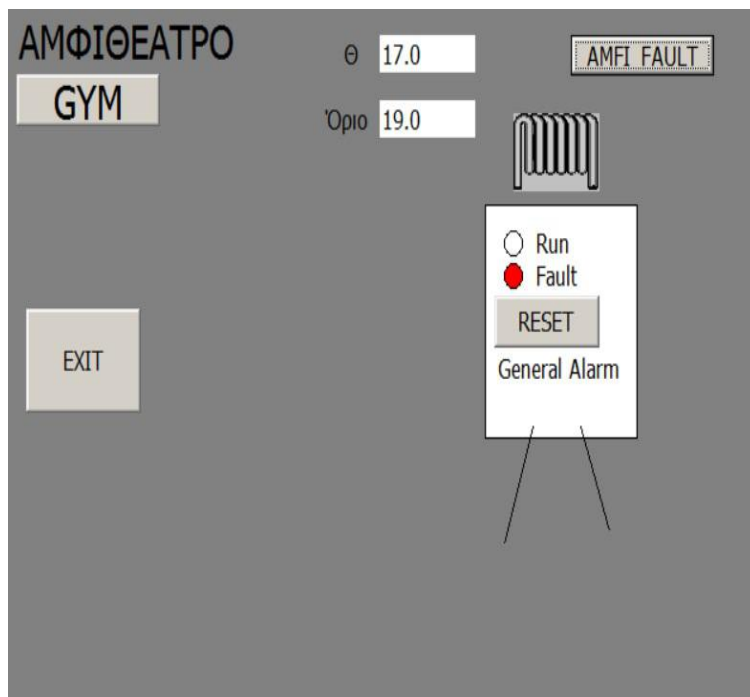
Όταν η θερμοκρασία πέσει 1 βαθμό περισσότερο κάτω από το όριο τότε παίρνει μπρος ο λέβητας (RUN) και ξεκινάει και δουλεύουν τα καλοριφέρ.

Εικόνα 95



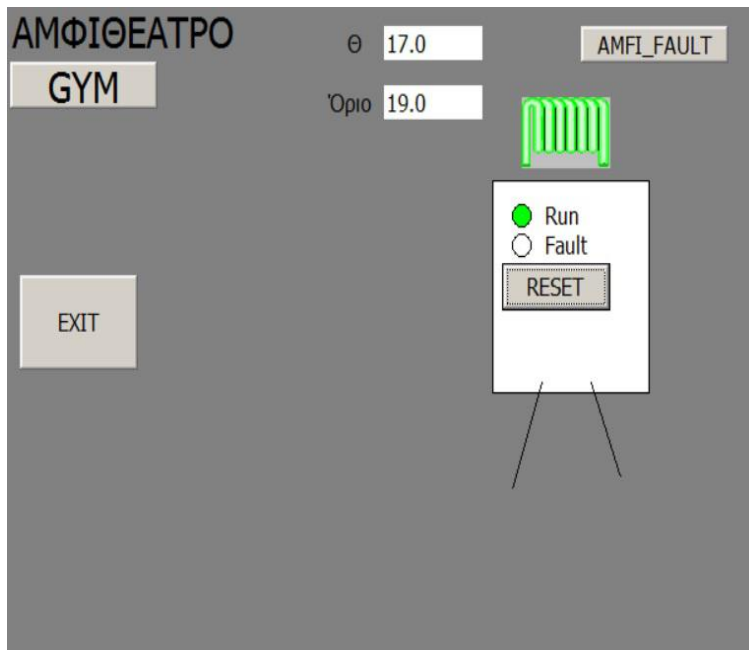
Εδώ πατάω το κουμπί AMFI\_FAULT για να δημιουργήσω εικονικό σφάλμα και όπως φαίνεται ο καυστήρας σταματάει και ανάβει το κουμπί του σφάλματος.

Εικόνα 96



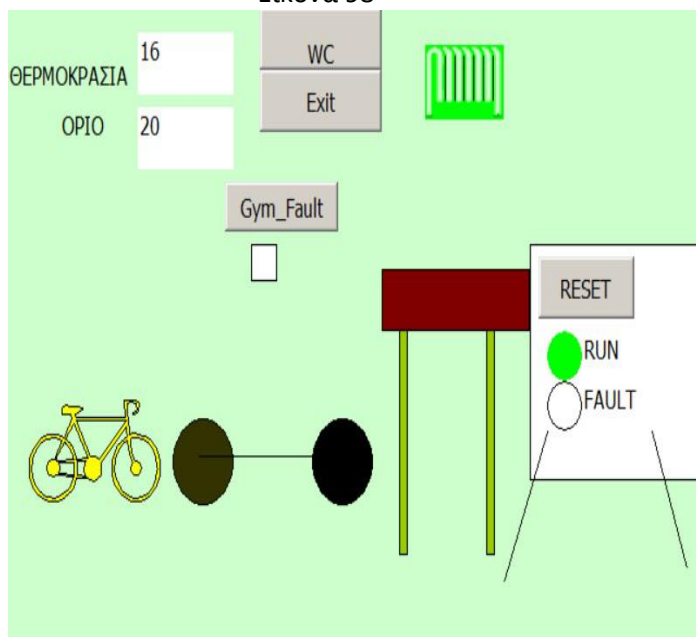
Εφόσον φτιαχτεί το εικονικό σφάλμα η ειδοποίηση μένει.

Εικόνα 97



Εφόσον φτιαχτεί το εικονικό σφάλμα πατάω RESET και ο λέβητας επανέρχεται στην κανονική του λειτουργία.

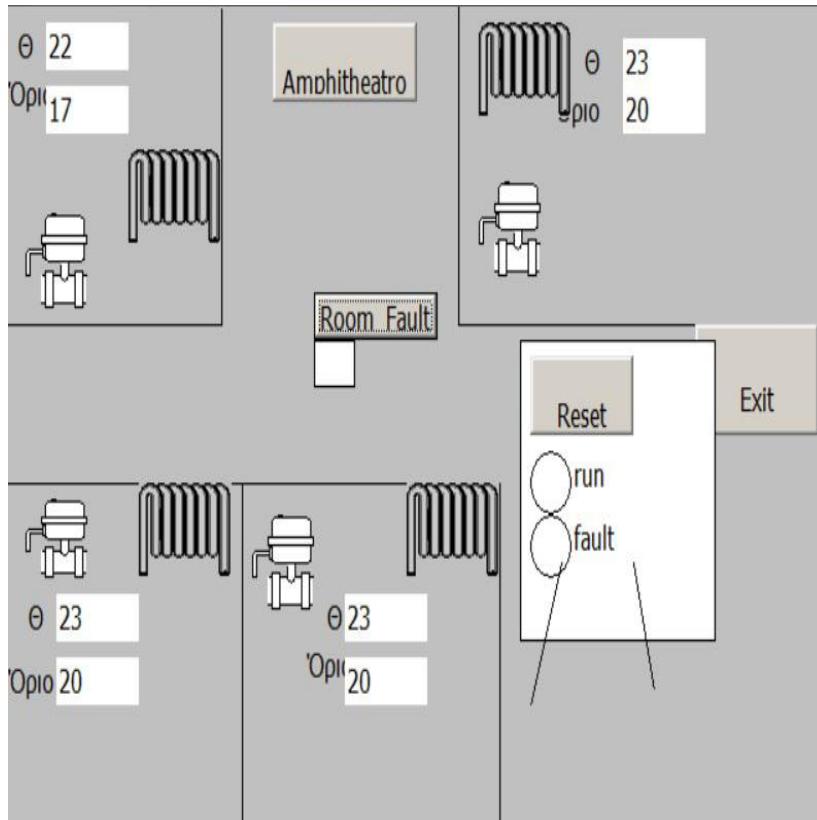
Εικόνα 98



Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και το Γυμναστήριο.

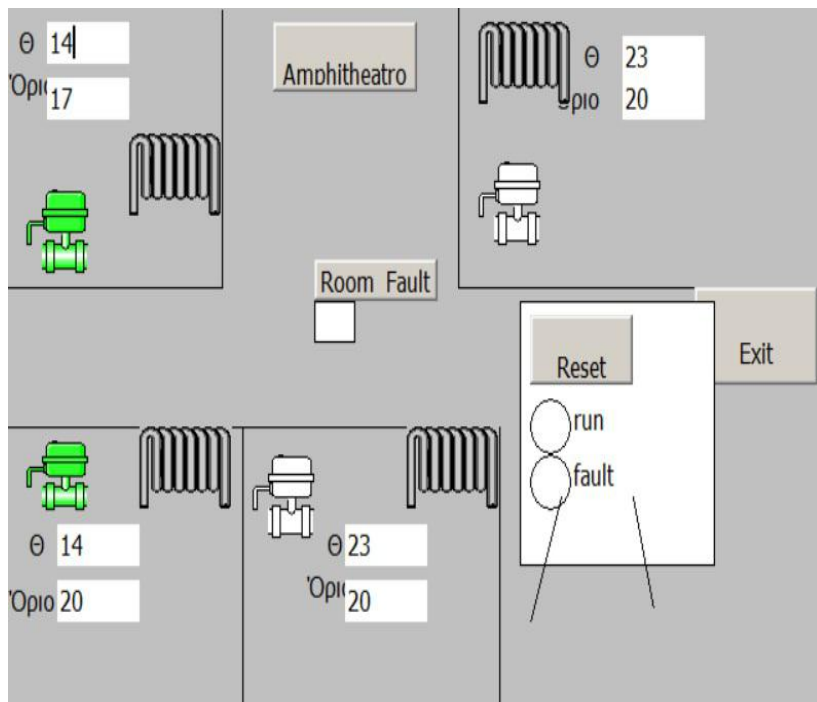
Εικόνα 99

Αυτό που αλλάζει είναι οι αίθουσες. Επειδή βάλαμε ηλεκτροβάνες μπορεί ο καυστήρας να λειτουργεί για να θερμάνει μόνο μια αίθουσα. Ή μπορεί και για όλες.



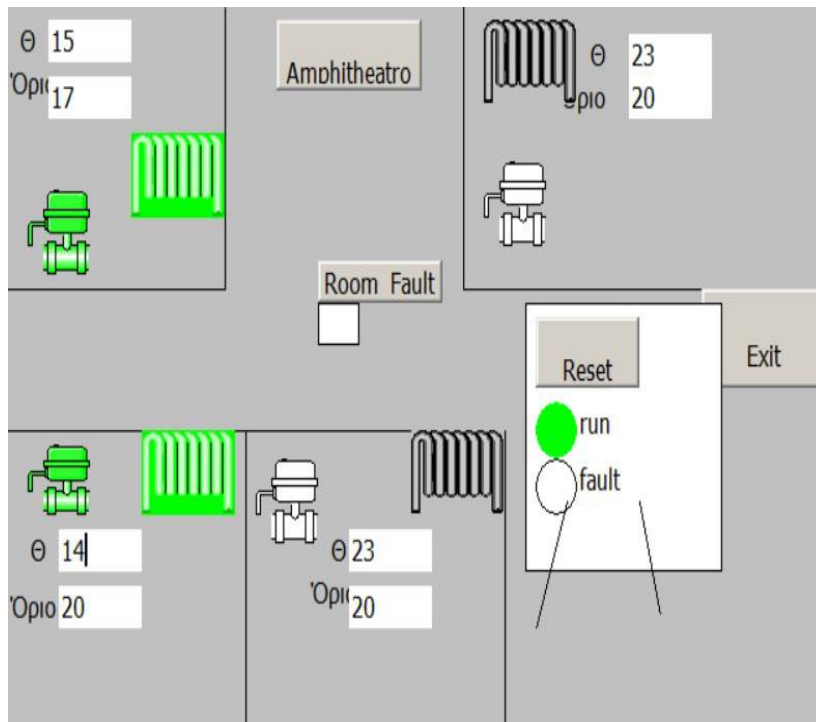
Εδώ βλέπουμε ότι όλες οι αίθουσες έχουν θερμοκρασία πάνω από το όριο που θέσαμε. Οπότε δεν συμβαίνει τίποτα.

Εικόνα 100



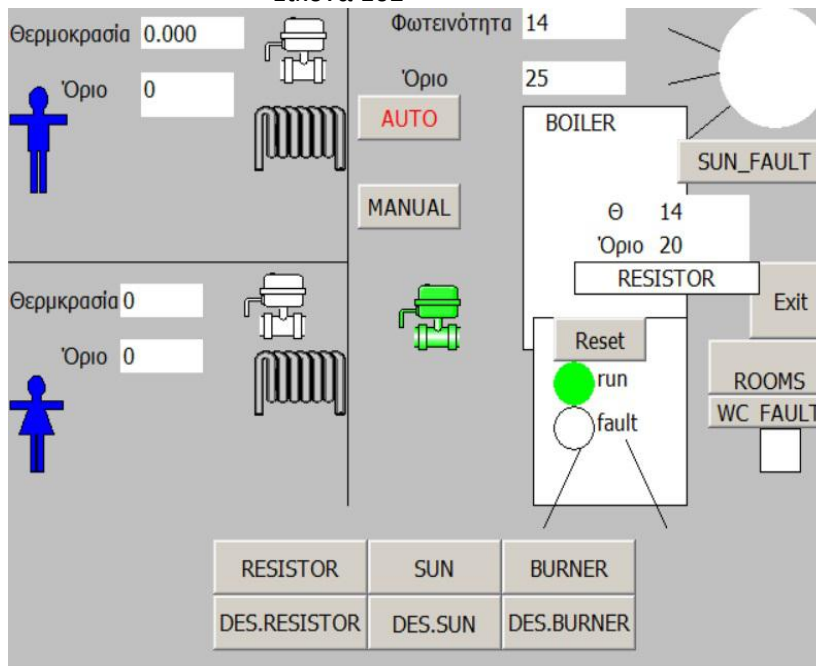
Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από το όριο που θέσαμε σε 2 αίθουσες τότε αρχικά ανοίγουν οι ηλεκτροβάνες.

Εικόνα 101



Και μετά από 15 δευτερόλεπτα (αυτόν τον χρόνο είχα θέσει στο πρόγραμμα) ξεκινάει ο λέβητας να λειτουργεί και ζεσταίνονται και τα καλοριφέρ.

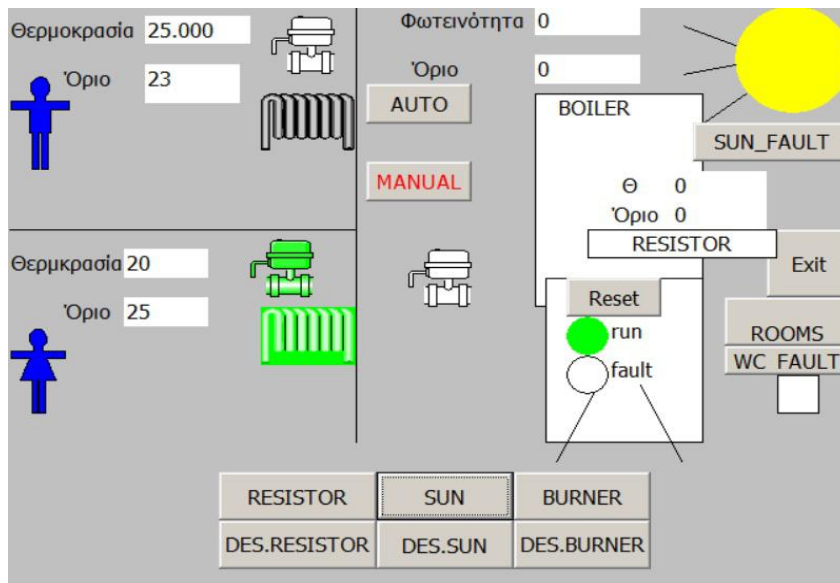
Εικόνα 102



Η θέρμανση των καλοριφέρ στις WC λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο που είδαμε και στα προηγούμενα υποσυγκροτήματα. Αυτό που αλλάζει είναι ότι θέλουμε και ζεστό νερό χρήσης από το μπόιλερ. Η θερμοκρασία του μπόιλερ είναι 14 βαθμούς ενώ το όριο είναι στους 20. Άρα το πρόγραμμα βλέπει πρώτα τον ηλιακό να χρησιμοποιήσει ως μέσον για θέρμανση

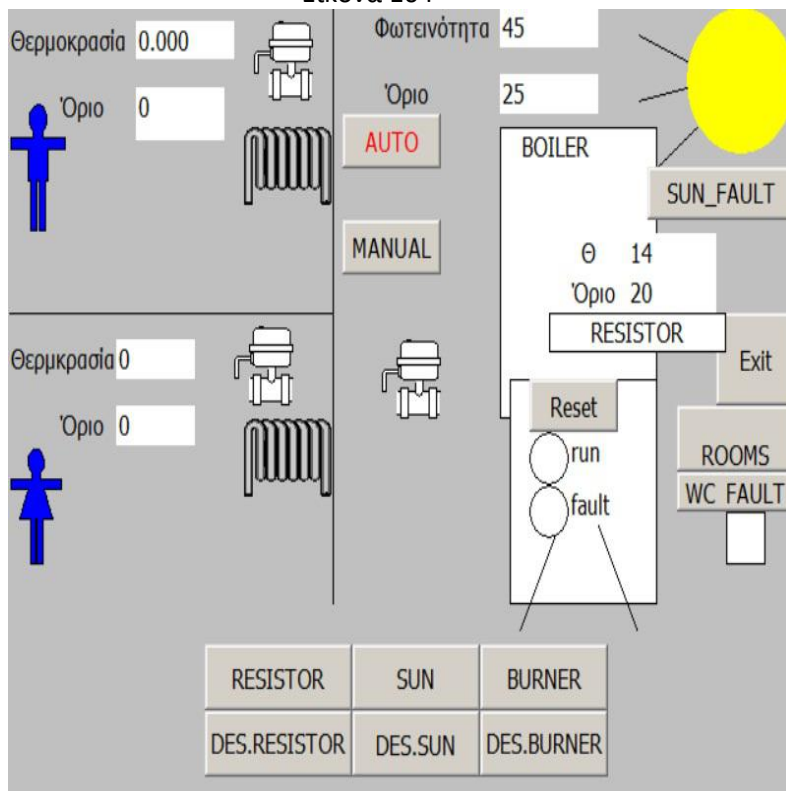
του νερού. Η φωτεινότητα του ήλιου όμως είναι χαμηλή οπότε αυτό ελέγξει ότι ο λέβητας δεν έχει σφάλμα ανοίγει η ηλεκτροβάννα και ξεκινάει να λειτουργεί ο καυστήρας

Εικόνα 103



Εδώ βλέπουμε ότι ο καυστήρας έχει ξεκινήσει για θέρμανση στην 2η τουαλέτα αλλά το μπόιλερ επέλεξε να το γυρίσω στο manual και διάλεξα ως τρόπο θέρμανσης του νερού το ηλιακό.

Εικόνα 104



Τέλος, εδώ για θέρμανση του νερού το γύρισα πάλι στο auto και πήρε μπρος το ηλιακό αφού η φωτεινότητα είναι κατά 20 μονάδες μεγαλύτερη από το όριο που θέσαμε.

Εικόνα 105

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

#### 5.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από πολλές ώρες πάνω απο έναν υπολογιστή και αρκετού διαβάσματος έχω καταλάβει οτι τα PLC έχουν πάρα πολλές εφαρμογές και τρομερές δυνατότητες. Η απεικόνιση του προγράμματος είναι εξίσου σημαντική γιαυτό και όλες οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν προγράμματα SCADA

#### 5.2 ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Θα μπορούσα να κάνω την απεικόνιση ακόμα πιο ωραία αλλά σαν πρώτη φορά είμαι αρκετά ευχαριστημένος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://ilektroaytomatismoi.blogspot.com/2017/10/plc-ladder-logic.html>

<https://www.electricalab.gr/e-yliko/siemens-plc-simatic-s7-200/545-plc-simatic-s7-200-siemens-1/file>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CF%82\\_%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CF%82_%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82)

<https://www.slideshare.net/ssuser9218dc/aftomat-kai-sae-enotita-3>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%AD%CE%B2%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82>

<http://users.sch.gr/fantakis/ARTHRA/BOILER-NEROY-2.pdf>

<http://electronics.orgfree.com/plc.html>

<https://el-va.com/index.php/blog/139-ti-einai-to-scada>