

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Αξιολόγηση SCADA Ανοιχτού Κώδικα και Υλοποίηση
Εργαστηριακών Ασκήσεων**

Πτυχιακή Εργασία του
Δημητρίου Τσαρούχα (2517)

Επιβλέπων: Δρ. Βολογιαννίδης Σταύρος, Επίκουρος Καθηγητής

Σέρρες, Νοέμβριος 2015

Υπεύθυνη δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ του Τ.Ε.Ι. Κεντρικής Μακεδονίας.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Βολογιαννίδη Σταύρο επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας.

Σύνοψη

Αξιολόγηση SCADA ανοιχτού κώδικα και υλοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται μια έρευνα σε λογισμικά SCADA ανοιχτού κώδικα με στόχο την υλοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων στο εργαστηριακό μάθημα Βιομηχανική Πληροφορική του τομέα Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών & Βιομηχανικών Εφαρμογών. Τα λογισμικά που έχουν επιλεγεί μετά από αξιολόγηση είναι το OpenAPC, το OpenSCADA και το IndigoSCADA. Παρουσιάζονται τρεις ασκήσεις στο λογισμικό OpenAPC, μία άσκηση στο λογισμικό OpenSCADA και μία άσκηση στο λογισμικό IndigoSCADA.

Abstract

Review of open source SCADA and implementation of laboratory exercises

This thesis has done a survey of open source software SCADA with a view to implementing laboratory exercises in lab classes Industrial Computers, field of Computer Architecture and Industrial Applications. The softwares that have been selected after an evaluation are OpenAPC, OpenSCADA and IndigoSCADA. Three exercises implemented in OpenAPC software, one exercise in OpenSCADA software and one exercise in IndigoSCADA software.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1	
Supervisory Control and Data Acquisition	2
1.1 SCADA	2
1.2 Κοινά συστατικά του συστήματος	2
1.3 Διεπαφή Ανθρώπου - Μηχανής.....	3
1.4 Έννοιες συστημάτων	5
1.5 Θέματα ασφαλείας	6
1.6 Το υλικό κομμάτι των SCADA	8
1.7 Η εξέλιξη των συστημάτων SCADA.....	9
Κεφάλαιο 2	
Λογισμικό ανοιχτού κώδικα OpenAPC	13
2.1 OpenAPC.....	13
2.2 Δημιουργία και εκτέλεση ενός έργου στο OpenAPC.....	14
2.3 Ιδιότητες ελέγχου του HMI.....	17
2.4 Τύποι ελέγχου του HMI.....	20
2.5 Η καρτέλα Flow Editor του ControlRoom.....	23
2.6 Δημιουργία πρώτου έργου.....	28
2.7 Δημιουργία δεύτερου έργου.....	38
2.8 Δημιουργία τρίτου έργου.....	43
Κεφάλαιο 3	
Λογισμικό ανοιχτού κώδικα OpenSCADA	54
3.1 OpenSCADA.....	54
3.2 Εγκατάσταση του OpenSCADA	55
3.3 Εκκίνηση του OpenSCADA.....	55
3.4 Δημιουργία νέου έργου	59
3.5 Απόκτηση δεδομένων από διεργασία συσκευής	63
3.6 Επεξεργασία δεδομένων.....	72
3.7 Παράμετροι που χαρακτηρίζονται από πηγές δεδομένων	82
3.8 Ενεργοποίηση της αρχειοθέτησης δεδομένων	86
3.9 Σχηματισμός οπτικής παρουσίασης.....	89
3.10 Προσθέτοντας το πρότυπο σελίδας και τη σύνδεση της δυναμικής στο έργο.....	90
3.11 Δημιουργία νέου πλαισίου στο μνημονικό σύστημα.....	95
3.12 Δημιουργία ενός νέου σύνθετου στοιχείου.....	99
3.13 Δημιουργία του widget “Air cooler” βασισμένο στα αρχικά “Elementary Figures”..	99
3.14 Δημιουργία του τελικού σύνθετου widget “Cooler” βασισμένο στα αρχικά “Elements Figures”.....	101
3.15 Προσθήκη του σύνθετου στοιχείου στο μνημονικό σχήμα.....	110
Κεφάλαιο 4	
Λογισμικό ανοιχτού κώδικα IndigoSCADA	113
4.1 IndigoSCADA	113
4.2 Χαρακτηριστικά του IndigoSCADA.....	113
4.3 Απαιτήσεις Υλικού.....	114
4.4 Απαιτήσεις Λογισμικού.....	114
4.5 Εγκατάσταση του IndigoSCADA.....	114
4.6 Εξαιρέσεις στο τείχος προστασίας.....	116

4.7 IndigoSCADA project management.....	117
4.8 Ξεκινώντας με το IndigoSCADA.....	117
4.9 Δημιουργία έργου με χρήση του προσομοιωτή Modbus.....	120
4.10 Ρύθμιση του προσομοιωτή PeakHMI.....	120
4.11 Διάβασμα και εγγραφή παραμέτρων στο Modbus.....	125
4.12 Ενεργοποίηση συναγερμών.....	127
4.13 Σχεδίαση γραφικών αντικειμένων με τα δεδομένα μιας διεργασίας.....	133
4.14 Ιστορική ανάλυση των δεδομένων.....	143
4.15 Συναγερμοί και ομαδοποίηση συναγερμών.....	144

Συμπεράσματα

Πηγές

Εισαγωγή

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας. Όλο και περισσότεροι είναι οι χρήστες υπολογιστικών συστημάτων σε πολλούς τομείς της καθημερινότητας. Τα λογισμικά δημιουργούνται με στόχο την εύκολη χρήση και λειτουργία από την πλευρά των χρηστών. Ένα αξιοσημείωτο γεγονός είναι η δημιουργία λογισμικών ανοιχτού κώδικα. Ως λογισμικό ανοιχτού κώδικα εννοείται το λογισμικό του οποίου ο πηγαίος κώδικας διατίθεται με κάποιον τρόπο ελεύθερα σε όσους ζητούν να τον εξετάσουν.[1] Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύονται με λεπτομέρεια τέτοιου είδους λογισμικά τα οποία συνδέονται με τη βιομηχανία. Τα λογισμικά SCADA ανοιχτού κώδικα δίνουν τη δυνατότητα στους κατόχους της βιομηχανικής παραγωγής να μπορούν να ελέγχουν απομακρυσμένα τον εξοπλισμό της επιχείρησής τους. Μπορούν επίσης να τα εγκαταστήσουν στους σταθμούς εργασίας τους δωρεάν και να συμβάλλουν στην εξέλιξή τους. Τα λογισμικά ανοιχτού κώδικα που αξιολογήθηκαν και στη συνέχεια συγγράφηκαν ασκήσεις με τη βοήθεια αυτών είναι τα OpenAPC, OpenSCADA και IndigoSCADA.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται ο όρος SCADA, παρουσιάζονται κάποια κοινά χαρακτηριστικά του συστήματος, γίνεται ανάλυση της διεπαφής ανθρώπου – μηχανής. Επιπλέον, αναφέρονται οι έννοιες των συστημάτων, παρουσιάζεται το υλικό κομμάτι των συστημάτων SCADA και το πώς αυτά έχουν εξελιχθεί. Τέλος, εξετάζονται σημαντικά θέματα ασφαλείας των συστημάτων SCADA.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναλύει το λογισμικό ανοιχτού κώδικα OpenAPC και παρουσιάζει το γραφικό περιβάλλον της διεπαφής ανθρώπου – μηχανής τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε πρακτικό αριθμό ασκήσεων.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει το λογισμικό ανοιχτού κώδικα OpenSCADA και παρουσιάζει το γραφικό περιβάλλον της διεπαφής ανθρώπου – μηχανής σε θεωρητικό επίπεδο το οποίο αναλύεται σε συνδυασμό με τη συγγραφή ενός έργου.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει το λογισμικό ανοιχτού κώδικα IndigoSCADA και παρουσιάζει το γραφικό περιβάλλον της διεπαφής ανθρώπου – μηχανής με τη δημιουργία ενός έργου.

Κεφάλαιο 1

Supervisory Control And Data Acquisition

1.1 SCADA

Με τον όρο SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) αναφερόμαστε στην έννοια του εποπτικού ελέγχου και της συλλογής δεδομένων. Είναι ένα σύστημα το οποίο λειτουργεί με κωδικοποιημένα σήματα πάνω από κανάλια επικοινωνίας έτσι ώστε να παρέχει έλεγχο σε έναν απομακρυσμένο εξοπλισμό. Γενικότερα θα ορίζαμε το SCADA ως μια κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού ελέγχου και τηλεμετρίας.[2] Η τηλεμετρία είναι η επιστήμη που ασχολείται με την ανάκτηση δεδομένων εξ αποστάσεως.[3] Τα συστήματα ελέγχου είναι συστήματα που βασίζονται σε υπολογιστή τα οποία παρακολουθούν και ελέγχουν τις βιομηχανικές διεργασίες που υπάρχουν στον φυσικό κόσμο. Ένα σύστημα ελέγχου μπορεί να συνδυάζεται με ένα σύστημα συλλογής δεδομένων. Με την προσθήκη της χρήσης των κωδικοποιημένων σημάτων πάνω από τα κανάλια επικοινωνίας αποκτούνται πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του απομακρυσμένου εξοπλισμού. Τα συστήματα SCADA διακρίνουν τους εαυτούς τους ιστορικά από άλλα συστήματα βιομηχανικού ελέγχου με το να εκτελούν διεργασίες μεγάλης κλίμακας, που μπορεί να περιλαμβάνουν πολλαπλές τοποθεσίες, και μεγάλες αποστάσεις.

Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν τις βιομηχανικές διεργασίες, τις διεργασίες υποδομής και τις διεργασίες εγκατάστασης. Οι βιομηχανικές διεργασίες περιλαμβάνουν εκείνες της μεταποίησης, της παραγωγής, της παραγωγής ενέργειας, την κατασκευή, και τη διύλιση, και μπορεί να λειτουργούν ως συνεχείς, καταμερισμού χρόνου, επαναλαμβανόμενες ή διακριτές. Οι διεργασίες υποδομής μπορούν να είναι δημόσιες ή ιδιωτικές, και περιλαμβάνουν την επεξεργασία νερού και τη διανομή, τη συλλογή και επεξεργασία λυμάτων, τους αγωγούς πετρελαίου και φυσικού αερίου, την ηλεκτρική μετάδοση και τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, τα αιολικά πάρκα, τα συστήματα συναγερμού πολιτικής άμυνας, και μεγάλα συστήματα επικοινωνίας. Οι διεργασίες εγκατάστασης λαμβάνουν χώρα τόσο σε δημόσιες εγκαταστάσεις όσο και σε ιδιωτικούς φορείς, συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων, αεροδρόμων, πλοίων, και διαστημικών σταθμών. Μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν θέρμανση, αερισμό, κλιματισμό, την πρόσβαση, και την κατανάλωση ενέργειας.

1.2 Κοινά συστατικά του συστήματος

Ένα σύστημα SCADA συνήθως αποτελείται από απομακρυσμένες τερματικές μονάδες, προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές, ένα σύστημα τηλεμετρίας, ένα διακομιστή απόκτησης δεδομένων, μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής, το ιστορικό, ένα σύστημα εποπτείας και μια επικοινωνιακή υποδομή που συνδέει το εποπτικό σύστημα σε απομακρυσμένες τερματικές μονάδες.

Πιο αναλυτικά, οι απομακρυσμένες τερματικές μονάδες (RTUs), συνδέονται με αισθητήρες στη διεργασία και μετατρέπουν τα σήματα του αισθητήρα σε ψηφιακά δεδομένα. Έχουν υλικό τηλεμετρίας ικανό να στέλνει ψηφιακά δεδομένα στο εποπτικό σύστημα, καθώς και να λαμβάνει ψηφιακές εντολές από το εποπτικό σύστημα. Τα RTUs έχουν ενσωματωμένες δυνατότητες ελέγχου, όπως η λογική σκάλα προκειμένου να επιτευχθούν λογικές πράξεις. Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLCs), συνδέονται με αισθητήρες στη διεργασία και μετατρέπουν τα σήματα του αισθητήρα σε ψηφιακά δεδομένα. Τα PLCs

έχουν πιο εξελιγμένες ενσωματωμένες δυνατότητες ελέγχου (συνήθως χρησιμοποιούν μια ή περισσότερες IEC 61131-3 γλώσσες προγραμματισμού) από τα RTUs. Τα PLCs δεν έχουν υλικό τηλεμετρίας. Χρησιμοποιούνται μερικές φορές στη θέση των RTUs ως συσκευές τομέα (field devices), επειδή είναι πιο οικονομικά, ευέλικτα και προσαρμόσιμα. Ένα σύστημα τηλεμετρίας συνήθως χρησιμοποιείται για τη σύνδεση PLCs και RTUs με τα κέντρα ελέγχου, τις αποθήκες δεδομένων, και την επιχείρηση. Παραδείγματα των ενσύρματων μέσω τηλεμετρίας που χρησιμοποιούνται σε συστήματα SCADA περιλαμβάνουν τις μισθωμένες τηλεφωνικές γραμμές και τα WAN κυκλώματα. Παραδείγματα των ασύρματων μέσω τηλεμετρίας που χρησιμοποιούνται σε συστήματα SCADA περιλαμβάνουν δορυφορική και ασύρματη σύνδεση. Ένας διακομιστής απόκτησης δεδομένων είναι μια υπηρεσία λογισμικού που χρησιμοποιεί βιομηχανικά πρωτόκολλα για τη σύνδεση των υπηρεσιών λογισμικού, μέσω τηλεμετρίας, με συσκευές πεδίου όπως τα RTUs και PLCs. Επιτρέπει στους πελάτες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα από αυτές τις συσκευές πεδίου με τη χρήση τυποποιημένων πρωτοκόλλων. Μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής ή HMI (Human- Machine Interface) είναι η συσκευή η οποία παρουσιάζει επεξεργασμένα δεδομένα σε κάποιον άνθρωπο - χειριστή, και μέσω αυτής, ο άνθρωπος - χειριστής παρακολουθεί και αλληλεπιδρά με τη διεργασία. Το HMI είναι ο πελάτης που ζητά δεδομένα από ένα διακομιστή απόκτησης δεδομένων. Το ιστορικό είναι μια υπηρεσία λογισμικού που συσσωρεύει χρονοσημασμένα δεδομένα, αποτελέσματα λογικών πράξεων, και συναγερούς σε μια βάση δεδομένων, στην οποία μπορούν να αναζητηθούν ή να χρησιμοποιηθούν για τη συμπλήρωση γραφικών αναπαραστάσεων στο HMI. Το ιστορικό είναι ο πελάτης που ζητά δεδομένα από ένα διακομιστή απόκτησης δεδομένων. Ένα σύστημα εποπτείας συνήθως αποτελείται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και έχει ως σκοπό τη συγκέντρωση (απόκτηση) στοιχείων σχετικά με τις διεργασίες και την αποστολή εντολών (έλεγχος) στο σύστημα SCADA.

1.3 Διεπαφή Ανθρώπου – Μηχανής

Μια διεπαφή μέσω της οποίας ελέγχονται και παρουσιάζονται τα δεδομένα μιας διεργασίας σε κάποιο φυσικό πρόσωπο, ονομάζεται διεπαφή ανθρώπου μηχανής HMI (Human Machine interface). Έχει αναπτυχθεί κυρίως για την παρακολούθηση των δεδομένων που παράγονται από βιομηχανικές διεργασίες και εξοπλισμούς, τα οποία περιγράφονται στη συνέχεια με αναφορά σε αυτή την εφαρμογή. Συνήθως συνδέεται με τις βάσεις δεδομένων των συστημάτων SCADA και τα προγράμματα λογισμικού. Δίνει στον χειριστή του συστήματος μια ακριβή απεικόνιση για το τι συμβαίνει πραγματικά στο σύστημα. Ο χειριστής μπορεί να αλληλεπιδράσει με το πραγματικό σύστημα καθώς το HMI του δίνει τη δυνατότητα να παρέχει τάσεις, να εισάγει δεδομένα, να παίρνει πληροφορίες, να εξάγει συμπεράσματα από γραφικές απεικονίσεις και να γνωρίζει τη χρονική διάρκεια ενός συμβάντος. Οι πληροφορίες παρουσιάζονται συνήθως ως ένα διάγραμμα, δηλαδή μια σχηματική αναπαράσταση της εγκατάστασης. Ένα μιμικό διάγραμμα αποτελείται από γραφικές και συμβολικές αναπαραστάσεις, ψηφιακές φωτογραφίες του τεχνολογικού εξοπλισμού ή και κινούμενα σύμβολα που αναπαριστούν τα στοιχεία του συστήματος. Για παράδειγμα μια εικόνα αντλίας συνδεδεμένη με ένα σωλήνα μπορεί να δείξει στο χειριστή ότι η αντλία λειτουργεί και ελέγχει τη ρευστότητα του υγρού που διέρχεται μέσω του σωλήνα την ίδια χρονική στιγμή. Αν ο χειριστής αποφασίσει να στρέψει την αντλία ώστε να μη διέρχεται υγρό μέσα από τον σωλήνα, το HMI θα δείξει τον ρυθμό μείωσης της ροής του υγρού σε πραγματικό χρόνο.

Για το σύστημα SCADA το πακέτο HMI περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα σχεδίασης όπου ο χειριστής μπορεί να προσαρμόσει τα στοιχεία που απεικονίζονται στο περιβάλλον

σύμφωνα με τις ανάγκες του συστήματος. Μπορούν να σχεδιαστούν απλά συστήματα όπως για παράδειγμα η απεικόνιση ενός φαναριού, η οποία αντιπροσωπεύει την κατάσταση ενός πραγματικού φαναριού στον τομέα, ή σύνθετα συστήματα όπως μια οθόνη πολλαπλών προβολών που αντιπροσωπεύει τη θέση του συνόλου των ανελευκυστήρων σε έναν ουρανοξύστη.

Ένα σημαντικό μέρος των περισσότερων εφαρμογών SCADA είναι η διαχείριση των συναγερμών. Το σύστημα παρακολουθεί κατά πόσον ορισμένες συνθήκες συναγερμού πληρούνται, ώστε να καθορίσει πότε έχει συμβεί ένα συμβάν συναγερμού. Μόλις ανιχνευθεί ένα συμβάν συναγερμού, λαμβάνονται μία ή περισσότερες ενέργειες. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει ένα σημείο συναγερμού δηλαδή ένα ψηφιακό σημείο που είτε έχει μια συγκεκριμένη τιμή είτε βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού. Ένα σύστημα SCADA παρακολουθεί τις τιμές που παίρνει το σημείο συναγερμού. Εάν αυτές υπερβούν το επιτρεπτό όριο που έχει θέσει ο χειριστής τότε το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού. Ως παραδείγματα συναγερμών θα μπορούσαν να θεωρηθούν μια σειρήνα, ένα αναδυόμενο παράθυρο σε μια οθόνη ή μια περιοχή της οθόνης να αναβοσβήνει (π.χ. λυχνία ρεζερβουάρ καυσίμων). Ο ρόλος του δείκτη συναγερμού είναι να επιστήσει την προσοχή του χειριστή, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Η απομακρυσμένη παρακολούθηση χρησιμοποιείται συχνά στη βιομηχανία. Μεσώ ενός ενιαίου σταθμού εργασίας οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν τα πολύπλοκα βιομηχανικά συστήματα με ευκολία. Με την ανάπτυξη του Διαδικτύου οι διαχειριστές των συστημάτων SCADA δεν περιορίζονται σε γεωγραφικές τοποθεσίες. Υπάρχει μια πληθώρα δεδομένων καθώς πολλές επιχειρήσεις είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο σε ολόκληρο τον κόσμο οπότε η ασφάλεια και η αξιοπιστία είναι στόχος των σύγχρονων συστημάτων ελέγχου. Οι σταθμοί εργασίας μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές από τα βιομηχανικά συστήματα.

Έχουν αναπτυχθεί κατάλληλα σχεδιασμένα προγράμματα HMI μέσω των οποίων ο χειριστής μπορεί να σχεδιάζει ένα σύστημα, να εισάγει τιμές, να παίρνει πληροφορίες και το σύστημα είναι σε θέση να τις επεξεργάζεται και να στέλνει τα αποτελέσματα. Πολλές εταιρίες κατασκευάζουν συστήματα ελέγχου κατάλληλα σχεδιασμένα για μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις και τα διαθέτουν στην αγορά. Παραδείγματα εταιριών κατασκευής SCADA αποτελούν οι Azeotech με το DAQFactory, η Inductive Automation με το Ignition, η Schneider Electric με το Wonderware κ.α.

Αυτά τα πακέτα λογισμικού έχουν σχεδιαστεί με στόχο την εύκολη αποθήκευση και πρόσβαση στις πληροφορίες του συστήματος ελέγχου. Παρέχουν τη γρήγορη ανάπτυξη συστημάτων, την πολυχρηστικότητα και την απομακρυσμένη πρόσβαση. Χρησιμοποιώντας ένα διακομιστή ο χειριστής του SCADA είναι σε θέση να διαχειριστεί τα δεδομένα από ένα σημείο. Έχοντας πρόσβαση στις πληροφορίες του συστήματος μπορεί να εκτελέσει και να δει τις ενέργειες που πραγματοποιούνται στο σύστημα σε πραγματικό χρόνο. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων με τις οποίες οι χειριστές μπορούν να συνδεθούν, να εισάγουν και να ανακτήσουν δεδομένα. Με τη βοήθεια του ιστορικού επιτυγχάνεται η καταγραφή και η αρχειοθέτηση των δεδομένων. Με την ανάπτυξη τόσο των λειτουργικών συστημάτων όσο και του Διαδικτύου, τα περισσότερα λογισμικά είναι κτισμένα σε αρχιτεκτονική web – based/cross - platform που τους χαρίζει την ευκολία εγκατάστασης σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα και δεν επηρεάζονται από κενά ασφαλείας που τυχόν προκύπτουν σε αυτά. Είναι βασισμένα στις σύγχρονες προδιαγραφές της τεχνολογίας πληροφοριών, δηλαδή χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα TCP, HTTP και SSL για την επικοινωνία πελάτη διακομιστή και το πρότυπο SQL για τις βάσεις δεδομένων για την

αποθήκευση των δεδομένων. Διασφαλίζουν όλα τα κανάλια επικοινωνίας δεδομένων κρυπτογραφώντας τα με σύγχρονα πρωτόκολλα κρυπτογράφησης. Η πρόσβαση του πελάτη στον διακομιστή είναι ακριβώς όπως η πρόσβαση σε οποιονδήποτε web server. Ο ενσωματωμένος έλεγχος δίνει στους διαχειριστές τη δυνατότητα να δουν με λεπτομέρεια και ακρίβεια ποιος έκανε κάποια ενέργεια στο σύστημα.

Ωστόσο, όλα τα δεδομένα στον κόσμο δεν είναι πολύ χρήσιμα χωρίς την ικανότητα να εμφανιστούν εύκολα και να αναλυθούν δυναμικά ώστε να πραγματοποιηθούν άμεσες ενέργειες στο σύστημα. Για το λόγο αυτό οι σχεδιαστές των HMI/SCADA παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου της κατάστασης του συστήματος σε πραγματικό χρόνο και τη δυνατότητα της ανάλυσης και της εμφάνισης της κατάστασης του εξοπλισμού μέσω των χαρτών, των τάσεων και των διαγραμμάτων. Χρησιμοποιούνται προηγμένα εργαλεία μαθηματικής ανάλυσης και χειρισμού των δεδομένων ώστε να εμφανιστούν τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο. Τα αποτελέσματα μπορούν να εξαχθούν σε μια πλήρη σειρά δυναμικών εκθέσεων, σε μορφή λογιστικών φύλλων ή/και σε μορφή PDF. Το HMI παρέχει στον χειριστή την δυνατότητα να δημιουργήσει και να αναπαραστήσει σε γραφικό περιβάλλον το βιομηχανικό σύστημα. Τα ευέλικτα εργαλεία σχεδίασης επιτρέπουν τη δημιουργία οποιουδήποτε σχήματος, δυσδιάστατων και τρισδιάστατων σχεδίων, την εισαγωγή σχεδίων SVG, την κατασκευή κινούμενων εικόνων, διακόπτες, λαβές, σωλήνες, αντλίες, δεξαμενές, φούρνους κ.α. Ο χειριστής μπορεί να ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο για την κατάσταση του συστήματος μέσω ειδοποιήσεων όπως είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ένα μήνυμα στο κινητό τηλέφωνο ή ακόμη και ένα εισερχόμενο τηλεφώνημα. Επίσης μπορεί να προσαρμόσει διαφόρων τύπων συναγερμούς ανάλογα με τις ανάγκες του. Για παράδειγμα όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού θα ενημερώσει τον χειριστή με το να αναβοσβήνει την οθόνη στο κέντρο ελέγχου, με αλλαγή χρώματος ή άλλη ένδειξη στην οθόνη, με μια τοπική κόρνα ή ένα φωτεινό σήμα, μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ή με τηλεειδοποίηση.

1.4 Έννοιες συστημάτων

Ο όρος SCADA αναφέρεται συνήθως σε κεντρικά συστήματα τα οποία παρακολουθούν και ελέγχουν ολόκληρες τοποθεσίες, ή συμπλέγματα συστημάτων τα οποία απλώνονται σε μεγάλες περιοχές. Οι περισσότερες ενέργειες ελέγχου εκτελούνται αυτόματα με RTUs ή με PLCs. Για παράδειγμα, ένα PLC μπορεί να ελέγχει τη ροή ψύξης του νερού μέσα από ένα τμήμα μιας βιομηχανικής διεργασίας. Το σύστημα SCADA έχει τη δυνατότητα να επιτρέπει στους χειριστές να αλλάξουν τα καθορισμένα σημεία ροής, και να ενεργοποιήσουν συνθήκες συναγερμού, όπως απώλεια της ροής και υψηλή θερμοκρασία, έτσι ώστε να εμφανίζονται και να καταγράφονται. Ο βρόγχος ελέγχου ανάδρασης περνά μέσα από τα RTU ή PLC, ενώ το σύστημα SCADA παρακολουθεί την συνολική απόδοση του βρόγχου.

Η απόκτηση των δεδομένων ξεκινά από το επίπεδο των RTU ή PLC και περιλαμβάνει τις ενδείξεις του μετρητή και τις εκθέσεις για την κατάσταση του εξοπλισμού, που όπως απαιτείται, ανακοινώνονται στο SCADA. Τα δεδομένα στη συνέχεια μεταφράζονται και διαμορφώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ένας χειριστής στο δωμάτιο ελέγχου χρησιμοποιώντας το HMI να μπορέσει να πάρει εποπτικές αποφάσεις για να προσαρμόσει ή να παρακάμψει τον κανονικό έλεγχο των RTU ή PLC. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να τροφοδοτούνται σε ένα ιστορικό, συχνά χτισμένο σε ένα είδος συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων, ώστε να επιτραπούν αναλυτικές ενέργειες ελέγχου. Τα συστήματα SCADA εφαρμόζουν μια κατανεμημένη βάση δεδομένων, η οποία περιέχει

στοιχεία δεδομένων που ονομάζονται ετικέτες ή σημεία. Ένα σημείο αναπαριστά μια μοναδική τιμή εισόδου ή εξόδου η οποία παρακολουθείται ή ελέγχεται από το σύστημα. Τα σημεία μπορεί να είναι είτε "σκληρά" είτε "χαλαρά". Ένα σκληρό σημείο αναπαριστά μια πραγματική είσοδο ή έξοδο του συστήματος, ενώ ένα χαλαρό σημείο είναι ένα αποτέλεσμα μιας λογικής και μαθηματικής διαδικασίας που εφαρμόζεται σε άλλα σημεία. Τα σημεία συνήθως αποθηκεύονται ως ζεύγη τιμής - χρόνου (timestamp) συνήθως μια τιμή, και το χρόνο όταν αυτό καταγράφηκε ή υπολογίστηκε. Μια σειρά από ζεύγη τιμής - χρόνου δίνει το ιστορικό του εν λόγω σημείου. Είναι επίσης κοινό να αποθηκευτούν πρόσθετα μεταδεδομένα με ετικέτες, όπως η διαδρομή σε μια συσκευή πεδίου ή το μητρώο ενός PLC, σχόλια του χρόνου σχεδιασμού και πληροφορίες ειδοποίησης.

Τα συστήματα SCADA είναι συστήματα μεγίστης σπουδαιότητας που χρησιμοποιούνται στις εθνικές υποδομές, όπως τα ηλεκτρικά δίκτυα, τα αποθέματα νερού και των αγωγών. Εντούτοις, μπορεί να έχουν τρωτά σημεία ασφαλείας, οπότε θα πρέπει να αξιολογηθούν για να εντοπιστούν οι κίνδυνοι καθώς και να εφαρμοστούν λύσεις για τον περιορισμό αυτών των κινδύνων.

1.5 Θέματα ασφαλείας

Τα συστήματα SCADA που ενώνουν αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις, όπως τις εγκαταστάσεις ενέργειας, του πετρελαίου, καθώς και τους αγωγούς φυσικού αερίου, της διανομής νερού και των συστημάτων συλλογής λυμάτων έχουν σχεδιαστεί για να είναι ανοικτά, ισχυρά, εύκολα στη λειτουργία τους και στην επισκευή τους, αλλά όχι απαραίτητα ασφαλή. Η μετάβαση από τις αποκλειστικές τεχνολογίες σε πιο τυποποιημένες και ανοικτές λύσεις, σε συνδυασμό με την αύξηση του αριθμού των συνδέσεων μεταξύ των συστημάτων SCADA, των εταιρικών δικτύων, και το Διαδίκτυο τα έχει καταστήσει πιο ευάλωτα σε τύπους επιθέσεων δικτύου, κάτι που αποτελεί συχνό φαινόμενο στην ασφάλεια των υπολογιστών. Για παράδειγμα, η United States Computer Emergency Readiness Team (US-CERT) κυκλοφόρησε ένα συμβουλευτικό ευπάθειας. [4] Η συγκεκριμένη ευπάθεια επέτρεψε σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να είναι σε θέση να τροποποιήσουν ευαίσθητες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένου τις συνόψεις κατακερματισμού των κωδικών πρόσβασης χρησιμοποιώντας μια επίθεση πρόσβασης στο διακομιστή του Tomcat Embedded. Ο ερευνητής ασφαλείας Jerry Brown υπέβαλε ένα παρόμοιο συμβουλευτικό ευπάθειας σχετικά με ένα θέμα υπερχειλίστης προσωρινής μνήμης σε ένα στοιχείο ελέγχου του ActiveX του λογισμικού Wonderware InBatchClient. [5] Και οι δύο προμηθευτές διέθεσαν τις ενημερώσεις πριν την απελευθέρωση της ευπάθειας δημοσίως. Κατά συνέπεια, η ασφάλεια των συστημάτων SCADA βρίσκεται υπό αμφισβήτηση, δεδομένου ότι θεωρούνται δυνητικά ευάλωτα σε επιθέσεις που λαμβάνουν χώρα στον κυβερνοχώρο. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για τους οποίους οι ερευνητές ασφαλείας ανησυχούν για την ασφάλεια των συστημάτων SCADA με τους παρακάτω να αποτελούν τους πιο σημαντικούς. Αρχικά η έλλειψη ενδιαφέροντος για την ασφάλεια και τον έλεγχο της ταυτότητας κατά τον σχεδιασμό του συστήματος. Επίσης η εγκατάσταση και η λειτουργία ορισμένων υφιστάμενων δικτύων SCADA και η πεποίθηση ότι έχουν το όφελος της ασφαλείας καθώς χρησιμοποιούν εξειδικευμένα πρωτοκόλλα και ιδιότυπες διεπαφές. Ακόμη ότι τα δίκτυα SCADA είναι εξασφαλισμένα, διότι ασφαλίζονται με φυσικό τρόπο και τέλος επειδή έχουν αποσυνδεθεί από το Διαδίκτυο. Τα συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των φυσικών διεργασιών, παραδείγματα των οποίων είναι η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, η μεταφορά του φυσικού αερίου και του πετρελαίου σε αγωγούς, η διανομή ύδατος, τα φανάρια που ρυθμίζουν την κυκλοφορία, και

άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται ως βάση στη σύγχρονη κοινωνία. Η ασφάλεια αυτών των συστημάτων SCADA είναι σημαντική γιατί ο κίνδυνος ή η καταστροφή τους θα επηρεάσει πολλούς τομείς της κοινωνίας. Για παράδειγμα, μια διακοπή ρεύματος που θα προκληθεί από ένα σύστημα SCADA σε έναν ηλεκτρικό σταθμό θα μπορούσε να προκαλέσει οικονομικές απώλειες σε όλους τους πελάτες που έλαβαν ηλεκτρική ενέργεια από αυτήν την πηγή. Πώς θα επηρεαστεί η ασφάλεια των υπαρχόντων και επερχόμενων συστημάτων SCADA θα αποκαλυφθεί με το πέρασμα του χρόνου.

Υπάρχουν αρκετοί φορείς που αποτελούν απειλή για ένα σύγχρονο σύστημα SCADA. Μια απειλή είναι αυτή της μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στο λογισμικό ελέγχου. Μια άλλη απειλή είναι αυτή της πρόσβασης στα τμήματα των πακέτων ενός δικτύου πάνω από το οποίο λειτουργούν συσκευές SCADA. Σε πολλές περιπτώσεις, το πρωτόκολλο ελέγχου στερείται κάθε μορφής κρυπτογράφησης, επιτρέποντας σε έναν εισβολέα μέσω του δικτύου να ελέγχει μια συσκευή SCADA. Υπάρχουν περιπτώσεις που οι χρήστες των SCADA υποθέτουν πως η χρήση ενός VPN μπορεί να προσφέρει επαρκή προστασία, αγνοώντας όμως ότι η ασφάλεια του μπορεί να παρακαμφθεί με φυσική πρόσβαση στους υποδοχείς του δικτύου και τους διακόπτες που σχετίζονται με το SCADA. Η αξιόπιστη λειτουργία των συστημάτων SCADA σε σύγχρονες υποδομές μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας για τη δημόσια υγεία και την ασφάλεια. Ως εκ τούτου, οι επιθέσεις στα συστήματα αυτά μπορεί να απειλήσουν άμεσα ή έμμεσα, τη δημόσια υγεία και την ασφάλεια. Μια τέτοια επίθεση έχει ήδη συμβεί, σε ένα σύστημα ελέγχου λυμάτων του Maroochy Shire στο Queensland, στην Αυστραλία. Μετά την εγκατάσταση ενός νέου συστήματος SCADA τον Ιανουάριο του 2000, παρατηρήθηκε η ακανόνιστη λειτουργία των στοιχείων του. Οι αντλίες δεν έτρεχαν όταν ήταν απαραίτητο και δεν είχαν αναφερθεί συναγερμοί. Τα αποτελέσματα ήταν, να πλημμυρίσει ένα κοντινό πάρκο από τα λύματα και το μολυσμένο νερό να ρέει 500 μέτρα προς ένα παλιροϊκό κανάλι. Ενώ το πρωτόκολλο είχε σχεδιαστεί για να παραμείνουν κλειστές οι βαλβίδες αποχέτευσης το σύστημα SCADA τις κατεύθυνε να ανοίξουν. Αρχικά έγινε η υπόθεση ότι είναι ένα σφάλμα του συστήματος. Παρακολουθώντας τις καταγραφές του συστήματος αποκάλυψαν πως αυτές οι δυσλειτουργίες ήταν αποτέλεσμα επιθέσεων στον κυβερνοχώρο. Οι ερευνητές ανέφεραν 46 ξεχωριστές εμφανίσεις της εξωτερικής κακόβουλης παρέμβασης πριν ταυτοποιηθεί ο ένοχος. Οι επιθέσεις έγιναν από έναν δυσαρεστημένο πρώην υπάλληλο της εταιρείας που είχε εγκαταστήσει το σύστημα SCADA. Ο πρώην υπάλληλος ήλπιζε να προσληφθεί από το βοηθητικό πρόγραμμα πλήρους απασχόλησης για να διατηρηθεί το σύστημα.[6] Τον Απρίλιο του 2008, η επιτροπή εκτίμησης της απειλής των Ηνωμένων Πολιτειών δημοσίευσε την ευάλωτη κατάσταση των συστημάτων SCADA σε περίπτωση εκδήλωσης αυτών σε ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς (EMP). Μετά τον έλεγχο και την ανάλυση, η επιτροπή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα συστήματα SCADA είναι ευάλωτα σε προσβολή EMP. Ο μεγάλος αριθμός και η εκτεταμένη προσφυγή σε τέτοιου είδους συστήματα από το σύνολο των υποδομών είναι ζωτικής σημασίας ενός έθνους και αποτελούν μια συνεχή απειλή για τη συνέχιση της λειτουργίας τους μετά την προσβολή τους σε EMP. Επιπλέον, η αναγκαιότητα για την επανεκκίνηση, την επισκευή ή ακόμη και την αντικατάσταση μεγάλου αριθμού γεωγραφικά διάσπαρτων συστημάτων θα παρεμπόδιζε σημαντικά την ανάκτηση ενός έθνους από μια τέτοια επίθεση.[7]

Πολλοί προμηθευτές συστημάτων SCADA έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν τους κινδύνους που απορρέουν από τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση με την ανάπτυξη εξειδικευμένων βιομηχανικών τοίχων προστασίας (firewall) και VPN δίνοντας λύσεις για τα δίκτυα που βασίζονται στο πρωτόκολλο TCP/IP, καθώς και την εξωτερική παρακολούθηση SCADA και την καταγραφή του εξοπλισμού. Το αυξημένο ενδιαφέρον για τα τρωτά σημεία

των SCADA έχει ως αποτέλεσμα οι ερευνητές να ανακαλύπτουν ευπάθειες στα εμπορικά λογισμικά SCADA με τις πιο γενικές τεχνικές επίθεσης να παρουσιάζονται στη γενική κοινότητα της ασφάλειας. Σε ηλεκτρικά και σε βοηθητικά συστήματα αερίου SCADA, η ευπάθεια μιας μεγάλης εγκατεστημένης βάσης, απευθύνεται σε ορισμένες περιπτώσεις που προσβάλλονται συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούν έλεγχο ταυτότητας με αλγόριθμο κρυπτογράφησης AES. Τον Ιούνιο του 2010, η εταιρεία ασφαλείας αντιβιοτικών VirusBlokAda ανέφερε την πρώτη ανίχνευση του malware που είχε προσβάλλει τα συστήματα SCADA (WinCC/PCS 7 συστήματα της Siemens) και έτρεχε σε λειτουργικά συστήματα Windows. Το κακόβουλο λογισμικό ονομάζεται Stuxnet και χρησιμοποιεί τέσσερις zero-day επιθέσεις και εγκαθιστά ένα rootkit που με τη σειρά του μεταμορφώνεται σε αρχείο καταγραφής στη βάση δεδομένων του SCADA και κλέβει το σχεδιασμό και τον έλεγχο των αρχείων. Το κακόβουλο λογισμικό είναι επίσης ικανό να αλλάζει το σύστημα ελέγχου και να αποκρύπτει τις αλλαγές. Βρέθηκε σε 14 συστήματα, η πλειοψηφία των οποίων βρίσκεται στο Ιράν. Τον Οκτώβριο του 2013 το National Geographic κυκλοφόρησε ένα δραματοποιημένο ντοκιμαντέρ με τίτλο, "American Blackout", το οποίο ασχολήθηκε με μία μεγάλης κλίμακας επίθεση στον κυβερνοχώρο των συστημάτων SCADA και του ηλεκτρικού δικτύου των Ηνωμένων Πολιτειών.

1.6 Το υλικό κομμάτι των SCADA

Τα Κατανεμημένα Συστήματα Ελέγχου (Distributed Control Systems) αποτελούν το υλικό κομμάτι των συστημάτων της βιομηχανίας. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει μεγάλες αλλαγές στο χώρο της βιομηχανίας δημιουργώντας όλο και περισσότερα «έξυπνα» RTU και PLC, τα οποία είναι σε θέση να εκτελούν αυτόνομα απλές λογικές διαδικασίες χωρίς τη συμμετοχή του κύριου υπολογιστή. Για τη δημιουργία προγραμμάτων που τρέχουν στα RTUs και PLC χρησιμοποιείται η τυποποιημένη γλώσσα προγραμματισμού IEC 61131-3.[8] Από την πλευρά των προγραμματιστών η IEC 61131-3 έχει ελάχιστες απαιτήσεις εκπαίδευσης αφού μοιάζει με φυσικό έλεγχο και μέσω αυτής επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός προγράμματος που θα εκτελεστεί σε ένα RTU ή PLC. Ένας Προγραμματιζόμενος Χειριστής Αυτοματισμού (Programmable Automation Controller) είναι ένας χειριστής ο οποίος συνδυάζει τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες του συστήματος ελέγχου που βασίζονται σε υπολογιστή με εκείνες ενός τυπικού PLC. Τα PACs αναπτύσσονται σε συστήματα SCADA βοηθώντας έτσι τους χρήστες του υλικού αυτοματισμού ώστε να καθορίσουν καλύτερα τις ανάγκες της εφαρμογής τους. Σε μια εφαρμογή SCADA ενός ηλεκτρικού υποσταθμού τα RTUs χρησιμοποιούν επεξεργαστές πληροφορίας ή υπολογιστές σταθμούς για να επικοινωνούν με τους ψηφιακούς αναμεταδότες, τους προγραμματιζόμενους χειριστές αυτοματισμού και με άλλες συσκευές εισόδου – εξόδου. Η μονάδα απομακρυσμένων τερματικών (RTU) συνδέεται με τη φυσική συσκευή και μετατρέπει τα ηλεκτρικά σήματα του εξοπλισμού σε ψηφιακές τιμές, για παράδειγμα η κατάσταση (ανοικτή ή κλειστή) ενός διακόπτη. Μετατρέποντας και στη συνέχεια αποστέλλοντας τα ηλεκτρικά σήματα από τον εξοπλισμό η RTU μπορεί να έχει τον έλεγχο του.

Οι διακομιστές (servers), το λογισμικό που είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τον εξοπλισμό του πεδίου δηλαδή τα RTUs, PLC, οι αισθητήρες κ.λπ. καθώς και το λογισμικό HMI το οποίο τρέχει στους σταθμούς εργασίας ονομάζεται σταθμός εποπτείας. Σε μικρά συστήματα SCADA ο κεντρικός σταθμός μπορεί να αποτελείται από έναν υπολογιστή. Σε μεγάλα συστήματα μπορεί να περιλαμβάνει πολλούς διακομιστές, κατανεμημένες εφαρμογές λογισμικού και εγκαταστάσεις αποκατάστασης λόγω καταστροφής. Οι πολλαπλοί

διακομιστές συχνά διαμορφώνονται σε ένα σχηματισμό πλεονασμού ή αναμονής παρέχοντας έτσι συνεχή έλεγχο και παρακολούθηση σε περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας ενός διακομιστή. Σε μια αποτυχία του συστήματος ελέγχου οι δαπάνες που θα προκύψουν είναι εξαιρετικά υψηλές, για το λόγο αυτό ορισμένα συστήματα SCADA κατασκευάζονται έτσι ώστε να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες, ακραίες τάσεις και κραδασμούς.

Πολλοί κατασκευαστές κυκλωμάτων PLC προσφέρουν ολοκληρωμένα συστήματα SCADA/HMI χρησιμοποιώντας ανοικτά μη-ιδιόκτητα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Παραδείγματα αυτών των πρωτοκόλλων αποτελούν τα Modbus RTU [9], RP-570 [10] και Profibus [11]. Αυτά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας έχουν τυποποιηθεί ειδικά για συστήματα SCADA όμως μπορούν να υιοθετηθούν και να χρησιμοποιηθούν ευρέως. Παραδείγματα τυποποιημένων πρωτοκόλλων αποτελούν τα IEC 60870-5-101 ή 104 [12], IEC 61850 [13] και DNP3 [14], τα οποία έχουν τυποποιηθεί και αναγνωρίζονται από πολλούς προμηθευτές συστημάτων SCADA. Επίσης πολλά από τα πρωτόκολλα αυτά περιλαμβάνουν επεκτάσεις ώστε να λειτουργούν μέσω TCP/IP. Με την αύξηση των απαιτήσεων για ασφάλεια, υπάρχει αυξανόμενη χρήση της επικοινωνίας μέσω δορυφόρου. Αυτό έχει ως πλεονεκτήματα ότι μια υποδομή μπορεί να είναι αυτοδύναμη, μπορεί να έχει ενσωματωμένη κρυπτογράφηση και μπορεί να κατασκευαστεί με τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία που απαιτείται από το διαχειριστή του συστήματος SCADA. Τα RTUs και άλλες συσκευές ελέγχου αναπτύχθηκαν πριν από την έλευση των προτύπων της διαλειτουργικότητας της ευρείας βιομηχανίας. Η διαλειτουργικότητα περιγράφει τον βαθμό στον οποίο τα συστήματα και οι συσκευές μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα. Ως αποτέλεσμα αυτού ήταν η δημιουργία ενός μεγάλου πλήθους πρωτοκόλλων ελέγχου. Πρόσφατα το OLE (μια σειρά προτύπων και προδιαγραφών για τη διαδικασία ελέγχου), έχει γίνει ευρέως αποδεκτή λύση για την επικοινωνία υλικού και λογισμικού διαφορετικών μεταξύ τους, επιτρέποντας ακόμη την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών που αρχικά δεν προοριζόταν να αποτελέσουν τμήμα ενός βιομηχανικού δικτύου.

1.7 Η εξέλιξη των συστημάτων SCADA

Τα συστήματα SCADA έχουν εξελιχθεί μέσα από τέσσερις γενιές: τα μονολιθικά, τα κατανεμημένα, τα δικτυωμένα και του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Τα μονολιθικά συστήματα SCADA ήταν η πρώτη γενιά συστημάτων ελέγχου. Όταν τα συστήματα SCADA αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά, η έννοια της πληροφορικής είχε ως επίκεντρο τα συστήματα κεντρικών υπολογιστών (mainframes). Οι υπηρεσίες Διαδικτύου δεν υπήρχαν την εποχή που αναπτύχθηκαν τα SCADA. Ως αποτέλεσμα, τα συστήματα SCADA ήταν αυτόνομα με σχεδόν καμία δυνατότητα σύνδεσης με άλλα συστήματα. Τα δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN) που τέθηκαν σε εφαρμογή για την επικοινωνία με απομακρυσμένες τερματικές μονάδες (RTUs) έχουν σχεδιαστεί με ένα και μόνο σκοπό, αυτόν της επικοινωνίας των RTUs με το πεδίο. Επιπλέον, τα πρωτόκολλα WAN που χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγάλο βαθμό ήταν άγνωστα εκείνη την εποχή. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνταν στα δίκτυα των SCADA αναπτύχθηκαν από τους προμηθευτές των εξοπλισμών RTU και ήταν ιδιόκτητα. Επιπλέον, αυτά τα πρωτόκολλα δεν υποστηρίζαν ουσιαστικά καμία λειτουργικότητα, πέραν αυτής που απαιτείτο δηλαδή της σάρωσης και του ελέγχου των σημείων εντός της απομακρυσμένης συσκευής. Επίσης, δεν ήταν γενικά δυνατόν να μπερδεύονται άλλοι τύποι κίνησης δεδομένων με τις επικοινωνίες των RTU στο δίκτυο. Η συνδεσιμότητα στον κεντρικό σταθμό του SCADA ήταν πολύ περιορισμένη από τον προμηθευτή του συστήματος. Οι συνδέσεις στον κεντρικό σταθμό γινόταν σε επίπεδο bus μέσω ενός ιδιόκτητου προσαρμογέα ή ενός ελεγκτή συνδεδεμένο στη CPU της βασικής μονάδας. Ο πλεονασμός σε αυτά τα συστήματα πρώτης γενιάς, επιτεύχθηκε με τη χρήση των

δύο ταυτόσημων εξοπλισμένων συστημάτων mainframe, ένα πρωτεύων και ένα εφεδρικό, συνδεδεμένα σε επίπεδο bus. Η κύρια λειτουργία του συστήματος σε κατάσταση αναμονής ήταν να παρακολουθεί το πρωτεύον και σε περίπτωση που ανιχνευόταν μια βλάβη να αναλάβει δράση το δευτερεύον.

Η επόμενη γενιά των συστημάτων SCADA, εκμεταλλεύτηκε την ανάπτυξη και τη βελτίωση της σμίκρυνσης συστημάτων και την τεχνολογία του τοπικού δικτύου υπολογιστών (LAN) για τη διανομή της επεξεργασίας σε πολλαπλά συστήματα. Πολλαπλοί σταθμοί, ο καθένας με μια συγκεκριμένη λειτουργία, συνδέθηκαν σε δίκτυο LAN και μοίραζαν πληροφορίες μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο. Αυτοί οι σταθμοί ήταν συνήθως mini-υπολογιστές, μικρότεροι σε μέγεθος και λιγότερο δαπανηροί από τους επεξεργαστές της πρώτης γενιάς. Μερικοί από αυτούς τους καταναμημένους σταθμούς εξυπηρετούσαν ως επεξεργαστές επικοινωνιών, κυρίως στην επικοινωνία με συσκευές πεδίου όπως τα RTUs. Μερικοί εξυπηρετούσαν ως διεπαφές χειριστή, παρέχοντας τη διεπαφή ανθρώπου-μηχανής (HMI) για τους διαχειριστές συστημάτων. Άλλοι ακόμη εξυπηρετούσαν ως επεξεργαστές υπολογισμού ή εξυπηρετητές βάσεων δεδομένων. Η κατανομή των επιμέρους συστημάτων SCADA λειτουργούσε σε πολλαπλά συστήματα παρέχοντας περισσότερη επεξεργαστική ισχύ για το σύστημα στο σύνολό του από ό,τι θα ήταν διαθέσιμη σε ένα μόνο επεξεργαστή. Τα δίκτυα που συνδέαν αυτά τα επιμέρους συστήματα βασιζόταν στα πρωτόκολλα LAN και δεν ήταν ικανά να φθάσουν πέρα από τα όρια του τοπικού περιβάλλοντος. Τα δικαιώματα μερικών πρωτοκόλλων LAN που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούσαν ιδιοκτησία φυσικού προσώπου, εφόσον ο προμηθευτής δημιουργούσε τη δική του εκδοχή πρωτοκόλλου δικτύου. Αυτό επέτρεπε στον προμηθευτή να βελτιστοποιήσει το πρωτόκολλο του δικτύου LAN για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο, αλλά περιόριζε τη σύνδεση του δικτύου από άλλους προμηθευτές LAN των SCADA. Η κατανομή των λειτουργιών του συστήματος σε όλα τα συστήματα που ήταν συνδεδεμένα στο δίκτυο εξυπηρετούσε όχι μόνο στη αύξηση της επεξεργαστικής ισχύς, αλλά και στη βελτίωση του πλεονασμού και της αξιοπιστίας στο σύνολό του συστήματος. Αντί για την απλή πρωτεύον-αναμονής αποτυχία που χρησιμοποιήθηκε σε πολλά συστήματα πρώτης γενιάς, η καταναμημένη αρχιτεκτονική διατηρούσε διαρκώς όλους τους σταθμούς του τοπικού δικτύου σε μια κατάσταση απευθείας σύνδεσης. Για παράδειγμα, εάν ένας σταθμός HMI επρόκειτο να αποτύχει, ένας άλλος σταθμός HMI θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να λειτουργήσει το σύστημα, χωρίς να περιμένει την αποτυχία του πρωτεύοντος συστήματος. Όπως συνέβη και με την πρώτη γενιά των συστημάτων, η δεύτερη γενιά των συστημάτων SCADA ήταν επίσης περιορισμένη σε υλικό, λογισμικό και σε περιφερειακές συσκευές που παρέχονταν ή τουλάχιστον επιλεγόταν από τον προμηθευτή.

Στη σημερινή γενιά των δικτυωμένων SCADA η αρχιτεκτονική του κύριου σταθμού συνδέεται στενά με εκείνη της δεύτερης γενιάς, με την κύρια διαφορά ότι αποτελείται από ένα ανοικτό σύστημα αρχιτεκτονικής σε αντίθεση με εκείνο του ελεγχόμενου, ιδιόκτητου περιβάλλοντος. Εξακολουθούν να υπάρχουν πολλαπλά συστήματα δικτύου, τα οποία μοιράζονται τις λειτουργίες του κύριου σταθμού. Υπάρχουν ακόμα RTUs που χρησιμοποιούν ιδιόκτητα πρωτόκολλα. Η σημαντική βελτίωση στην τρίτη γενιά είναι ότι με το άνοιγμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος, χρησιμοποιήθηκαν ανοικτά πρότυπα και πρωτόκολλα και η διανομή της λειτουργικότητας των συστημάτων SCADA έγινε δυνατή σε ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN) και όχι αποκλειστικά σε ένα τοπικό δίκτυο. Τα ανοικτά πρότυπα εξάλειψαν πολλούς από τους περιορισμούς των προηγούμενων γενεών των συστημάτων SCADA. Η αξιοποίηση των «ανοικτών» συστημάτων καθιστά ευκολότερη για το χρήστη τη σύνδεση περιφερειακών συσκευών τρίτων (όπως οθόνες, εκτυπωτές, σκληρούς δίσκους, μονάδες

μαγνητοταινίας, κ.λπ.) στο σύστημα ή/και το δίκτυο. Η σημαντική βελτίωση στα συστήματα SCADA τρίτης γενιάς προέρχεται από τη χρήση των πρωτοκόλλων WAN, όπως το IP (Internet Protocol) για την επικοινωνία μεταξύ του κεντρικού σταθμού και του εξοπλισμού επικοινωνιών. Αυτό επιτρέπει στο τμήμα του κύριου σταθμού που είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τις συσκευές πεδίου να διαχωριστεί "κόσμια" από τον κύριο σταθμό σε ένα δίκτυο WAN. Σήμερα οι προμηθευτές παράγουν RTUs που μπορούν να επικοινωνήσουν με τον κεντρικό σταθμό μέσω μιας σύνδεσης Ethernet.

Ένα άλλο πλεονέκτημα που προκύπτει από την κατανομή της λειτουργικότητας των SCADA μέσω WAN είναι αυτό της επιβίωσης μετά από καταστροφή. Η κατανομή των διεργασιών των συστημάτων SCADA σε ένα δίκτυο LAN στα συστήματα δεύτερης γενιάς βελτίωσε την αξιοπιστία. Όμως σε περίπτωση ολικής απώλειας των εγκαταστάσεων που στεγάζουν τον κύριο σταθμό SCADA, θα μπορούσε να χαθεί ολόκληρο το σύστημα. Με τη διανομή των διεργασιών σε πολλές χωριστές τοποθεσίες, καθίσταται δυνατή η κατασκευή ενός συστήματος SCADA που μπορεί να επιβιώσει από μια απώλεια σε οποιαδήποτε τοποθεσία.

Χάρη στην εμπορική διάθεση του cloud computing, τα συστήματα SCADA υιοθετούν όλο και περισσότερο την τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things) με σκοπό να μειωθεί σημαντικά το κόστος των υποδομών καθώς στοχεύουν στην ευκολότερη συντήρηση και ολοκλήρωση. Ως αποτέλεσμα τα συστήματα SCADA μπορούν πλέον να στέλνουν αναφορές σχεδόν σε πραγματικό χρόνο. Επίσης με τη χρήση της οριζόντιας κλίμακας που είναι διαθέσιμη σε περιβάλλοντα cloud είναι σε θέση να εφαρμόσουν πιο πολύπλοκους αλγόριθμους ελέγχου από ό,τι είναι πρακτικά εφικτό να εφαρμοσθεί στους παραδοσιακούς προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές. Επιπλέον, η χρήση των ανοικτών πρωτοκόλλων δικτύου, όπως είναι το TLS το οποίο συνδέεται με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), παρέχουν ένα πιο κατανοητό και διαχειρίσιμο όριο ασφαλείας από αυτό των ιδιόκτητων πρωτοκόλλων δικτύου. Ένα παράδειγμα της τεχνολογίας αυτής είναι μια καινοτόμος προσέγγιση για την συλλογή των όμβριων υδάτων μέσω της εφαρμογής των ελέγχων σε πραγματικό χρόνο (RTC). Αυτή η αποκέντρωση των δεδομένων απαιτεί επίσης μια διαφορετική προσέγγιση στα συστήματα SCADA από τα παραδοσιακά προγράμματα που είναι βασισμένα σε PLC.

Όταν ένα σύστημα SCADA χρησιμοποιείται σε τοπικό επίπεδο, η προτιμώμενη μέθοδος περιλαμβάνει τη δέσμευση των γραφικών στο περιβάλλον εργασίας του χρήστη με τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε συγκεκριμένες διευθύνσεις μνήμης του PLC. Ωστόσο, όταν τα δεδομένα προέρχονται από ένα μείγμα διαφορετικών αισθητήρων, ελεγκτών και βάσεων δεδομένων, η τυπική 1 προς 1 χαρτογράφηση γίνεται προβληματική. Μια λύση σε αυτό είναι το μοντέλο δεδομένων (Data Modeling), μια έννοια που προέρχεται από τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό. Σε ένα μοντέλο δεδομένων, μια εικονική αναπαράσταση κάθε συσκευής κατασκευάζεται στο λογισμικό SCADA. Αυτές οι εικονικές αναπαραστάσεις («μοντέλα») μπορεί να περιλαμβάνουν όχι μόνο την χαρτογράφηση διεύθυνσης της συσκευής που εκπροσωπούν, αλλά και οποιαδήποτε άλλη σχετική πληροφορία (web based πληροφορίες, εγγραφές της βάσης δεδομένων, αρχεία πολυμέσων, κ.λπ.) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες πτυχές του SCADA/εφαρμογή IoT. Ένα παράδειγμα της μοντελοποίησης δεδομένων στο πλαίσιο αυτό μπορεί να βρεθεί στην απεικόνιση των πραγμάτων (VOT).

Καθώς η αυξημένη πολυπλοκότητα του Διαδικτύου των πραγμάτων καθιστά τα παραδοσιακά SCADA όλο και περισσότερο «περιορισμένα», και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας εξελίσσονται ώστε να ευνοούν την ανεξαρτήτου πλατφόρμας,

προσανατολισμένη στις υπηρεσίες αρχιτεκτονική (όπως το OPC UA), είναι πιθανό ότι οι περισσότεροι προγραμματιστές λογισμικού SCADA θα εφαρμόσουν κάποια μορφή μοντελοποίησης δεδομένων.

Κεφάλαιο 2

Λογισμικό ανοιχτού κώδικα OpenAPC

2.1 OpenAPC

Το **OpenAPC** είναι ένα πακέτο πολλών εφαρμογών. Παρέχει υπηρεσίες διαφόρων ειδών αυτοματισμών και οπτικοποιήσεων με δυνατότητες ρυθμιζόμενου ελέγχου των δημιουργούμενων διεργασιών. Μπορεί να υλοποιήσει τον έλεγχο ενός σπιτιού ή να φτάσει μέχρι τον βιομηχανικό αυτοματισμό. [15]

Συμπεριλαμβάνει διαφορετικές εφαρμογές, καθεμία από τις οποίες εξυπηρετεί διαφορετικού είδους διεργασίες:

1. **Control Room:** Καλύπτει το μέρος της οπτικοποίησης και του ελέγχου των διεργασιών.
2. **CNConstruct:** Είναι ένα εργαλείο CAD, εξυπηρετεί στη δημιουργία κίνησης και στην επεξεργασία δεδομένων για τον έλεγχο δυσδιάστατων πινάκων, αλλά και συνδεδεμένα εργαλεία για την επεξεργασία υλικών.
3. **BeamConstruct:** Το BeamConstruct εξειδικεύεται στην δημιουργία δύο ή τριών διαστάσεων συστημάτων λέιζερ για βιομηχανικούς σκοπούς.

Με το **Control Room** μπορούμε να ρυθμίσουμε τις εξής λειτουργίες:

- Απεικόνιση
- Διεπαφή Ανθρώπου-Μηχανής (Human Machine Interface-HMI ή Man Machine Interface-MMI).
- PLC / Έλεγχο Διαδικασιών.
- SCADA / Απόκτηση και επεξεργασία δεδομένων και εποπτικό έλεγχο.
- Οικιακό και Επαγγελματικό αυτοματισμό.

Προηγμένες δυνατότητες:

- Διεπαφή σχεδιασμού και προγραμματισμού για τους προγραμματιστές, χωρίς την ανάγκη να γράψουν προγράμματα.
- Ευέλικτες δυνατότητες δικτύου
- Δυνατότητα εισαγωγής προσαρτημάτων (plug-ins), για επιπλέον διεπαφές και δυνατότητες ελέγχου.
- Εύκολη σύνδεση και μαζική επεξεργασία διαφορετικών περιπτώσεων.
- Κοινή πλατφόρμα για ένα μεγάλο αριθμό λειτουργικών συστημάτων.
- Εύκολη δημιουργία του έργου μέσω του visual editor του ControlRoom.
- Διαθέτει ξεχωριστές εφαρμογές για επεξεργασία και αποσφαλμάτωση και παρέχει βελτιστοποιήσεις ώστε να μην απαιτεί μόνο ισχυρά συστήματα προκειμένου να εκτελεστεί το τελικό έργο.
- Πλήρης υποστήριξη διαχείρισης, για όλα τα επίπεδα χρηστών.
- Υποστηρίζει διεπαφές ανθρώπου-μηχανής με χρήση οθόνης αφής.

Διαφοροποιήσεις από παρόμοια λογισμικά:

- Δίνει τη δυνατότητα ορισμού αδειών σε ένα έργο, ώστε να μπορεί να αποφευχθεί η πρόσβαση μοναδικών χαρακτηριστικών σε ένα προϊόν, όταν συνεργάζονται για αυτό πολλά άτομα.
- Μπορεί να συνδυάσει σε μία εφαρμογή διαφορετικές διεργασίες (SCADA,MMI,PLC).
- Το CNConstruct και το BeamConstruct μπορούν να προστεθούν διαφανώς στο ControlRoom HMI μέσω κάποιων πρόσθετων. Οπότε, μια διεργασία του ControlRoom, μπορεί να υποστηρίξει και τις υπηρεσίες των υπολοίπων εφαρμογών.

ControlRoom

Το ControlRoom χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της διεπαφής ανθρώπου – μηχανής (HMI). Αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

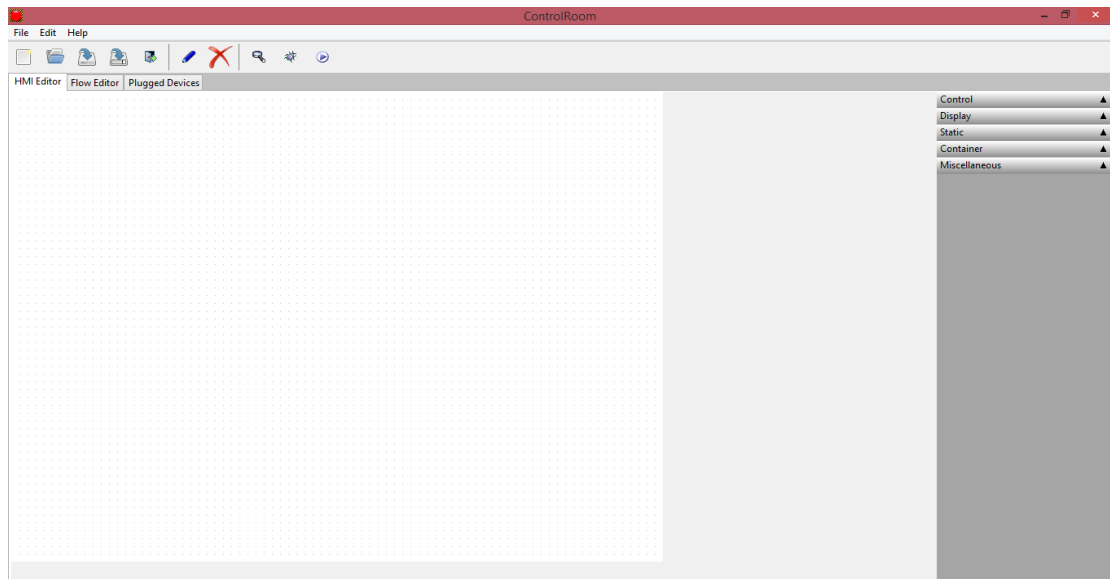
1. Το **OpenEditor** μέσω του οποίου μπορεί να δημιουργηθεί ένα νέο έργο και να επεξεργαστεί ένα υπάρχον.
2. Το **OpenDebugger** μέσω του οποίου μπορεί να εκτελεσθεί ένα έργο που έχει δημιουργηθεί μέσω του **OpenEditor**, προσφέροντας τη δυνατότητα ανάλυσης της ροής των δεδομένων και τον έλεγχο της ορθής λειτουργίας ενός έργου.
3. Το **OpenPlayer** το οποίο χρησιμοποιείται στο σύστημα ώστε να εκτελεσθεί ένα έργο που δημιουργήθηκε μέσω του **OpenEditor**.
4. Το **OpenHPlayer** μέσω του οποίου μπορεί να εκτελεσθεί ένα έργο χωρίς το κομμάτι του HMI.
5. Το **OpenIServer** που μπορεί να εκτελείται στο παρασκήνιο και να αποθηκεύει πληροφορίες για την κατάσταση ενός εκτελούμενου έργου επηρεάζοντας την ροή των δεδομένων και των διεργασιών.
6. Το **OpenPluggger** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόσβαση σε πρόσθετα υλικού κομματιού τα οποία πρέπει να εκτελούνται εκτός του πεδίου του **OpenEditor** καθώς και να επικοινωνούν με άλλα εξαρτήματα μέσω του Interlock Server.

2.2 Δημιουργία και εκτέλεση ενός έργου στο OpenAPC

Η δημιουργία, η εκτέλεση και το φόρτωμα ενός έργου στο **OpenAPC** επιτυγχάνεται μέσω του **OpenEditor**. Το **OpenEditor** αποτελεί τη διεπαφή ανθρώπου – μηχανής (HMI). Εάν για παράδειγμα ο χρήστης έχει εγκαταστήσει το **OpenAPC** στα Windows η διαδρομή για την εκκίνηση του **OpenEditor** θα μπορούσε να είναι η **C:\Program Files\OpenAPC**.

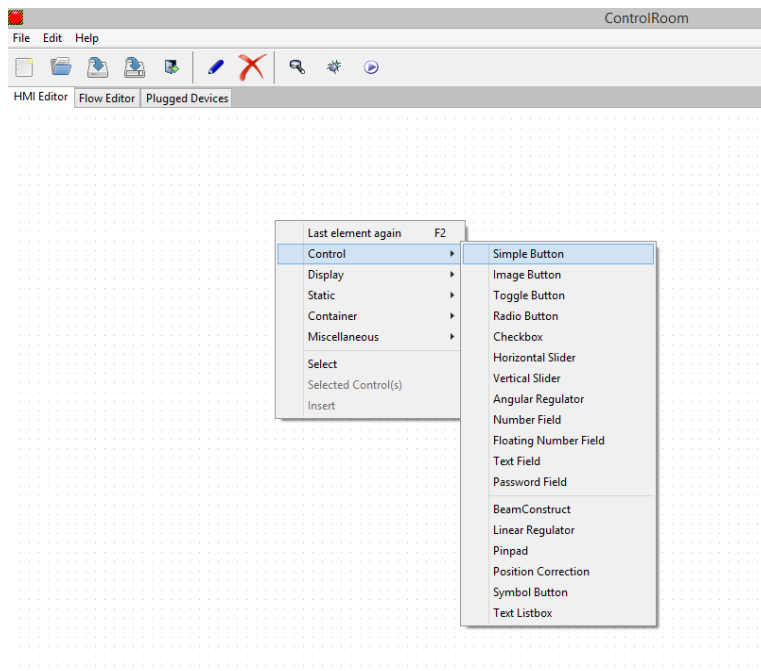
Κατά την εκκίνηση του **OpenEditor** εμφανίζεται το **ControlRoom** όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-1. Το **OpenEditor** αποτελείται από τρία κύρια μέρη που μπορούν να προσπελαστούν μέσω των καρτελών HMI Editor, Flow Editor και Plugged Devices. [16]

Η πρώτη καρτέλα **HMI Editor** είναι αυτή μέσω της οποίας η διεπαφή χρήστη και η διάταξη είναι ορατά από τον τελικό χρήστη. Το συνολικό διαθέσιμο μέγεθος αυτής της διασύνδεσης μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να είναι ίσο με το συνολικό μέγεθος της οθόνης της πλατφόρμας στόχου, προκειμένου να κρύψει όλα τα άλλα στοιχεία του σχετικού λειτουργικού συστήματος.



Εικόνα 2-1: Καρτέλα HMI Editor του Control Room

Ένα νέο γραφικό αντικείμενο μπορεί να προστεθεί κάνοντας δεξί κλικ στην περιοχή σχεδίασης της καρτέλας **HMI Editor**. Ένα αναδυόμενο παράθυρο εμφανίζεται επιτρέποντας στον χρήστη να επιλέξει το αντικείμενο που θα προσθέσει στο πλαίσιο. Η δημιουργία πολλών αντικειμένων ίδιου τύπου με το τελευταίο αντικείμενο που δημιουργήθηκε μπορεί να επιτευχθεί πιέζοντας το πλήκτρο λειτουργίας **F2**.



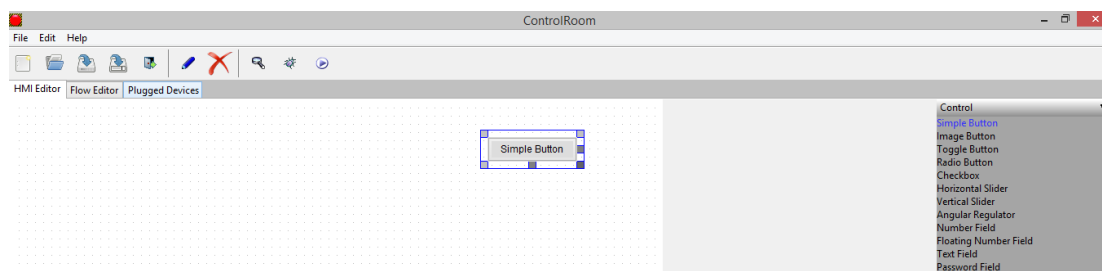
Εικόνα 2-2: Εισαγωγή Simple Button

Στη δεξιά πλευρά του επεξεργαστή υπάρχουν πέντε μπάρες **Control**, **Display**, **Static**, **Container** και **Miscellaneous** που προσφέρουν έναν εναλλακτικό τρόπο εισαγωγής αντικειμένων στην περιοχή σχεδίασης. Τα περιεχόμενα της κάθε μπάρας μπορούν να εμφανισθούν κάνοντας κλικ σε αυτές. Στη συνέχεια, ο κατάλογος των αντικειμένων HMI απεικονίζεται και ένα από αυτά μπορεί να επιλεγεί.

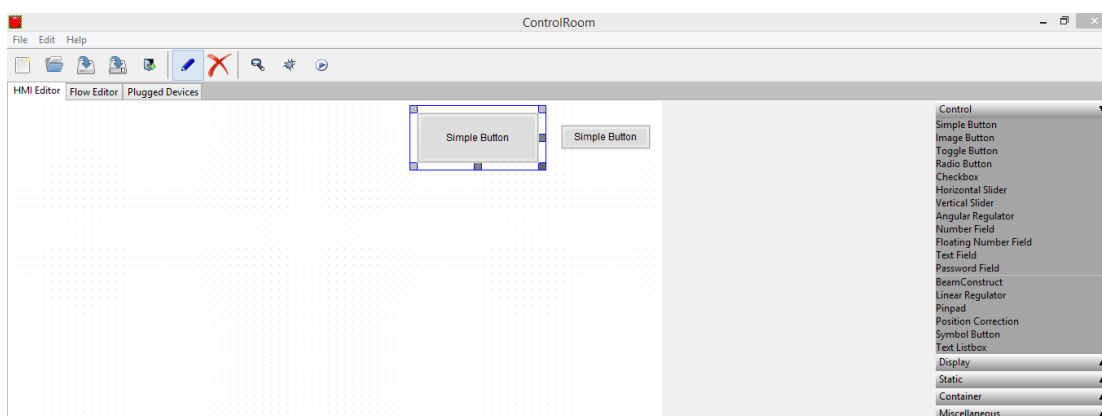
Το επιλεγμένο στοιχείο επισημαίνεται και προστίθεται μέσα στην περιοχή σχεδίασης με διπλό αριστερό κλικ. Τα υπάρχοντα στοιχεία μπορούν να επιλεγούν για περαιτέρω επεξεργασία. Ο χρήστης μπορεί να το επιτύχει αυτό κρατώντας πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού εντός της περιοχής σχεδίασης και σύροντάς το πάνω από τα υπάρχοντα στοιχεία.

Τα επιλεγμένα στοιχεία μπορούν μέσω του μενού να αντιγραφούν, να διαγραφούν, να τροποποιηθούν οι ιδιότητές τους κ.λπ. Μια ειδική λειτουργία που μπορεί να εκτελεστεί σε αυτό το σημείο είναι αυτή της αποκοπής. Όταν τα επιλεγμένα στοιχεία υποστούν αποκοπή διατηρούνται σε ένα εσωτερικό buffer, οι υπάρχουσες συνδέσεις ροής προς και από τα στοιχεία αυτά παραμένουν ενεργές, αν και δεν φαίνονται πλέον μέσα στο **Flow Editor**.

Τώρα αυτά τα στοιχεία μπορούν να εισαχθούν εκ νέου σε διαφορετική θέση ή σε μία διαφορετική περιοχή σχεδίασης χρησιμοποιώντας το στοιχείο μενού "**Insert**". Ως αποτέλεσμα αυτής της πράξης βρίσκονται πλέον στη νέα θέση, επιπλέον εμφανίζονται ξανά στο εσωτερικό του **Flow Editor**, μαζί με όλες τις συνδέσεις ροής. Όταν έχει επιλεγεί ένα μόνο στοιχείο της διεπαφής χρήστη, η επιλογή συμβολίζεται με ένα μπλε περίγραμμα γύρω από αυτό το στοιχείο επιτρέποντας στον χρήστη να μεταβάλλει το μέγεθος του στοιχείου και να αλλάξει τη θέση του μέσα στην περιοχή σχεδίασης.

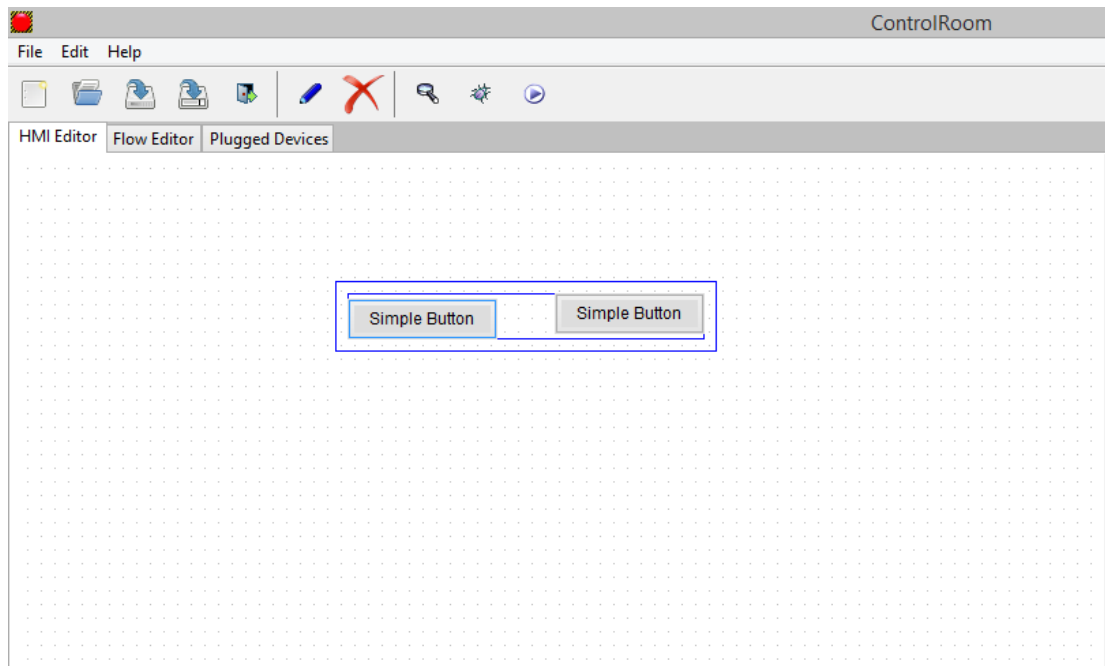


Εικόνα 2-3: Επιλογή του Simple Button



Εικόνα 2-4: Εισαγωγή και κλιμάκωση του Simple Button

Η επιλογή περισσότερων του ενός στοιχείου δίνει τη δυνατότητα μετακίνησης των στοιχείων αυτών στο χώρο και όχι την κλιμάκωση.



Εικόνα 2-5: Επιλογή δύο Simple Button

2.3 Ιδιότητες ελέγχου του HMI

Για τη λεπτομερή ρύθμιση ενός στοιχείου της διεπαφής χρήστη πρέπει να εμφανιστεί το παράθυρο ιδιοτήτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε κάνοντας διπλό αριστερό κλικ επάνω στο στοιχείο, είτε επιλέγοντάς το ο χρήστης κάνει δεξί κλικ πάνω του και επιλέγει **Select Control(s) -> Edit**. Στο παράθυρο **Properties** που εμφανίζεται, ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει το όνομα, τη διάταξη, το χρώμα και άλλα πράγματα που επηρεάζουν την εμφάνιση του στοιχείου. Προαιρετικά μπορεί να υπάρχει ένα πλαίσιο καταγραφής, όπου μπορούν να γίνουν οι ορισμοί για να καταγραφούν τα δεδομένα που διακινούνται μέσω του στοιχείου. Το παράθυρο των ρυθμίσεων αποτελείται από τρεις καρτέλες **Basic**, **Logging** και **User Privileges**.

Στην καρτέλα **Basic** ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει τα εξής:

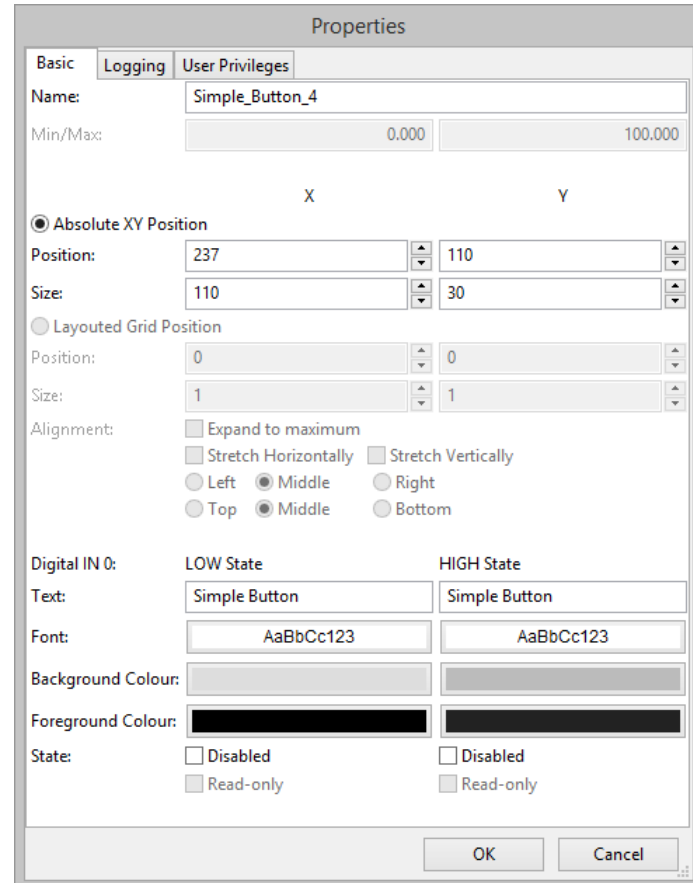
1. **Name**: το όνομα που καθορίζεται εδώ δεν εμφανίζεται στον τελικό χρήστη, χρησιμοποιείται για την αναγνώριση ενός αντικείμενου με μοναδικό τρόπο. Εμφανίζεται στο εσωτερικό του **Flow Editor**, όταν ορίζεται εκεί ένα υπάρχον στοιχείο του HMI. Χρησιμοποιείται επίσης μαζί με τη λειτουργία καταγραφής, κάθε φορά που τα δεδομένα των στοιχείων ανταποκρίνονται στους ορισμούς που προκαλούν ένα συμβάν. Το όνομα χρησιμοποιείται στις πληροφορίες του μητρώου. Πρέπει να είναι μοναδικό, έτσι ώστε ένα στοιχείο να μπορεί να προσδιοριστεί και να είναι προσπελάσιμο μέσω του Interlock Server, ο οποίος επίσης χρησιμοποιεί αυτό το όνομα.
2. **ID**: ακριβώς δίπλα από το πεδίο εισαγωγής ονόματος εμφανίζεται ένας αριθμός. Αυτός ο αριθμός είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε αντικείμενο και χρησιμοποιείται για παράδειγμα από τη λειτουργία καταγραφής για τον εντοπισμό ενός αντικείμενου.

3. **Min/Max:** οι τιμές που μπορούν να εισαχθούν εδώ έχουν σημασία μόνο για τα στοιχεία διεπαφής χρήστη που χειρίζονται αριθμητικά δεδομένα.
4. **Position:** Οι τιμές αυτές επηρεάζουν τη x και y θέση σε μονάδες pixel του στοιχείου εντός του HMI Editor.
5. **Size:** παρόμοια με τη θέση αυτές οι τιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τεθεί ένα συγκεκριμένο πλάτος (x) και ύψος (y) για ένα στοιχείο.

Το κάτω μέρος του διαλόγου διαμόρφωσης χωρίζεται σε δύο σειρές, αυτό αντιστοιχεί στην ψηφιακή είσοδο 0 (**IN0**). Εντός αυτού του τμήματος διαλόγου η εμφάνιση του αντικειμένου μπορεί να ελεγχθεί και μπορούν να οριστούν δύο διαφορετικές εμφανίσεις. Έτσι, η πρώτη γραμμή είναι ενεργή όταν η ψηφιακή είσοδος 0 του σχετικού αντικειμένου έχει οριστεί σε **LOW** (προεπιλεγμένη κατάσταση). Η εμφάνιση που ορίζεται στο πλαίσιο της δεύτερης σειράς, ενεργοποιείται όταν μια υψηλή τιμή **HIGH** έχει οριστεί στην ψηφιακή είσοδο **IN0** αυτού του αντικειμένου. Αυτή η λειτουργία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα στη σηματοδότηση ειδικών καταστάσεων, στη ροή των πληροφοριών κ.λπ.

Εδώ μπορούν να ρυθμιστούν τα ακόλουθα πεδία:

1. **Text:** Το κείμενο που εμφανίζεται το στοιχείο της διεπαφής χρήστη.
2. **Font:** Η γραμματοσειρά που χρησιμοποιείται για το κείμενο.
3. **Background Color:** Το χρώμα του φόντου που έχει οριστεί για αυτό το στοιχείο διεπαφής χρήστη.
4. **Foreground Color:** Το χρώμα προσκηνίου που έχει οριστεί για αυτό το στοιχείο διεπαφής χρήστη.
5. **State:** Ορισμένες ειδικές καταστάσεις που μπορεί να ρυθμιστεί το στοιχείο.

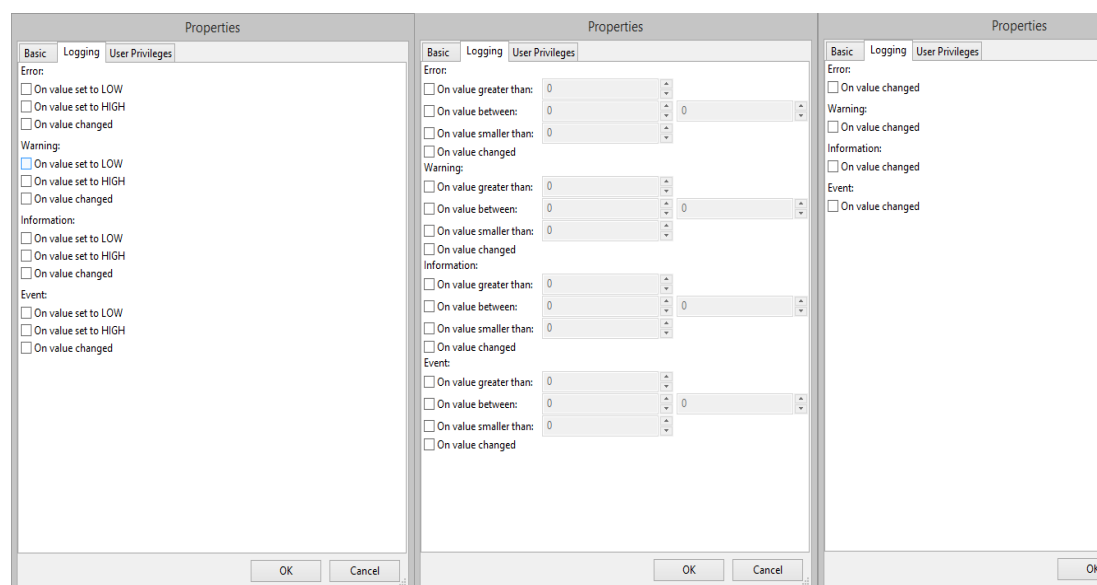


Εικόνα 2-6: Καρτέλα Basic στο παράθυρο ιδιοτήτων ενός στοιχείου

Η καρτέλα **Logging** αφορά τους τύπους των στοιχείων που χειρίζονται τα δεδομένα για την καταγραφή των συμβάντων. Αν, πώς και ποια γεγονότα και δεδομένα πρέπει να καταγράφονται μπορούν να ορισθούν σε μια τέτοια ομάδα καταγραφής. Υπάρχουν τέσσερις τύποι καταγραφής. Ο πρώτος είναι ένα αρχείο καταγραφής σφαλμάτων που πρέπει να χρησιμοποιείται για συμβάντα τα οποία σχετίζονται με μόνο ένα λάθος. Ο δεύτερος είναι μια προειδοποίηση καταγραφής που πρέπει να χρησιμοποιείται για συμβάντα τα οποία εμφανίζονται σε μια πιθανώς επικίνδυνη κατάσταση και θα πρέπει να ενημερωθεί ο χρήστης. Ο τρίτος είναι ένα αρχείο καταγραφής πληροφοριών που πρέπει να χρησιμοποιείται για συμβάντα τα οποία εμφανίζονται σε άλλες καταστάσεις. Και ο τέταρτος είναι ένα ελευθέρως χρησιμοποιούμενο αρχείο καταγραφής συμβάντων. Κάθε στοιχείο που ορίζεται στο πλαίσιο καταγραφής και η λειτουργία που σχετίζεται με αυτή, περιέχει ορισμούς και για τους τέσσερις τύπους καταγραφής. Εδώ μπορεί να αποφασιστεί εάν και ποια γεγονότα πρέπει να προκαλέσουν μια αντίδραση και σε ποιο τύπο καταγραφής. Ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων που διακινούνται από ένα αντικείμενο HMI μπορούν να οριστούν ποια τιμή, ποια αλλαγή και ποια δράση πρέπει να προκαλέσει ένα συμβάν καταγραφής.

Υπάρχουν οι ακόλουθες δυνατότητες:

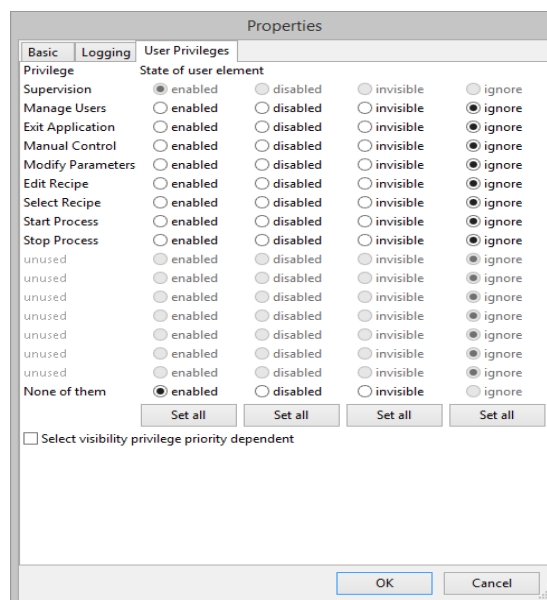
1. Αντικείμενα που χειρίζονται ψηφιακά δεδομένα (όπως κουμπιά).
 - καταγραφή όταν η τιμή είναι LOW
 - καταγραφή όταν η τιμή γίνεται HIGH
 - καταγραφή όταν μεταβάλλεται η τιμή
2. Τα αντικείμενα που χειρίζονται αριθμητικά δεδομένα
 - καταγραφή όταν η τιμή είναι μεγαλύτερη από το προκαθορισμένο
 - καταγραφή όταν η τιμή είναι μικρότερη από το προκαθορισμένο
 - καταγραφή όταν η τιμή είναι εντός ενός καθορισμένου ορίου
 - καταγραφή κάθε φορά που αλλάζει η τιμή
3. Τα αντικείμενα που χειρίζονται κείμενα
 - καταγραφή κάθε φορά που αλλάζει η τιμή



Εικόνα 2-7: Καρτέλα Logging ενός στοιχείου στο παράθυρο ιδιοτήτων

Η καρτέλα **User Privileges** ανήκει στην ολοκληρωμένη λειτουργικότητα διαχείρισης χρήστη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν αυτή η λειτουργία ενεργοποιηθεί. Εδώ μπορεί να καθοριστεί εάν το στοιχείο χρήστη πρέπει να είναι ενεργός, απενεργοποιημένος, άορατος ή κάθε φορά που ένας χρήστης συνδέεται του έχουν χορηγηθεί κάποια ειδικά προνόμια χρήστη.

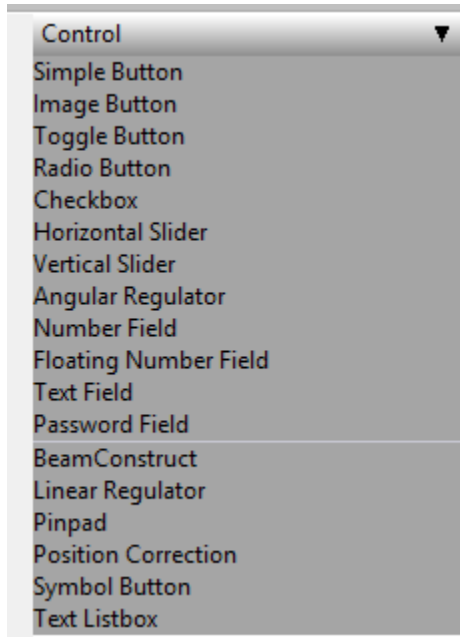
Για πιο γρήγορη επεξεργασία του εν λόγω πίνακα κάτω από κάθε σειρά υπάρχει ένα κουμπί "**Set all**", το οποίο ελέγχει όλα τα στοιχεία αυτής της γραμμής και, ως εκ τούτου ορίζει τη σχετική κατάσταση για όλα τα προνόμια. Ένα κουτί επιλογής "**Select visibility privilege priority dependent**" στο κάτω μέρος αυτής της ομάδας δίνει τη δυνατότητα να ορισθούν οι λειτουργίες πολύ πιο γρήγορα. Κάθε φορά που μια κατάσταση έχει οριστεί για ένα από τα δεδομένα προνόμια όλα τα προνόμια με χαμηλότερη προτεραιότητα βρίσκονται στην ίδια κατάσταση. Αυτό το πλαίσιο ελέγχου τροποποιεί μόνο τη δική του συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, αλλά δεν έχει καμία επίδραση στη λειτουργία της ίδιας της καταγραφής.



Εικόνα 2-8: Καρτέλα User Privileges στο παράθυρο ιδιοτήτων ενός στοιχείου

2.4 Τύποι ελέγχου του HMI

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στο δεξί μέρος της καρτέλας **HMI Editor** υπάρχουν πέντε κατηγορίες με διαφορετικούς τύπους αντικειμένων. Η πρώτη κατηγορία **Controls** περιέχει ενεργά στοιχεία που δέχονται την είσοδο του χρήστη και παράγουν τα δεδομένα που προκύπτουν από αυτή την αλληλεπίδραση. Η δεύτερη κατηγορία **Display** περιέχει αντικείμενα που μπορούν να εμφανίσουν τα δεδομένα τα οποία προέρχονται από μια διαφορετική πηγή. Τα στοιχεία της τρίτης κατηγορίας **Static** μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να προστεθούν μη διαδραστικά αντικείμενα σε μια διεπαφή χρήστη. Παρά το γεγονός ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να στέλνουν ή να εμφανίζουν δεδομένα απευθείας μπορούν να ελέγχονται ώστε να αλλάξουν την εμφάνιση τους κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Τα στοιχεία της κατηγορίας **Container** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τοποθετηθεί ο έλεγχος του ίδιου HMI σε εναλλακτικά παράθυρα. Παρακάτω απεικονίζονται τα στοιχεία της κατηγορίας **Control**.



Εικόνα 2-9: Η μπάρα εργαλείων Control

Αναλυτικότερα τα αντικείμενα αυτά εκτελούν τις εξής λειτουργίες:

1. **Simple Button:** Ένα απλό κουμπί στο οποίο μπορεί να κάνει κλικ ο χρήστης.
2. **Image Button:** Ένα κουμπί που μπορεί να πιεστεί από τον χρήστη και εμφανίζει εικόνες.
3. **Toggle Button:** Ένα κουμπί που όταν πιέζεται για πρώτη φορά μένει σε μια επιλεγμένη κατάσταση και πρέπει να πιεστεί ξανά ώστε να βρεθεί σε μια μη επιλεγμένη κατάσταση. Έτσι γίνεται έγκυρη η εναλλαγή μεταξύ των δύο καταστάσεων. Αυτά τα κουμπιά μπορούν να τεθούν σε ομάδες αμοιβαίου αποκλεισμού, μέσα σε μια τέτοια ομάδα μπορεί να επιλεγεί μόνο ένα από όλα τα κουμπιά.
4. **Radio Button:** Αυτό το είδος του κουμπιού είναι ένα μικρό στρογγυλό στοιχείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία του ίδιου τύπου και λειτουργεί με αμοιβαίο αποκλεισμό.
5. **Checkbox:** Το στοιχείο αυτό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να το επιλέξει ή να το αποεπιλέξει. Λειτουργεί επίσης με αμοιβαίο αποκλεισμό.
6. **Horizontal / Vertical Slider:** Ένας ολισθητής εκπέμπει αριθμητικές τιμές εντός ενός καθορισμένου φάσματος και ανάλογα με την τιμή που έχει οριστεί την εμφανίζει σε μια συγκεκριμένη οριζόντια ή κάθετη κατεύθυνση.
7. **Angular Regulator:** Αυτό το στοιχείο εμφανίζει μια γραφική αναπαράσταση μιας κυκλικής λαβής που μπορεί να περιστρέφεται μεταξύ καθορισμένων γωνιών και να εμφανίζει μια αριθμητική τιμή που εξαρτάται από τη θέση αυτή.
8. **Number Field:** Αυτό το στοιχείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εισαγωγή ακέραιων αριθμών.
9. **Floating Number Field:** Σε σύγκριση με το προηγούμενο στοιχείο εδώ μπορούν να εισαχθούν και αριθμοί κινητής υποδιαστολής.
10. **Text Field:** Σε αυτό το πεδίο κειμένου ο χρήστης μπορεί να πληκτρολογήσει όλα τα είδη των χαρακτήρων.
11. **Password Field:** Ένα πεδίο εισαγωγής παρόμοιο με το πεδίο κειμένου, εκτός από το γεγονός ότι οι χαρακτήρες που πληκτρολογούνται αντικαθίσταται από τελείες, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους κωδικούς πρόσβασης.
12. **Linear Regulator:** Αυτό το στοιχείο μοιάζει αρκετά με μια διαβαθμισμένη δεξαμενή.

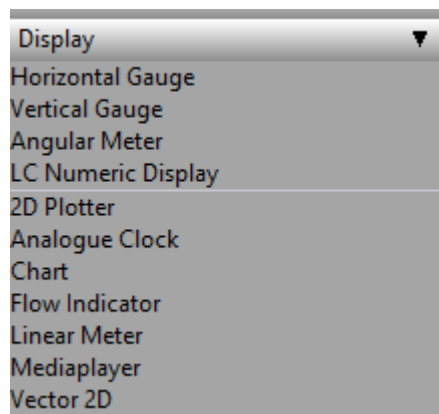
13. **Symbol Button**: Το κουμπί αυτό μπορεί να πάρει διάφορες μορφές όπως μία απλή λαβή, μια οριζόντια ή κάθετη βαλβίδα, μια αντλία, μια κόρνα, μια λάμπα, ένα διακόπτη και μια μηχανή.

Άλλα στοιχεία που θα μπορούσαν να αναφέρονται μέσα στην ίδια υπο-κατηγορία παρέχονται από εξωτερικά plug-ins.

Τα στοιχεία της κατηγορίας **Display** απεικονίζονται παρακάτω:

1. **Horizontal Gauge / Vertical Gauge**: Τα στοιχεία αυτά εμφανίζουν γραμμικά μια αριθμητική τιμή.
2. **Angular Meter**: Το στοιχείο αυτό εμφανίζει μια αριθμητική τιμή και είναι παρόμοιο με το κοντέρ ενός αυτοκινήτου.
3. **LC Numeric Display**: Αυτό το στοιχείο προσφέρει μια οπτική αναπαράσταση ενός αριθμού χρησιμοποιώντας μια οθόνη επτά κομματιών για κάθε ψηφίο. Ο συνολικός αριθμός των ψηφίων που θα εμφανίζονται και ο αριθμός των δεκαδικών ψηφίων μπορεί να ρυθμιστεί χωριστά.

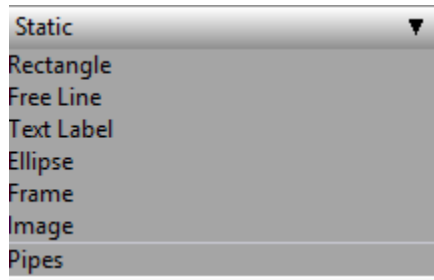
Άλλα στοιχεία που θα μπορούσαν να αναφέρονται μέσα στην ίδια υπο-κατηγορία παρέχονται από εξωτερικά plug-ins.



Εικόνα 2-10: Η μπάρα εργαλείων Display

Τα στοιχεία της κατηγορίας **Static** απεικονίζονται παρακάτω:

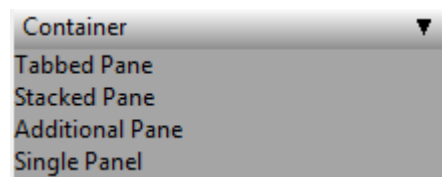
1. **Rectangle**: Ένα γεμάτο ορθογώνιο ευθυγραμμισμένο παράλληλα προς τον άξονα X. Εδώ το πλάτος και το ύψος του ορθογώνιου είναι ανεξάρτητες παράμετροι που μπορούν να επιλεγούν ελεύθερα για να ορισθεί το πλάτος και το ύψος του.
2. **Free Line**: Μια ελεύθερη γραμμή που μπορεί να έχει οποιαδήποτε γωνία. Το πλάτος, το ύψος και η θέση καθορίζουν την έναρξη και το τελικό σημείο της γραμμής αυτής, με τη χρήση της παραμέτρου «Orientation».
3. **Text Label**: Ένα απλό κείμενο το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί με σκοπό την περιγραφή και την ονομασία.
4. **Ellipsis**: Ελλειπτικό, όπου το πλάτος και το ύψος του καθορίζεται από τη X και Y ακτίνα.
5. **Frame**: Ένα ορθογώνιο παράλληλο προς τον άξονα X, όπου το πλάτος και το ύψος καθορίζει το μέγεθος του.
6. **Image**: Μια εικόνα που εμφανίζεται στην καθορισμένη θέση μέσα στη διεπαφή. Ως πρόσθετη παράμετρος μπορεί να δοθεί η διαδρομή προς το αρχείο της εικόνας.
7. **Pipes**: Ένα αντικείμενο το οποίο αναπαριστά σωλήνα. Μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να είναι οριζόντια, κάθετη και γωνιακή.



Εικόνα 2-11: Η μπάρα εργαλείων Static

Τα στοιχεία της κατηγορίας **Container** απεικονίζονται παρακάτω:

1. **Tabbed Pane:** Αυτό το στοιχείο είναι η βάση για ένα συνδυασμό παραθύρου με πολλές καρτέλες που μπορεί να περιέχει διάφορα στοιχεία διεπαφής χρήστη στην κάθε μία.
2. **Stacked Pane:** Αυτό το αντικείμενο είναι παρόμοιο με το Tabbed Pane και προσφέρει τη δυνατότητα τοποθέτησης διάφορων πάνελ στην ίδια θέση και παρέχει τη δυνατότητα περιήγησης σε αυτά.
3. **Additional Pane:** Το στοιχείο αυτό μπορεί να προστεθεί σε ένα υπάρχον Tabbed Pane ή σε ένα Stacked Pane μόνο, επισυνάπτοντας ένα άλλο παράθυρο σε αυτό.
4. **Single Panel:** Το στοιχείο αυτό μπορεί να προστεθεί ως ενιαίο, αυτόνομο πάνελ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ομαδοποίηση των στοιχείων.

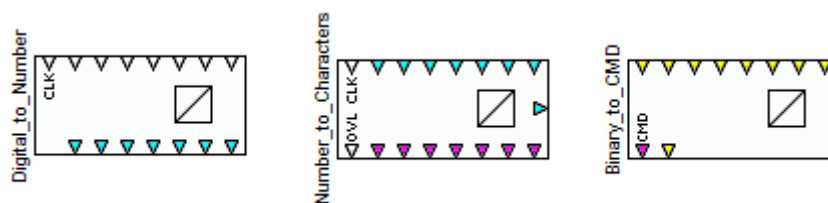


Εικόνα 2-12: Η μπάρα εργαλείων Container

2.5 Η καρτέλα Flow Editor του ControlRoom

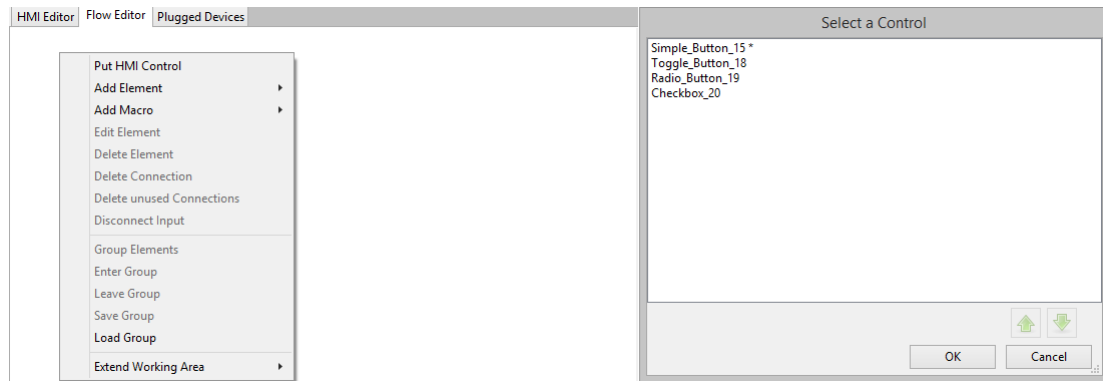
Η δεύτερη καρτέλα με το όνομα **Flow Editor** του **ControlRoom** παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να συνδέσει μέσω συμβόλων τα στοιχεία που έχουν τοποθετηθεί στο **HMI Editor**. Η λειτουργία κάθε αντικειμένου που τοποθετείται στο **HMI Editor** καθορίζεται μέσα στο **Flow Editor**. Μέσα στο **Flow Editor** τα στοιχεία ροής όπως αυτά ονομάζονται μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους. Κάθε σύνδεση είναι παρόμοια με μια ροή δεδομένων και κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος τα δεδομένα μεταφέρονται από ένα στοιχείο σε ένα άλλο. Μια τέτοια ροή μοιάζει κάπως σαν ένα ηλεκτρικό καλώδιο, με τη διαφορά ότι δεν συμπεριφέρεται όπως σε μια ηλεκτρική συσκευή. Ενώ μια ηλεκτρική γραμμή κρατά συνήθως μια κατάσταση για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, σε μια σύνδεση ροής μια λογική κατάσταση είναι προσωρινή. Για να γίνει πιο κατανοητό μια ροή είναι περισσότερο σαν ένα πακέτο δεδομένων που μεταφέρεται πάνω από τις γραμμές ροής από ένα στοιχείο σε ένα άλλο. Ένα τέτοιο στοιχείο ροής αποθηκεύει τα δεδομένα που έλαβε, μέχρι να ληφθεί ένα άλλο πακέτο. Η ροή αντικειμένων υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους δεδομένων. Μια έξοδος ενός αντικειμένου ροής μπορεί να συνδεθεί μόνο με μια είσοδο του ίδιου τύπου. Για να συνδεθούν στοιχεία διαφορετικού τύπου δεδομένων ροής υπάρχει μια ειδική λειτουργία μετατροπής η οποία αλλάζει τον τύπο δεδομένων. Υπάρχουν τέσσερις τύποι δεδομένων όπου κάθε ένας από αυτούς έχει διαφορετικό χρώμα. Ο τύπος δεδομένων **Digital** μπορεί να πάρει τιμές **0** ή **1** (**Low** ή **High**) και έχει χρώμα **λευκό**. Ο τύπος δεδομένων **Numeric** μπορεί να πάρει ένα εύρος τιμών από **-2.100.000.000,000 ... 2.100.000.000,000** και

έχει **γαλάζιο** χρώμα. Ο τύπος δεδομένων **Chars** είναι ένα απλό κείμενο συμπεριλαμβανομένων όλων των εκτυπώσιμων αλφαριθμητικών χαρακτήρων και έχει **μωβ** χρώμα. Και τέλος ο τύπος δεδομένων **Binary** μπορεί να πάρει δυαδικά δεδομένα και έχει **κίτρινο** χρώμα. Παρακάτω απεικονίζονται και οι τέσσερις τύποι δεδομένων (Εικόνα 2-13).



Εικόνα 2-13: Οι 4 τύποι δεδομένων

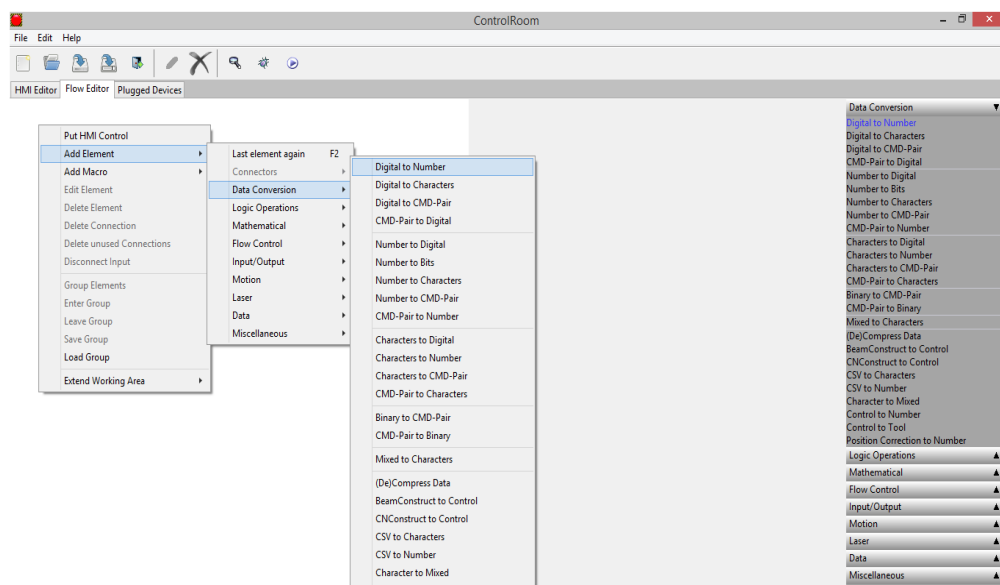
Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στο **Flow Editor** χρησιμοποιούν μια συγκεκριμένη διάταξη για να συμβολίσουν τη συμπεριφορά τους. Τα σύμβολα αυτά αποτελούνται από μικρά ορθογώνια. Στην πάνω πλευρά οι εισερχόμενες συνδέσεις ροής μπορούν να συνδεθούν με τις εισόδους. Αυτές οι εισοδοί είναι μικρά βέλη που δείχνουν στο εσωτερικό του συμβόλου και χρησιμοποιούν το χρώμα που αντιπροσωπεύει τον τύπο δεδομένων. Σε γενικές γραμμές, είναι δυνατό να συνδεθούν περισσότερες γραμμές ροής με την ίδια είσοδο. Όμως συνιστάται οι ψηφιακές ροές και οι ψηφιακές εισοδοί να ενώνονται χρησιμοποιώντας μια λογική λειτουργία ροής (όπως μια λογική πύλη OR) και στη συνέχεια η προκύπτουσα ενιαία γραμμή ροής να συνδέεται με την επιθυμητή είσοδο. Από την κάτω πλευρά ενός στοιχείου ροής μπορούν να σχεδιαστούν οι εξερχόμενες συνδέσεις ροής. Αυτές οι έξοδοι είναι μικρά βέλη που δείχνουν έξω από τη ροή του συμβόλου. Χρησιμοποιούν το χρώμα που αντιπροσωπεύει τον τύπο δεδομένων όπου η έξοδος είναι σε θέση να χειριστεί. Ορισμένα πολύ συγκεκριμένα στοιχεία ροής μπορεί να έχουν μία επιπλέον έξοδο στη δεξιά πλευρά του συμβόλου ροής. Αυτή η έξοδος είναι μια έξοδος υπερχειλίσης. Η συμπεριφορά της εξαρτάται από το είδος του στοιχείου ροής, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις αποστέλλονται εκεί τα δεδομένα που δεν θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν σε αυτό το στοιχείο ή είναι εκτός του αποδεκτού εύρους τιμών που το στοιχείο αυτό είναι σε θέση να χειριστεί. Για να προστεθούν τα αντικείμενα ροής ενός στοιχείου που δημιουργήθηκε στο **HMI Editor**, θα πρέπει αρχικά ο χρήστης να κάνει δεξί κλικ στην περιοχή σχεδίασης του **Flow Editor**. Στη συνέχεια θα πρέπει να κάνει κλικ στην επιλογή “**Put Control**” η οποία βρίσκεται εντός του αναδυόμενου παραθύρου. Με αυτή την επιλογή ανοίγει ένα παράθυρο το οποίο περιέχει όλα τα στοιχεία που έχουν δημιουργηθεί στο **HMI Editor** και είναι πλέον διαθέσιμα για ρύθμιση εντός του **Flow Editor**. Εάν δίπλα από το στοιχείο υπάρχει ένας αστερίσκος σημαίνει ότι το στοιχείο αυτό έχει ήδη τοποθετηθεί στο **Flow Editor**. Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη θέση του στοιχείου κάνοντας δεξί κλικ σε μια διαφορετική περιοχή σχεδίασης με **δεξί κλικ -> Put Control** και διπλό κλικ πάνω στο στοιχείο.



Εικόνα 2-14: Πρόσθεση αντικειμένων ροής στο Flow Editor

Παρόμοια μπορεί να γίνει και η πρόσθεση αντικειμένων ροής που δεν αποτελούν μέρος του HMI. Αρχικά ο χρήστης επιλέγει τη θέση όπου θέλει να τοποθετήσει το νέο στοιχείο ροής. Στη συνέχεια, κάνει δεξί κλικ στην περιοχή σχεδιασμού για να ανοίξει το αναδυόμενο παράθυρο επιλέγοντας "**Add Element**". Κάτω από αυτή τη δυνατότητα, υπάρχει μια ιεραρχία τύπων ροής των στοιχείων και στοιχεία που σχετίζονται με τη ροή. Η δημιουργία πολλών στοιχείων του ίδιου τύπου είναι διαθέσιμη. Όταν το πλήκτρο λειτουργίας "**F2**" πιέζεται το τελευταίο στοιχείο ροής που έχει δημιουργηθεί μέσω του αναδυόμενου παραθύρου δημιουργείται εκ νέου. Το νέο στοιχείο τοποθετείται στη θέση του τελευταίου κάνοντας αριστερό κλικ στο εσωτερικό του **Flow Editor**. Στη δεξιά πλευρά του επεξεργαστή υπάρχουν μπάρες που προσφέρουν έναν εναλλακτικό τρόπο πρόσθεσης αντικειμένων ροής. Παρέχει τις ίδιες κατηγορίες στοιχείων με αυτές του αναδυόμενου παραθύρου. Ο χρήστης μπορεί να δει το περιεχόμενο της κάθε κατηγορίας κάνοντας κλικ πάνω σε αυτή. Στη συνέχεια, ο κατάλογος των στοιχείων ροής παρουσιάζεται και ένα από αυτά μπορεί να επιλεγεί. Το επιλεγμένο στοιχείο επισημαίνεται και προστίθεται κάνοντας αριστερό κλικ μέσα στην περιοχή σχεδίασης του **Flow Editor**.

Επιλέγοντας το ίδιο στοιχείο της μπάρας δεύτερη φορά απενεργοποιείται, έτσι ώστε να μπορέσει να επιλέγει και να προστεθεί ένα άλλο στοιχείο ροής.



Εικόνα 2-15: Πρόσθεση ενός στοιχείου

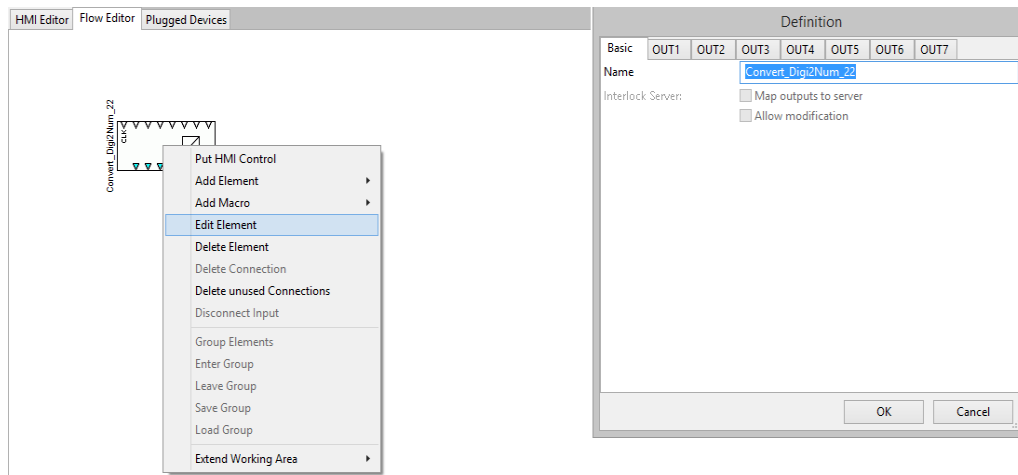
Εκτός του μενού "**Add Element**" το αναδυόμενο παράθυρο περιέχει ένα στοιχείο "**Add Macro**". Εδώ δεν υπάρχουν απλά, βασικά στοιχεία ροής που μπορούν να προστεθούν, αλλά πλήρεις μακροεντολές που περιέχουν μια πιο σύνθετη λειτουργία. Εσωτερικά αυτές οι μακροεντολές είναι ομαδοποιημένα στοιχεία ροής.

Στο **Flow Editor** υποστηρίζονται οι παρακάτω τύποι ροής:

- **Data Conversion:** Αυτά τα στοιχεία ροής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετατροπή των δεδομένων από ένα είδος σε ένα άλλο χρησιμοποιώντας διαφορετικούς κανόνες μετατροπής.
- **Logic Operations:** Αυτά τα στοιχεία ροής μπορούν να πραγματοποιήσουν λογικές πράξεις κυρίως με ψηφιακά και αριθμητικά δεδομένα.
- **Mathematical:** Τα στοιχεία ροής σε αυτή την κατηγορία προσφέρουν τη δυνατότητα εκτέλεσης υπολογισμών.
- **Flow Control:** Τα στοιχεία σε αυτή την κατηγορία είναι σε θέση να επηρεάσουν τη ροή των δεδομένων σε γενικό τρόπο.
- **Input/Output:** Αυτά τα στοιχεία ροής προβαίνουν σε ενέργειες E/E με εφαρμογές ή συσκευές του τρέχοντος στιγμιότυπου στο ControlRoom.
- **Motion:** Αυτό είναι ένα ειδικό υπότυπο των στοιχείων ροής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των εξωτερικών υλικών που σχετίζονται κατά κάποιο τρόπο με την κίνηση (όπως οι κινητήρες).
- **Data:** Αυτά τα στοιχεία ροής εκτελούν τις εργασίες δεδομένων, όπως η φόρτωση ή αποθήκευση συγκεκριμένων μορφών, πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και άλλα πράγματα περισσότερο του χειρισμού δεδομένων αλλά δεν σχετίζονται με τις εξωτερικές συσκευές υλικού.
- **Laser:** Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει όλα τα plug-in που σχετίζονται με τη σήμανση των λέιζερ συμπεριλαμβανομένων των ελεγκτών του σαρωτή, τα λέιζερ και τις διεπαφές λογισμικού με λέιζερ.
- **Miscellaneous:** Στο συγκεκριμένο υπότυπο συλλέγονται όλα αυτά τα στοιχεία ροής που δεν ανήκουν σε κανέναν από τους άλλους τύπους.

Όταν τα αντικείμενα ροής έχουν προστεθεί στο **Flow Editor** μπορούν να επεξεργαστούν και να τροποποιηθούν από τον χρήστη. Πρώτα απ' όλα, ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη θέση τους κάνοντας αριστερό κλικ στο αντικείμενο και στη συνέχεια σέρνοντάς το στο σημείο που επιθυμεί. Επίσης παρέχονται πρόσθετες δυνατότητες επεξεργασίας (όπως διαγραφή ενός υπάρχοντος αντικειμένου ροής) μέσω του αναδυόμενου παραθύρου. Πατώντας δεξί κλικ πάνω στο αντικείμενο ροής ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί τις παραμέτρους του.

Ανάλογα με τον τύπο του αντικειμένου ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου όπου μπορούν να γίνουν αλλαγές στη διαμόρφωση και τη συμπεριφορά του.

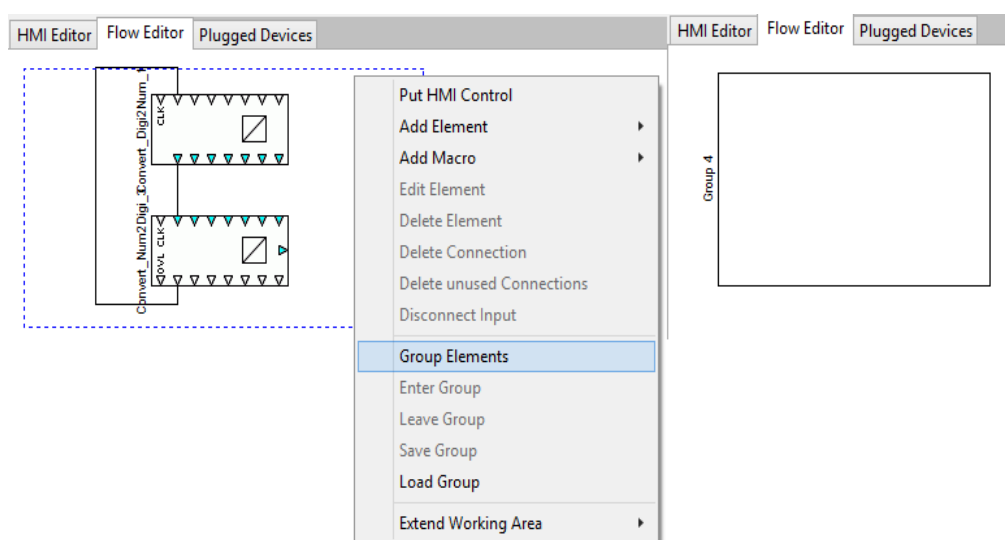


Εικόνα 2-16: Διαμόρφωση ενός στοιχείου

Όταν υπάρχουν τουλάχιστον δύο αντικείμενα ροής τα οποία τοποθετούνται εντός του **Flow Editor** μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τις γραμμές ροής. Όπως περιεγράφηκε παραπάνω οι γραμμές αυτές προσδιορίζουν τη ροή των δεδομένων από το ένα αντικείμενο ροής σε ένα άλλο. Μια τέτοια σύνδεση ροής πρέπει να ξεκινάει από την έξοδο του ενός αντικειμένου ροής και να τελειώνει στην είσοδο ενός άλλου. Οι γραμμές ροής μπορούν να είναι οριζόντιες και κάθετες. Για να δημιουργηθεί μια τέτοια γραμμή ο χρήστης μετακινεί το ποντίκι πάνω από την έξοδο του πρώτου αντικειμένου ροής. Αυτές οι εξοδοί συμβολίζονται με μικρά βέλη στο κάτω μέρος του συμβόλου του αντικειμένου ροής. Όταν ο χρήστης φέρνει το ποντίκι στην έξοδο του συμβόλου η εμφάνιση του δείκτη του ποντικιού αλλάζει έτσι ώστε να σχεδιάσει τις γραμμές. Στο σημείο αυτό κρατώντας και μετακινώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού μπορεί να σχεδιαστεί μια σύνδεση ροής η οποία θα καταλήξει στην είσοδο του δεύτερου αντικειμένου ροής. Οι εισοδοί ενός αντικειμένου ροής που συμβολίζονται με μικρά, χρωματιστά βέλη στην κορυφή του συμβόλου ροής δείχνουν σε αυτό. Το χρώμα της γραμμής που θα συνδέσει τα δύο αντικείμενα κατά τη διάρκεια σχεδίασης είναι κόκκινο. Μόλις αυτή η γραμμή ενωθεί στην είσοδο του δεύτερου αντικειμένου το χρώμα αλλάζει σε πράσινο. Όταν το κουμπί του ποντικιού απελευθερώνεται η σύνδεση μεταξύ της εξόδου και εισόδου καθορίζεται αυτόματα εφόσον και οι δύο έχουν τον ίδιο τύπο δεδομένων. Έτσι, όταν ένα βέλος εξόδου συνδέεται με ένα βέλος εισόδου του ίδιου χρώματος και ίδιου τύπου δεδομένων η σύνδεση θεωρείται επιτυχής. Στη συνέχεια μπορεί να γίνει η επεξεργασία μιας υπάρχουσας σύνδεσης ροής. Έτσι είναι δυνατό να αλλάξει η θέση των γραμμών ροής. Επίσης το **Flow Editor** παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας ενός βρόγχου ροής δεδομένων. Τέτοιοι βρόγχοι δημιουργούνται όταν η ροή ξεκινά από την έξοδο ενός αντικειμένου και συνδέεται με την είσοδο του ίδιου αντικειμένου. Αυτό μπορεί να είναι μια άμεση σύνδεση ή σύνδεση με ορισμένα πρόσθετα στοιχεία ροής ενδιάμεσα. Όμως τέτοιες συνδέσεις μπορεί να προκαλέσουν ατέρμονους βρόγχους και το λογισμικό θα προσπαθεί να εντοπίσει τις συνδέσεις κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος. Τέτοια προβλήματα μπορούν να ανιχνευθούν από το **OpenDebugger**, όπου η λειτουργία μπορεί να διακοπεί σε περίπτωση που θα εμφανιστεί ένα πρόβλημα. Το πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων στη συνέχεια θα εκτυπώσει μια πληροφορία η οποία δείχνει προς το στοιχείο αυτό, όπου η ροή δεδομένων τερματίστηκε. Ένα ακόμη χρήσιμο χαρακτηριστικό του **Flow Editor** είναι αυτό της ομαδοποίησης των στοιχείων. Για να γίνει αυτό θα πρέπει πρώτα τα στοιχεία να περιβάλλονται από ένα ορθογώνιο κουτί που καθορίζει ότι αυτά θα πρέπει να τεθούν σε μια λογική ομάδα. Αυτό μπορεί να γίνει κρατώντας

πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού και σύροντας το γύρω από τα επιθυμητά στοιχεία ομαδοποιώντας τα.

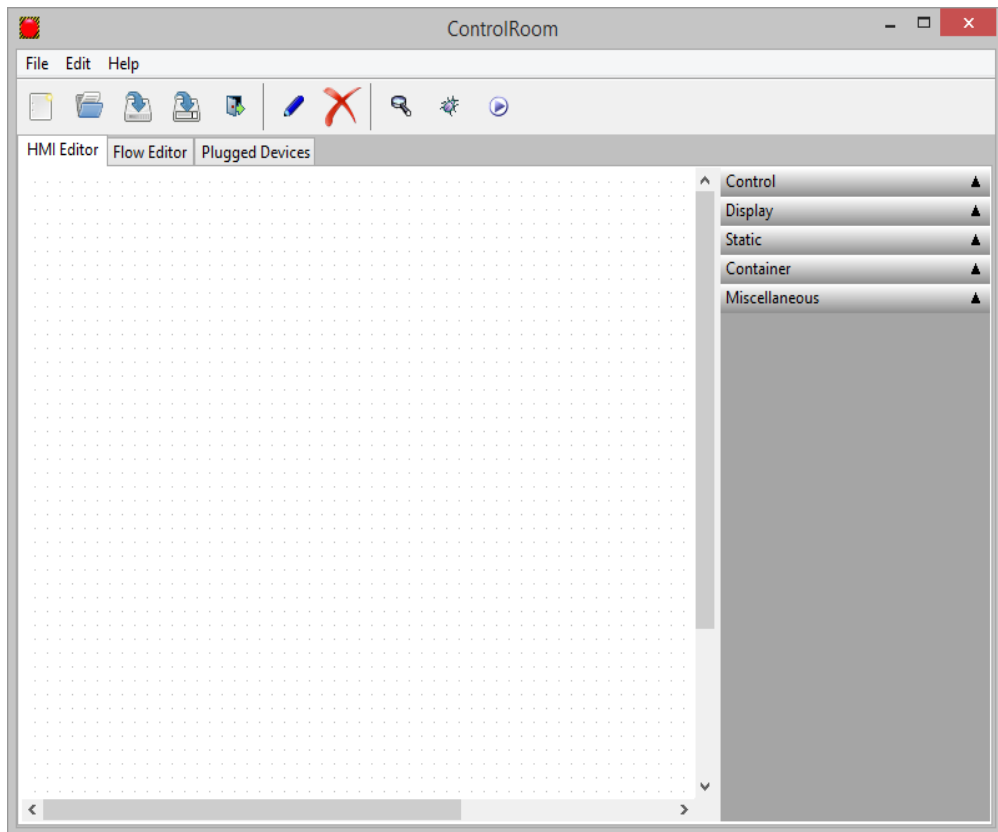
Όταν δημιουργηθεί το ορθογώνιο κουτί και καλύψει όλα τα στοιχεία ο χρήστης πατάει το δεξί πλήκτρο του ποντικιού και από το αναδυόμενο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγει το στοιχείο “**Group Elements**”. Όλα τα επιλεγμένα στοιχεία ροής έχουν αντικατασταθεί από ένα μεγαλύτερο κουτί που έχει εισόδους και εξόδους, όπως όλα τα στοιχεία ροής. Αυτό το μεγαλύτερο κουτί είναι μια λειτουργική ομάδα που το εσωτερικό της μπορεί να προσπελασθεί με διπλό κλικ. Τέτοιες ομάδες μπορεί να είναι ένθετες, δηλαδή μια ομάδα μπορεί να περιέχει άλλες ομάδες παρόμοιας λειτουργικότητας. Τα αντικείμενα ροής που έχουν σχεδιαστεί στο **Flow Editor** θα πρέπει να παραμένουν στο ίδιο επίπεδο με συνέπεια να μην μπορούν να ομαδοποιηθούν. Αυτό σημαίνει ότι μόνο τα στοιχεία ροής μπορούν να ανήκουν σε ομάδες. Μια ομάδα μπορεί να σωθεί ως ξεχωριστό αρχείο έχοντας την κατάληξη **.APCG** κάνοντας δεξί κλικ πάνω της και επιλέγοντας “**Save Group**”. Επίσης μια ομάδα μπορεί να φορτωθεί ως εξωτερικό αρχείο σε ένα νέο έργο με την επιλογή “**Load Group**” η οποία θα πρέπει να γίνει μέσα στην περιοχή σχεδίασης του **Flow Editor**.



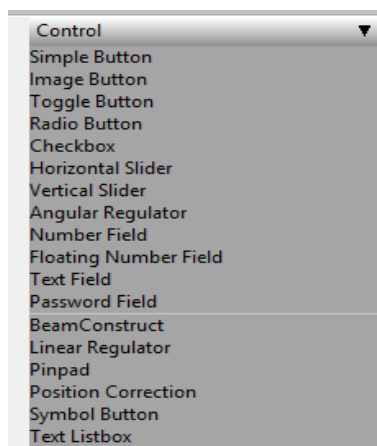
Εικόνα 2-17: Ομαδοποίηση στοιχείων

2.6 Δημιουργία πρώτου έργου

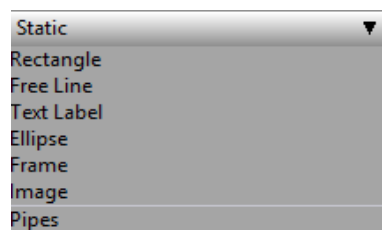
Στο παρόν έργο καλούμαστε να δημιουργήσουμε μια εναλλαγή κατάστασης η οποία προκύπτει από την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση ενός κουμπιού. Αυτό το έργο είναι απλό και ο λόγος δημιουργίας του είναι η εξοικείωση του χρήστη με το περιβάλλον. Ανοίγοντας τον φάκελο **OpenAPC** ο χρήστης κάνει διπλό κλικ στο **OpenEditor.exe** και στη συνέχεια εμφανίζεται το **ControlRoom**. Στην καρτέλα **HMI Editor** καλείτε να προσθέσει τέσσερα αντικείμενα τα οποία βρίσκονται στη δεξιά πλευρά του παραθύρου στην μπάρα εργαλείων **Control** και **Static**. Κάνοντας κλικ στην μπάρα εμφανίζονται τα στοιχεία της.



Εικόνα 2-18: Καρτέλα HMI Editor

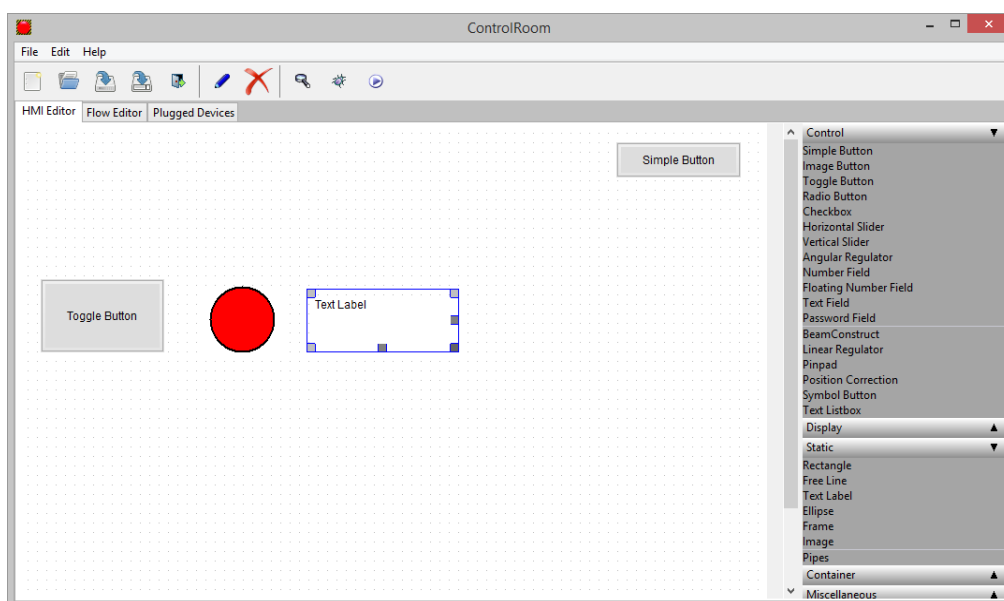


Εικόνα 2-19: Μπάρα εργαλείων Control



Εικόνα 2-20: Μπάρα εργαλείων Static

Ο χρήστης επιλέγει τα **Simple Button**, **Toggle Button** και **Symbol Button**. Ανοίγοντας την μπάρα εργαλείων **Static** ο χρήστης επιλέγει το **Text Label**. Τοποθετεί τα αντικείμενα αυτά στην περιοχή σχεδίασης του **HMI Editor** όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-21.



Εικόνα 2-21: Εισαγωγή ενός Simple Button, ενός Toggle Button, ενός Symbol Button και ενός Text Label

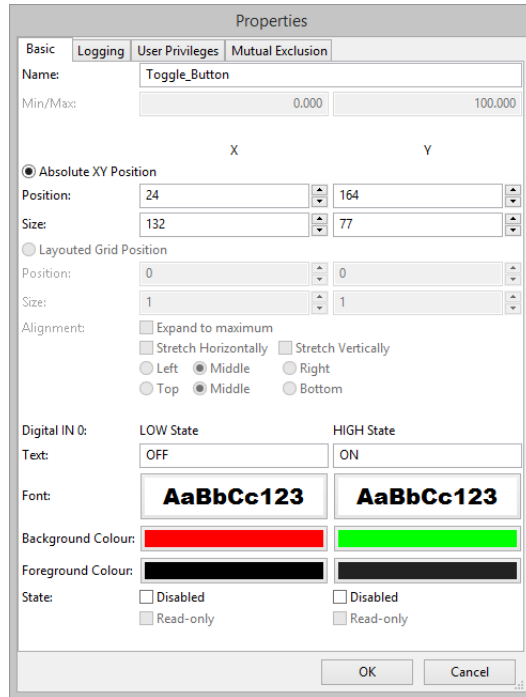
Στη συνέχεια κάνει διπλό κλικ σε κάθε ένα από τα αντικείμενα έτσι ώστε να εμφανιστεί το παράθυρο **Properties**.

Στην καρτέλα **Basic** του **Toggle Button** αλλάζετε το πεδίο “**Name**” καταχωρώντας το όνομα “**Toggle_Button**”. Με αυτό το όνομα θα εμφανίζεται το αντικείμενο **Toggle Button** στο **Flow Editor**.

Το πεδίο “**Text**” στην αριστερή στήλη που προσδιορίζει τη **LOW** κατάσταση του αντικειμένου καταχωρείτε την τιμή “**OFF**” και στη **HIGH** κατάσταση την τιμή “**ON**”.

Στο πεδίο **Font** επιλέγετε γραμματοσειρά “**Arial**”, στυλ γραμματοσειράς «**Μαύρη**» και μέγεθος “**16pt**” και για τις δύο καταστάσεις.

Στο πεδίο **Background Color** επιλέγετε το χρώμα **κόκκινο** στη **LOW** κατάσταση και το χρώμα **πράσινο** στη **HIGH** κατάσταση και στη συνέχεια κάνετε κλικ στο **OK**.

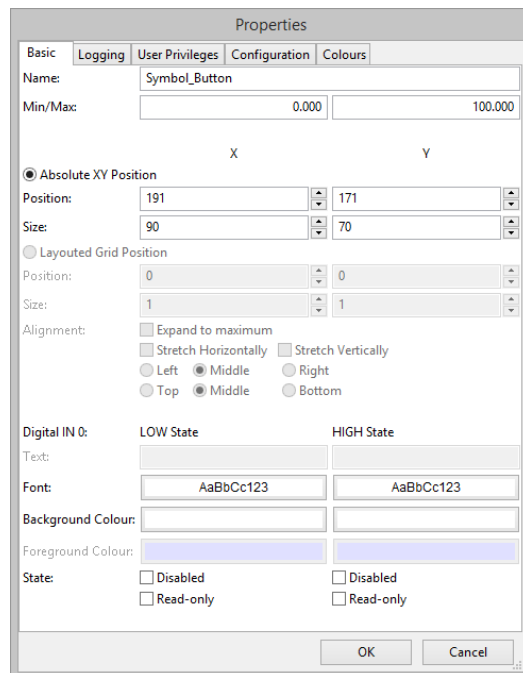


Εικόνα 2-22: Η καρτέλα Basic των ιδιοτήτων του Toggle Button

Στο δεύτερο αντικείμενο **Symbol Button** κάνετε διπλό κλικ για να εμφανιστεί το παράθυρο **Properties**.

Στην καρτέλα **Basic** αλλάζετε τα πεδία “Name”: “**Symbol_Button**”.

Στην καρτέλα **Configuration** επιλέγετε ως “Symbol”: “**Lamp**” και στη συνέχεια πατάτε **OK**.

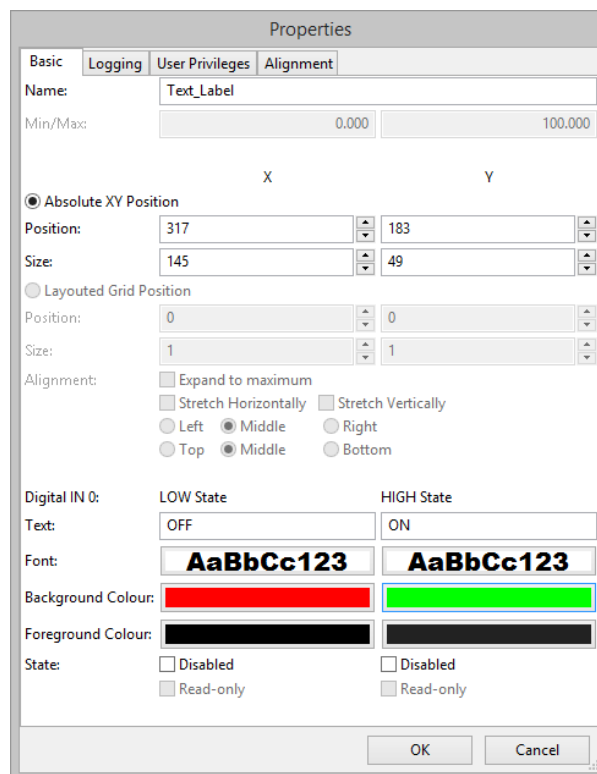


Εικόνα 2-23: Η καρτέλα Basic των ιδιοτήτων του Symbol Button



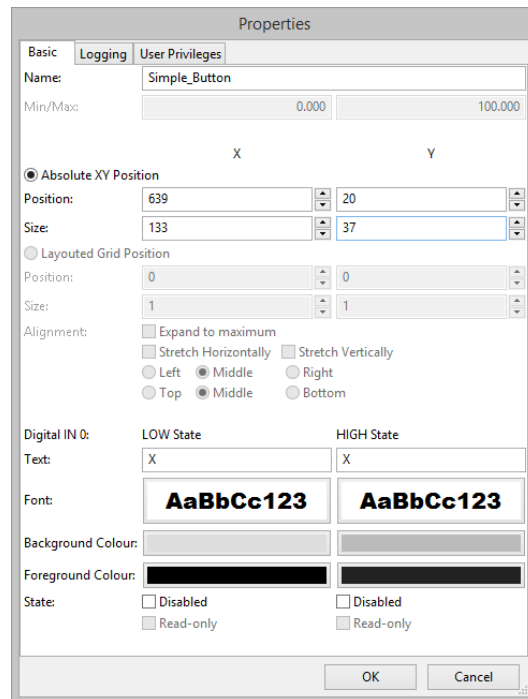
Εικόνα 2-24: Η καρτέλα Configuration των ιδιοτήτων του Symbol Button

Στην καρτέλα Basic του τρίτου αντικειμένου **Text Label** αλλάζετε τα πεδία “Name”: “Text_Label”, “Text”: “OFF” για τη **LOW** κατάσταση και “ON” για τη **HIGH**. Στο πεδίο **Font** επιλέγετε γραμματοσειρά “Arial”, στυλ γραμματοσειράς «Μαύρη» και μέγεθος “16pt” και για τις δύο καταστάσεις. Στο πεδίο **Background Color** επιλέγετε το χρώμα **κόκκινο** στη **LOW** κατάσταση και το χρώμα **πράσινο** στη **HIGH** κατάσταση και στη συνέχεια κάνετε κλικ στο **OK**.



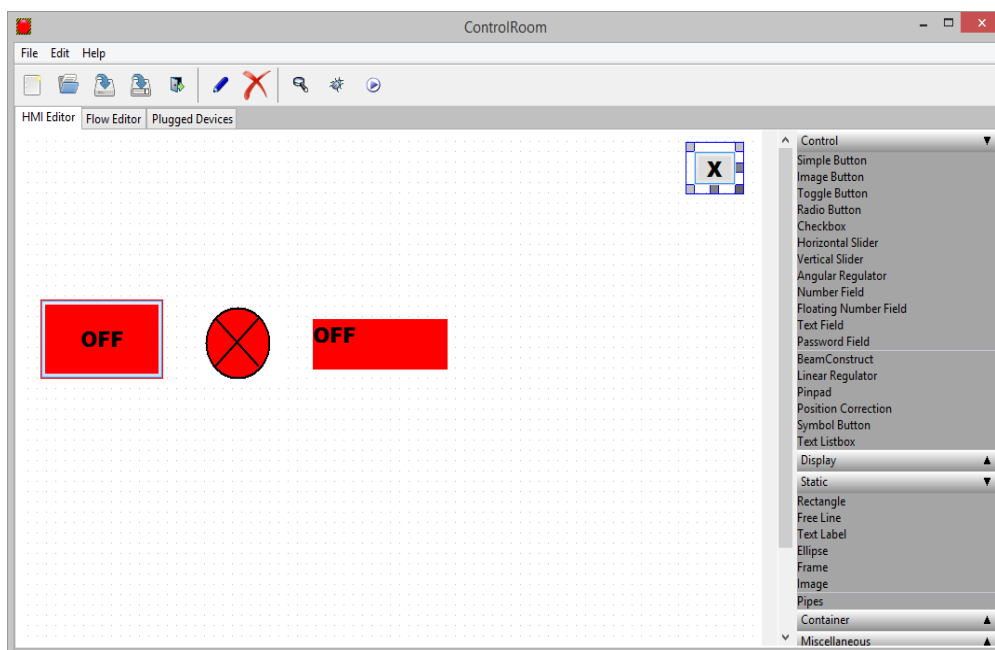
Εικόνα 2-25: Η καρτέλα Basic των ιδιοτήτων του Text Label

Στην καρτέλα **Basic** του τέταρτου αντικειμένου αλλάζετε τα πεδία “**Name**”: “**Simple_Button**” και “**Text**”: “**X**” και στις δύο καταστάσεις . Στο πεδίο **Font** επιλέγετε γραμματοσειρά “**Arial**”, στυλ γραμματοσειράς «**Μαύρη**» και μέγεθος “**16pt**” και για τις δύο καταστάσεις.



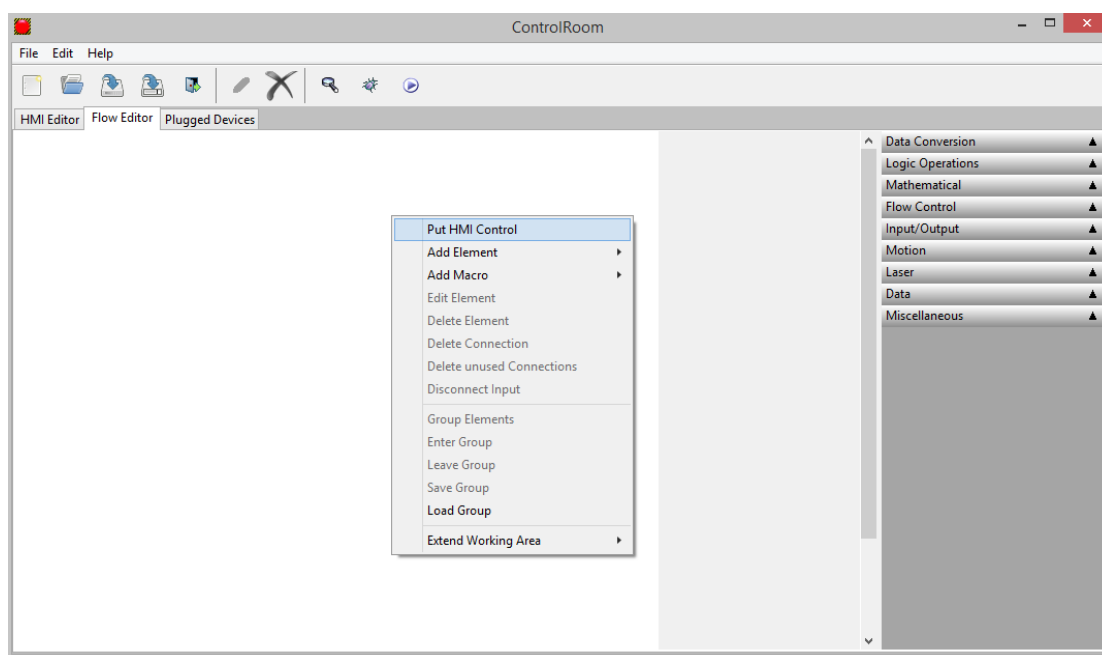
Εικόνα 2-26: Η καρτέλα Basic των ιδιοτήτων του Simple Button

Μετά τις αλλαγές η καρτέλα του **HMI Editor** θα πρέπει να είναι όπως στην Εικόνα 2-27 .

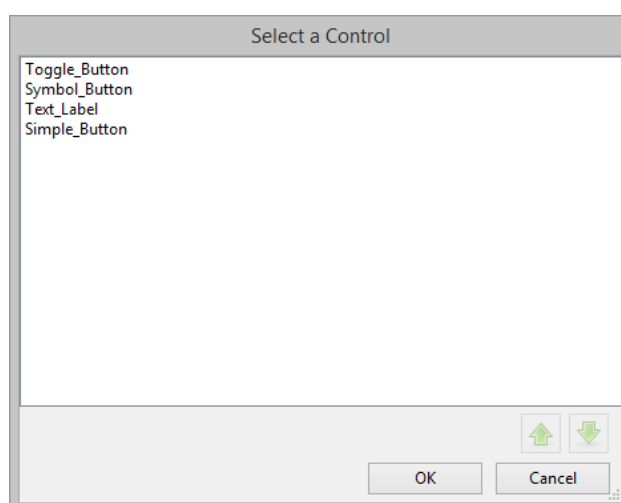


Εικόνα 2-27: Εμφάνιση στοιχείων στην καρτέλα HMI Editor

Μέχρι στιγμής έχετε δημιουργήσει το γραφικό κομμάτι της εφαρμογής το οποίο θα φαίνεται στο χρήστη. Επόμενο βήμα είναι να δημιουργήσετε τις κατάλληλες συνδέσεις ώστε όλα τα παραπάνω αντικείμενα να εκτελούν μια λειτουργία και ο χρήστης να είναι σε θέση να αλληλοεπιδράσει μαζί τους. Για να το επιτύχετε αυτό μεταβαίνετε στην καρτέλα **Flow Editor** του **ControlRoom**. Στην περιοχή σχεδίασης του **Flow Editor** κάνετε δεξί κλικ και επιλέγετε από το αναδυόμενο παράθυρο την επιλογή “**Put HMI Control**” για να δημιουργήσετε τα στοιχεία ροής του κάθε αντικειμένου που σχεδιάστηκε στο **HMI Editor**. Κάνοντας κλικ σε αυτό εμφανίζεται το παράθυρο **Select a Control** το οποίο σας επιτρέπει να τοποθετήσετε τα στοιχεία ροής.

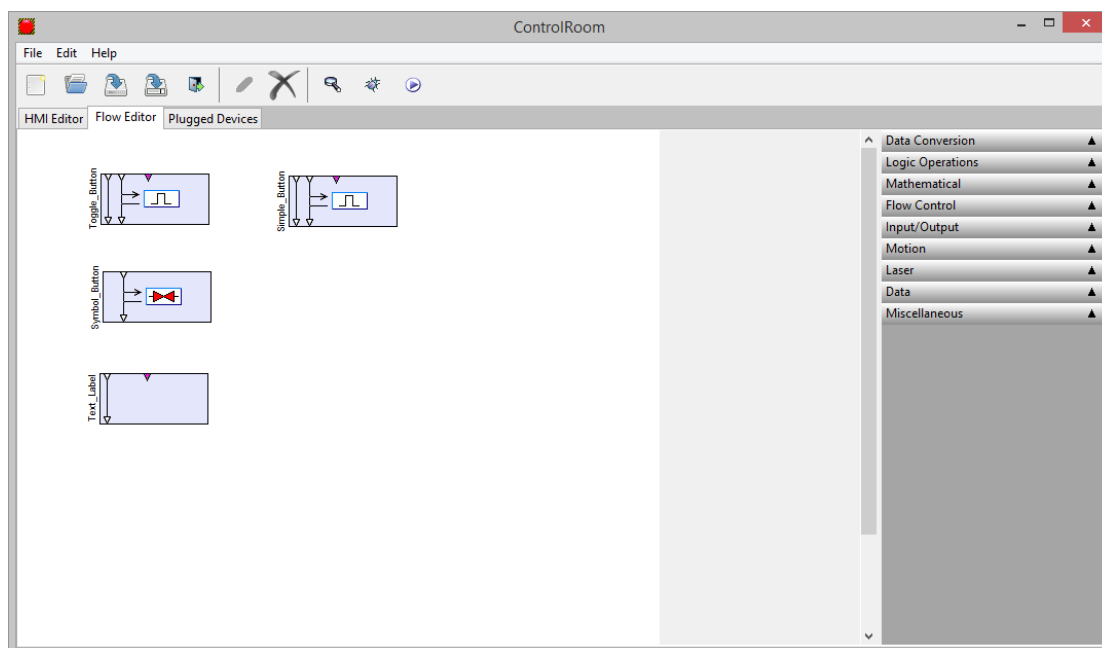


Εικόνα 2-28: Δημιουργία των στοιχείων ροής στην καρτέλα Flow Editor



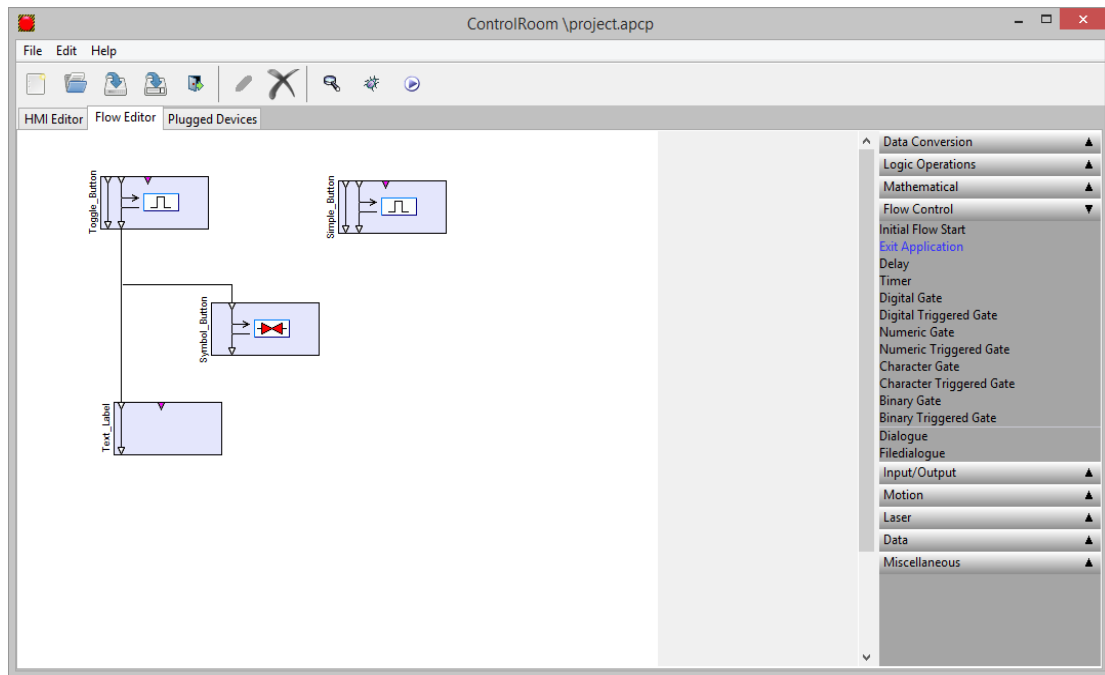
Εικόνα 2-29: Το παράθυρο της λίστας των στοιχείων που θα τοποθετηθούν στο Flow Editor

Κάνετε κλικ σε κάθε ένα από τα στοιχεία που βρίσκονται στη λίστα του παραθύρου **Select a Control** και τα τοποθετείτε στην περιοχή σχεδίασης του **Flow Editor**. Η τελική μορφή θα πρέπει να είναι όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-30.




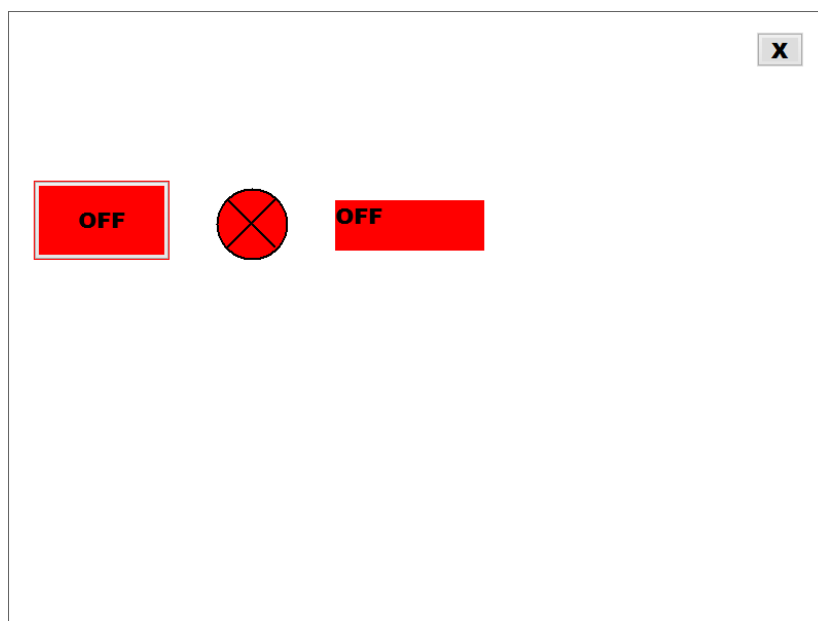
Εικόνα 2-30: Τα στοιχεία ροής στην καρτέλα Flow Editor

Ένα στοιχείο ροής μπορεί να συνδεθεί με ένα άλλο στοιχείο ενώνοντας την έξοδο του ενός στην είσοδο του άλλου. Για να γίνει αυτό φέρνετε τον δείκτη του ποντικιού στην έξοδο του **Toggle_Button** ώστε να σχηματιστεί ένας σταυρός και στη συνέχεια κρατάτε πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Παρατηρείτε ότι αν σύρετε το ποντίκι προς την είσοδο του **Symbol_Button** δημιουργείται μια γραμμή. Η γραμμή αυτή έχει κόκκινο χρώμα όσο δεν ενώνεται με κάποια είσοδο. Φέρνετε τη γραμμή στην είσοδο του **Symbol_Button** και μόλις το χρώμα της αλλάξει σε πράσινο απελευθερώνετε το πλήκτρο του ποντικιού. Μόλις έγινε η σύνδεση του **Toggle_Button** με το **Symbol_Button**. Ακριβώς την ίδια διαδικασία ακολουθείτε για να συνδέσετε αυτή τη φορά το **Symbol_Button** με το **Text_Label**. Τώρα η επιφάνεια σχεδίασης του **Flow Editor** θα πρέπει να είναι όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-31.



Εικόνα 2-31: Η ένωση της εξόδου του Toggle Button με τις εισόδους των Symbol Button και Text Label

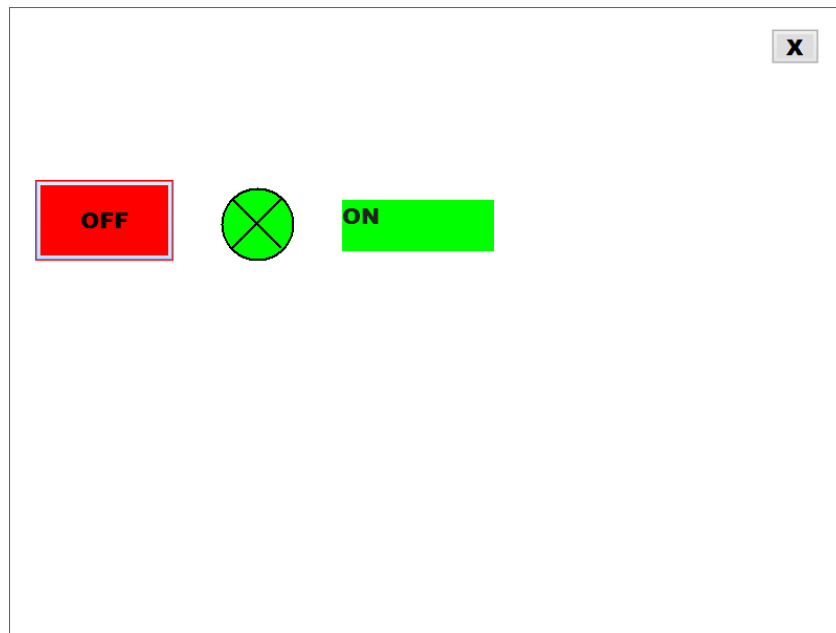
Μέχρι στιγμής έχετε συνδέσει τα τρία αντικείμενα που δημιουργήσαμε στο **HMI Editor** μέσω των στοιχείων ροής του **Flow Editor**. Για να δείτε το έργο σας να τρέχει κάνετε κλικ στο εικονίδιο **Start Player**  που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων του **ControlRoom**. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην Εικόνα 2-32.



Εικόνα 2-32: Το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του έργου

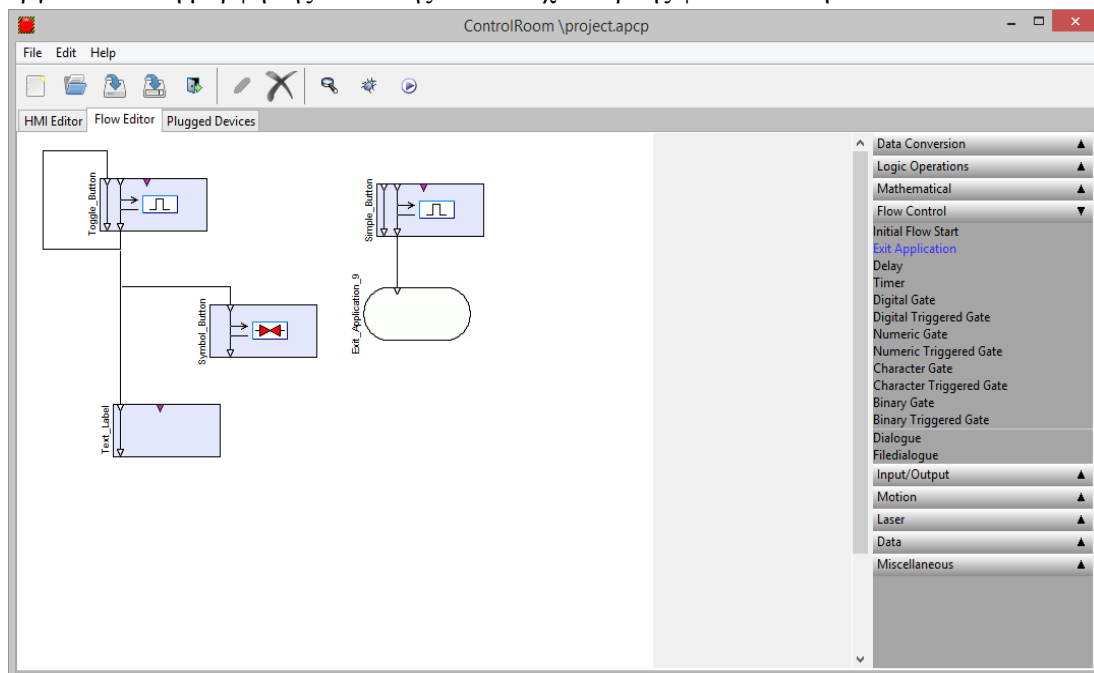
Κάνοντάς κλικ στο κουμπί **OFF** παρατηρείτε ότι συμβαίνουν κάποιες αλλαγές. Η λάμπα αλλάζει χρώμα από κόκκινο σε πράσινο. Το ίδιο συμβαίνει και στο **Text Label** στο οποίο αλλάζει και το κείμενο από **OFF** σε **ON**. Το πρώτο πράγμα που παρατηρείτε είναι ότι η αλλαγή που ορίσατε να γίνει στο **Toggle Button** δεν συμβαίνει.

Επίσης παρατηρείτε ότι το κουμπί **X** δεν εκτελεί καμία ενέργεια και το έργο δεν τερματίζεται. Κλείνετε την εφαρμογή από τη γραμμή εργαλείων των Windows και επιστρέφετε στην καρτέλα **Flow Editor** του **ControlRoom**.



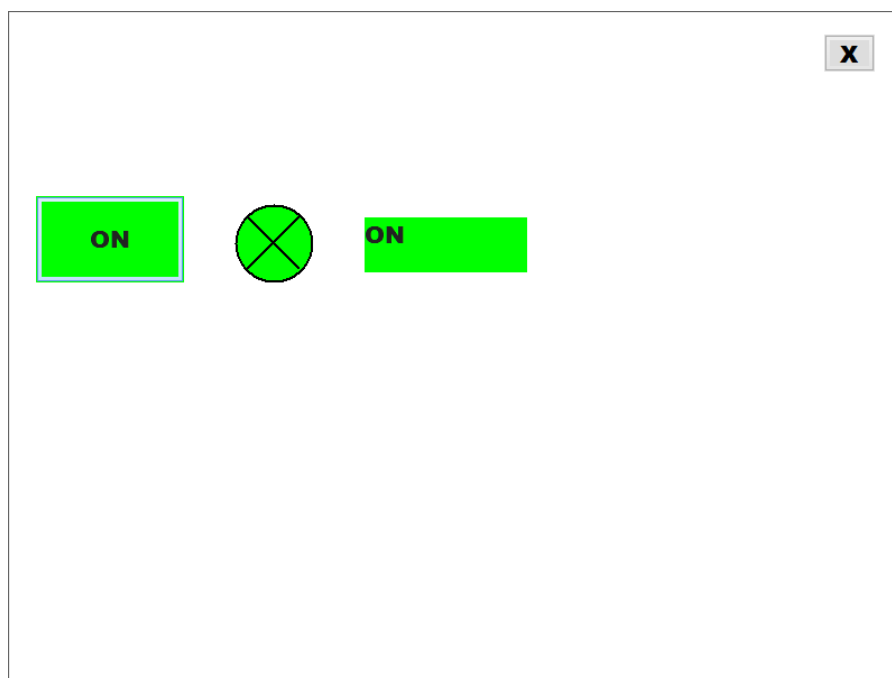
Εικόνα 2-33: Αλλαγή κατάστασης μόνο στα Symbol Button και Text Label

Ενώνετε την έξοδο με την είσοδο του **Toggle_Button** ώστε αυτό να μπορεί να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται κάνοντας κλικ πάνω του. Επίσης από την μπάρα **Flow Control** επιλέγετε το στοιχείο **Exit Application** και το τοποθετείτε ακριβώς κάτω από το **Simple_Button**. Στη συνέχεια ενώνετε την έξοδο του **Symbol_Button** με την είσοδο του **Exit Application**. Αυτό δίνει τη δυνατότητα κάνοντας κλικ στο κουμπί **X** να τερματιστεί το έργο. Η τελική μορφή της σύνδεσης των στοιχείων ροής φαίνεται στην Εικόνα 2-34.



Εικόνα 2-34: Η σύνδεση της εξόδου του Toggle Button με την είσοδό του και η σύνδεση του Simple Button με την είσοδο του Exit Application

Τρέχετε το έργο και παίρνετε ακριβώς τα αποτελέσματα σύμφωνα με τα οποία είχατε ορίσει να λειτουργούν τα αντικείμενα.

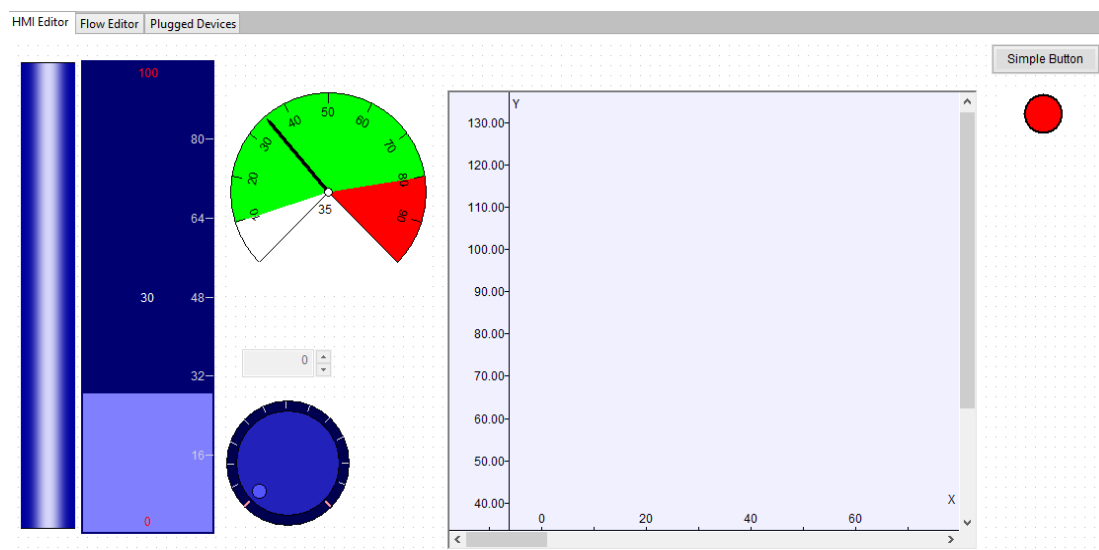


Εικόνα 2-35: Επιτυχής εκτέλεση του έργου

2.7 Δημιουργία δεύτερου έργου

Στο έργο αυτό ο χρήστης καλείται να δημιουργήσει ένα γραφικό περιβάλλον μέσω του οποίου θα ελέγχεται χειροκίνητα η στάθμη του νερού μιας δεξαμενής. Η δεξαμενή μπορεί να δεχθεί μέχρι και εκατό λίτρα νερό. Ο χρήστης μπορεί να αυξήσει και να μειώσει την ποσότητα του νερού που βρίσκεται μέσα στη δεξαμενή. Αν η τιμή του νερού ξεπεράσει τα εκατό λίτρα θα ανάβει μία λάμπα η οποία θα προειδοποιεί τον χρήστη ότι υπάρχει κίνδυνος υπερχείλισης. Τέλος θα εμφανίζονται σε ένα γράφημα οι τιμές που καταχώρησε ο χρήστης.

Ανοίγοντας τον φάκελο **OpenAPC** ο χρήστης κάνει διπλό κλικ στο **OpenEditor.exe** και στη συνέχεια εμφανίζεται το **ControlRoom**. Στην περιοχή σχεδίασης της καρτέλας του **HMI Editor** τοποθετείτε τα αντικείμενα **Simple Button**, **Angular Regulator**, **Number Field** και **Symbol Button** που βρίσκονται στην μπάρα **Control**. Στη συνέχεια από την μπάρα **Display** τοποθετείτε τα αντικείμενα **Angular Meter**, **2D Plotter**, **Flow Indicator** και **Linear Meter**. Η περιοχή σχεδίασης θα πρέπει να μοιάζει με την Εικόνα 2-36.



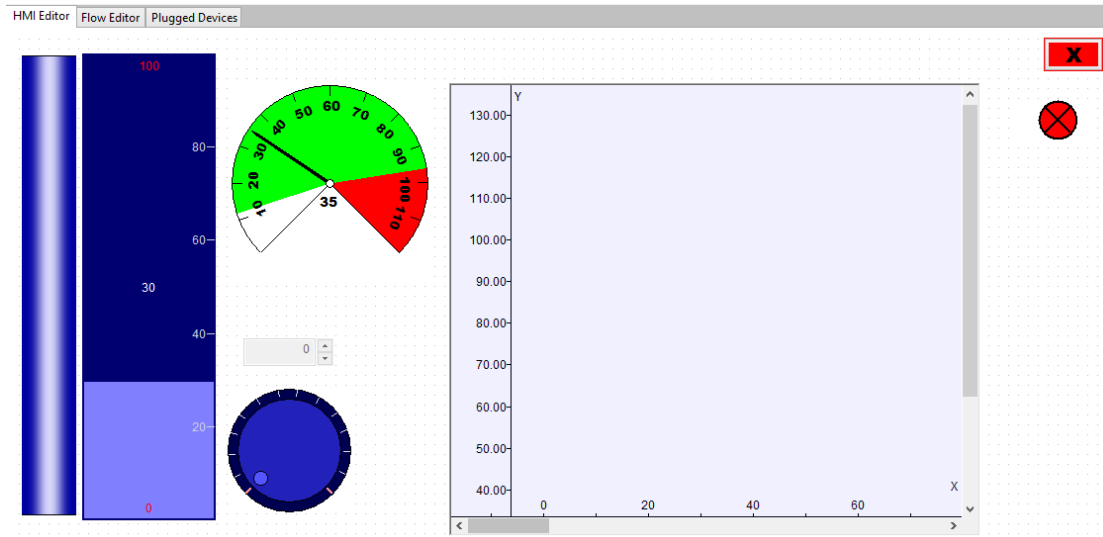
Εικόνα 2-36: Η τοποθέτηση των 8 στοιχείων στην καρτέλα HMI Editor

Επόμενο βήμα είναι η αλλαγή των χαρακτηριστικών των αντικειμένων. Σε κάθε αντικείμενο που βρίσκεται στην περιοχή σχεδίασης του **HMI Editor** κάνετε διπλό κλικ ώστε να εμφανιστεί το παράθυρο “**Properties**”. Το αντικείμενο **Flow Indicator** απεικονίζει την ταχύτητα ροής του νερού και δεν απαιτεί κάποια επιπλέον ρύθμιση. Στο **Linear Meter** αλλάζετε την τιμή του πεδίου “**Number of Ticks**” που βρίσκεται στην καρτέλα **Colors** σε “**4**”.

Προσέχετε το πεδίο “**MIN/MAX**” της καρτέλας **Basic** να έχει τις τιμές “**0.000**” και “**100.00**” αντίστοιχα. Στο **Angular Regulator** αλλάζετε την τιμή του πεδίου “**Number of Ticks**” που βρίσκεται στην καρτέλα **Layout** σε “**12**”. Προσέχετε το πεδίο “**MIN/MAX**” της καρτέλας **Basic** να έχει τις τιμές “**0.000**” και “**100.00**” αντίστοιχα. Στο **Number Field** αλλάζετε τις τιμές “**MIN/MAX**” που βρίσκονται στην καρτέλα **Basic** σε “**0.000**” και “**120.000**” αντίστοιχα.

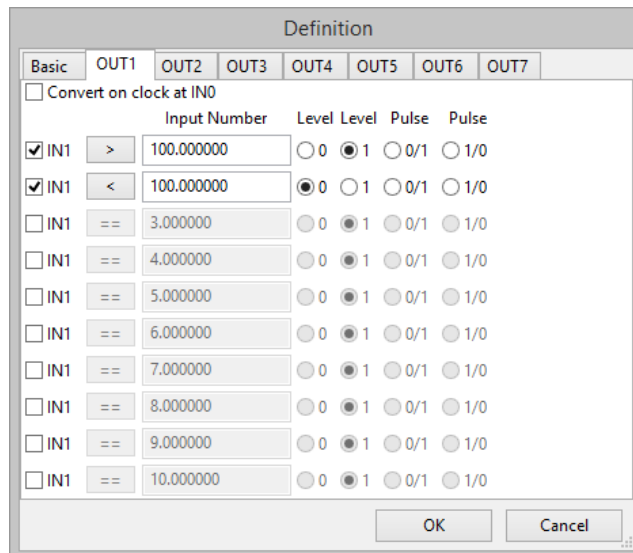
Στο **Angular Meter** αλλάζετε τις τιμές “**MIN/MAX**” που βρίσκονται στην καρτέλα **Basic** σε “**0.000**” και “**120.000**” αντίστοιχα και στο πεδίο **Font** επιλέγετε **Στυλ γραμματοσειράς: Έντονη γραφή** και **Μέγεθος: 10pt**. Επίσης το πεδίο “**Number of Ticks**” της καρτέλας **Layout** παίρνει την τιμή “**11**”. Στο **Simple Button** αλλάζετε τα πεδία της καρτέλας **Basic** ως εξής: Στο πεδίο **Text**: “**X**” και στις δύο καταστάσεις (LOW State / HIGH State). Στο πεδίο “**Font**” επιλέγετε **Γραμματοσειρά: Arial**, **Στυλ γραμματοσειράς: Μαύρη** και **Μέγεθος: 16pt**.

Τέλος στο **Symbol Button** στο πεδίο “**Symbol**” που βρίσκεται στην καρτέλα **Configuration** επιλέγετε “**Lamp**”. Προσέχετε το πεδίο “**MIN/MAX**” της καρτέλας **Basic** να έχει τις τιμές “**0.000**” και “**100.00**” αντίστοιχα. Μετά την παραμετροποίηση των αντικειμένων η περιοχή σχεδίασης του **HMI Editor** θα πρέπει να είναι όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-37.



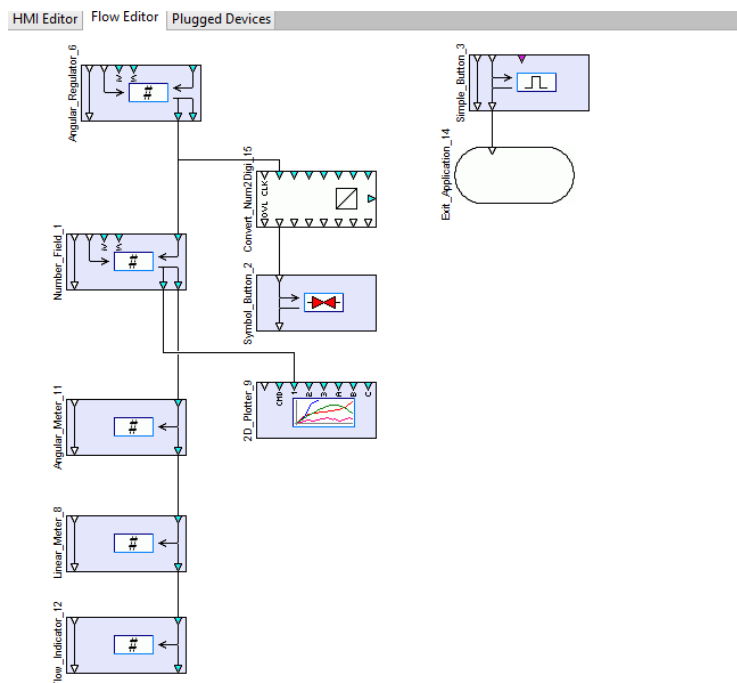
Εικόνα 2-37: Η τελική μορφή του έργου μετά την παραμετροποίηση των αντικειμένων

Μέχρι στιγμής έχετε υλοποιήσει το γραφικό κομμάτι που θα εμφανίζεται στον τελικό χρήστη όταν η εφαρμογή τρέχει. Επόμενο βήμα είναι η σύνδεση των αντικειμένων μέσω του **Flow Editor**. Μεταβαίνετε στην καρτέλα **Flow Editor** και κάνετε δεξί κλικ στην περιοχή σχεδίασης. Από το αναδυόμενο παράθυρο επιλέγετε το “**Put HMI Control**” και προσθέτετε όλα τα αντικείμενα στην περιοχή σχεδίασης. Στη συνέχεια από την μπάρα **Data Conversion** επιλέγετε το “**Number to Digital**”. Αυτό το στοιχείο δίνει τη δυνατότητα μετατροπής αριθμών σε ψηφιακά δεδομένα. Το **Number to Digital** δέχεται ως είσοδο την έξοδο ενός αριθμητικού στοιχείου και στη συνέχεια ελέγχει αν ο αριθμός αυτός ξεπερνάει το όριο χωρητικότητας της δεξαμενής. Αν ναι δίνει σήμα ώστε να ανάψει η λάμπα. Ως είσοδο μπορεί να πάρει οποιαδήποτε από τα **Angular Regulator**, **Number Field** και **Angular Meter**. Επιλέγετε να παίρνει ως είσοδο την έξοδο του **Angular Regulator**. Η έξοδος του **Number to Digital** μπαίνει ως είσοδος στο **Symbol Button**. Συνδέετε την 6^η έξοδο (**OUT 6**) του **Angular Regulator** με την 1^η είσοδο (**IN1**) του **Number to Digital** και την 1^η έξοδο (**OUT 1**) του **Number to Digital** με την είσοδο του **Symbol Button**. Κάνοντας διπλό κλικ στο **Number to Digital** ανοίγει το παράθυρο “**Definition**”. Θέλετε να ανάψει η λάμπα όταν η τιμή του **Angular Regulator** είναι μεγαλύτερη από **100**. Το **Symbol Button** ενεργοποιείται όταν στην είσοδο του δέχεται την τιμή **1** και απενεργοποιείται με την τιμή **0**. Αποεπιλέγετε το **Convert on clock at IN0** διότι το **Number to Digital** δεν δέχεται παλμό ρολογιού στο συγκεκριμένο έργο.



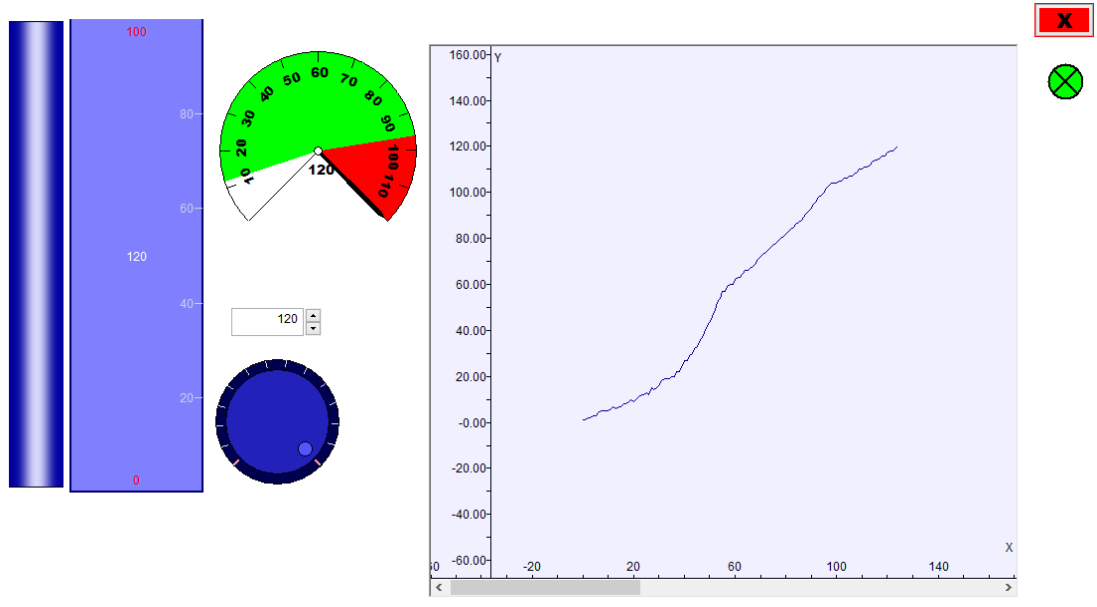
Εικόνα 2-38: Οι ρυθμίσεις στο στοιχείο Number to Digital

Τέλος προσθέτετε από την μπάρα **Flow Control** το στοιχείο “**Exit Application**” συνδέοντας την είσοδό του με την έξοδο του **Simple Button** ώστε να τερματίζεται η εφαρμογή.

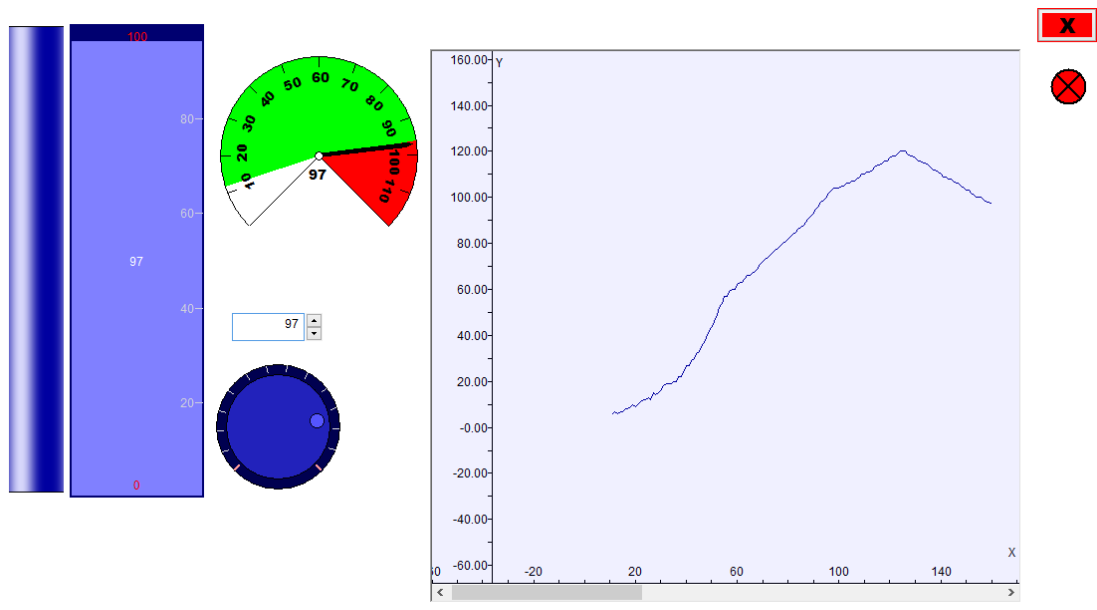


Εικόνα 2-39: Η τελική μορφή των συνδέσεων των στοιχείων στην καρτέλα Flow Editor

Τρέχετε την εφαρμογή πατώντας το **Start Player** και αποθηκεύετε το έργο με όνομα **tank_overflow.apcp**.



Εικόνα 2-40: Η τελική μορφή της εκτέλεσης του έργου για τιμή μεγαλύτερη από 100



Εικόνα 2-41: Η τελική μορφή της εκτέλεσης του έργου για τιμή μικρότερη από 100

2.8 Δημιουργία τρίτου έργου

Στο έργο αυτό ο χρήστης καλείται να δημιουργήσει μια δεξαμενή χωρητικότητας διακοσίων πενήντα λίτρων η οποία θα μεταβιβάζει το περιεχόμενό της σε δύο δεξαμενές χωρητικότητας εκατό λίτρων η κάθε μία. Η μεταβίβαση του περιεχομένου προς αυτές θα γίνεται χειροκίνητα από τον χρήστη μέσω δύο βαλβίδων. Μόλις το περιεχόμενο της μίας ή και των δύο δεξαμενών υπερβεί τα εξήντα πέντε λίτρα θα ενεργοποιούνται οι αντλίες ώστε το περιεχόμενο να επιστρέφει στην αρχική δεξαμενή. Επίσης θα υπάρχει μια γραφική παράσταση η οποία θα δείχνει την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το περιεχόμενο σε κάθε δεξαμενή.

Ανοίγοντας τον φάκελο **OpenAPC** ο χρήστης κάνει διπλό κλικ στο **OpenEditor.exe** και στη συνέχεια εμφανίζεται το **ControlRoom**.

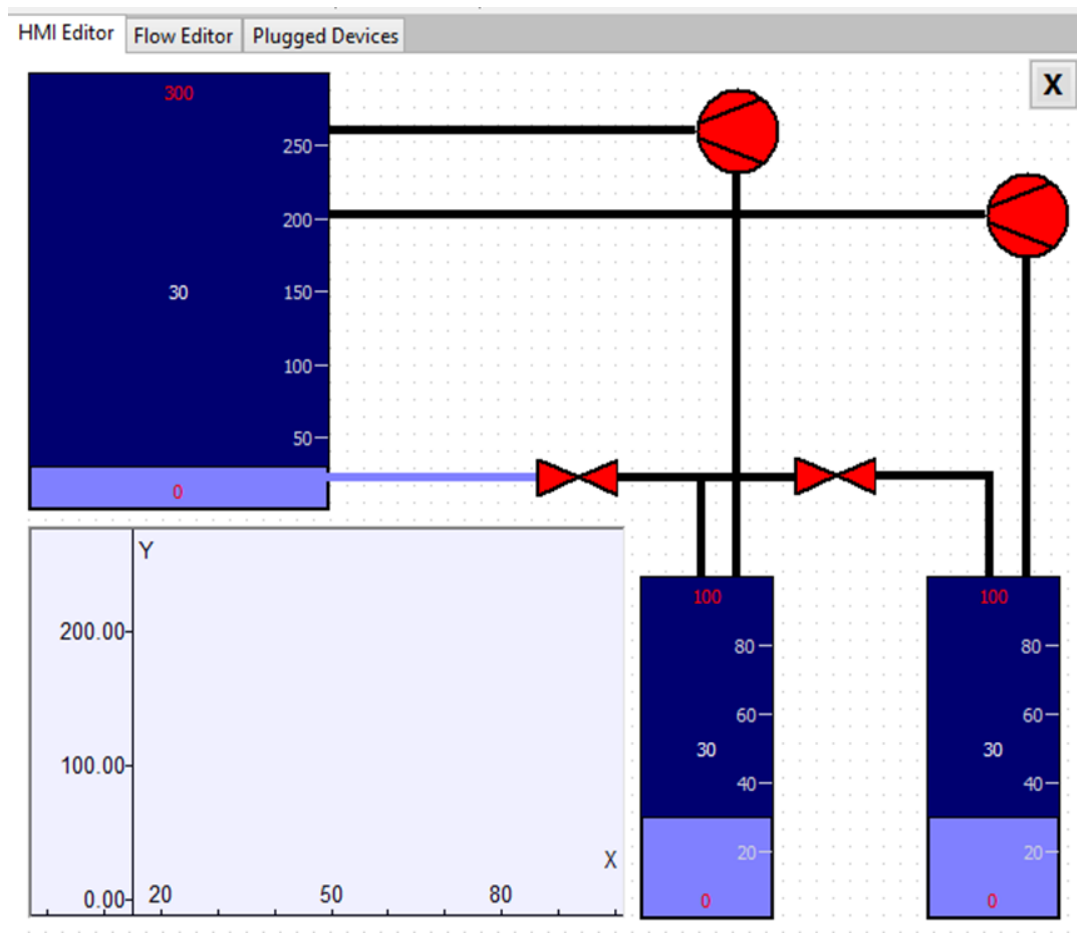
Στην περιοχή σχεδίασης της καρτέλας του **HMI Editor** τοποθετείτε τρία αντικείμενα τύπου **“Linear Meter”** που βρίσκονται στην μπάρα **“Display”**. Μετονομάζετε την πρώτη δεξαμενή σε **“MainTank”** και στο πεδίο **“Min/Max”** επιλέγετε **“0”** και **“300”** αντίστοιχα. Επίσης στην καρτέλα **“Colors”** καταχωρείτε στο πεδίο **“Number of Ticks”** την τιμή **“5”**. Μετονομάζετε την δεύτερη δεξαμενή σε **“Tank1”** και στο πεδίο **“Min/Max”** επιλέγετε **“0”** και **“100”** αντίστοιχα. Επίσης στην καρτέλα **“Colours”** καταχωρείτε στο πεδίο **“Number of Ticks”** την τιμή **“4”**. Μετονομάζετε την τρίτη δεξαμενή σε **“Tank2”** και στο πεδίο **“Min/Max”** επιλέγετε **“0”** και **“100”** αντίστοιχα. Επίσης στην καρτέλα **“Colours”** καταχωρείτε στο πεδίο **“Number of Ticks”** την τιμή **“4”**.

Στη συνέχεια τοποθετείτε στην περιοχή σχεδίασης του **HMI Editor** δύο αντικείμενα τύπου **“Symbol Button”** που βρίσκονται στην μπάρα **“Control”**. Αυτά θα αποτελέσουν τις αντλίες για τις δύο δεξαμενές. Στο πεδίο **“Name”** του πρώτου **“Symbol Button”** καταχωρείτε **“Pump_3”**. Στο πεδίο **“Name”** του δεύτερου **“Symbol Button”** καταχωρείτε **“Pump_4”**. Στο πεδίο **“Min/Max”** και των δύο αντλιών καταχωρείτε **“0”** και **“100”** αντίστοιχα. Επίσης στην καρτέλα **“Configuration”** αλλάζετε το πεδίο **“Symbol”** σε **“Pump (left)”** και στις δύο αντλίες.

Επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση των βαλβίδων. Επιλέγετε δύο αντικείμενα τύπου **“Symbol Button”** και τα τοποθετείτε στην περιοχή σχεδίασης **HMI Editor**. Στο πεδίο **“Name”** της πρώτης βαλβίδας καταχωρείτε **“Valve_1”**. Στο πεδίο **“Name”** της δεύτερης βαλβίδας καταχωρείτε **“Valve_2”**. Στο πεδίο **“Min/Max”** και των δύο βαλβίδων καταχωρείτε **“0”** και **“100”** αντίστοιχα. Επίσης στην καρτέλα **“Configuration”** αλλάζετε το πεδίο **“Symbol”** σε **“Horizontal Valve”** και στις δύο βαλβίδες.

Στη συνέχεια τοποθετείτε στην περιοχή σχεδίασης το αντικείμενο **“2D Plotter”** που βρίσκεται στην καρτέλα **“Display”**. Στο πεδίο **“Name”** καταχωρείτε **“2D_Plotter_209”** και στο πεδίο **“Min/Max”** καταχωρείτε τις τιμές **“0”** και **“270”** αντίστοιχα. Στην καρτέλα **“Configuration”** καταχωρείτε στο πεδίο **“Initial Graphs”** την τιμή **“3”**, στο πεδίο **“Maximum Graphs”** την τιμή **“3”**, στο πεδίο **“Direction”** την τιμή **“X”**, στο πεδίο **“Maximum Graph Length”** την τιμή **“100”** και στο πεδίο **“Data Skip Mode”** την τιμή **“Reset everything”**. Από την μπάρα **“Control”** επιλέγετε ένα αντικείμενο τύπου **“Simple Button”** και στο πεδίο **“Name”** καταχωρείτε **“X”**.

Τέλος από την μπάρα “Static” επιλέγετε το αντικείμενο “Free Line” και σχεδιάζετε τις συνδέσεις μέσω από τις οποίες θα διέρχεται το περιεχόμενο των δεξαμενών. Επιλέγετε ως “Background Color” μαύρο για την “LOW” κατάσταση και γαλάζιο για την “HIGH” κατάσταση. Σύμφωνα με τα παραπάνω το έργο θα έχει την παρακάτω μορφή (Εικόνα 2-42).



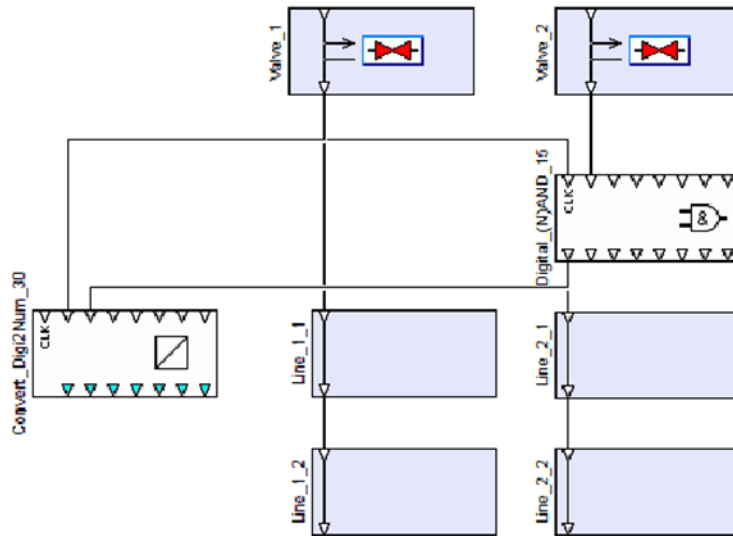
Εικόνα 2-42: Η τελική μορφή του έργου στην καρτέλα HMI Editor.

Στη συνέχεια θα πρέπει να κάνετε τις κατάλληλες συνδέσεις ώστε να λειτουργήσουν τα αντικείμενα σύμφωνα με την εκφώνηση. Μεταβαίνετε στην καρτέλα **Flow Editor** για να προσθέσετε τα αντικείμενα ροής. Κάνετε δεξί κλικ στην περιοχή σχεδίασης του **Flow Editor** και προσθέτετε τα αντικείμενα “Valve_1”, “Valve_2”, “Pump_3”, “Pump_4”, “MainTank”, “Tank1”, “Tank2” και “2D_Plotter”. Επίσης θα προσθέσετε και τα αντικείμενα ροής των γραμμών “Line_1_1...Line_4_2”.

Οι συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων ροής για την ορθή λειτουργία του έργου αναλύονται παρακάτω. Από το σχήμα, θα πρέπει η έξοδος του στοιχείου “Valve_1” να συνδεθεί με την είσοδο των “Line_1_1” και “Line_1_2”. Εάν η πρώτη βαλβίδα είναι ανοιχτή το περιεχόμενο θα μεταφέρεται στην δεύτερη βαλβίδα. Για να γίνει αυτό θα προσθέσετε μια πύλη “(N)AND” η οποία θα παίρνει ως “clock” την έξοδο της “Valve_1” και ως είσοδο την έξοδο της “Valve_2”. Συνδέετε την έξοδο της “(N)AND” στις εισόδους των “Line_2_1” και “Line_2_2”.

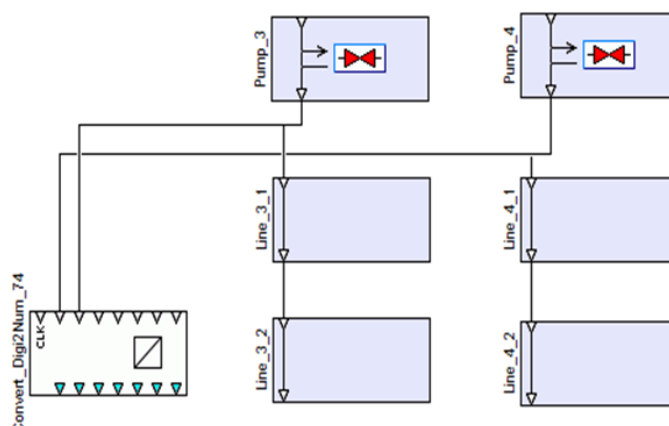
Επόμενο βήμα είναι η σύνδεση των εξόδων των βαλβίδων στις εισόδους των δεξαμενών. Οι εισοδοί των δεξαμενών είναι τύπου “Numeric” και οι εξοδοί των βαλβίδων τύπου “Digital” οπότε θα χρειαστεί να γίνει μετατροπή. Για να γίνει αυτό θα προσθέσετε το

στοιχείο “Convert_Digi2Num” στο οποίο θα εισέρχονται ως είσοδοι, οι γραμμές των εξόδων των “Valve_1” και “(N)AND” (Εικόνα 2-43).



Εικόνα 2-43: Σύνδεση των βαλβίδων με τις γραμμές και τα στοιχεία ροής.

Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει η σύνδεση των αντλιών με τις γραμμές. Συνδέετε την έξοδο του “Pump_3” με την είσοδο του “Line_3_1” και “Line_3_2” καθώς και την έξοδο του “Pump_4” με την είσοδο του “Line_4_1” και “Line_4_2”. Θα πρέπει και οι αντλίες να συνδέονται με τις δεξαμενές έτσι ώστε αν ξεπεραστεί το όριο χωρητικότητας της κάθε δεξαμενής, να ενεργοποιηθούν. Προσθέτετε το στοιχείο “Convert_Digi2Num” και ενώνετε στην πρώτη είσοδο την έξοδο του “Pump_4” και στην δεύτερη είσοδο την έξοδο του “Pump_3”(Εικόνα 2-44).



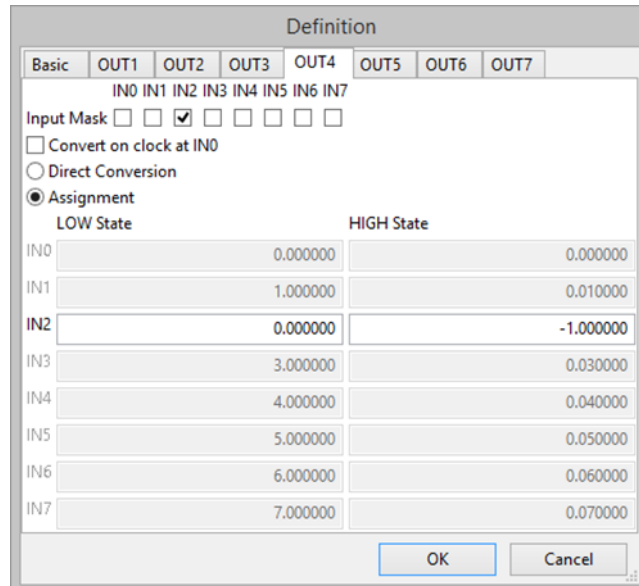
Εικόνα 2-44: Η σύνδεση των αντλιών με τις γραμμές και το στοιχείο ροής.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να ελέγχετε πότε ανοίγουν οι βαλβίδες και πότε θα ενεργοποιείται κάθε αντλία. Προσθέτετε τέσσερα στοιχεία τύπου “**Numeric Addition**” και ονομάζετε το ένα από αυτά “**MainTank_Add**”. Κάνετε διπλό κλικ στο στοιχείο “**Convert_Digi2Num_30**” και στην καρτέλα “**OUT1**” επιλέγετε την “**IN1**” στο πεδίο “**Input Mask**”, στο πεδίο “**IN1**” της “**LOW**” κατάστασης καταχωρείτε την τιμή “**0**” και στη “**HIGH**” κατάσταση την τιμή “**-1**”. Την ίδια διαδικασία ακολουθείτε και στην καρτέλα “**OUT2**” επιλέγοντας αυτή τη φορά την “**IN2**”. Στην καρτέλα “**OUT3**” επιλέγετε ως “**Input Mask**” την “**IN1**”, στη “**LOW**” κατάσταση καταχωρείτε το “**0**” και στη “**HIGH**” κατάσταση το “**1**”. Στην καρτέλα “**OUT4**” ακολουθείτε την ίδια διαδικασία επιλέγοντας την “**IN2**”.

IN	LOW State	HIGH State
IN0	0.000000	-1.000000
IN1	0.000000	-1.000000
IN2	2.000000	0.020000
IN3	3.000000	0.030000
IN4	4.000000	0.040000
IN5	5.000000	0.050000
IN6	6.000000	0.060000
IN7	7.000000	0.070000

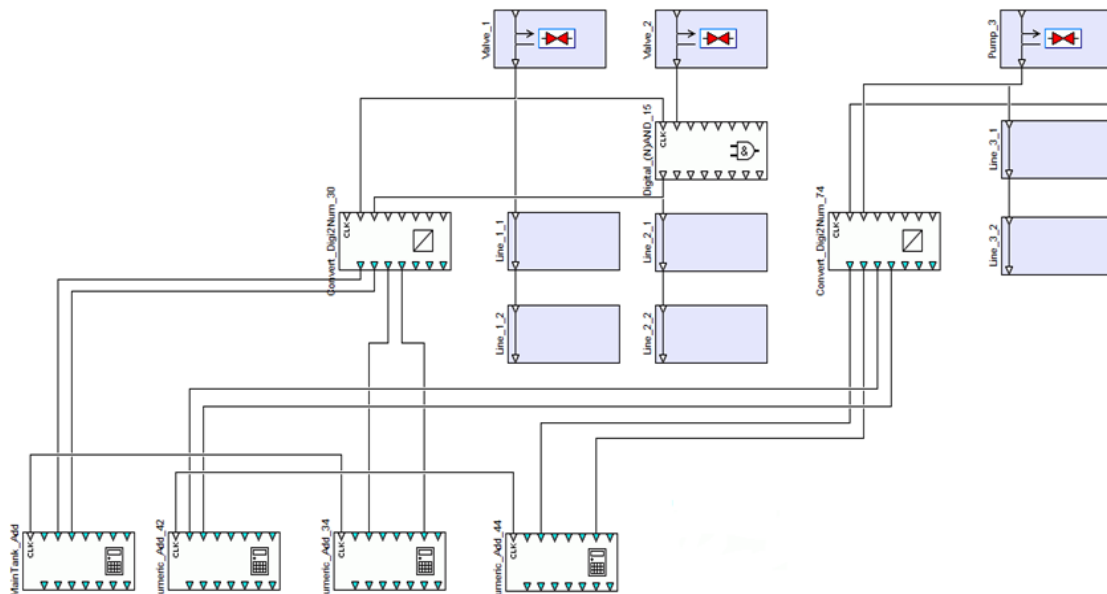
Εικόνα 2-45: Η καρτέλα ιδιοτήτων του στοιχείου Digital to Number.

Ακολουθείτε την ίδια διαδικασία και για το στοιχείο “**Convert_Digi2Num_74**”. Στην καρτέλα “**OUT1**” επιλέγετε ως “**Input Mask**” την “**IN1**”, στη “**LOW**” κατάσταση καταχωρείτε την τιμή “**0**” και στην “**HIGH**” κατάσταση την τιμή “**1**”. Στην καρτέλα “**OUT2**” επιλέγετε ως “**Input Mask**” την “**IN2**”, στη “**LOW**” κατάσταση καταχωρείτε την τιμή “**0**” και στη “**HIGH**” κατάσταση την τιμή “**1**”. Στην καρτέλα “**OUT3**” επιλέγετε ως “**Input Mask**” την “**IN1**”, στη “**LOW**” κατάσταση καταχωρείτε την τιμή “**0**” και στη “**HIGH**” κατάσταση την τιμή “**-1**”. Στην καρτέλα “**OUT4**” επιλέγετε ως “**Input Mask**” την “**IN2**”, στη “**LOW**” κατάσταση καταχωρείτε την τιμή “**0**” και στη “**HIGH**” κατάσταση την τιμή “**-1**”.



Εικόνα 2-46: : Η καρτέλα ιδιοτήτων του στοιχείου Convert_Digi2Num_74.

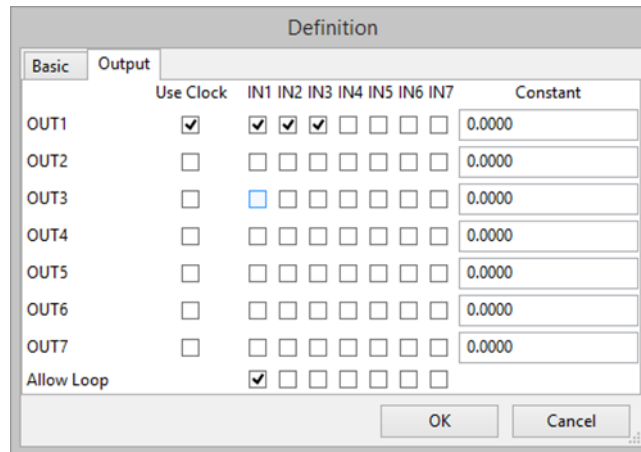
Στη συνέχεια ενώνετε τις εξόδους “OUT1” και “OUT2” του “Convert_Digi2Num_30” στις εισόδους “IN2” και “IN3” του “MainTank_Add”, τις εξόδους “OUT3” και “OUT4” του “Convert_Digi2Num_30” στις εισόδους “IN2” και “IN6” του “Numeric_Add_34”. Επίσης, ενώνετε τις εξόδους “OUT1” και “OUT2” του “Convert_Digi2Num_74” στις εισόδους “IN2” και “IN6” του “Numeric_Add_44”, τις εξόδους “OUT3” και “OUT4” του “Convert_Digi2Num_74” στις εισόδους “IN1” και “IN2” του “Numeric_Add_42”. Τέλος συνδέετε τα “clock” των στοιχείων “Numeric Addition” (Εικόνα 2-47).



Εικόνα 2-47: Η σύνδεση των στοιχείων στα στοιχεία αριθμητικής επεξεργασίας.

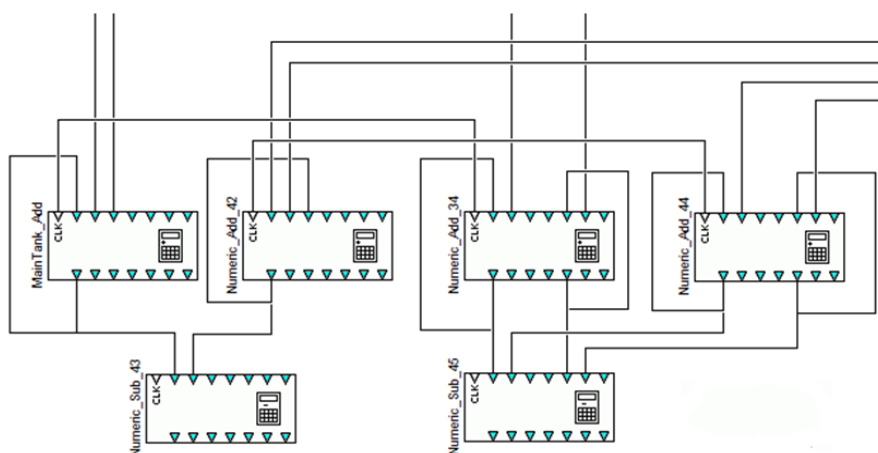
Οι εξοδοί κάθε διάδας των στοιχείων “Numeric Addition” θα συνδέονται με τις εισόδους των στοιχείων “Numeric Subtraction”. Αυτό γίνεται για να μπορέσετε να δείτε πόσο από το περιεχόμενο έχει καταχωρηθεί σε κάθε δεξαμενή. Πιο αναλυτικά, προσθέτετε

δύο στοιχεία τύπου “**Numeric Subtraction**”. Ενώνετε τις εξόδους “**OUT1**” των “**MainTank_Add**” και “**Numeric_Add_42**” στις εισόδους “**IN1**” και “**IN2**” του “**Numeric_Sub_43**” αντίστοιχα. Επίσης ενώνετε την έξοδο του “**MainTank_Add**” με την “**IN1**” του ίδιου και την είσοδο του “**Numeric_Add_42**” με την “**IN3**” του ίδιου και στις ρυθμίσεις αυτών επιλέγετε “**Allow Loop**”.



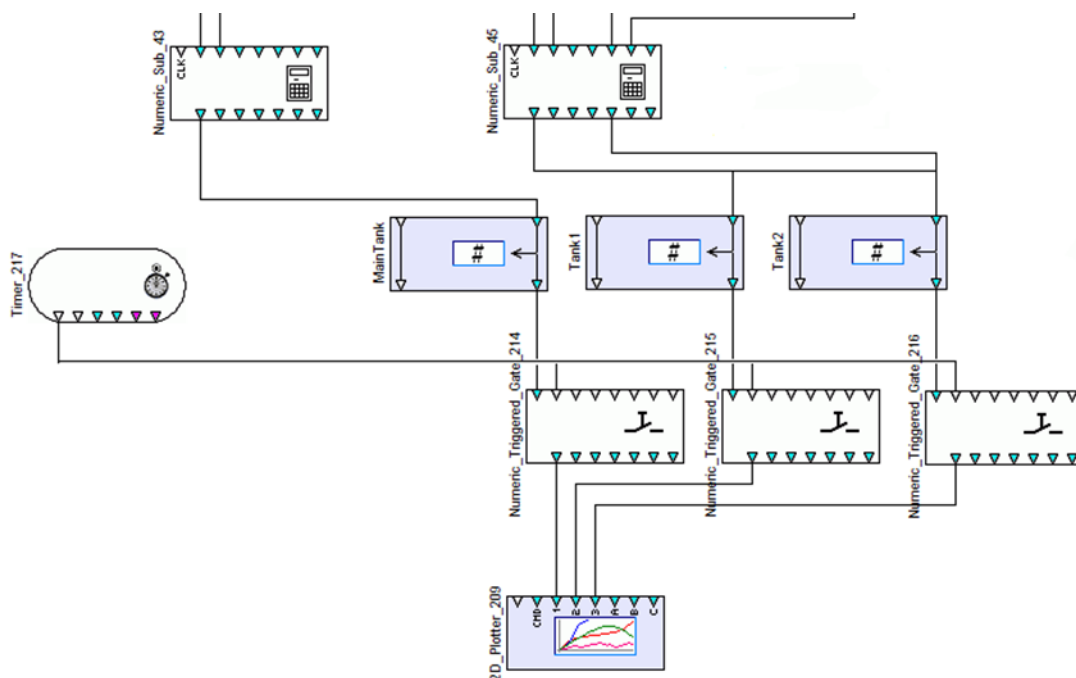
Εικόνα 2-48: Το παράθυρο ιδιοτήτων του Numeric Subtraction.

Ενώνετε τις εξόδους “**OUT1**” και “**OUT5**” του στοιχείου “**Numeric_Add_34**” στις εισόδους “**IN1**” και “**IN5**” του στοιχείου “**Numeric_Sub_45**”. Επίσης ενώνετε τις εξόδους “**OUT1**” και “**OUT5**” του “**Numeric_Add_34**” στις εισόδους “**IN1**” και “**IN5**” του ίδιου στοιχείου και επιλέγετε από τις ρυθμίσεις το “**Allow Loop**”. Οι έξοδοι “**OUT1**” και “**OUT5**” του στοιχείου “**Numeric_Add_44**” συνδέονται στις αντίστοιχες εισόδους του ίδιου του στοιχείου ενεργοποιώντας από τις ρυθμίσεις του το “**Allow Loop**” και στη συνέχεια συνδέονται στις εισόδους “**IN2**” και “**IN6**” του στοιχείου “**Numeric_Sub_45**” (Εικόνα 2-49). Τέλος ενεργοποιείτε από τις ρυθμίσεις του στοιχείου “**Numeric_Sub_43**” τις εισόδους “**IN1**”, “**IN2**” και τις εισόδους “**IN1**”, “**IN2**”, “**IN5**”, “**IN6**” του στοιχείου “**Numeric_Sub_45**”.



Εικόνα 2-49: Η σύνδεση των αριθμητικών στοιχείων.

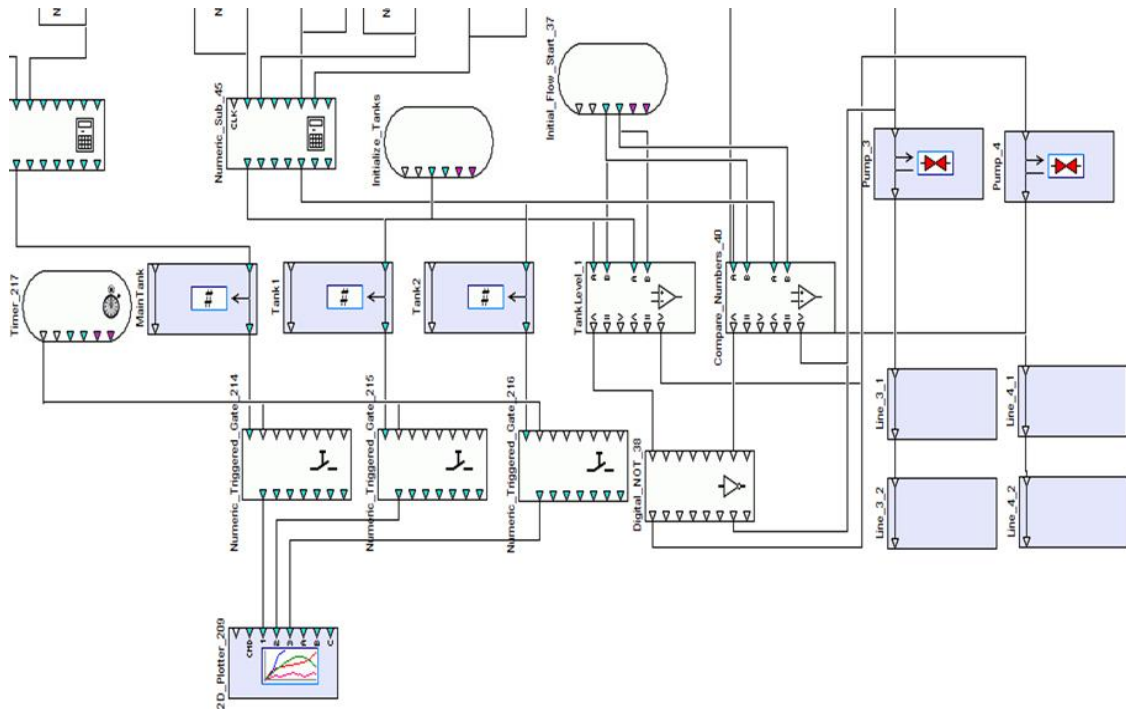
Επόμενο βήμα είναι η σύνδεση των προηγούμενων υπολογισμών με τα αντικείμενα ροής των δεξαμενών. Συνδέετε την πρώτη έξοδο του “**Numeric_Sub_43**” στην είσοδο του αντικειμένου ροής “**MainTank**”. Επίσης συνδέετε την πρώτη έξοδο του “**Numeric_Sub_45**” στην είσοδο του “**Tank1**” και την πέμπτη έξοδο στην είσοδο του “**Tank2**”. Στη συνέχεια προσθέτετε τρία στοιχεία ροής τύπου “**Numeric Triggered Gate**” μέσω των οποίων θα επιτευχθεί η σύνδεση του περιεχομένου της κάθε δεξαμενής με τη γραφική παράσταση. Συνδέετε την έξοδο του “**MainTank**” στην είσοδο του “**Numeric Triggered Gate_214**”, την έξοδο του “**Tank1**” στην είσοδο του “**Numeric Triggered Gate_215**” και την έξοδο του “**Tank2**” στην είσοδο του “**Numeric Triggered Gate_214**”. Επίσης προσθέτετε ένα αντικείμενο ροής τύπου “**Timer**” που θα καταγράφει την ποσότητα του περιεχομένου των δεξαμενών στο πέρασμα του χρόνου. Στις ρυθμίσεις του “**Timer_217**”, καταχωρείτε στο πεδίο “**Time**” την τιμή “**1000ms**” και στο πεδίο “**OUT1**” την τιμή “**1**”. Συνδέετε την πρώτη έξοδο του “**Timer_217**” στις εισόδους του κάθε “**Numeric Triggered Gate**”. Τέλος συνδέετε τις εξόδους των τριών “**Numeric Triggered Gate**” στις εισόδους του “**2D_Plotter_209**” (Εικόνα 2-50).



Εικόνα 2-50: Η σύνδεση των στοιχείων ροής στο στοιχείο 2D Plotter.

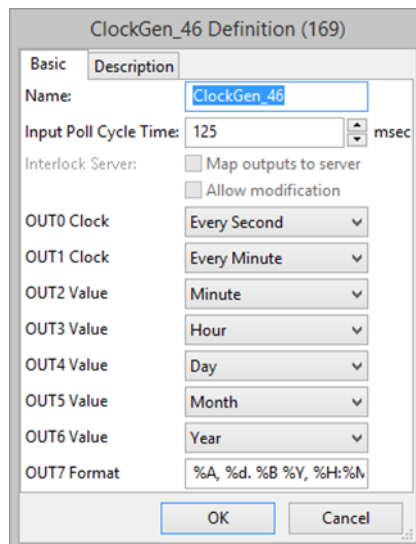
Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αρχικοποιηθεί η “**Tank1**” διότι είναι η πρώτη δεξαμενή στην οποία θα μεταφερθεί το περιεχόμενο από την κεντρική δεξαμενή. Για να γίνει αυτό προσθέτετε ένα στοιχείο ροής τύπου “**Initial Flow Start**”. Στις ιδιότητες του αλλάζετε το πεδίο “**Name**” σε “**Initialize_Tanks**”, στα πεδία “**OUT1**”, “**OUT2**” καταχωρείτε την τιμή “**1**” και στο πεδίο “**OUT3**” την τιμή “**0**”. Θα πρέπει επίσης να γίνει μία σύγκριση για το αν οι δύο μικρότερης χωρητικότητας δεξαμενές έχουν περάσει το όριο των “**65**” λίτρων και αν έχει συμβεί αυτό τότε να ενεργοποιούνται οι αντλίες. Προσθέτετε δύο στοιχεία ροής τύπου “**Compare Numbers**” και ένα στοιχείο τύπου “**Initial Flow**”. Για την πρώτη δεξαμενή συνδέετε την πρώτη έξοδο του “**Numeric_Sub_45**” στις εισόδους “**A**” του πρώτου συγκριτή. Επιλέγετε το στοιχείο ροής “**Initial Flow**” και από τις ιδιότητές του αλλάζετε τα πεδία “**OUT3**” σε “**20**” και “**OUT4**” σε “**65**”. Συνδέετε τις δύο αριθμητικές εξόδους του “**Initial_Flow_Start_37**” (OUT3, OUT4) στις εισόδους “**B**” του συγκριτή. Ακριβώς την

ίδια διαδικασία ακολουθείτε και για τη σύνδεση της “IN5” του “Numeric_Sub_45” με τον δεύτερο συγκριτή. Η πρώτη έξοδος και των δύο συγκριτών θα μπαίνει ως είσοδος σε μία πύλη “NOT” έτσι ώστε αν ο αριθμός δεν ξεπερνάει το “65” οι αντλίες να παραμένουν ανενεργές. Αν ο αριθμός είναι μεγαλύτερος από 65 θα ενεργοποιούνται οι αντλίες. Αυτό επιτυγχάνεται αν συνδέσετε την έκτη έξοδο των συγκριτών με την είσοδο των αντίστοιχων αντλιών (**Pump_3, Pump_4**) (Εικόνα 2-51).

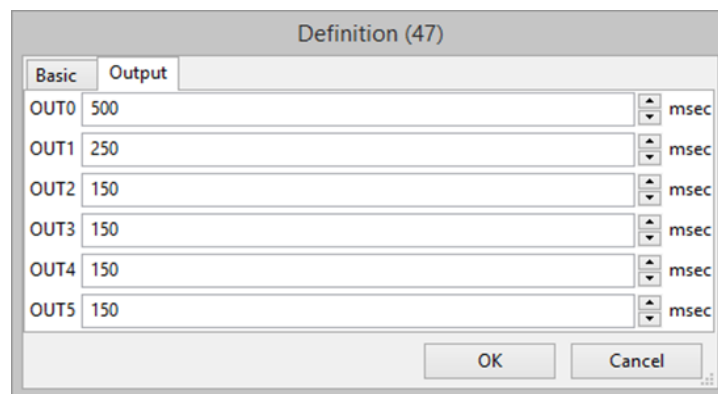


Εικόνα 2-51: Σύνδεση των συγκριτών και της πύλης NOT με τις αντλίες.

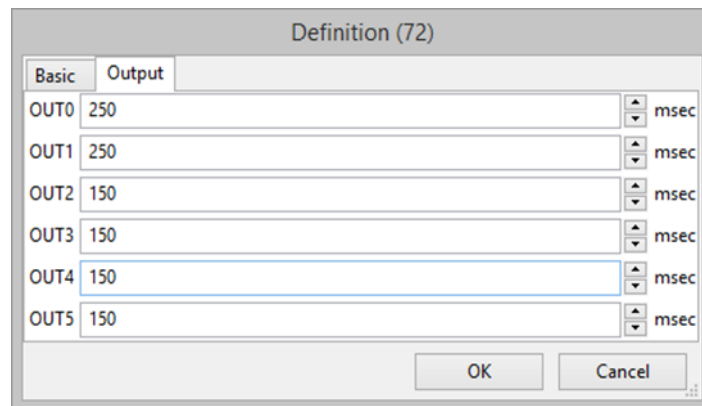
Κατά την εκτέλεση του έργου θα πρέπει να αρχικοποιείται το περιεχόμενο της κύριας δεξαμενής. Για να γίνει αυτό προσθέτετε ένα στοιχείο ροής τύπου “**Initial Flow**” και από τις ιδιότητές του καταχωρείτε στο πεδίο “**OUT3**” την τιμή “**250**”. Ταυτόχρονα με την αρχικοποίηση του περιεχομένου της δεξαμενής θα πρέπει να ενεργοποιούνται και οι υπολογισμοί που συμβαίνουν σε αυτή. Θα δημιουργήσετε μία ομάδα η οποία θα παράγει παλμούς ρολογιού σύμφωνα με τους οποίους θα συμβαίνουν οι αλλαγές στο περιεχόμενο της δεξαμενής. Η ομάδα θα δέχεται ως είσοδο την τιμή “**1**” της εξόδου “**OUT1**” του στοιχείου “**Initial Flow**”. Μέσα στην ομάδα θα προσθέσετε ένα στοιχείο ροής “**Clock**”, δύο “**Delay**” και ένα “**Digital Gate**”. Από το παράθυρο ιδιοτήτων του “**Clock**” αλλάζετε τα πεδία όπως φαίνονται στην Εικόνα 2-52



Εικόνα 2-52: Το παράθυρο διαμόρφωσης του στοιχείου Clock.



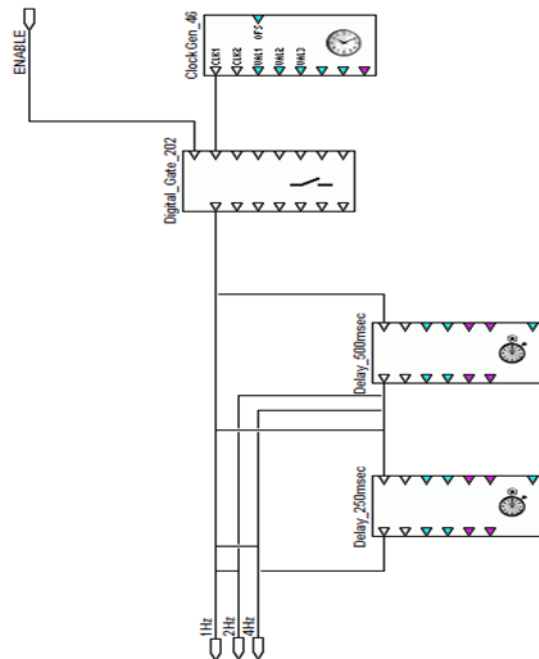
Εικόνα 2-53: Το παράθυρο διαμόρφωσης του στοιχείου Delay για έξοδο 500 msec.



Εικόνα 2-54: Το παράθυρο διαμόρφωσης του στοιχείου Delay για έξοδο 250 msec.

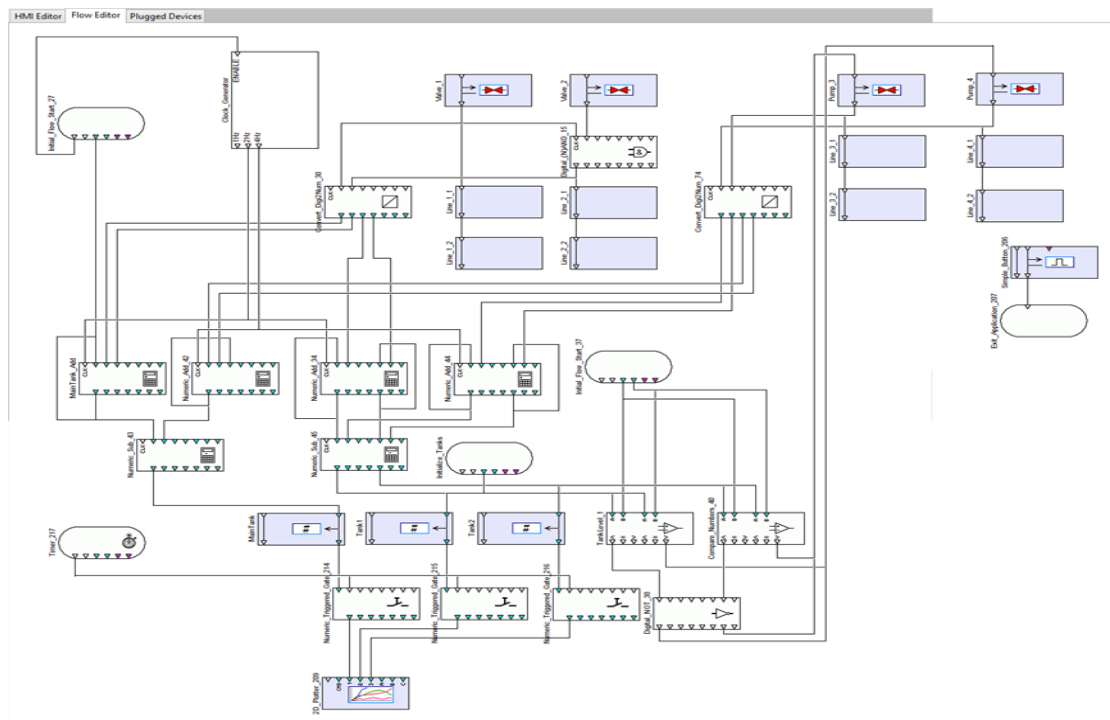
Το πρώτο στοιχείο “**Delay**” θα δημιουργεί μια καθυστέρηση “**500ms**” και το δεύτερο στοιχείο μια καθυστέρηση “**250ms**” (Εικόνα 2-53 – Εικόνα 2-54).

Η τελική μορφή της ομάδας “Clock_Generator” θα έχει την παρακάτω μορφή (Εικόνα 2-55).

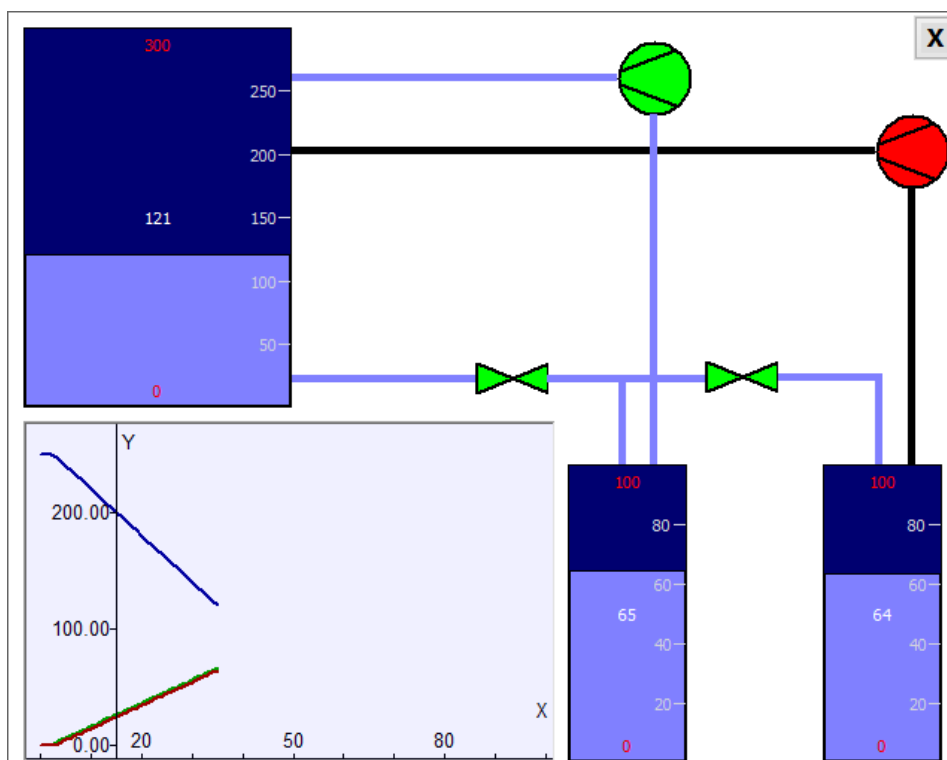


Εικόνα 2-55: Η σύνθεση της ομάδας Clock_Generator.

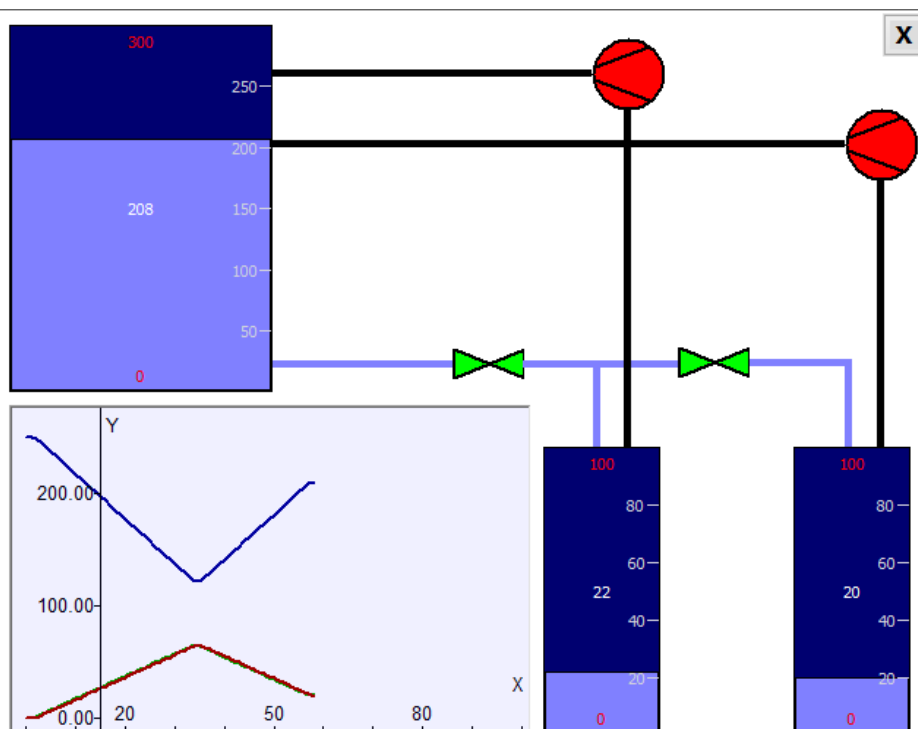
Τέλος θα ενώσετε την έξοδο του “Simple Button” με την είσοδο του στοιχείου ροής “Exit Application”. Η τελική μορφή του έργου στην καρτέλα Flow Editor φαίνεται στην Εικόνα 2-56.



Εικόνα 2-56: Τελική μορφή του έργου στην καρτέλα Flow Editor.



Εικόνα 2-57: Η μεταφορά του περιεχομένου από την κύρια δεξαμενή στις δύο μικρότερες χωρητικότητας.



Εικόνα 2-58: Η μεταφορά του περιεχομένου από τις δεξαμενές μικρότερης χωρητικότητας στην κύρια.

Κεφάλαιο 3

Λογισμικό ανοιχτού κώδικα OpenSCADA

3.1 OpenSCADA

Το **OpenSCADA** αντιπροσωπεύει ένα σύστημα **SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)** ανοιχτού κώδικα το οποίο έχει κατασκευαστεί με βάση την ενότητα, την πολυχρηστικότητα και την κλιμάκωση, όροι που χρησιμοποιούνται συχνά στον τομέα της αυτοματοποίησης των διαδικασιών παραγωγής. Το σύστημα **OpenSCADA** προορίζεται για συλλογή, αρχειοθέτηση, απεικόνιση των πληροφοριών, την παράδοση των επιδράσεων της λειτουργίας, καθώς επίσης και για άλλες συναφείς δραστηριότητες, χαρακτηριστικές για πλήρη λειτουργικά συστήματα **SCADA**. Οι βασικοί στόχοι που επιδιώκονται με το πρόγραμμα είναι η διαφάνεια, η αξιοπιστία, η ευελιξία, η επεκτασιμότητα, η ασφάλεια και η χρηματοοικονομική διαθεσιμότητα παρέχοντας την κατάλληλη διαχείριση της διασύνδεσης. Η πολιτική του προγράμματος επιτρέπει τη συμμετοχή στην ανάπτυξη, τη δοκιμή, τη διανομή και τη χρήση από έναν σημαντικό αριθμό προγραμματιστών καθώς και άλλων ενδιαφερόμενων προσώπων. [17]

Το σύστημα **OpenSCADA** προορίζεται για την απόδοση καθώς και για τη χρήση σε παρακείμενες περιοχές των τεχνολογιών της πληροφορίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία ως ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα **SCADA**, σε ενσωματωμένα συστήματα (πχ PLC), στην κατασκευή διάφορων μοντέλων (πχ τεχνολογικά, χημικά, φυσικά, ηλεκτρικών διεργασιών), σε προσωπικούς υπολογιστές, ως servers και clusters για τη συλλογή, την επεξεργασία, την αναπαράσταση και την αρχειοθέτηση των πληροφοριών σχετικά με το σύστημα και το περιβάλλον του. Βάση του λειτουργικού συστήματος για ανάπτυξη και χρήση αποτελεί το λειτουργικό σύστημα **Linux** που είναι συμβατό με το πρότυπο **POSIX**. Έχει επιλεγεί το συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα λόγω της βέλτιστης λύσης σε θέματα ασφάλειας, ευελιξίας, επεκτασιμότητας, διαθεσιμότητας, δημοτικότητας και επικράτησης.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος επιτρέπει την πραγματοποίηση των καταναμημένων συστημάτων πελάτη-διακομιστή οποιασδήποτε πολυπλοκότητας. Επίσης αποτελείται από τα εξής υποσυστήματα:

1. Το υποσύστημα ασφάλειας που περιέχει τις λίστες των χρηστών και των ομάδων χρηστών, την παροχή ελέγχου των δικαιωμάτων πρόσβασης σε στοιχεία του συστήματος κλπ.
2. Το υποσύστημα Βάσης Δεδομένων που παρέχει πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων.
3. Το υποσύστημα μεταφοράς που παρέχει τις επικοινωνίες με το περιβάλλον μέσω των διαφόρων διεπαφών επικοινωνίας.
4. Το υποσύστημα πρωτοκόλλου μεταφοράς το οποίο είναι στενά συνδεδεμένο με ένα υποσύστημα μεταφοράς και παρέχει υποστήριξη διαφόρων εκθέσεων ανταλλαγής με εξωτερικά συστήματα.
5. Το υποσύστημα DAQ που παρέχει τη συλλογή δεδομένων από εξωτερικές πηγές όπως είναι οι ελεγκτές, οι μετρητές κλπ.
6. Το υποσύστημα αρχειοθέτησης που περιέχει αρχεία δύο κατηγοριών, τα αρχεία των μηνυμάτων και τα αρχεία των τιμών.
7. Το υποσύστημα διεπαφής χρήστη που περιέχει τις λειτουργίες των διεπαφών χρήστη. Το υποσύστημα ελέγχου που παρέχει τον έλεγχο πάνω από ενότητες.
8. Το ειδικό υποσύστημα που περιέχει λειτουργίες οι οποίες δεν αναγράφονται σε άλλα υποσυστήματα.

Ο αρθρωτός πυρήνας του συστήματος **OpenSCADA** διεξάγεται με τη μορφή στατικών και κοινόχρηστων βιβλιοθηκών. Επιτρέπει το κτίσιμο λειτουργιών των υπάρχοντων προγραμμάτων καθώς επίσης και τη δημιουργία νέων προγραμμάτων στη βάση του πυρήνα του συστήματος **OpenSCADA**. Ωστόσο ο πυρήνας είναι αυτάρκης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω ενός απλού προγράμματος εκκίνησης. Οι μονάδες του συστήματος

OpenSCADA αποθηκεύονται σε δυναμικές βιβλιοθήκες. Κάθε δυναμική βιβλιοθήκη μπορεί να περιέχει ένα σύνολο μονάδων διαφόρων τύπων. Η συμπλήρωση των δυναμικών βιβλιοθηκών από τις μονάδες καθορίζεται από τη λειτουργική συνδεσιμότητα των μονάδων. Οι δυναμικές βιβλιοθήκες μπορούν να ενημερώνονται κατά τη διάρκεια της εργασίας. Η μέθοδος αποθήκευσης ενός κώδικα μονάδων σε δυναμικές βιβλιοθήκες είναι ο πυρήνας του συστήματος **OpenSCADA** όπως υποστηρίζεται σχεδόν από όλα τα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα.

3.2 Εγκατάσταση του OpenSCADA

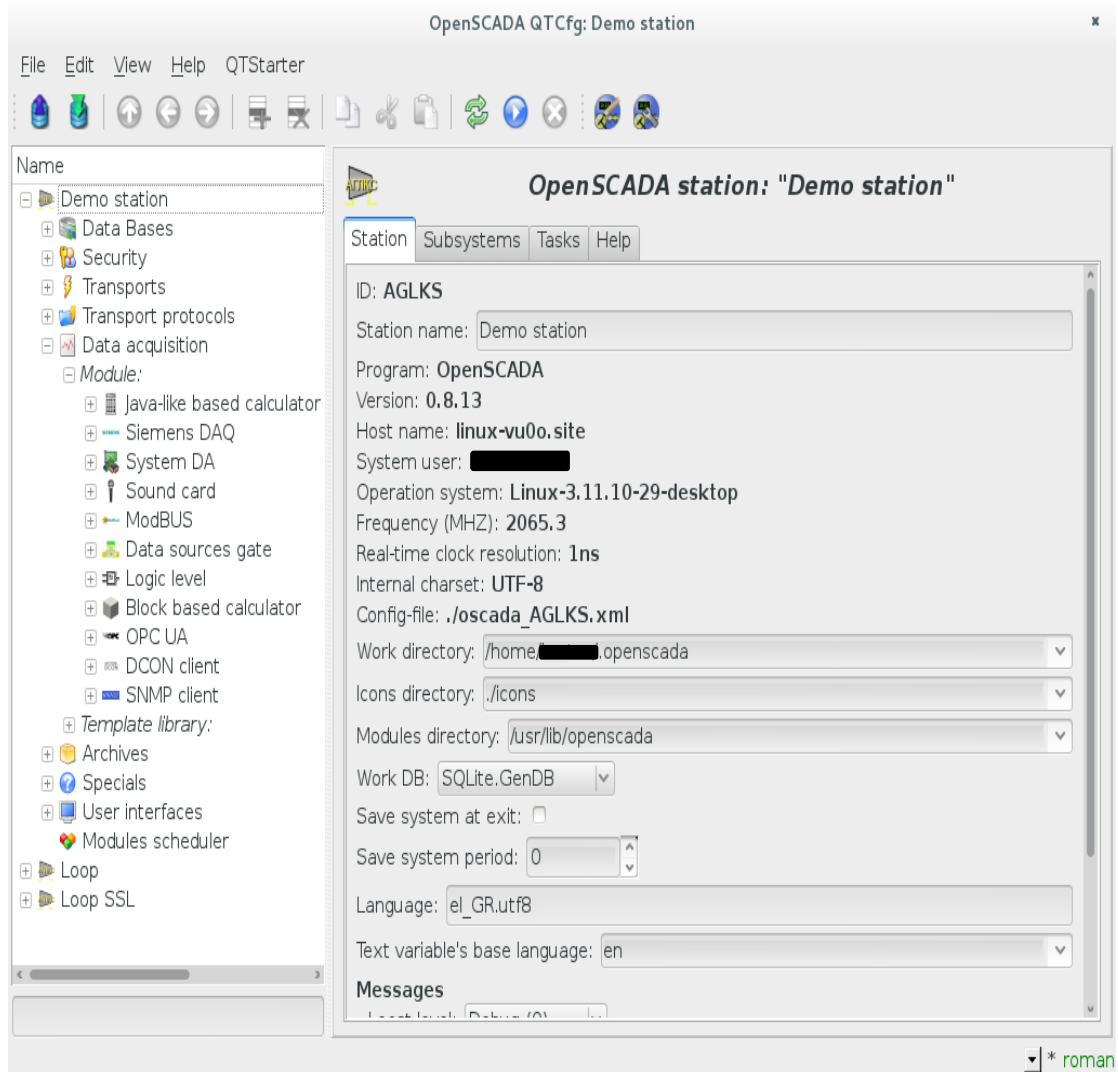
Αναλόγως τη διανομή η εγκατάσταση του προγράμματος γίνεται ως εξής:

- **Ubuntu:** \$ apt-get update
 - \$ apt-get install openscada-model-aglks
- **ALTLinux:** \$ apt-get update
 - \$ apt-get install openscada-Model.AGLKS
- **RedHat, Fedora, CentOS:** \$ yum install openscada-Model.AGLKS
- **SuSE:** \$ zypper ar -f ftp://ftp.oscada.org/OpenSCADA/0.8.0/SuSE/13 OpenSCADA
 - \$ zypper in openscada-Model.AGLKS

Το **AGLKS** είναι η τεχνολογική διαδικασία η οποία έχει σχεδιαστεί για τη συμπίεση υγραερίου. Η περιγραφή του εγγράφου συγχρονίζεται με την εφαρμογή των παραδειγμάτων στη βάση δεδομένων του μοντέλου **AGLKS**. Κατά συνέπεια, ο χρήστης πρέπει να λάβει το kit διανομής του **OpenSCADA** με αυτή τη βάση δεδομένων για την επεξηγηματική μελέτη και τη δοκιμή των παραδειγμάτων.[18]

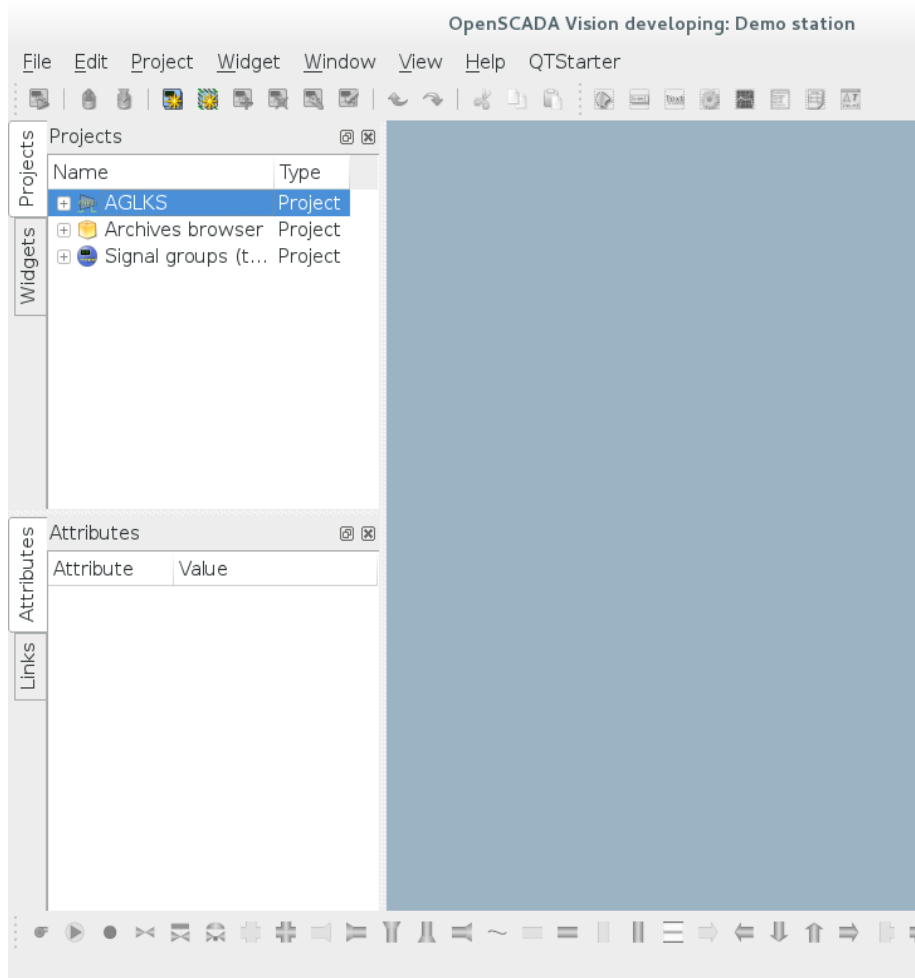
3.3 Εκκίνηση του OpenSCADA

Για να ξεκινήσει το πρόγραμμα **OpenSCADA** με τη βάση δεδομένων του μοντέλου **AGLKS** ο χρήστης πληκτρολογεί στο τερματικό την εντολή: **\$ openscada_AGLKS**
Το παράθυρο διαμόρφωσης του **OpenSCADA** αποτελεί το κύριο και επαρκές μέτρο για τη ρύθμιση των εξαρτημάτων του συστήματος. Όλες οι ενέργειες στο μέλλον θα γίνονται μόνο στο εργαλείο διαμόρφωσης **QTCfg** (Εικόνα 3-1).



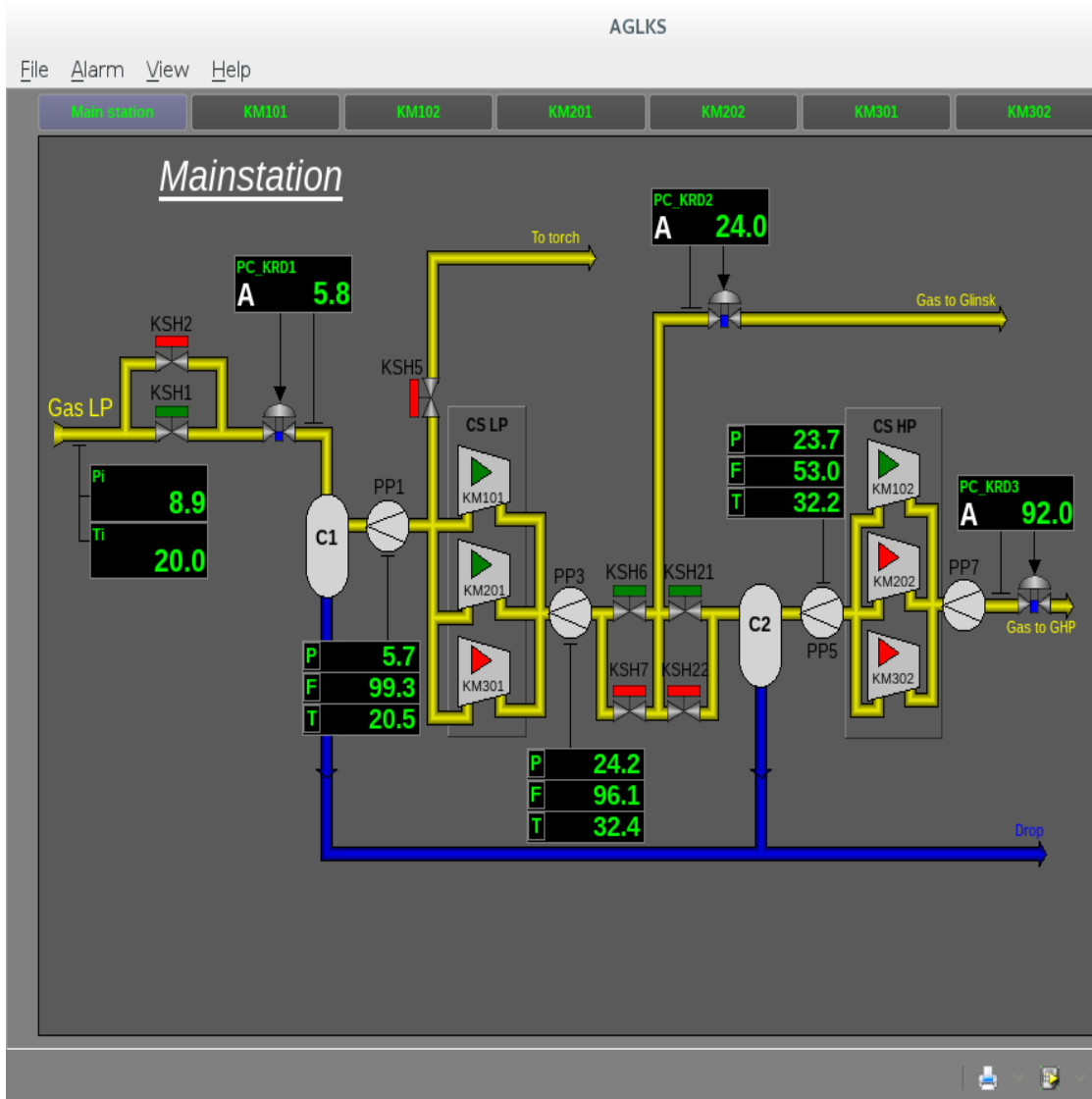
Εικόνα 3-1: Το παράθυρο διαμόρφωσης του OpenSCADA, η κεντρική σελίδα QTCfg.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να εξετάσουμε όλες τις διαθέσιμες διασυνδέσεις του **OpenSCADA**, οπότε κάνετε κλικ στο προτελευταίο εικονίδιο που βρίσκεται στην γραμμή εργαλείων (**Operation user interface(QT)**). Στη συνέχεια ανοίγει το παράθυρο της διεπαφής χρήστη (Εικόνα 3-2).



Εικόνα 3-2: Το παράθυρο ανάπτυξης της διεπαφής χρήστη.

Μπορείτε να ξεκινήσετε την εκτέλεση του έργου “**AGLKS**” κάνοντας κλικ στο πρώτο εικονίδιο αριστερά στην μπάρα εργαλείων. Το αποτέλεσμα της παραπάνω ενέργειας φαίνεται στην Εικόνα 3-3.



Εικόνα 3-3: Το παράθυρο της διεπαφής χρήστη του έργου AGLKS.

Το κτίσιμο και η εκτέλεση της διεπαφής χρήστη υλοποιείται από τη μονάδα **Vision developing** του υποσυστήματος **User interfaces**. Το **OpenSCADA** παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε άλλες μονάδες απεικόνισης. Για παράδειγμα η μονάδα **WebVision** επιτρέπει την εκτέλεση έργων, που προηγουμένως είχαν αναπτυχθεί στη μονάδα **Vision developing**, μέσω των **Web-based** τεχνολογιών και του προγράμματος περιήγησης στο Διαδίκτυο. Η εκτέλεση του προηγούμενου έργου είχε ως στόχο την εξοικείωση του χρήστη με το κύριο σύνολο των εργαλείων. Στο μέλλον θα χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση του **OpenSCADA**, δημιουργώντας διεργασίες απόκτησης δεδομένων, δέσμευση των δεδομένων που συλλέγονται με σκοπό την επεξεργασία τους, καθώς και για τη δημιουργία του οπτικού μέρους της διασύνδεσης χρήστη των ληφθέντων δεδομένων και τη δημιουργία ενεργειών ελέγχου.

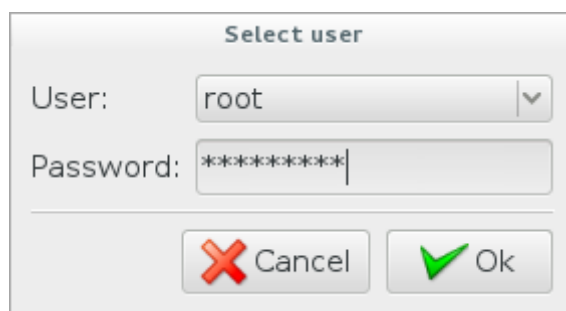
Κλείνετε το παράθυρο του “**AGLKS**” και προχωράτε στη δημιουργία ενός νέου έργου.

3.4 Δημιουργία νέου έργου

Στις παρακάτω ενότητες περιγράφονται όλες οι ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν στη βάση δεδομένων του μοντέλου “**AGLKS**” με σκοπό την ευρύτερη και πιο περιγραφική παρουσίαση της διαμόρφωσης της διαδικασίας, παρέχοντας στον χρήστη τη δυνατότητα σύνδεσης σε μία πραγματική πηγή δεδομένων, ενός σταθμού συμπίεσης αερίου.

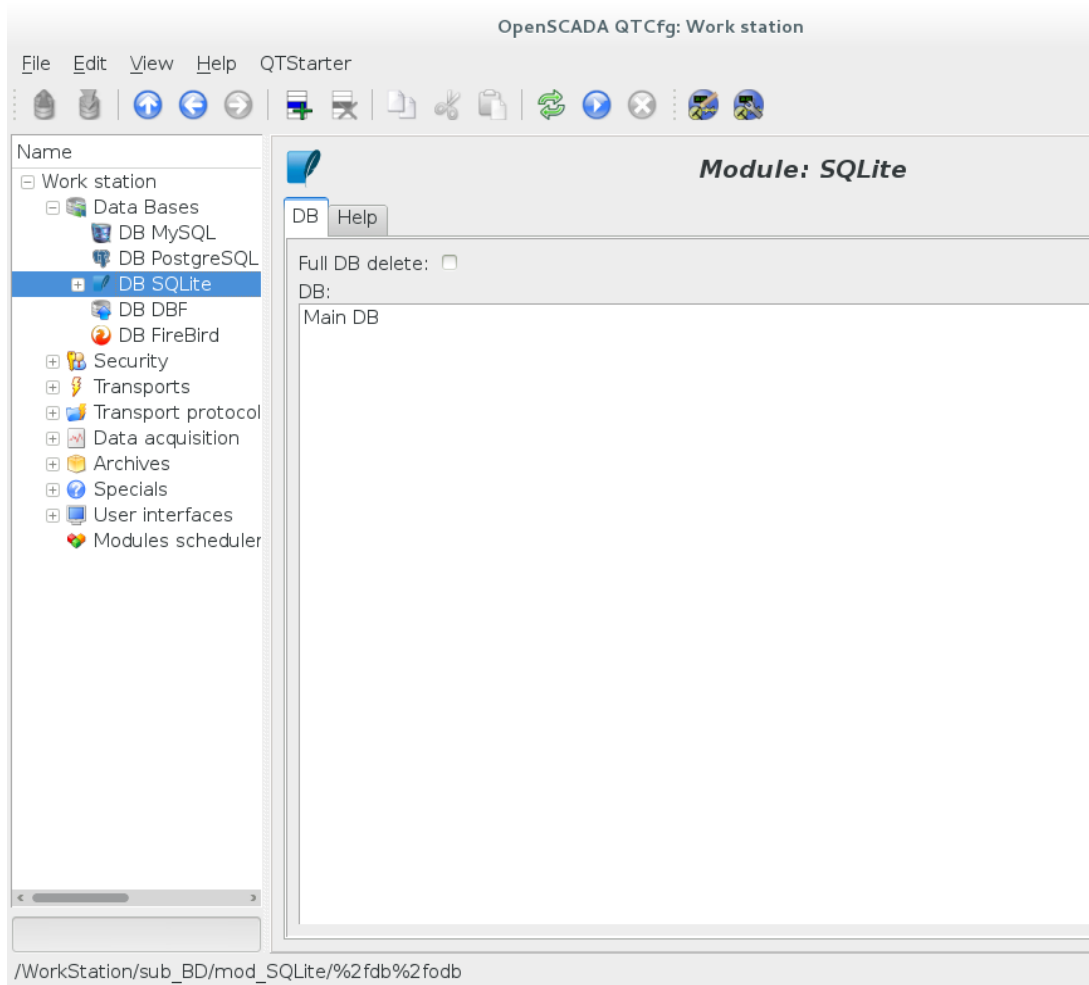
Αρχικά ανοίγετε το τερματικό και πληκτρολογείτε: **opencada**

Στο παράθυρο **Select user** επιλέγετε ως “**User**”: “**root**” και ως “**Password**”: “**opencada**”.

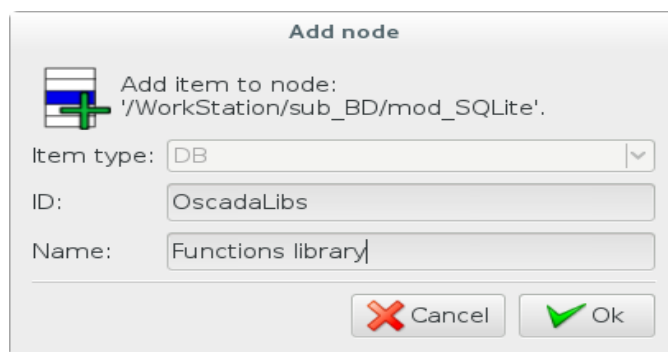


Εικόνα 3-4: Το παράθυρο επιλογής χρήστη.

Ένα νέο έργο δεν περιέχει καμία ρύθμιση και έχει προκαθοριστεί να λειτουργεί στον κατάλογο “**/.opencada**” έχοντας ως κύρια βάση δεδομένων την **SQLite** στο αρχείο “**DATA/MainSt.db**”. Η δημιουργία ενός σύνθετου έργου γίνεται πιο εύκολη χρησιμοποιώντας τις βιβλιοθήκες λειτουργίας **API** του μοντέλου αντικειμένου **OpenSCADA**, τις βιβλιοθήκες γραφικών στοιχείων και άλλων βιβλιοθηκών του **OpenSCADA**. Για να χρησιμοποιηθούν οι βιβλιοθήκες του **OpenSCADA**, που είναι αποθηκευμένες σε ένα αρχείο βάσης δεδομένων, θα πρέπει να συνδεθούν και να προστεθούν στο αντικείμενο της βάσης δεδομένων **SQLite**. Επίσης είναι απαραίτητο να ορισθεί η διεύθυνση και το σύνολο χαρακτήρων της βάσης δεδομένων σε “**UTF-8**”. Στο παράθυρο “**Work station**” που εμφανίζεται μετά την είσοδο σας στο σύστημα επεκτείνετε τα αντικείμενα “**Work station**” και “**Data Bases**”. Από τα πέντε αντικείμενα που εμφανίζονται κάνετε δεξί κλικ στο “**DB SQLite**”->”**Add**”. Στο παράθυρο “**Add node**” συμπληρώνετε τα πεδία “**ID**”: “**OscadaLibs**” και “**Name**”: “**Functions library**”.

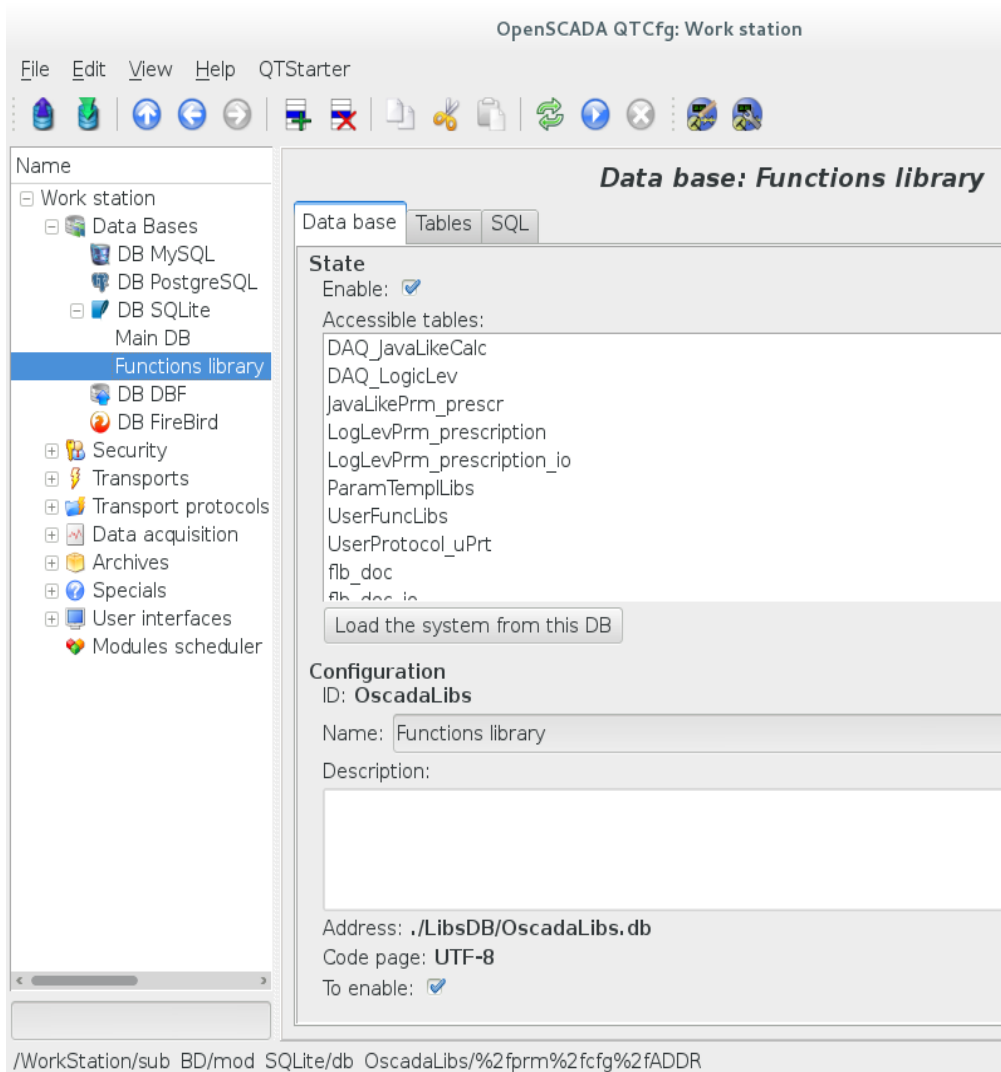


Εικόνα 3-5: Πρόσθεση του αντικειμένου της βάσης δεδομένων "SQLite".



Εικόνα 3-6:Τα στοιχεία του αντικειμένου της βάσης δεδομένων.

Οι διανομές **OpenSCADA** παρέχονται με μια σειρά από βιβλιοθήκες με τη μορφή αρχείων βάσης δεδομένων **SQLite**, οι οποίες κατά τη εκτέλεση ενός νέου έργου τοποθετούνται στον κατάλογο "**LibsDB/**". Σύμφωνα με αυτή τη λίστα δίνεται η δυνατότητα προσθήκης τους στο αντικείμενο βάσης δεδομένων **SQLite**. Κάνετε κλικ στο κουτί επιλογής που βρίσκεται δίπλα από το "**Enable**" και στη συνέχεια αποθηκεύετε το έργο. Για να μπορέσει η βάση δεδομένων να φορτώσει τα περιεχόμενα της βιβλιοθήκης κάνετε κλικ στο "**Load the system from this DB**". Κατά τη διάρκεια φόρτωσης μερικά από τα νέα αντικείμενα είναι απενεργοποιημένα, οπότε είναι πιο εύκολο να κλείσετε το έργο και στη συνέχεια να το ανοίξετε ξανά.



Εικόνα 3-7: Το αντικείμενο της βάσης δεδομένων "SQLite" της βιβλιοθήκης του OpenSCADA.

Στη συνέχεια θα προσθέσετε άλλες τρεις βιβλιοθήκες. Συνολικά οι βιβλιοθήκες που θα έχουν προστεθεί στο τέλος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

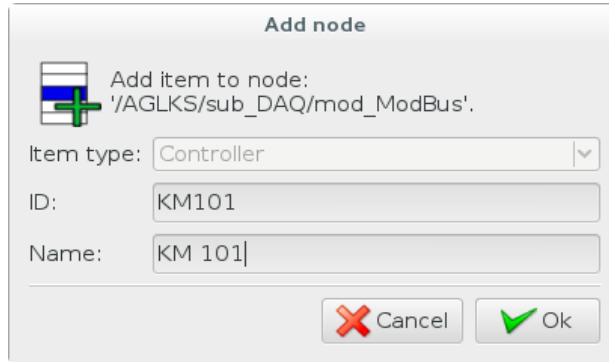
ID	Name	Address	Charset
OscadaLibs	Functions libraries	./LibsDB/OscadaLibs.db	UTF-8
VcaBase	VCA: Main libraries	./LibsDB/vcaBase.db	UTF-8
VcaTest	VCA: Tests	./LibsDB/vcaTest.db	UTF-8
VcaElectroEls	VCA: Electrical elements library of the user interface	./LibsDB/vcaElectroEls.db	UTF-8

Πίνακας εισαγωγής βιβλιοθηκών 3-1.

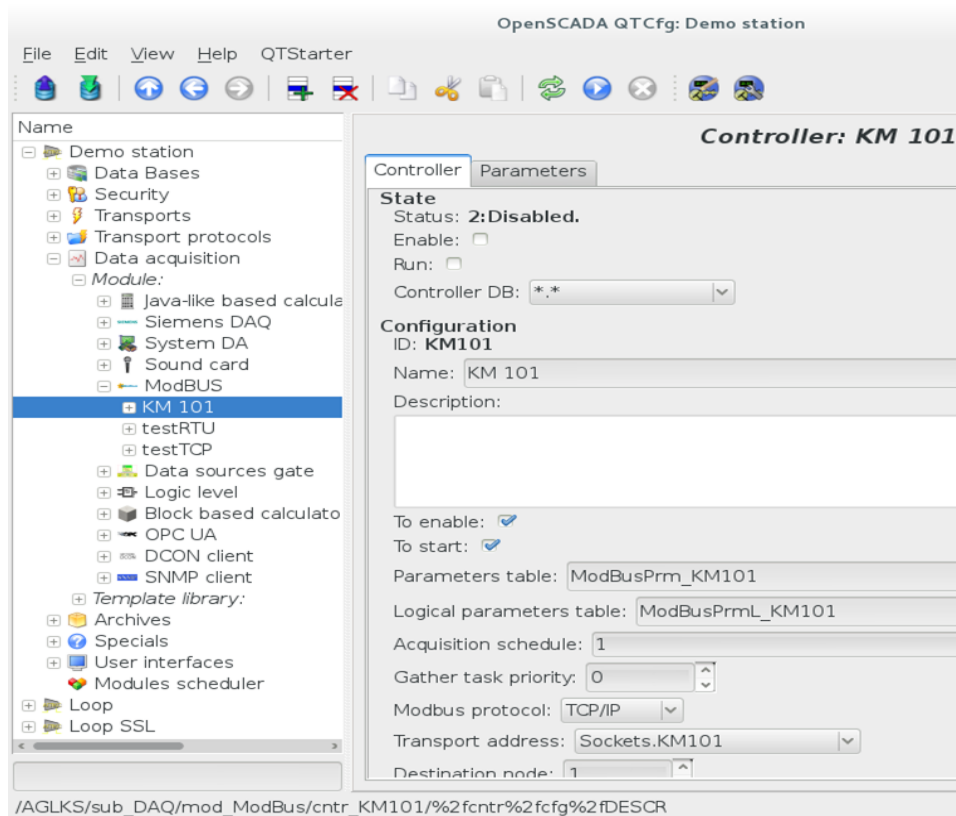
Μετά την προσθήκη των βιβλιοθηκών του **OpenSCADA** θα έχετε ένα περιβάλλον έτοιμο για την προσθήκη των πηγών δεδομένων και τη διαμόρφωση της διεπαφής του νέου έργου.

3.5 Απόκτηση δεδομένων από διεργασία συσκευής

Ως παράδειγμα πρόκειται να εξεταστεί και να δημιουργηθεί μια έρευνα για τη συσκευή ψύξης αέρος. Η βάση δεδομένων του **AGLKS** περιέχει το μοντέλο του σταθμού συμπίεσης με έξι συμπίεστες σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα για δύο συσκευές ψύξης αέρος “AT101_1” και “AT101_2” του σταθμού συμπίεσης “KM101” είναι διαθέσιμα μέσω του πρωτοκόλλου **ModBus/TCP** στη θύρα **10502**. Θα δημιουργήσετε ένα αντικείμενο ελεγκτή μέσω του πρωτοκόλλου **ModBus/TCP** και θα πάρετε αυτά τα δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται η διαδικασία έρευνας των πραγματικών δεδομένων, διότι από την εξωτερική συσκευή η διαμόρφωση σας θα διαφέρει μόνο στη διεύθυνση συσκευής, στις διευθύνσεις καταχωρητών του **ModBus** και ίσως στη διεπαφή αλληλεπίδρασης. Υπάρχει μια ενότητα “**ModBus**” στο υποσύστημα “**Data acquisition**” για την απόκτηση των δεδομένων μέσω του πρωτοκόλλου “**ModBus**” στο **OpenSCADA**. Για να προσθέσετε έναν νέο ελεγκτή ανοίγετε τη σελίδα του “**ModBus**” (“**Demo Station**”->“**Data acquisition**”->“**Module**”->“**ModBus**”) κάνετε δεξί κλικ στο “**ModBus**” και στη συνέχεια κλικ στο “**Add**”. Στο παράθυρο διαλόγου που θα εμφανιστεί εισάγετε το **ID** και το όνομα του νέου ελεγκτή. Είναι επιθυμητό το **ID** να ξεκινάει με γράμμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το **ID** μπορεί αργότερα να χρησιμοποιηθεί σε σενάρια. Τα ονόματα των αντικειμένων στο **OpenSCADA** περιορίζονται στους 50 χαρακτήρες και μπορούν να περιέχουν οποιονδήποτε χαρακτήρα. Εάν το πεδίο του ονόματος είναι κενό, θα εμφανιστεί μόνο το **ID**. Καταχωρείτε στο “**ID**”: “**KM101**” και στο “**Name**”: “**KM 101**” (Εικόνα 3-8). Αμέσως μετά την επιβεβαίωση έχετε δημιουργήσει ένα καινούριο αντικείμενο ελεγκτή.



Εικόνα 3-8: Το παράθυρο διαλόγου για τον καθορισμό του ID και Name του νέου αντικειμένου.



Εικόνα 3-9: Η κύρια καρτέλα ρυθμίσεων του αντικειμένου ελεγκτή της ενότητας ModBus.

Στην ενότητα **“Status”** μπορεί να εκτιμηθεί κατά κύριο λόγο η τρέχουσα κατάσταση του ελεγκτή και η πραγματική κατάσταση της σύνδεσης με το φυσικό ελεγκτή.

Το πεδίο **“Status”** περιλαμβάνει τον κωδικό σφάλματος και την περιγραφή της τρέχουσας κατάστασης της σύνδεσης με τον ελεγκτή. Στην προκειμένη περίπτωση το αντικείμενο ελεγκτής είναι απενεργοποιημένο. Το ενεργοποιείτε κάνοντας κλικ στο κουτί επιλογής που βρίσκεται δεξιά του πεδίου **“Enable”**. Το ενεργοποιημένο αντικείμενο του ελεγκτή αρχικοποιεί τις παραμέτρους του αντικειμένου και όταν εκτελείται τρέχει τη διεργασία απόκτησης, παρέχοντας την ευκαιρία μετάδοσης δεδομένων στον ελεγκτή μέσω των γνωρισμάτων των παραμέτρων. Το πεδίο **“Controller DB”** αναφέρει σε ποια βάση δεδομένων θα αποθηκευτεί η διαμόρφωση του αντικειμένου. Θα αποθηκεύσετε τα δεδομένα στην κύρια βάση δεδομένων, οπότε το αφήνετε όπως έχει προεπιλεγεί.

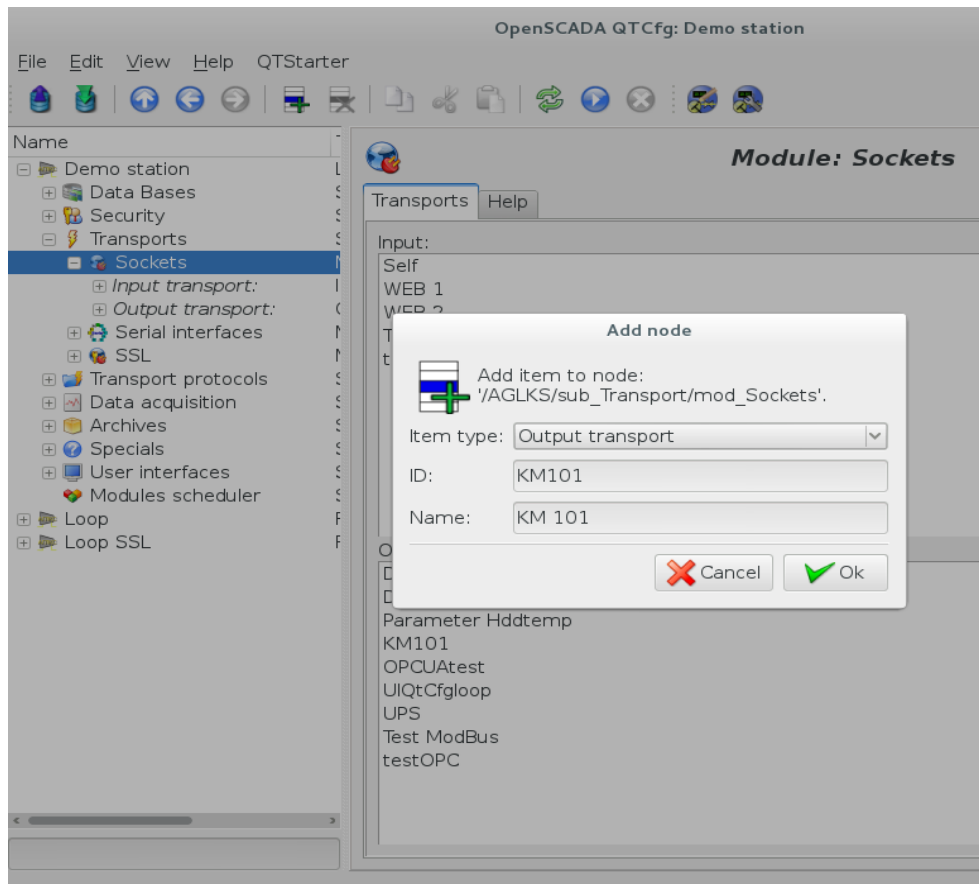
Στην ενότητα **“Configuration”** περιλαμβάνονται οι ρυθμίσεις του αντικειμένου ελεγκτή:

- **“ID”** και **“Name”** είναι τα πεδία τα οποία έχετε εισάγει κατά τη δημιουργία του αντικειμένου. Το όνομα μπορεί να αλλαχθεί εδώ, αλλά το **ID** δεν μπορεί να αλλάξει έτσι

απλά. Για να αλλάξετε το **ID** θα πρέπει αρχικά να κάνετε αποκοπή και στη συνέχεια επικόλληση του αντικειμένου και να εισάγετε το επιθυμητό **ID**.

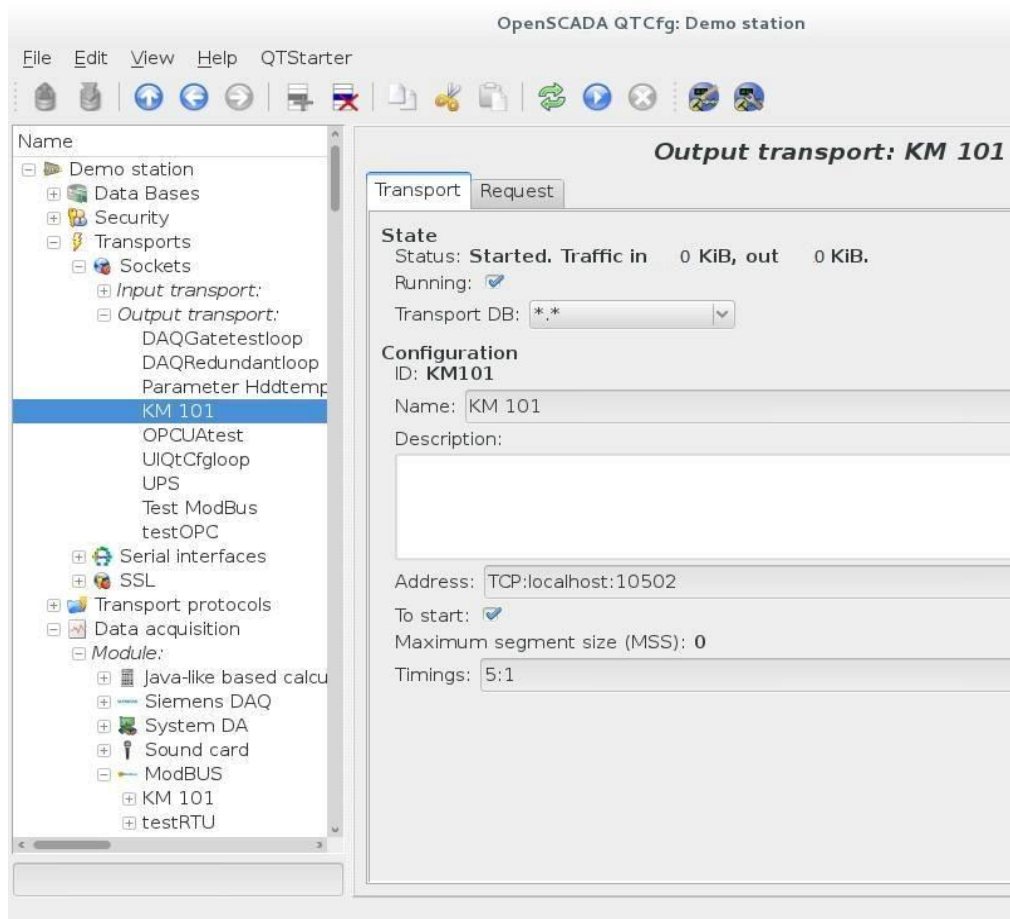
- **“Description”** ενδέχεται να περιέχει τη λεπτομερή περιγραφή και το σκοπό του αντικειμένου του ελεγκτή.
- **“Enable”** και **“Run”** αναφέρεται στην κατάσταση μεταφοράς του αντικειμένου του ελεγκτή κατά την έναρξη του **OpenSCADA**. Ενεργοποιείτε και τα δύο πεδία.
- **“Parameters Table”** περιέχει το όνομα του πίνακα της βάσης δεδομένων στον οποίο αποθηκεύεται η διαμόρφωση των παραμέτρων του ελεγκτή. Το αφήνετε όπως έχει προεπιλεγεί.
- **“Acquisition schedule”** περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του προγραμματιστή ώστε να εκτελεστεί η έρευνα της εργασίας. Ο αριθμός υποδεικνύει την περιοδικότητα της κίνησης σε δευτερόλεπτα. Το αφήνετε ένα δευτερόλεπτο.
- **“Gather task priority”** δείχνει την προτεραιότητα του έργου (**-1 έως 99**). Οι προτεραιότητες έχουν νόημα μόνο όταν η εκκίνηση του **Openscada** γίνεται με προνόμια χρήστη. Αφήνετε αυτό το πεδίο αμετάβλητο.
- **“ModBus Protocol”** δείχνει την παραλλαγή του πρωτοκόλλου **ModBus**. Οι δυνατές παραλλαγές του πρωτοκόλλου είναι **“TCP/IP”**, **“RTU”** και **“ASCII”**. Αυτή τη στιγμή σας ενδιαφέρει η επιλογή **“TCP/IP”**. Οι παραλλαγές **“RTU”** και **“ASCII”** θα τεθούν σε περίπτωση επικοινωνίας με ελεγκτή από σειριακές διεπαφές, τυπικά **“RS-485”**.
- **“Transport address”** δείχνει την εξερχόμενη μεταφορά του υποσυστήματος.
- **“Destination node”** δείχνει τον κόμβο της πηγής των δεδομένων ή του ελεγκτή στο **ModBus**. Στην περίπτωση σας, θα πρέπει να είναι **1**.
- **“Data fragments merge”** περιλαμβάνει τα συγχωνευμένα μη σχετιζόμενα κομμάτια των καταχωρητών στο ενιαίο μπλοκ της αίτησης, μέχρι και 100 καταχωρητών, αντί για τη δημιουργία ατομικών αιτήσεων. Δίνει τη δυνατότητα μείωσης του συνολικού χρόνου της έρευνας. Ενεργοποιείτε αυτή την επιλογή.
- **“Connection timeout”** δείχνει πόσο χρόνο περιμένει για την απάντηση από τον ελεγκτή και στη συνέχεια την αναφορά ενός σφάλματος σύνδεσης.
- **“Restore timeout”** καθορίζει το χρόνο επανασύνδεσης σε δευτερόλεπτα.
- **“Maximum request block size”** το μέγιστο μέγεθος σε bytes των καταχωρητών και το μπλοκ των πηνίων. Χρήσιμο για ορισμένους ελεγκτές με παρόμοια όρια. Το αφήνετε αμετάβλητο.

Στη συνέχεια αποθηκεύετε τις αλλαγές σας στη βάση δεδομένων κάνοντας κλικ αριστερά στο δεύτερο εικονίδιο στη γραμμή εργαλείων. Με τον ίδιο τρόπο όπως και στο αντικείμενο του ελεγκτή, δημιουργείτε την εξερχόμενη μεταφορά στην ενότητα “Sockets” (“Demo Station->”Transports”->”Sockets”). Στο πεδίο “ID” καταχωρείτε “KM101”, στο πεδίο “Name” καταχωρείτε “KM 101” και στο “Item type” επιλέγετε “Output transport”.



Εικόνα 3-10: Πρόσθεση της εξερχόμενης μεταφοράς στην ενότητα “Sockets” του υποσυστήματος “Transports”.

Η σελίδα διαμόρφωσης της εξερχόμενης μεταφοράς φαίνεται στην Εικόνα 3-11. Αυτή η σελίδα περιέχει επίσης το τμήμα κατάστασης και τον έλεγχο λειτουργίας. Στο πεδίο **“Status”** περιλαμβάνεται η περιγραφή της τρέχουσας κατάστασης. Μπορείτε να το τρέξετε επιλέγοντας το κουτί επιλογής που βρίσκεται μπροστά από το πεδίο **“Running”**. Τρέχοντας το αντικείμενο μεταφοράς αρχικοποιείται η σύνδεση με τον εξωτερικό κόμβο. Το πεδίο **“Transport DB”** αναφέρεται στη βάση δεδομένων που θα αποθηκευτεί η διαμόρφωση του αντικειμένου. Το αποθηκεύετε στην κύρια βάση δεδομένων.

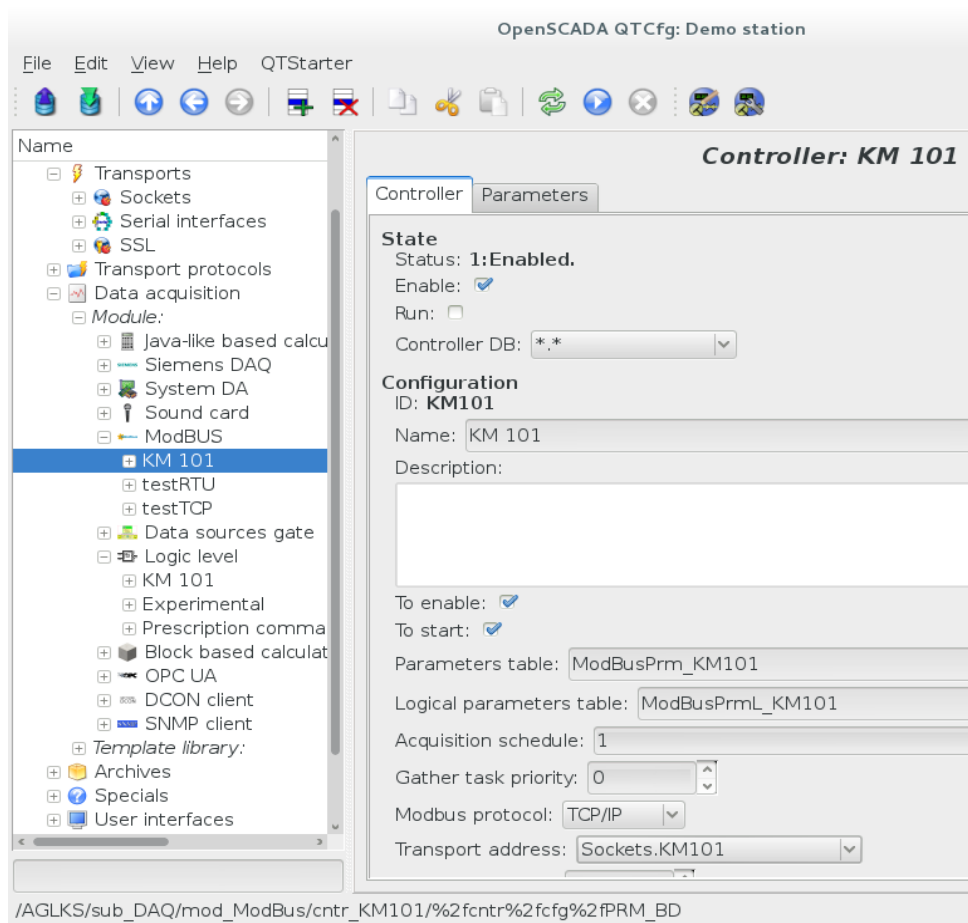


Εικόνα 3-11: Η σελίδα ρυθμίσεων της εξερχόμενης μεταφοράς της ενότητας “Sockets”.

Στην ενότητα **“Configuration”** η διαμόρφωση του αντικειμένου μεταφοράς περιλαμβάνει τα πεδία:

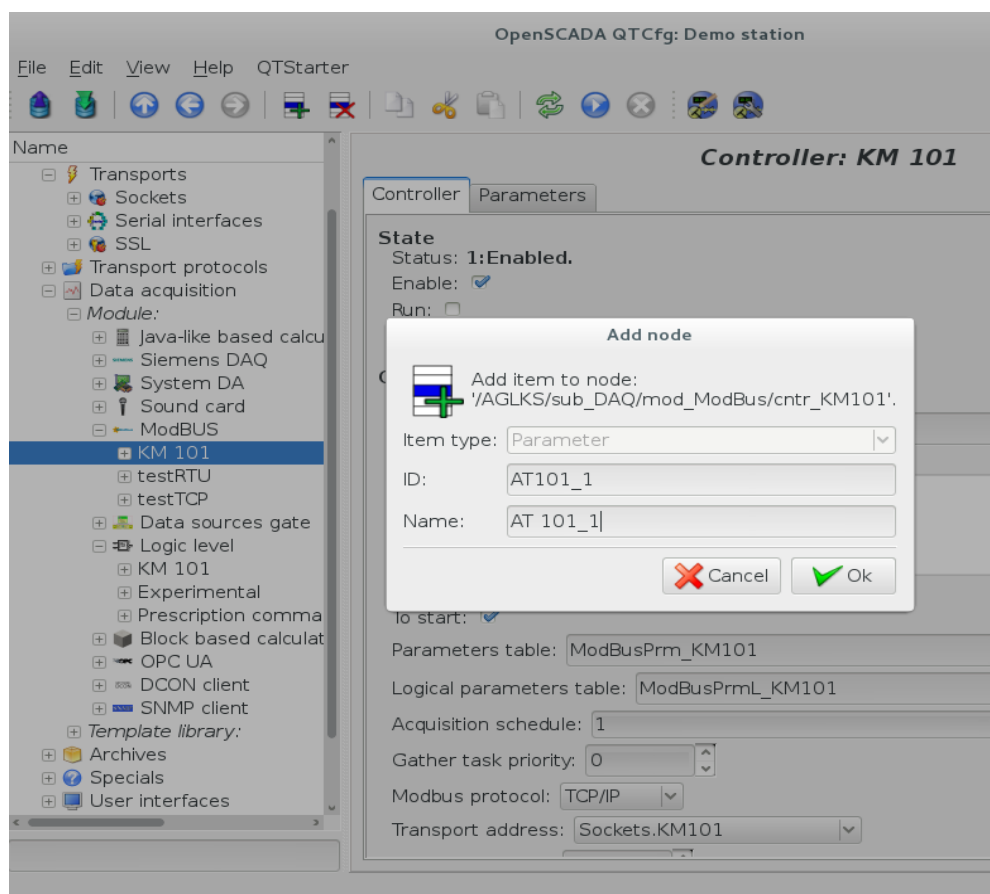
- **“ID”** και **“Name”** περιέχει τους τίτλους που καταχωρήσατε κατά τη δημιουργία του αντικειμένου.
- **“Description”** μπορεί να περιέχει τη λεπτομερή περιγραφή και τον σκοπό του αντικειμένου.
- **“Address”** καθορίζει τον τύπο, τη διεύθυνση και τον τρόπο σύνδεσης με τον απομακρυσμένο σταθμό. Ορίζετε αυτό το πεδίο με την τιμή **“TCP: localhost: 10502”**.
- **“To start”** δείχνει σε ποια κατάσταση θα μεταφερθεί ένα αντικείμενο κατά την έναρξη του **OpenSCADA**. Ενεργοποιείτε αυτό το πεδίο.
- **“Timings”** αναφέρει τη διάρκεια της αναμονής για την απάντηση από τον απομακρυσμένο σταθμό. Αφήνετε την τιμή αμετάβλητη.

Αποθηκεύετε την μεταφορά και επιστρέφετε στο πεδίο ρύθμισης “**Transport address**” του ελεγκτή και επιλέγετε τη διεύθυνση “**Sockets.KM101**”. Η ρύθμιση του αντικειμένου ελεγκτή έχει τελειώσει, το ενεργοποιείτε κάνοντας κλικ στο “**Enable**”.



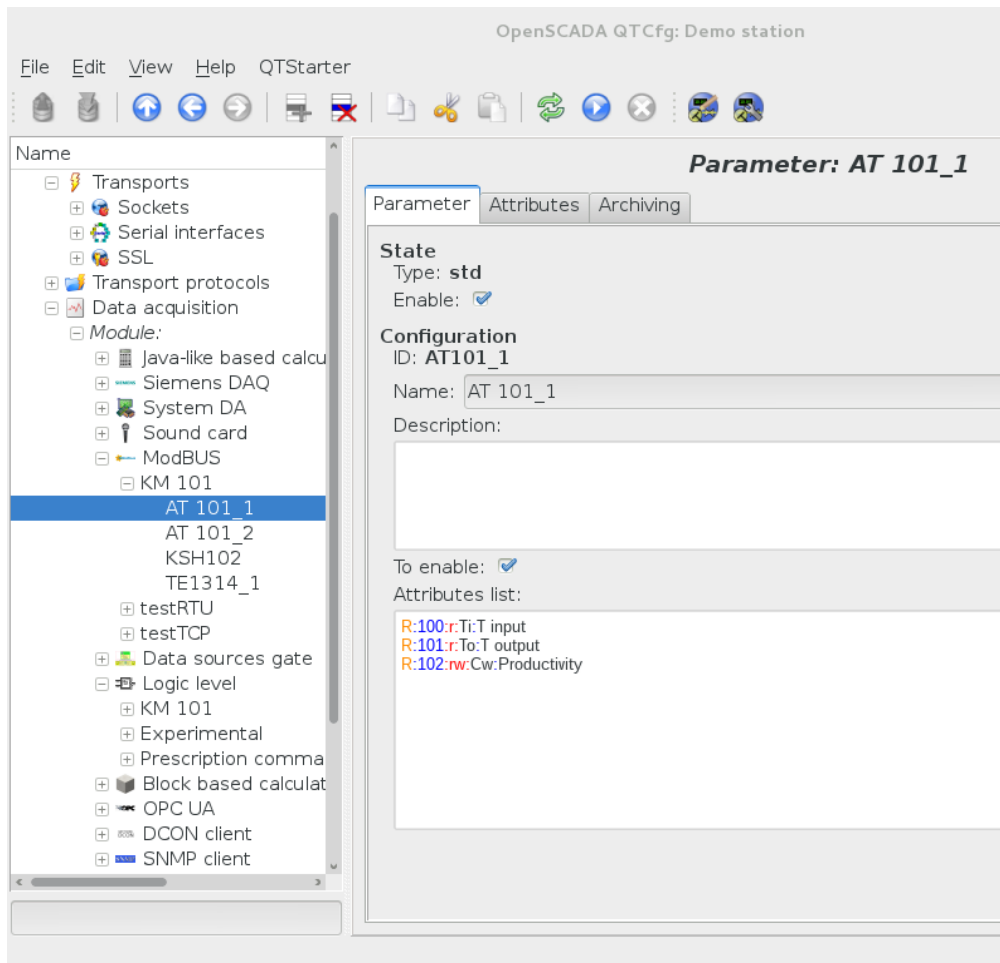
Εικόνα 3-12: Η σελίδα ρυθμίσεων του ελεγκτή του αντικειμένου KM101.

Επόμενο βήμα είναι η διαμόρφωση και η επιλογή των δεδομένων που χρειάζονται για αναζήτηση από τον ελεγκτή. Αυτή η ρύθμιση γίνεται με τη δημιουργία ενός αντικειμένου **“Parameter”** στον ελεγκτή. Το αντικείμενο **“Parameter”** επιτρέπει την περιγραφή της λίστας των δεδομένων που έχουν ληφθεί από τον ελεγκτή και την διαβίβασή τους στο περιβάλλον του **OpenSCADA**. Για να προσθέσετε ένα αντικείμενο παραμέτρου, ανοίγετε τη σελίδα διαμόρφωσης του ελεγκτή και κάνετε δεξί κλικ στο αντικείμενο **“KM101”** και στη συνέχεια κλικ στο **“Add”**. Στο αντικείμενο καταχωρείτε **“ID”**: **“AT101_1”** και **“Name”**: **“AT 101_1”**.



Εικόνα 3-13: Προσθήκη στοιχείων της παραμέτρου AT101_1

Η σελίδα διαμόρφωσης της παραμέτρου φαίνεται στην Εικόνα 3-14. Αυτή η σελίδα περιέχει το τμήμα της κατάστασης και τον έλεγχο λειτουργίας. Στο πεδίο **“Type”** περιέχεται το αναγνωριστικό του τύπου της παραμέτρου, στην περίπτωση αυτή δυνατή επιλογή είναι μόνο ο τύπος **“Standard”**. Ενεργοποιείτε την παράμετρο επιλέγοντας το **“Enable”**. Η ενεργοποιημένη παράμετρος εμπλέκεται στη διαδικασία ανταλλαγής με τον ελεγκτή.



Εικόνα 3-14: Η σελίδα διαμόρφωσης της παραμέτρου του ελεγκτή.

Στην ενότητα “**Configuration**” η διαμόρφωση του αντικειμένου παράμετρος περιέχει τα πεδία:

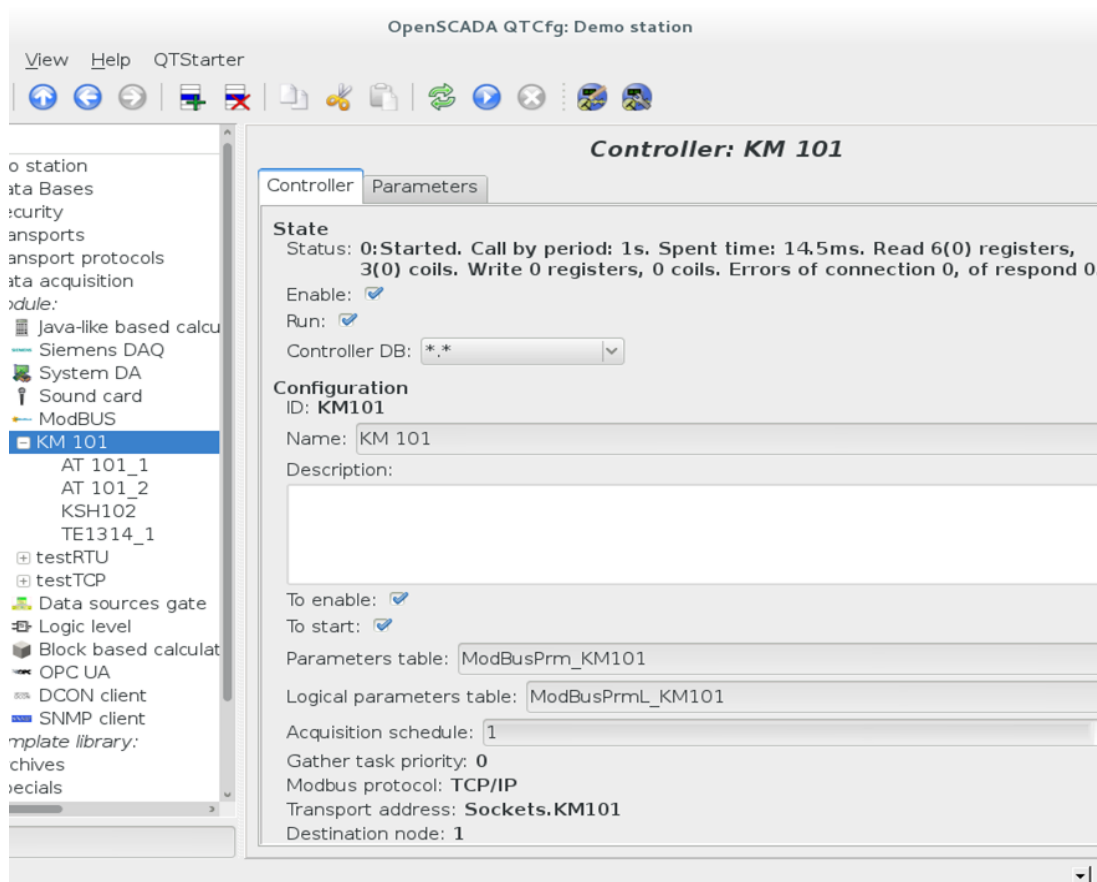
- “**ID**” και “**Name**” τα οποία περιέχουν τους τίτλους που καταχωρήσατε κατά τη δημιουργία του αντικειμένου.
 - “**Description**” μπορεί να περιέχει τη λεπτομερή περιγραφή και το σκοπό του αντικειμένου.
 - “**To enable**” αναφέρει σε ποια κατάσταση μεταφέρεται ένα αντικείμενο κατά την έναρξη του **OpenSCADA**. Ενεργοποιείτε αυτό το πεδίο.
 - “**Attributes list**” περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών των παραμέτρων σε σχέση με τους καταχωρητές και τα bits του **ModBus**.
- Ρυθμίζετε τα περιεχόμενα του πεδίου κειμένου ως εξής:

R: 100: r: Ti: T input
R: 101: r: To: T output
R:102:rw:Cw:Productivity

Με τον ίδιο τρόπο δημιουργείτε τη δεύτερη παράμετρο με “**ID**”: “**AT101_2**” και “**Name**”: “**AT 101_2**”. Η λίστα των χαρακτηριστικών για αυτό είναι:

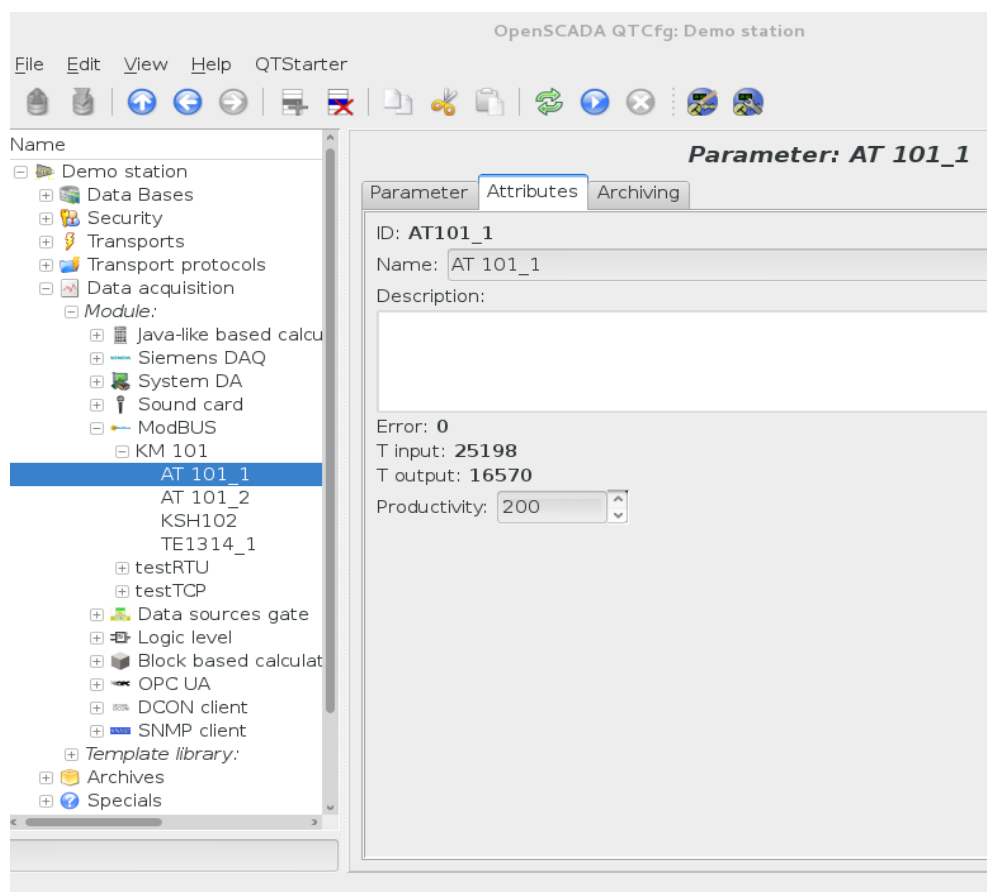
R:103:r:Ti:T input
R: 104: r: To: T output
R: 105: rw: Cw: Productivity

Αποθηκεύετε και τα δύο αντικείμενα της παραμέτρου. Τώρα μπορείτε να ενεργοποιήσετε και να τρέξετε τον ελεγκτή ώστε να αρχικοποιηθεί η ανταλλαγή. Για να γίνει αυτό, επιστρέφετε στη σελίδα του αντικειμένου ελεγκτή και στην ενότητα “**Status**” και κάνετε κλικ στο “**Run**”.



Εικόνα 3-15: Η σελίδα του αντικειμένου ελεγκτής εάν η ανταλλαγή με τον φυσικό ελεγκτή είναι επιτυχής.

Σε περίπτωση επιτυχούς ανταλλαγής με τον φυσικό ελεγκτή, θα αποκτήσετε τα δεδομένα περιγραφής του ελεγκτή στην υποδομή του **OpenSCADA**. Μπορείτε να δείτε αυτά τα δεδομένα στην καρτέλα “**Attributes**” των παραμέτρων **AT101_1** και **AT101_2**. Επειδή η έρευνα γίνεται τακτικά και σε διαστήματα του ενός δευτερολέπτου, μπορείτε να παρατηρήσετε τις αλλαγές τους κάνοντας κλικ στο κουμπί “**Refresh current page**” στη γραμμή εργαλείων.



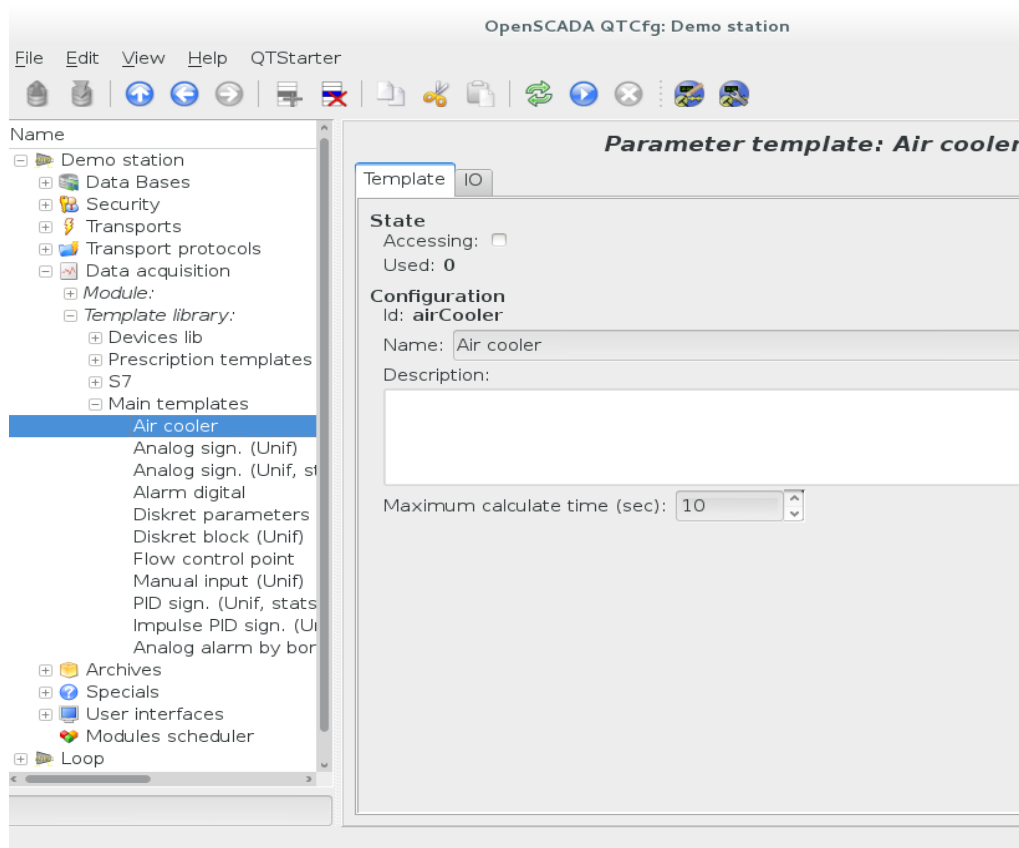
Εικόνα 3-16: Η σελίδα των χαρακτηριστικών της παραμέτρου AT101_1.

Σε αυτό το σημείο η διαμόρφωση της απόκτησης δεδομένων έχει ολοκληρωθεί.

3.6 Επεξεργασία των δεδομένων

Συχνά τα αρχικά δεδομένα που έχουν ληφθεί από την πηγή δεδομένων δεν είναι έτοιμα για οπτική παρουσίαση, για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνουν κάποιες ενέργειες για αυτή την προετοιμασία. Στο παράδειγμά σας έχετε λάβει τα δεδομένα που έρχονται στο εσωτερικό του ελεγκτή. Το καθήκον σας είναι να εκτελέσετε τον υπολογισμό με τις πραγματικές τιμές των ληφθέντων δεδομένων. Η επεξεργασία δεδομένων στο **OpenSCADA** μπορεί να γίνει, κατά τη διάρκεια της απεικόνισης, καθώς και στο υποσύστημα “**Data acquisition**”. Ωστόσο, η ανάμιξη της διαδικασίας απεικόνισης και της επεξεργασίας των αρχικών δεδομένων καθιστά τη διαμόρφωση περίπλοκη και τις ληφθέντες εικόνες της απεικόνισης ακατάλληλες για επαναχρησιμοποίηση. Για το λόγο αυτό, θα κάνετε την προετοιμασία των δεδομένων στο υποσύστημα “**Data acquisition**”. Οι υπολογισμοί στο υποσύστημα “**Data acquisition**” γίνονται μέσω της μονάδας του λογικού επιπέδου **Logic level** και τα πρότυπα των παραμέτρων μέσω του υποσυστήματος “**Data acquisition**”. Για να κάνετε τους υπολογισμούς στη μονάδα του επιπέδου λογικής θα πρέπει πρώτα να δημιουργήσετε το πρότυπο της παραμέτρου του υποσυστήματος “**Data acquisition**”. Για να

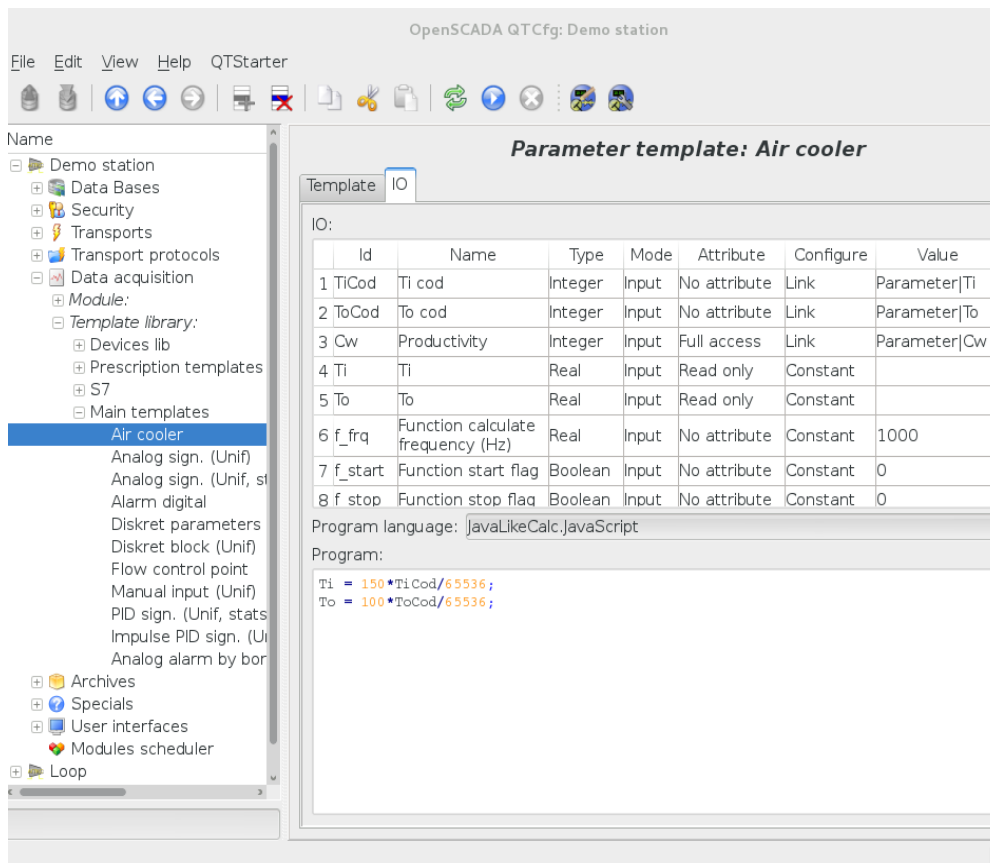
γίνει αυτό ανοίγετε τη σελίδα βιβλιοθήκης προτύπων “Main templates” (“Demo Station”->”Data acquisition”->”Template library”->”Main templates”) και μέσω του μενού περιβάλλοντος θα δημιουργήσετε το πρότυπο αντικείμενο “airCooler” με όνομα “Air cooler”. Η σελίδα διαμόρφωσης του προκύπτοντος αντικειμένου φαίνεται στην Εικόνα 3-17. Αυτή η σελίδα περιέχει το τμήμα “State” και το τμήμα ελέγχου λειτουργίας. Μπορείτε να κάνετε το πρότυπο προσπελάσιμο, επιλέγοντας το πλαίσιο δίπλα στο αντίστοιχο πεδίο. Στο πεδίο “Used” αναγράφεται ο αριθμός των αντικειμένων που χρησιμοποιούν αυτό το πρότυπο για τον υπολογισμό της παραμέτρου.



Εικόνα 3-17: Η σελίδα διαμόρφωσης του προτύπου Air cooler.

Η βασική διάταξη και η διαμόρφωση του προτύπου της παραμέτρου απόκτησης δεδομένων γίνεται στην καρτέλα “IO” του προτύπου. Θα δημιουργήσετε δύο ιδιότητες για τις εισόδους (“TiCod”, “ToCod”), δύο για τις εξόδους (“Ti”, “To”), και μια ιδιότητα καθαρισμού (“Cw”). Για τα “TiCod”, “ToCod” και “Cw” θα θέσετε το πεδίο “Configure” σε “Link” αυτό θα επιτρέψει τη σύνδεση με την πηγή. Για τα “Ti” και “To” θα θέσετε το πεδίο “Attribute” σε “Read only”, και στο “Cw”-”Full access”, αυτό γίνεται για να σχηματιστούν τα τρία χαρακτηριστικά της προκύπτουσας παραμέτρου της απόκτησης δεδομένων, δύο μόνο για ανάγνωση και ένα με πλήρη πρόσβαση. Θα θέσετε τη γλώσσα προγράμματος σε “JavaLikeCalc.JavaScript” και στο πεδίο “Program” γράφετε:

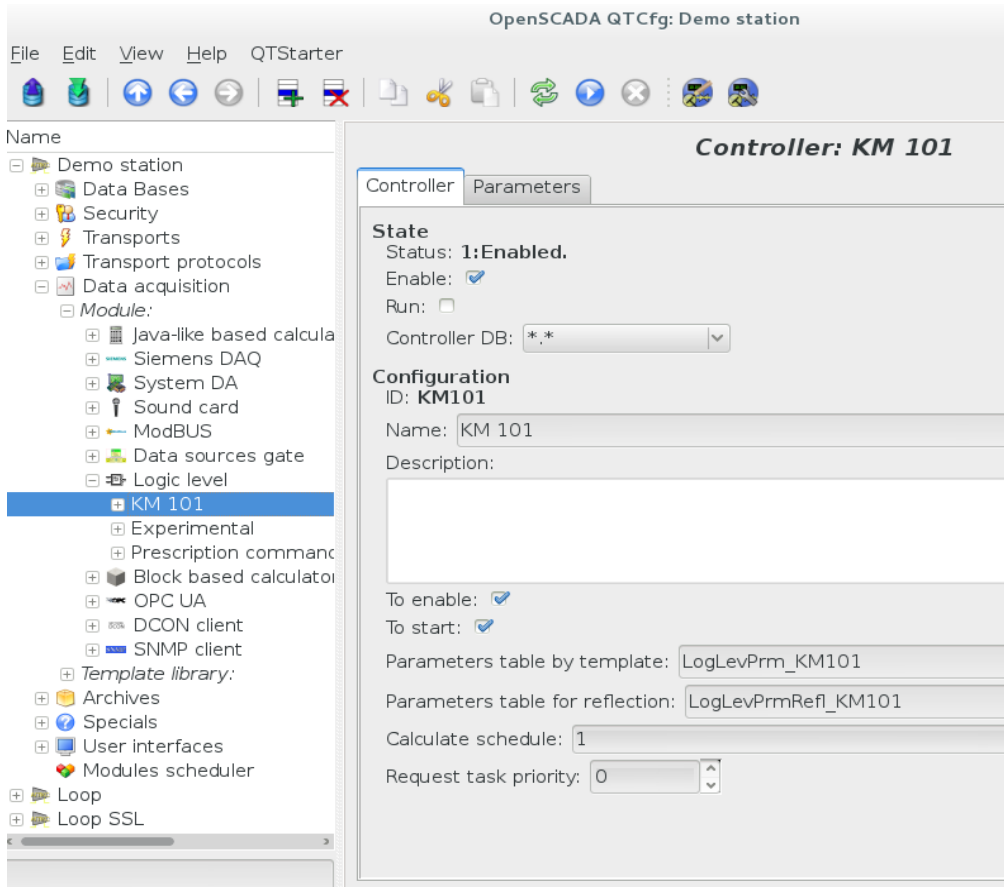
Ti = 150*TiCod/65536;
To = 100*ToCod/65536;



Εικόνα 3-18: Η καρτέλα “IO” της σελίδας ρυθμίσεων του προτύπου Air cooler.

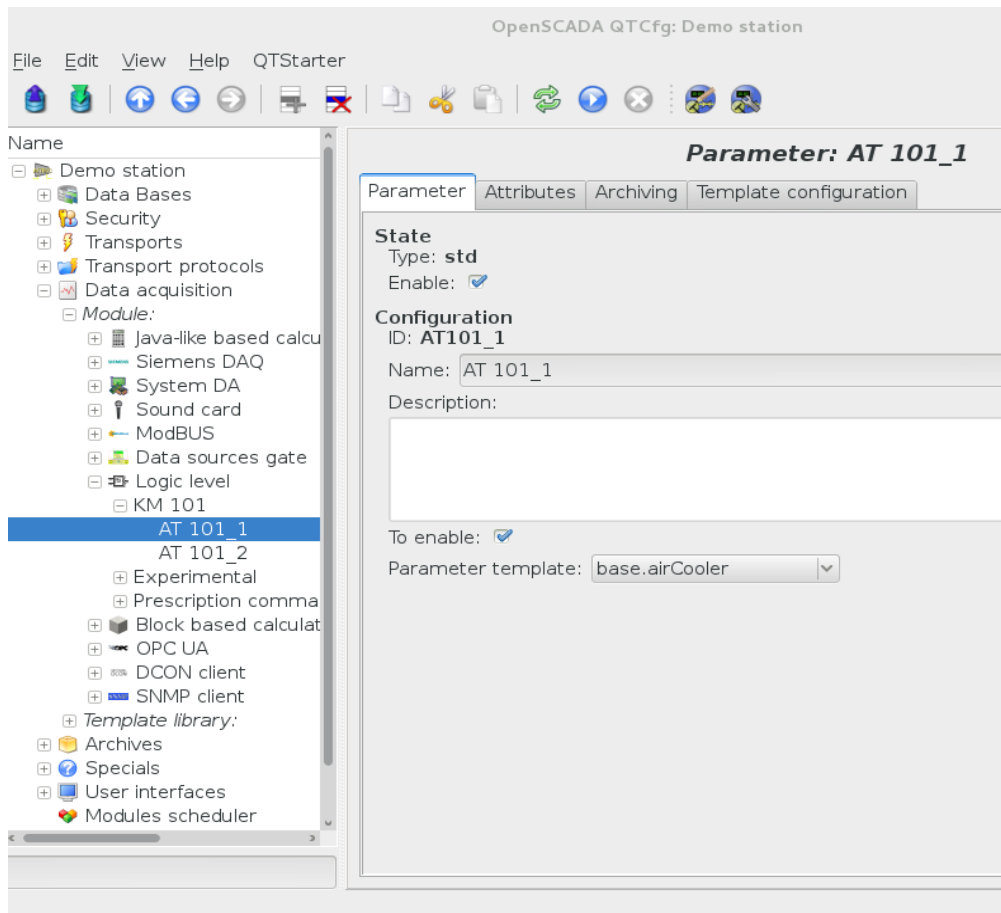
Αποθηκεύετε και ενεργοποιείτε το πεδίο “**Accessing**”.

Στη συνέχεια θα δημιουργήσετε τα αντικείμενα παραμέτρου του ελεγκτή στην ενότητα “**Logic level**” του υποσυστήματος “**Data acquisition**”. Ο ελεγκτής και οι παράμετροί του στην ενότητα “**Logic level**” είναι πανομοιότυπα με τα προηγούμενα που δημιουργήθηκαν στην ενότητα “**ModBus**” και μπορούν να δημιουργηθούν στη σελίδα: “**Demo station**”->“**Data acquisition**” ->“**Module**”->“**Logic level**”. Το αντικείμενο ελεγκτή και οι παράμετροι θα κληθούν παρόμοια με αυτά της ενότητας “**ModBus**”.



Εικόνα 3-19: Η κύρια καρτέλα των ρυθμίσεων του αντικειμένου ελεγκτής της ενότητας Logic level.

Το αντικείμενο παραμέτρου του ελεγκτή της ενότητας **“Logic level”** έχει την ειδική ρύθμιση **“Type”**, όπου θα πρέπει να ρυθμιστεί σε **“Logical”** και στο πεδίο **“Parameter template”** επιλέγετε τη διεύθυνση του προτύπου που μόλις δημιουργήσατε.



Εικόνα 3-20: Η σελίδα διαμόρφωσης της παραμέτρου του ελεγκτή στο Logic level.

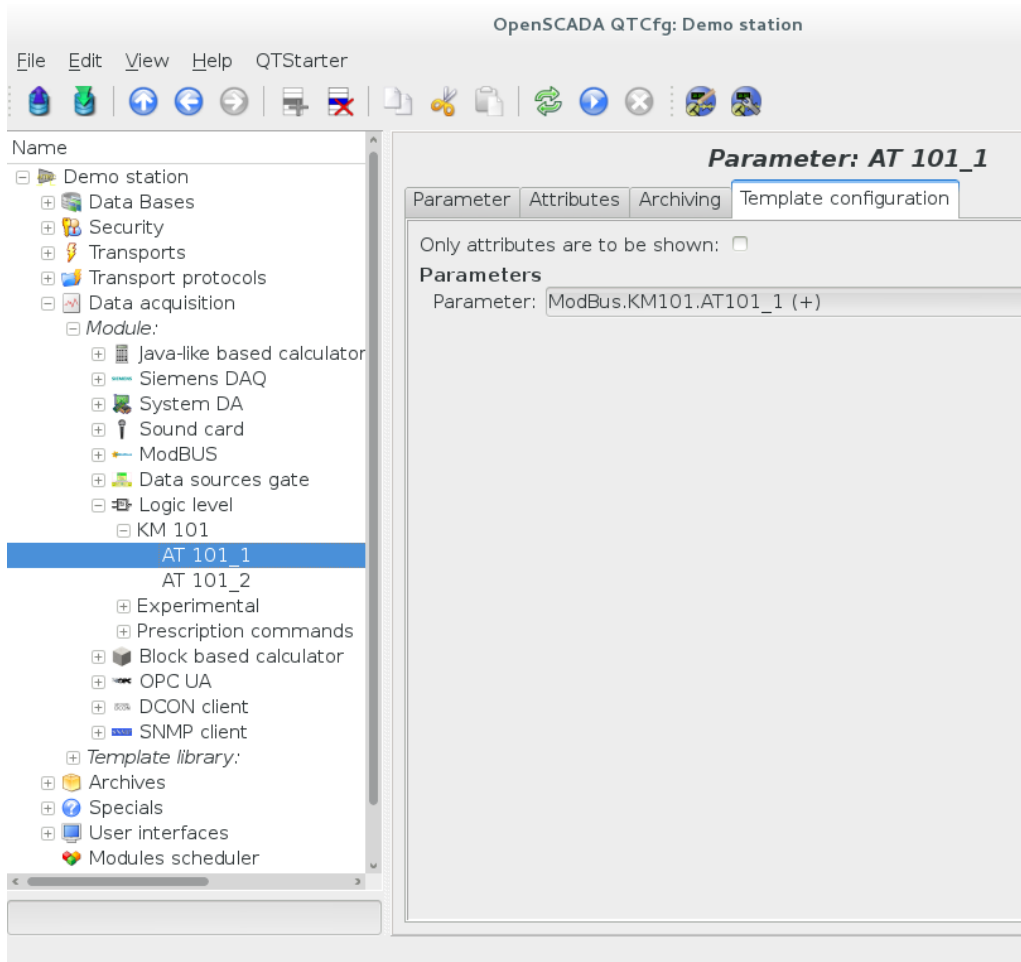
Εκτός από τη βασική διαμόρφωση της παραμέτρου είναι απαραίτητο να ρυθμίσετε και το πρότυπο (Εικόνα 3-21). Η καρτέλα διαμόρφωσης του προτύπου εμφανίζεται στη λειτουργία της παραμέτρου **“Enable”**.

Για να ενεργοποιήσετε την παράμετρο είναι απαραίτητο να έχετε ενεργοποιήσει προηγουμένως τον ελεγκτή.

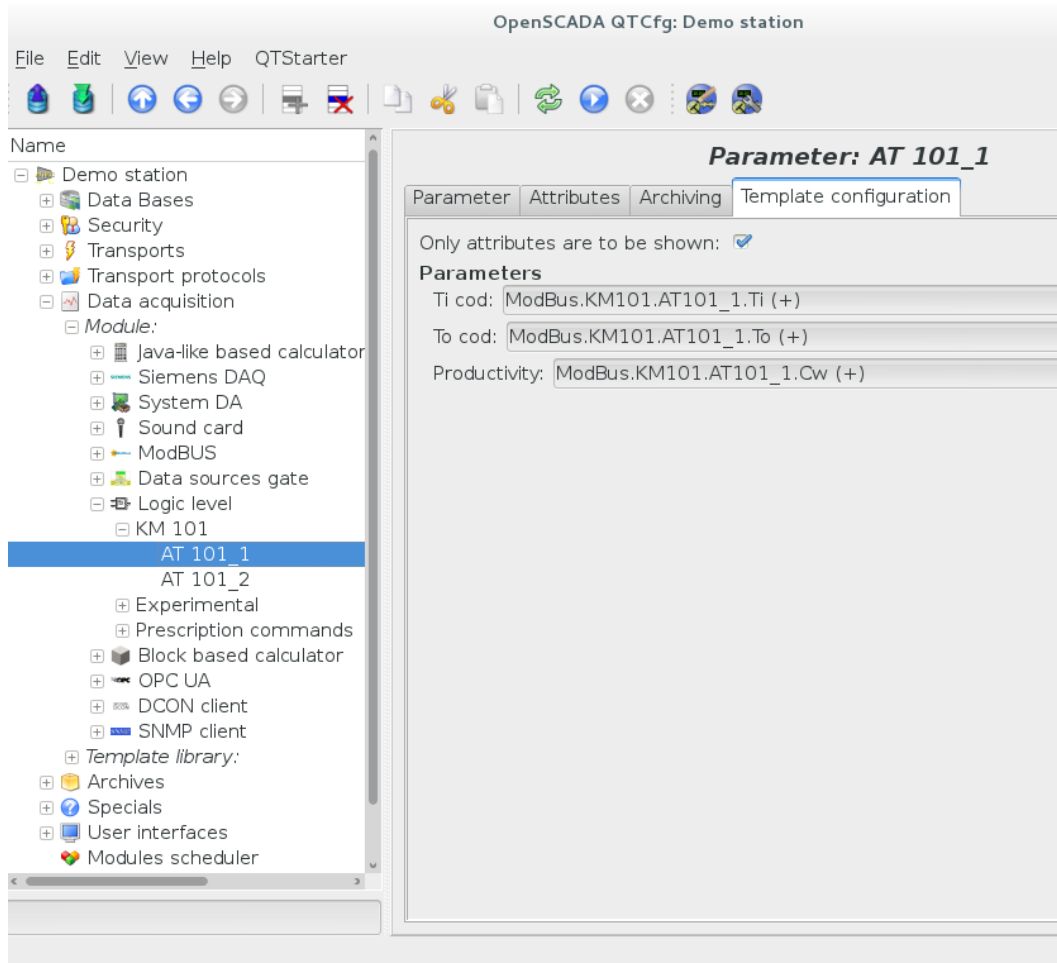
Το πεδίο **“Only attributes are to be shown”** σας επιτρέπει να θέσετε κάθε σύνδεσμο ξεχωριστά (Εικόνα 3-22).

Από τη στιγμή που έχετε δημιουργήσει την ακόλουθη μορφή της σύνδεσης στο πρότυπο **“Parameter|Ti”**, μπορείτε να θέσετε και τις τρεις συνδέσεις πληκτρολογώντας μια διεύθυνση στην παράμετρο του ελεγκτή **“ModBus”**.

Θα πρέπει να ορίσετε τις ακόλουθες διευθύνσεις **“ModBus.KM101.AT101_1”** και **“ModBus.KM101.AT101_2”** στις κατάλληλες παραμέτρους.

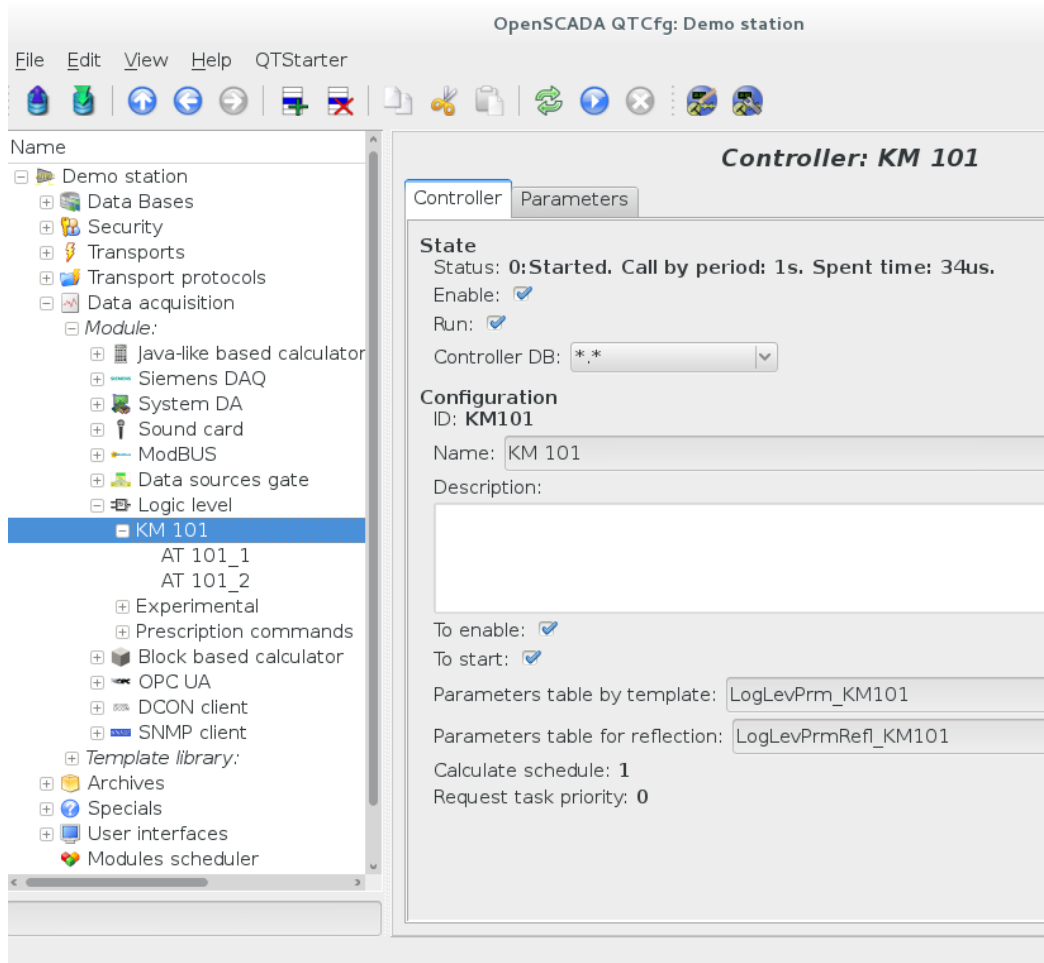


Εικόνα 3-21: Η καρτέλα "Template configuration" της παραμέτρου του ελεγκτή στο Logic level.



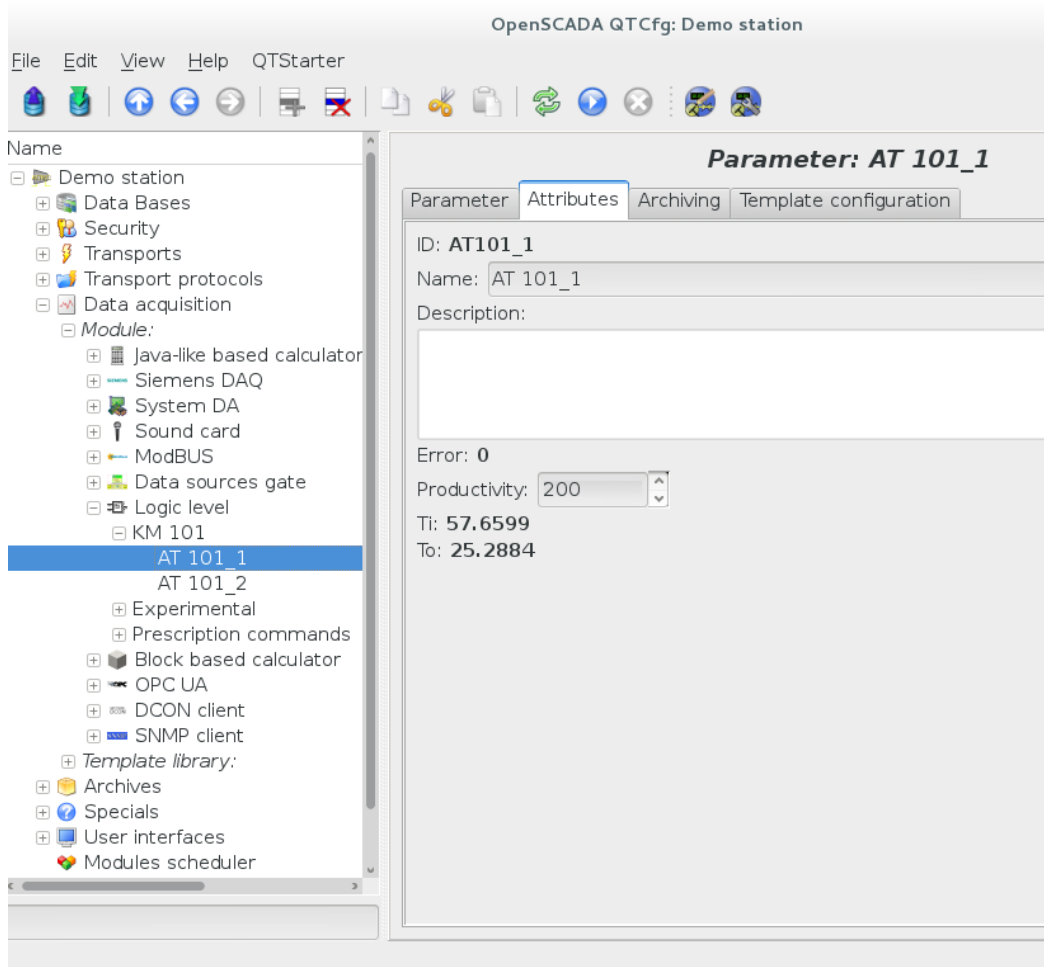
Εικόνα 3-22: Η καρτέλα “Template configuration” της παραμέτρου του ελεγκτή με τις λεπτομέρειες των συνδέσμων.

Αποθηκεύετε τα αντικείμενα που δημιουργήθηκαν στον ελεγκτή και στις παραμέτρους. Στη συνέχεια τρέχετε τον ελεγκτή ενεργοποιώντας τα πεδία “Run” και “State”. Εάν δεν έχει γίνει κάποιο λάθος, ο υπολογισμός θα ξεκινήσει επιτυχώς και στο πεδίο “State” θα πάρετε δεδομένα παρόμοια με αυτά της εικόνας (Εικόνα 3-23).



Εικόνα 3-23: Η σελίδα του αντικειμένου ελεγκτής εάν οι υπολογισμοί στη μονάδα Logic level είναι επιτυχείς.

Σε περίπτωση επιτυχούς επεξεργασίας του κώδικα του προτύπου στις παραμέτρους θα λάβετε τα επεξεργασμένα δεδομένα στην υποδομή του **OpenSCADA**. Μπορείτε να δείτε τα δεδομένα αυτά στην καρτέλα “**Attributes**” των παραμέτρων **AT101_1** (Εικόνα 3-24) και **AT101_2**.



Εικόνα 3-24: Η σελίδα των χαρακτηριστικών της παραμέτρου AT101_1 της ενότητας Logic level.
Η διαμόρφωση της επεξεργασίας δεδομένων είναι πλήρης.

3.7 Παράμετροι που χαρακτηρίζονται από πηγές δεδομένων

Στις προηγούμενες ενότητες ο μηχανισμός σύνδεσης της πηγής δεδομένων έχει περιγραφεί για το αντικείμενο συσκευής “**Air Cooler**”, ο οποίος παρέχει την ενοποίηση όλων των σημάτων σε μία μόνο παράμετρο αντικειμένου της πηγής δεδομένων. Ωστόσο, μια πιο κοινή προσέγγιση είναι η δημιουργία αντικειμένου μίας παραμέτρου γύρω από ένα σήμα, όπως η «θερμοκρασία στην έξοδο του ψύκτη **AT101_1**».

Η δημιουργία του αντικειμένου της παραμέτρου γύρω από το σήμα επιτρέπει την περιγραφή της προς τα πρότυπα των αναλογικών και ψηφιακών σημάτων συμπεριλαμβάνοντας όλες τις απαραίτητες διεργασίες, τους συναγερμούς και άλλες χαρακτηριστικές πληροφορίες.

Για μια απλή διαμόρφωση των χαρακτηριστικών αναλογικών και ψηφιακών σημάτων υπάρχουν οι παράμετροι προτύπων στις βιβλιοθήκες του **OpenSCADA**, και πολλές από τις εικόνες οπτικής παρουσίασης είναι προσαρμοσμένες ώστε να συνδέονται και να λειτουργούν με αυτές τις παραμέτρους απ' ευθείας.

Συνήθως για το σχηματισμό του αντικειμένου μιας παραμέτρου βασισμένο σε ένα πρότυπο λογικού επιπέδου χρησιμοποιείται η μονάδα **Logic level**, όπως περιεγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Ωστόσο, ένας αριθμός ενοτήτων, συμπεριλαμβανομένου του **ModBus**, παρέχουν τη δυνατότητα άμεσης δημιουργίας λογικών παραμέτρων με βάση το πρότυπο.

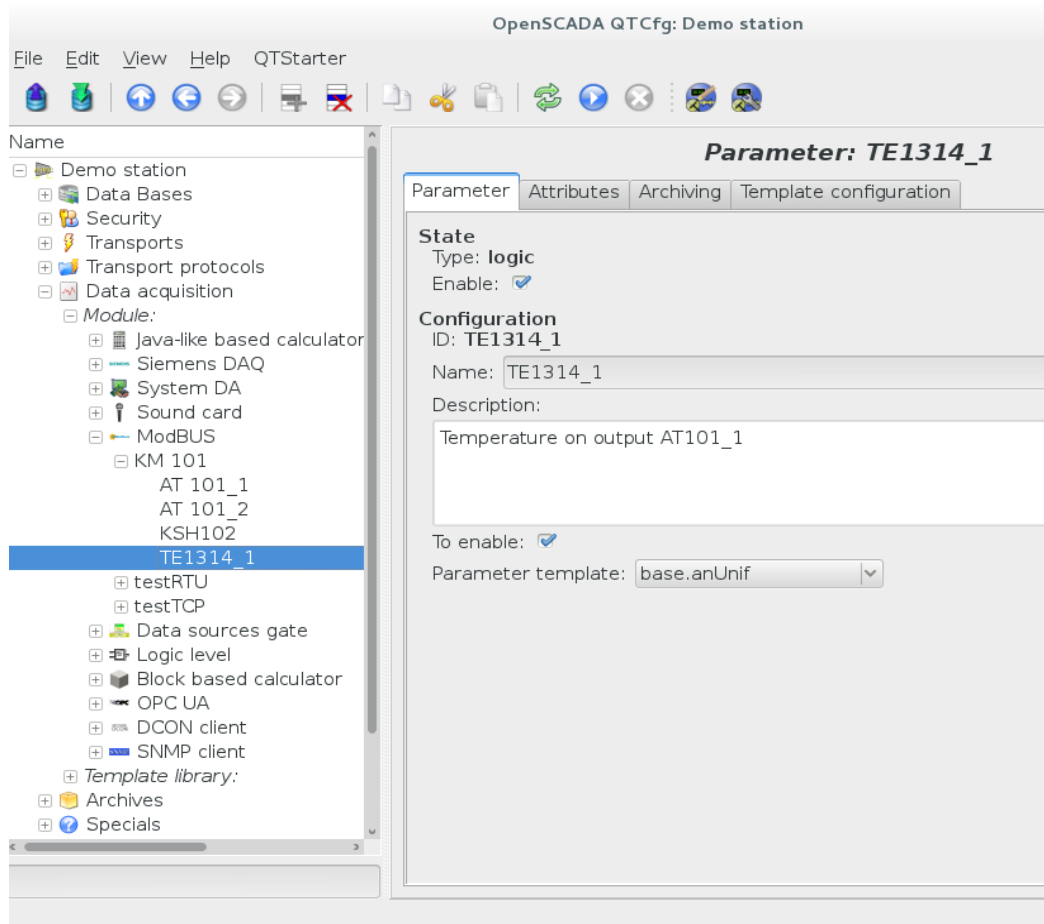
Θα προσθέσετε ένα νέο αντικείμενο παραμέτρου ανοίγοντας τη σελίδα διαμόρφωσης “**ModBus**” του ελεγκτή και στο στοιχείο “**KM 101**” κάνετε δεξί κλικ και “**Add**”.

Στο πεδίο “**ID**” της παραμέτρου του αναλογικού αντικειμένου καταχωρείτε “**TE1314_1**” και στο πεδίο “**Name**” “**TE1314_1**” (Εικόνα 3-25).

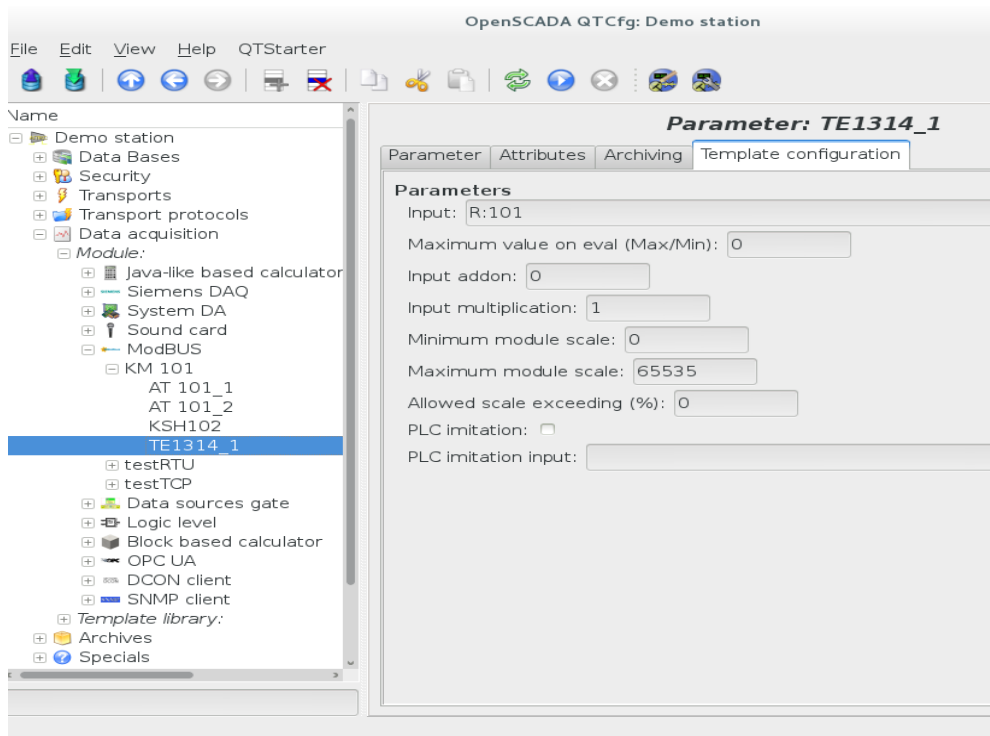
Θα θέσετε τον τύπο της παραμέτρου σε “**Logical**” και στο πεδίο “**Parameter templat**er” επιλέγετε το “**base.anUnif**”, και ενεργοποιείτε το πεδίο “**Enable**”.

Θα πρέπει να ρυθμίσετε το πρότυπο της παραμέτρου στην καρτέλα “**Template Configuration**” (Εικόνα 3-26). Το πεδίο “**Input**” έχει οριστεί στη διεύθυνση καταχωρητή **ModBus** με παράμετρο “**R:101**” και το πεδίο “**Maximum module scale**” με “**65535**”, το οποίο αντιστοιχεί σε **100 °C**.

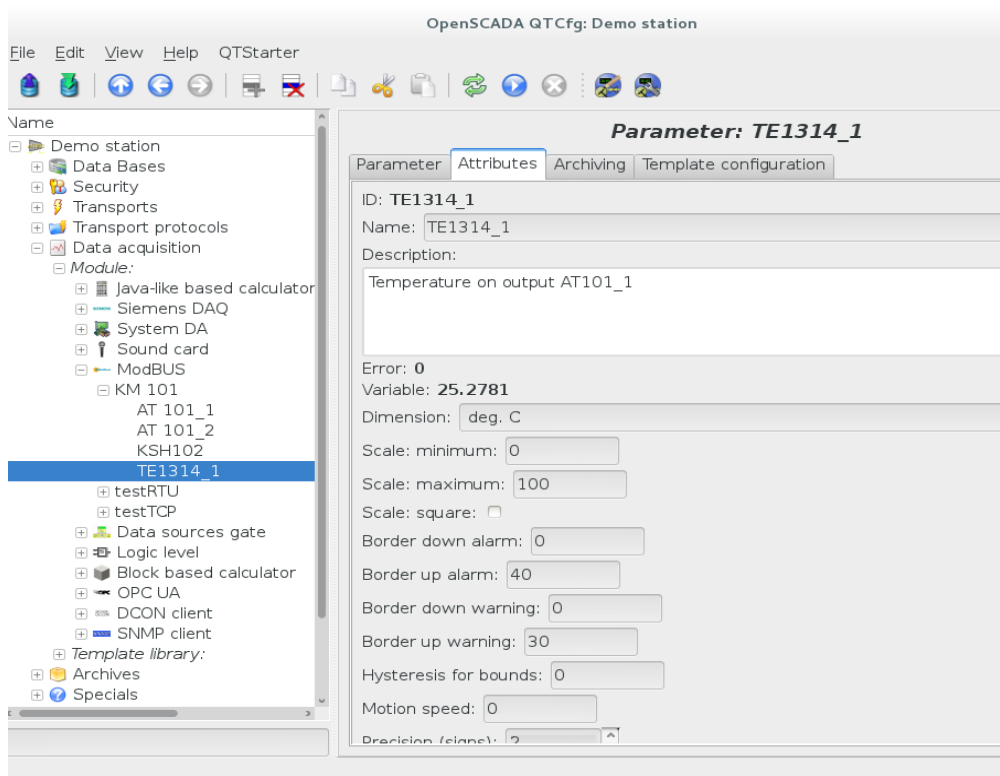
Στη συνέχεια μεταφέρεστε στην καρτέλα “**Atributes**” (Εικόνα 3-27), και θα θέσετε στα πεδία “**Dimension**” το “**deg. C**”, “**Scale minimum**” το “**0**”, “**Scale maximum**” το “**100**”, “**Border up alarm**” το “**40**”, “**Border up warning**” το “**30**”. Αποθηκεύετε το αντικείμενο της παραμέτρου.



Εικόνα 3-25: Η σελίδα της λογικής παραμέτρου "TE1314_1" της ενότητας ModBus.



Εικόνα 3-26: Η σελίδα διαμόρφωσης προτύπου της λογικής παραμέτρου “TE1314_1”.



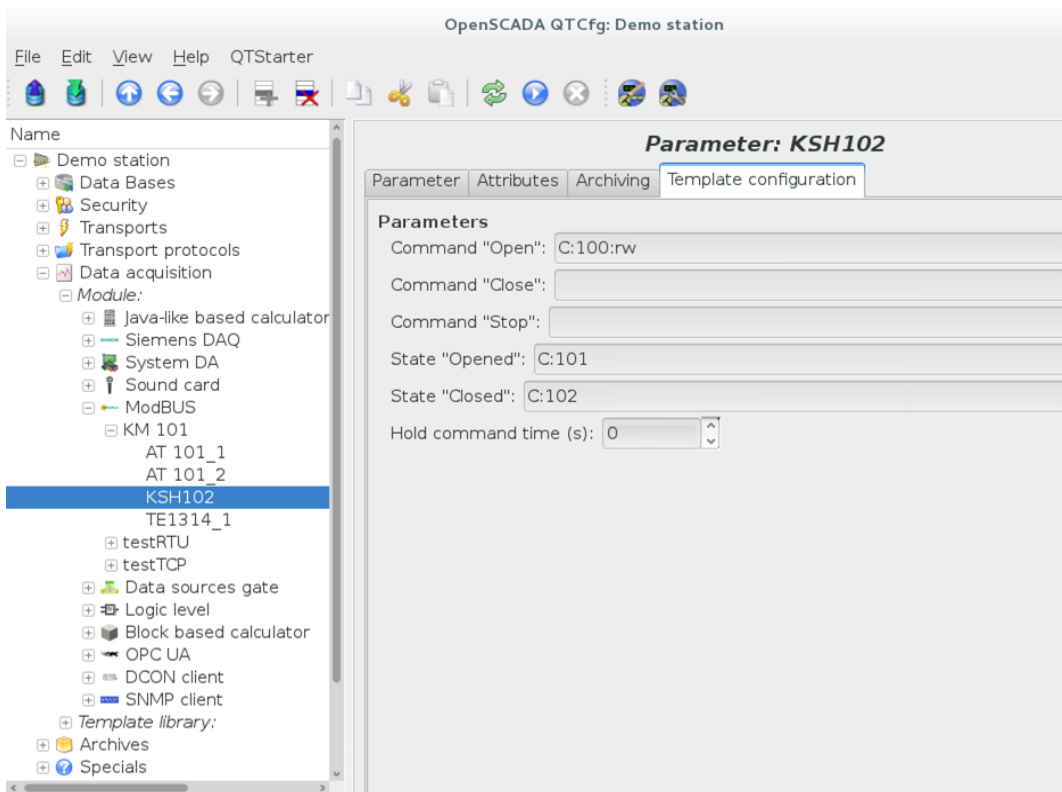
Εικόνα 3-27: Η σελίδα των χαρακτηριστικών της λογικής παραμέτρου “TE1314_1”.

Δημιουργείτε ένα αντικείμενο διακριτής παραμέτρου με “ID”: “KSH102” και “Name”: “KSH102”.

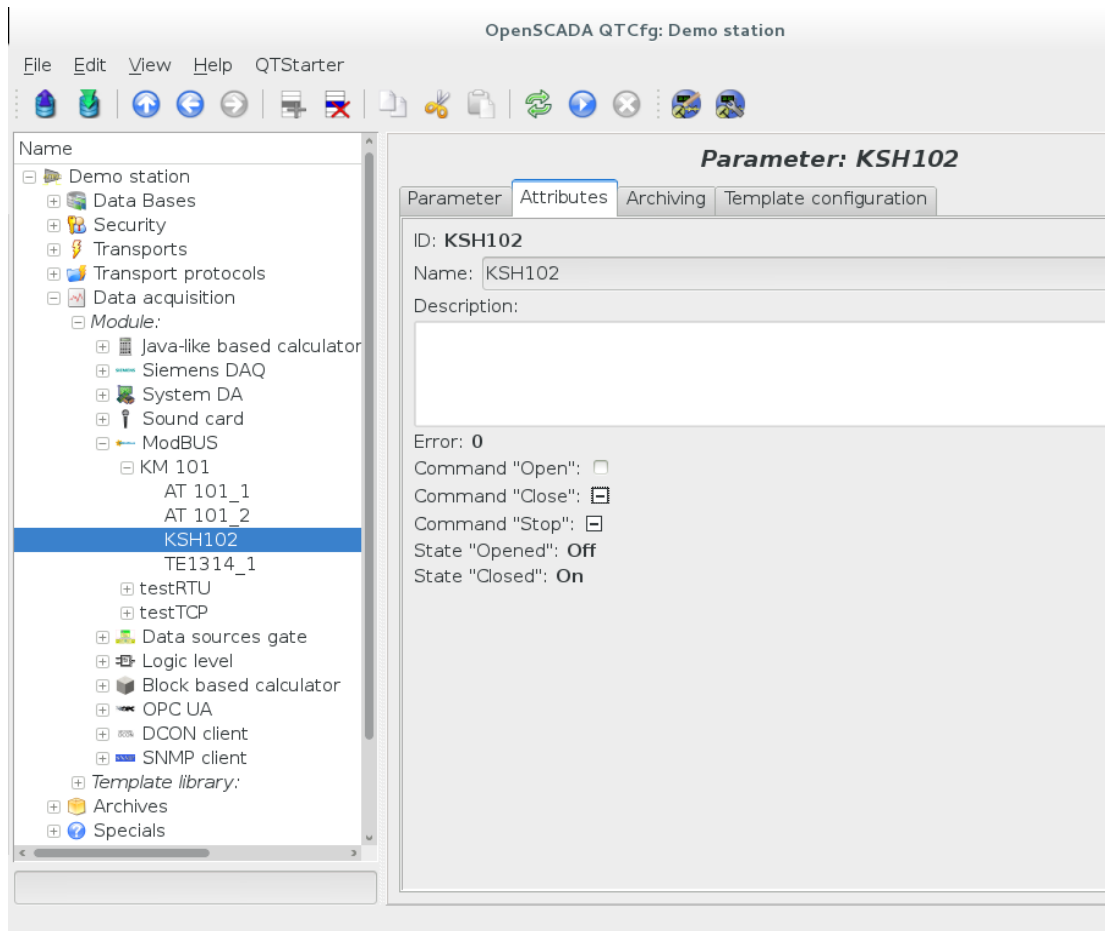
Θα θέσετε τον τύπο της παραμέτρου σε “Logical” και στο “Parameter template” επιλέγετε “base.digit.BlockUnif” και ενεργοποιείτε τα πεδία “To enable” και “Enable”.

Στη συνέχεια επιλέγετε την καρτέλα “Template Configuration” (Εικόνα 3-28). Στο πεδίο “Command Open” συμπληρώνετε “C:100:rw” που αντιπροσωπεύει την τιμή της ModBus διεύθυνσης της παραμέτρου, το πεδίο “State Opened” με την τιμή της Modbus διεύθυνσης “C:101”, το πεδίο “State Closed” με το πεδίο της ModBus διεύθυνσης “C:102” και το πεδίο “Hold command time (s)” με “0”.

Επιλέγετε την καρτέλα “Attributes” (Εικόνα 3-29) και επιβεβαιώνετε τη διαθεσιμότητα των εντολών και των καταστάσεων.



Εικόνα 3-28: Η σελίδα “Template configuration” της παραμέτρου “KSH102”.



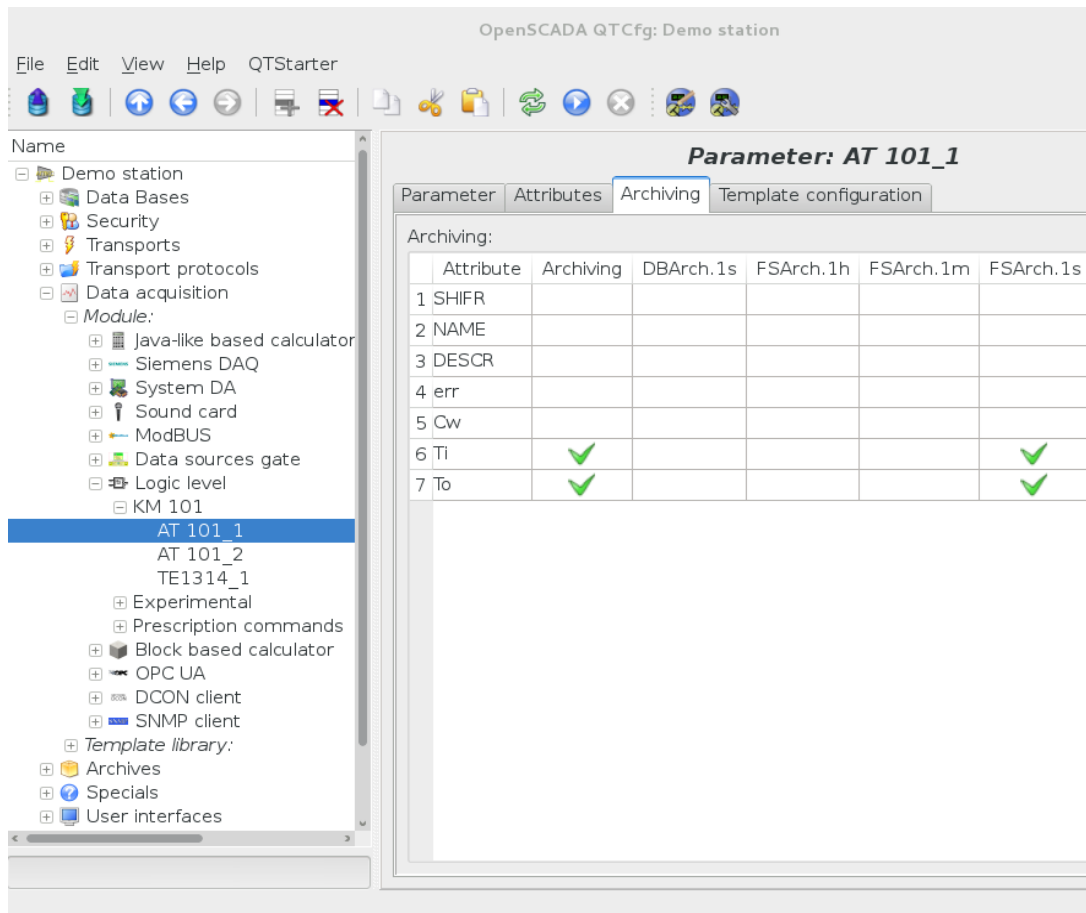
Εικόνα 3-29: Η σελίδα των χαρακτηριστικών της παραμέτρου “KSH102”.

3.8 Ενεργοποίηση της αρχειοθέτησης δεδομένων

Πολλές εργασίες απαιτούν τη διατήρηση του ιστορικού των παραμέτρων της τεχνολογικής διαδικασίας.

Για να ενεργοποιήσετε την αρχειοθέτηση των χαρακτηριστικών των “Ti” και “To” των παραμέτρων “AT101_1” και “AT101_2” μεταφέρεστε στην καρτέλα “Archiving” του ελεγκτή που δημιουργήσατε στην ενότητα **Logic level**, και στη σελίδα διαμόρφωσης επιλέγετε τα χαρακτηριστικά που πρέπει να αρχειοθετηθούν (Εικόνα 3-30).

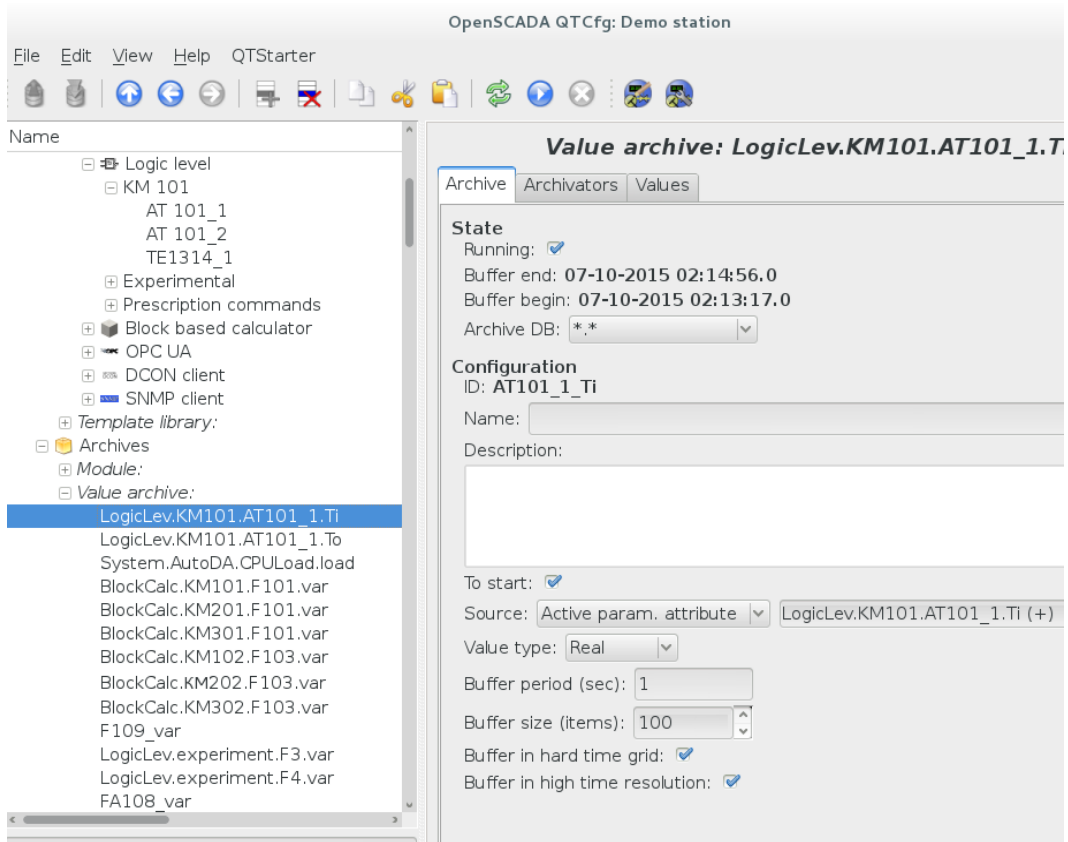
Επιλέγετε την αρχειοθέτηση των χαρακτηριστικών “Ti” και “To” στη στήλη “FSArch.1s”. Την ίδια διαδικασία ακολουθείτε για το χαρακτηριστικό “var” της αναλογικής παραμέτρου “ModBus.KM101.TE1314_1” και για το “com” της ψηφιακής παραμέτρου “ModBus.KM101.KSH102”.



Εικόνα 3-30: Η καρτέλα “Archiving” της παραμέτρου AT101_1 της μονάδας Logic level.

Ως αποτέλεσμα αυτής της λειτουργίας θα δημιουργηθούν αυτόματα τα αντικείμενα των αρχείων για τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά.

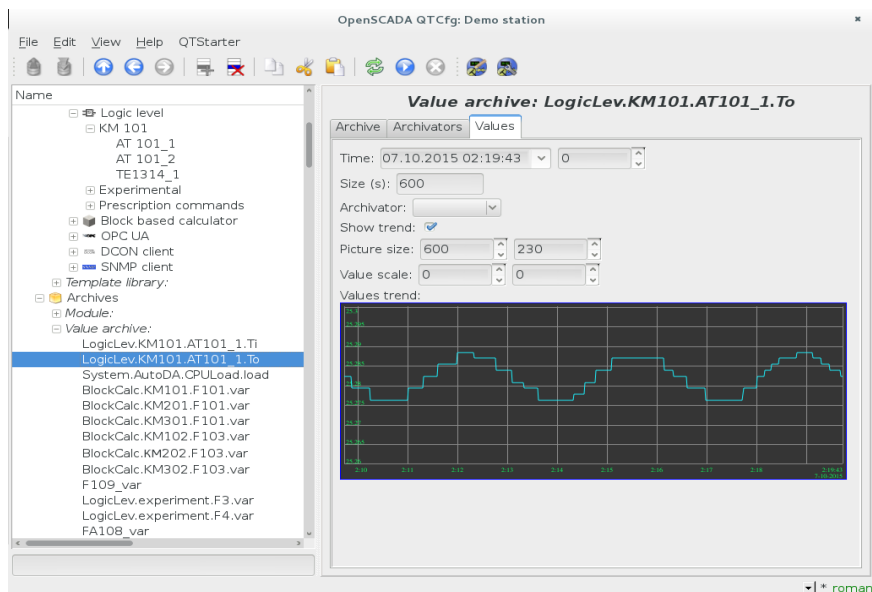
Για παράδειγμα, το αντικείμενο του αρχείου για το χαρακτηριστικό “Ti” της παραμέτρου AT101_1 παρουσιάζεται στην (Εικόνα 3-31).



Εικόνα 3-31: Η καρτέλα “Archive” του χαρακτηριστικού “Ti” της παραμέτρου AT101_1.

Συνήθως οι ρυθμίσεις του αρχείου δεν πρέπει να αλλάζουν, αλλά αν χρειαστεί η ειδική διαμόρφωση, μπορεί να γίνει από την προαναφερθείσα σελίδα.

Συχνά μπορεί να χρειαστεί να ληφθούν πληροφορίες σχετικά με το αρχείο. Για παράδειγμα βρείτε το μέγεθος του αρχείου, τόσο σε χρόνο όσο και σε bytes, και εξετάστε το γράφημα της παραμέτρου (Εικόνα 3-32).



Εικόνα 3-32: Η καρτέλα “Values” του χαρακτηριστικού “To” της παραμέτρου AT101_1.

3.9 Σχηματισμός οπτικής παρουσίασης

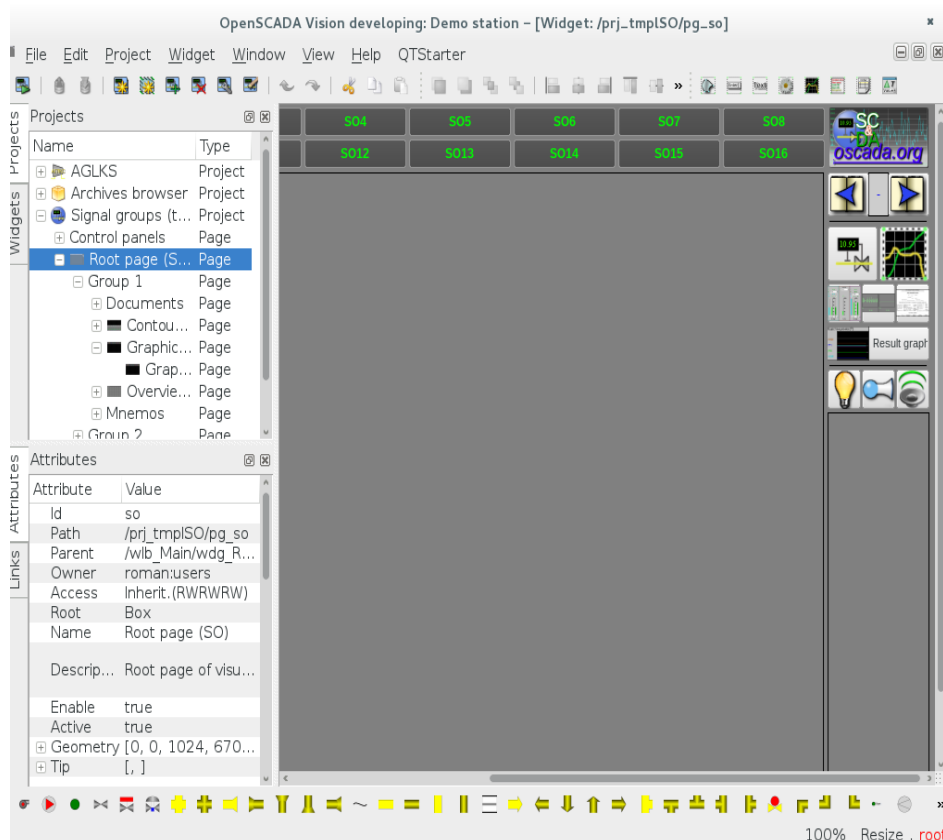
Ο σχηματισμός της οπτικής παρουσίασης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε τρία επίπεδα πολυπλοκότητας και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει οποιαδήποτε από αυτά, ανάλογα με το επίπεδο των γνώσεων και της διαθεσιμότητας των βιβλιοθηκών του με έτοιμες εικόνες και πρότυπα.

Το πρώτο επίπεδο απαιτεί ένα ελάχιστο προσόν του χρήστη, αλλά προϋποθέτει την παρουσία των βιβλιοθηκών των προτύπων, οι οποίες είναι αναγκαίες για την επίλυση των καθηκόντων του. Εντός των ορίων του πρώτου επιπέδου ο χρήστης πρέπει μόνο να γνωρίζει πώς να συνδέσει τις δυναμικές στις σελίδες των πλαισίων του προτύπου και πώς να προσθέσει νέες σελίδες πλαισίων προτύπου.

Το δεύτερο επίπεδο παρέχει την πρόσθετη δυνατότητα δημιουργίας νέων πλαισίων που βασίζονται στα τελικά πολύπλοκα στοιχεία, αλλά με την τοποθέτησή τους στο πλαίσιο. Για να επιτευχθεί αυτό το προσόν επιπέδου, οι χρήστες θα χρειαστούν τις βιβλιοθήκες των πολύπλοκων στοιχείων που απαιτούνται για την επίλυση των καθηκόντων του.

Το τρίτο επίπεδο απαιτεί ότι ο χρήστης είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει όλα τα εργαλεία του περιβάλλοντος ανάπτυξης των οπτικών διεπαφών του **OpenSCADA**, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας νέων σύνθετων στοιχείων και την ανάπτυξη των νέων διεπαφών χρήστη στο έργο.

Όλες οι εργασίες σχετικά με το περιβάλλον οπτικοποίησης θα δημιουργηθούν σε ένα περιβάλλον της ενότητας **“Vision developing”** του υποσυστήματος **“User interfaces”**. Για να ανοίξετε το παράθυρο διεπαφής **“Vision interfaces”** κάνετε κλικ στο πρώτο εικονίδιο στα δεξιά στην μπάρα εργαλείων. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην Εικόνα 3-33.



Εικόνα 3-33: Το πρότυπο του έργου με τα αντικείμενα σήματος.

Το πρότυπο περιλαμβάνει δύο σκέλη: **“Control panels”** και **“Root page”**. Ο κλάδος **“Control panels”** περιέχει τυπικούς πίνακες ελέγχου και ειδικά πλαίσια. Ο κλάδος **“Root page”**, με βάση την κεντρική σελίδα, περιέχει υποκλάδους για τα αντικείμενα σημάτων **“Group 1”**, **“Group 2”** και **“Result graphics”**.

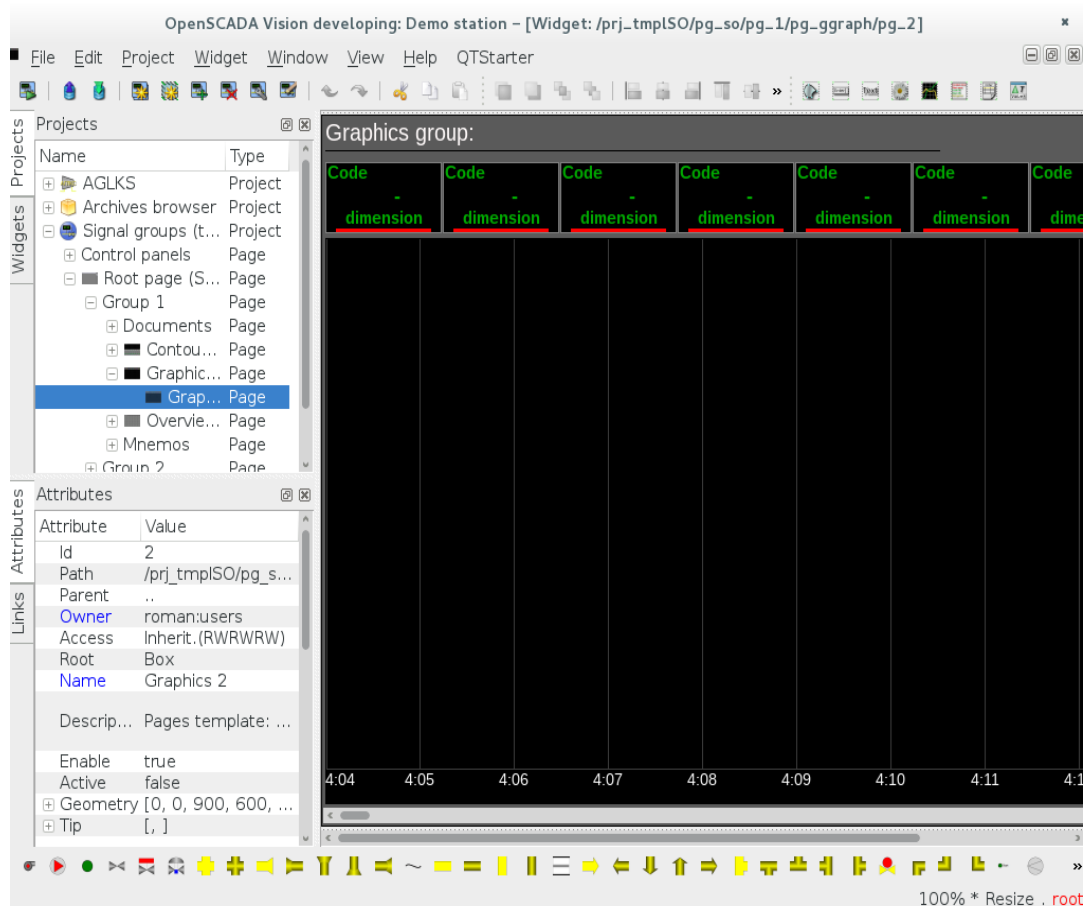
Οι υποκλάδοι των αντικειμένων σήματος “**Group(n)**” έχουν αναγνωριστικό αριθμό και μπορεί να επεκταθεί από **1** μέχρι **16**. Κάθε υποκλάδος “**Group(n)**” περιέχει τα πρότυπα εμφάνισης: “**Mnemi**”, “**Graphics groups**”, “**Contours groups**”, “**Groups of overview frames**” και “**Documents**”.

3.10 Προσθέτοντας το πρότυπο σελίδας και τη σύνδεση της δυναμικής στο έργο.

Ας εξετάσουμε το πρώτο επίπεδο πολυπλοκότητας του έργου, όταν στην ήδη σχεδιασμένη διεπαφή είναι απαραίτητο να συνδεθεί η δυναμική στη σελίδα του προτύπου. Η έννοια του προτύπου σελίδας έχει να κάνει με τη σελίδα, όπου με τη βοήθεια της κληρονομικότητας μπορούν να δημιουργηθούν πολλές σελίδες οπτικοποίησης με μια μεμονωμένη λίστα δυναμικών.

Τα παραδείγματα αυτών των σελίδων είναι τα εξής: “**Graphics group**”, “**Contours Group**”, “**Overview frames panel**” και “**Result graphics**”.

Στην Εικόνα 3-34 το πρότυπο σελίδας “**Graphics group**” παρουσιάζεται στο δέντρο του έργου “**Signal groups**”.



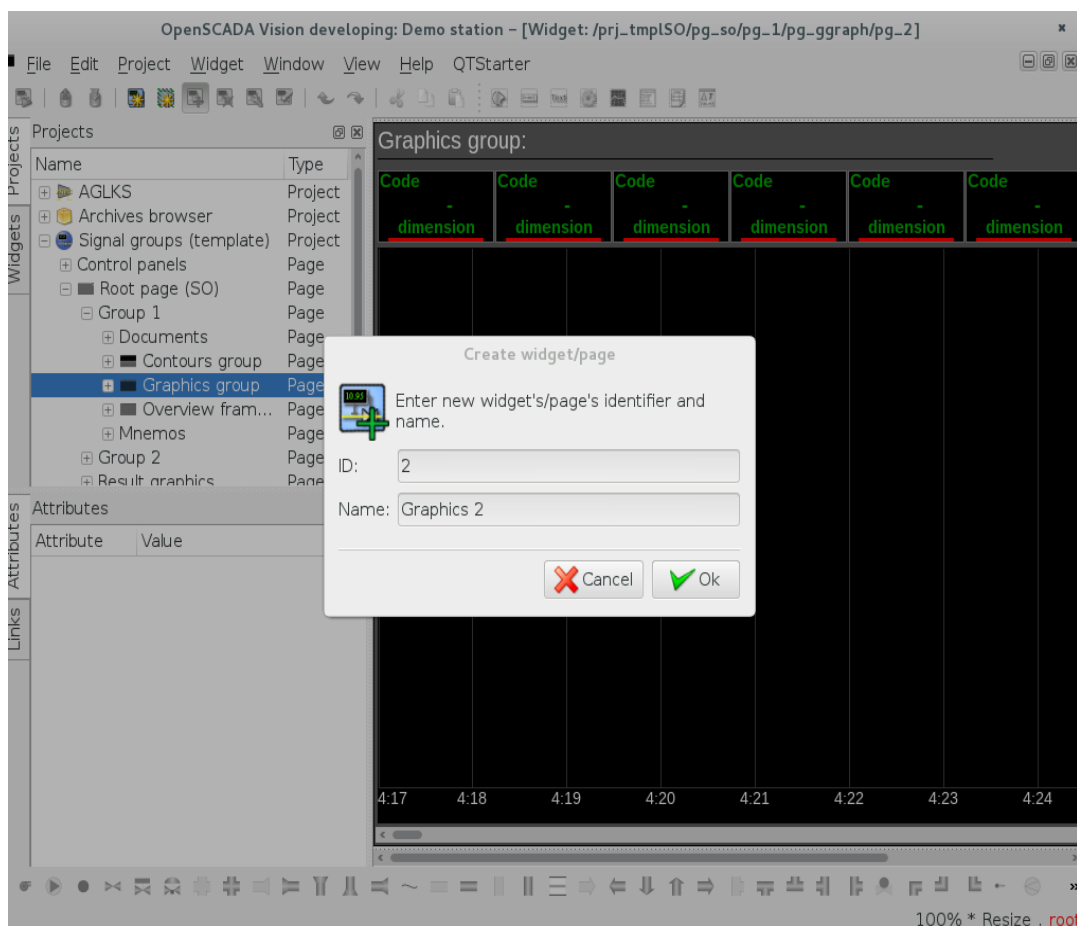
Εικόνα 3-34: Η σελίδα του προτύπου “Graphics group”.

Το πρότυπο σελίδας **“Graphics group”** παρέχει μια δυνατότητα σύνδεσης μέχρι και οκτώ σημάτων για ταυτόχρονη προβολή τους στο διάγραμμα. Τα στοιχεία στην κορυφή κρύβονται αυτόματα σε περίπτωση απροσδιόριστων συνδέσεων.

Ας δημιουργήσουμε τη νέα ομάδα γραφημάτων **“Graphics 2”** μέσα στο πρότυπο **“Graphics group”** της πρώτης ομάδας από την κεντρική σελίδα του **“Signal groups”**.

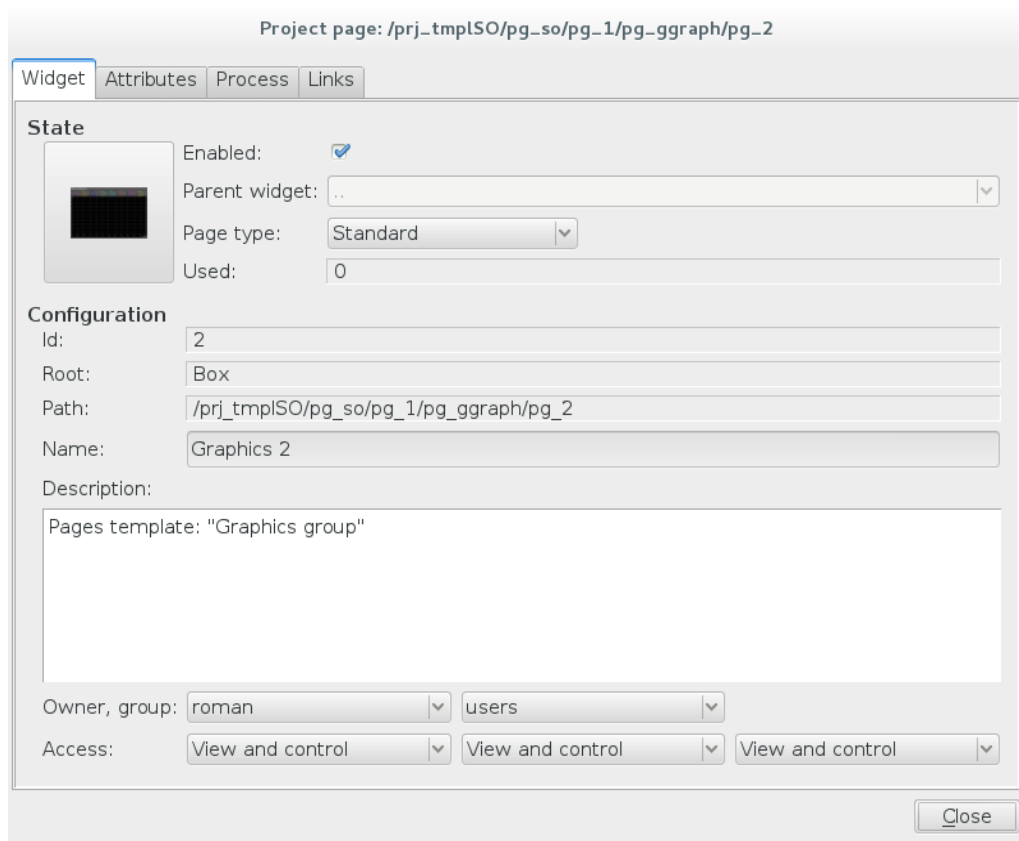
Για να το κάνετε αυτό, επιλέγετε από το μενού **“Graphics group”** κάνοντας δεξί κλικ σε αυτό, το στοιχείο **“Add visual item”**.

Εισάγεται το **ID** και το όνομα του νέου οπτικού αντικειμένου στο παράθυρο διαλόγου **“Create widget/page”**. Καταχωρείτε στο **“ID”** το **“2”** και στο **“Name”** το **“Graphics 2”** (Εικόνα 3-35).



Εικόνα 3-35: Το παράθυρο διαλόγου εισαγωγής ID και Name.

Μετά την επιβεβαίωση της εισαγωγής ονόματος θα δημιουργηθεί η νέα σελίδα. Ωστόσο, θα πρέπει να την ενεργοποιήσετε από το παράθυρο διαλόγου της επεξεργασίας ιδιοτήτων (Εικόνα 3-36). Για να ανοίξετε αυτή τη σελίδα, επιλέγετε το **“Get visual item properties”** που βρίσκεται στην μπάρα εργαλείων.



Εικόνα 3-36: Το παράθυρο ιδιοτήτων για την επεξεργασία του οπτικού αντικειμένου.

Μετά την ενεργοποίηση της σελίδας είσαστε έτοιμοι να ρυθμίσετε τις συνδέσεις των παραμέτρων των ελεγκτών που δημιουργήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

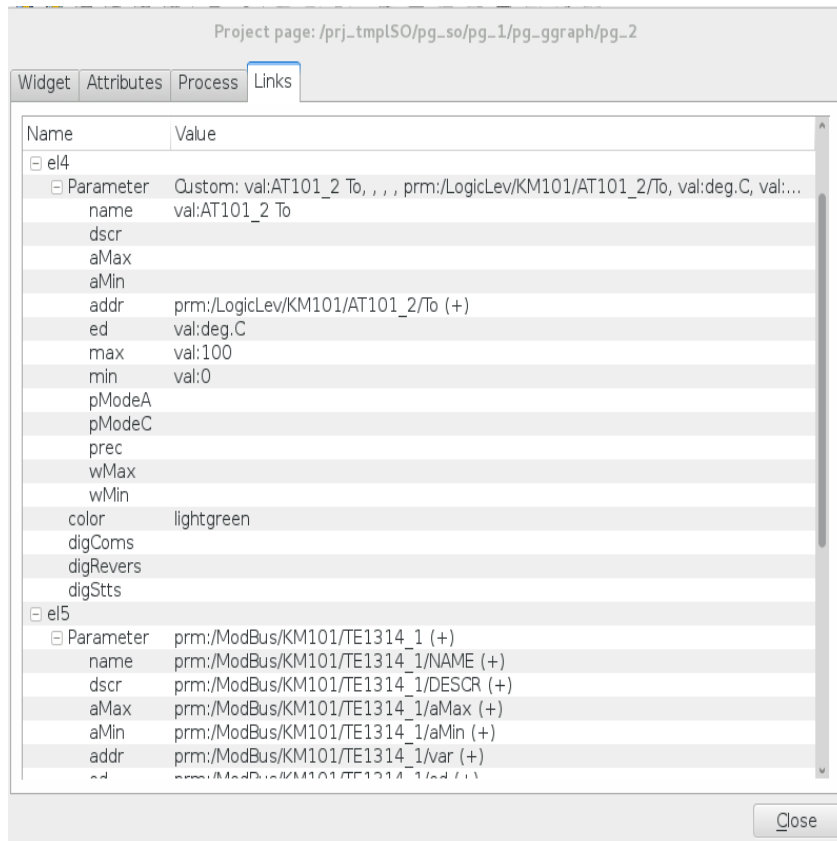
Για να γίνει αυτό, χωρίς να φύγετε από το παράθυρο διαλόγου για να επεξεργαστείτε τις ιδιότητες της νέας σελίδας που δημιουργήσατε, κάνετε κλικ στην καρτέλα **“Links”** (Εικόνα 3-37).

Σε αυτήν την καρτέλα, μπορούμε να δούμε το δένδρο με τα στοιχεία **“el1”...“el8”**. Επεκτείνοντας οποιοδήποτε από τα στοιχεία θα δούμε τον κλάδο **“Parameter”** και μέσω αυτού θα πρέπει να καθορίσετε ή να επιλέξετε τη διεύθυνση των χαρακτηριστικών **“Ti”** και **“To”**.

Συνολικά θα συμπληρωθούν τέσσερα στοιχεία. Κατά τη συμπλήρωση των στοιχείων το μέρος των ιδιοτήτων θα πρέπει να προσδιορίζεται ως σταθερές. Για παράδειγμα, χρειάζεται απαραίτητως να καθοριστούν τα πεδία με τις τιμές:

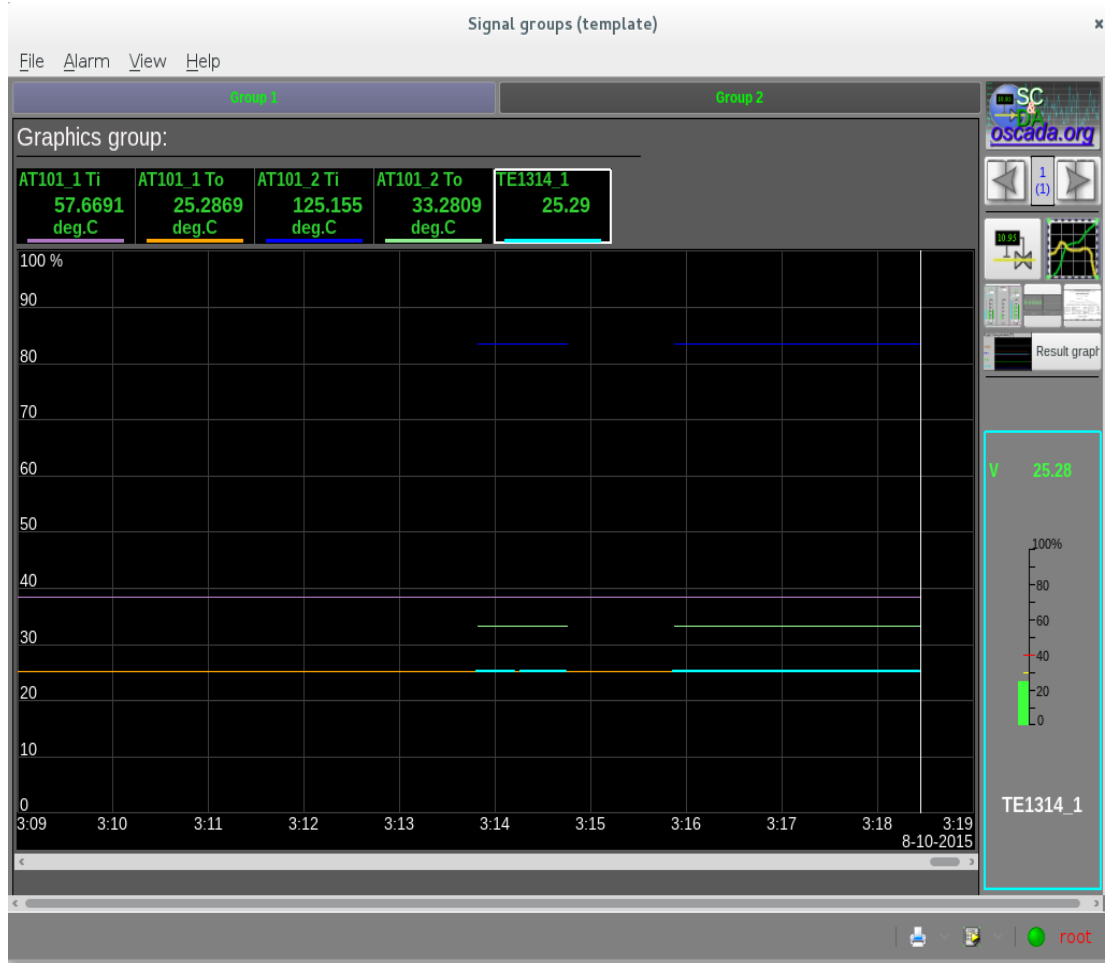
- **name** - **“val:AT101_1 Ti”**.
- **ed** - **“val:deg.C”**.
- **max** - **“val:150”** (για το **Ti**) και **“val:100”** (για το **To**).
- **Min** - **“val:0”**.

Εάν έχετε προβλέψει την ύπαρξη των χαρακτηριστικών που καθορίζονται στο πρότυπο της παραμέτρου του ελεγκτή ως σταθερά, θα είναι δυνατό να προσδιοριστεί μόνο η παράμετρος και τα χαρακτηριστικά θα ρυθμιστούν αυτομάτως, ώστε να μπορείτε να δείτε τη σύνδεση που δημιουργήθηκε στην αναλογική παράμετρο **“ModBus.KM101.TE1314_1”**.



Εικόνα 3-37: Το καρτέλα “Links” των ιδιοτήτων του οπτικού αντικειμένου.

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής των συνδέσεων, μπορείτε να δείτε τα αποτελέσματα. Κλείνετε αυτό το παράθυρο και εκτελείτε το “Signal groups”. Στη συνέχεια επιλέγετε το “Graphics” και επιλέγετε την καρτέλα “Group1” (Εικόνα 3-38).



Εικόνα 3-38: Το σύνολο των γραφημάτων τεσσάρων σημάτων και μιας τυπικά συνδεδεμένης παραμέτρου.

3.11 Δημιουργία νέου πλαισίου στο μνημονικό σύστημα

Στην παρούσα ενότητα θα δημιουργήσετε ένα νέο πλαίσιο, στο οποίο θα εμφανίζονται οι τιμές των βασικών στοιχείων του ελεγκτή.

Τέτοιου είδους πλαίσια ονομάζονται μνημονικά σχήματα και περιέχουν στατικές εικόνες της τεχνολογικής διαδικασίας.

Τα νέα πλαίσια που πρόκειται να τοποθετηθούν στο έργο, θα δημιουργηθούν στη βιβλιοθήκη των **widget**.

Για να δημιουργήσετε τη νέα βιβλιοθήκη των **widget**, επιλέγετε από το μενού την καρτέλα **“Widgets”->“New Library”**.

Στο παράθυρο διαλόγου καταχωρείτε στο πεδίο **“ID”**: **“KM101”** και στο πεδίο **“Name”**: **“KM 101”**.

Στη συνέχεια κάνοντας δεξί κλικ στο **“KM101”** θα προσθέσετε το νέο πλαίσιο **“AT101”** επιλέγοντας **“Library: originals”->“Elements box”**.

Στο παράθυρο διαλόγου καταχωρείτε στο πεδίο **“ID”**: **“AT101”** και στο πεδίο **“Name”**: **“AT 101”**.

Αμέσως μετά τη δημιουργία του νέου στοιχείου πλαισίου, είναι απαραίτητο να καθοριστούν οι βασικές του ιδιότητες.

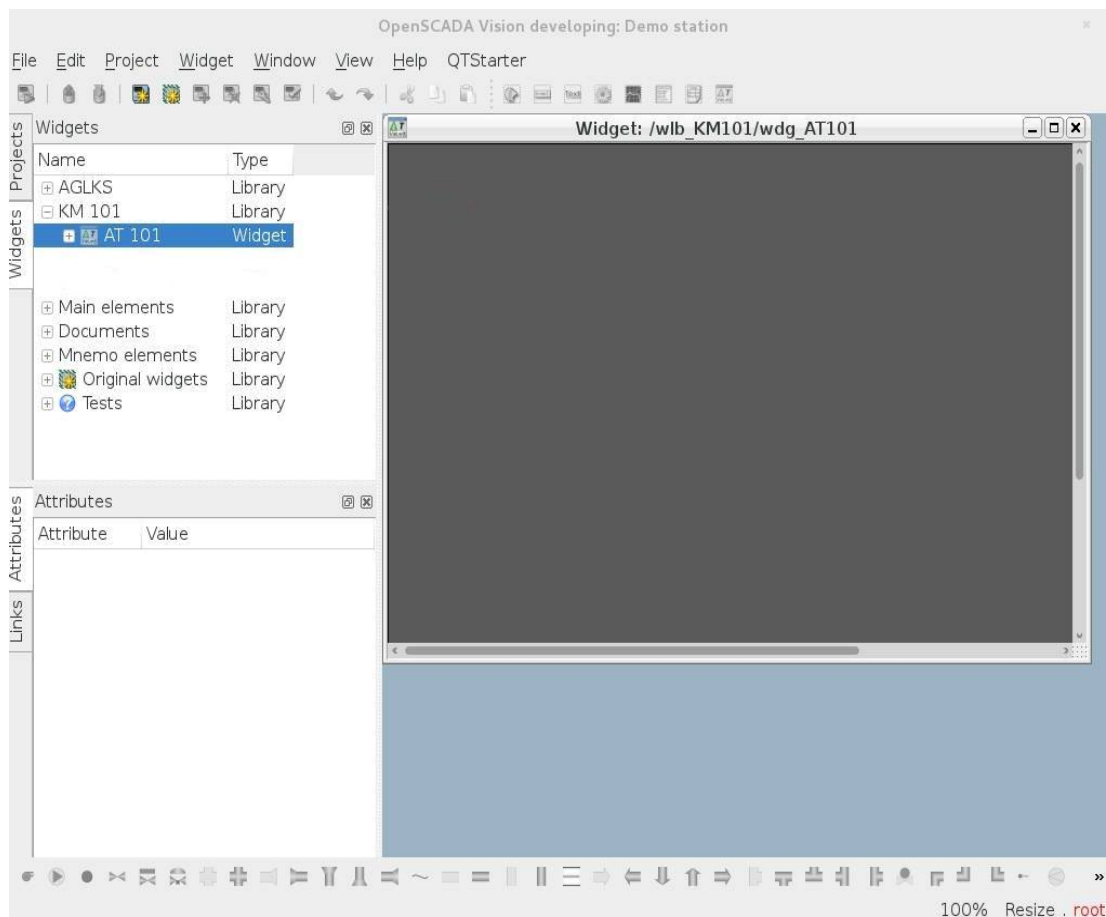
Οι ιδιότητες ή τα χαρακτηριστικά του κάθε οπτικού αντικειμένου μπορούν να καθοριστούν στη γραμμή εργαλείων **“Attributes”**, έχοντας προ επιλέξει το οπτικό στοιχείο.

Επιλέξτε το πλαίσιο **“AT 101”** που δημιουργήθηκε και ρυθμίστε τις ακόλουθες ιδιότητες:

- **Geometry: width - “900”**.
- **Geometry: height - “600”**.
- **Page: group -”so”**, ώστε να συμπεριληφθεί το πλαίσιο κατά την εκτέλεση
- **Background: color -”#5A5A5A”**.
- **Border: width - “1”**.
- **Broder: color - “black”**.

Τα αποτελέσματα του κενού πλαισίου θα πρέπει να είναι όπως φαίνονται στην Εικόνα 3-39.

Για να επεξεργαστείτε ή να προβάλετε το πλαίσιο θα πρέπει στο μενού πλαισίου να επιλέξετε **“Goes visual item edit”**.



Εικόνα 3-39: Η εμφάνιση του νέου πλαισίου στο μνημονικό σχήμα.

Στη συνέχεια θα προσθέσετε στο πλαίσιο τα στοιχεία για την εμφάνιση τεσσάρων σημάτων μιας τυπικής παραμέτρου **“ModBus.KM101.TE1314_1”**.

Για να προσθέσετε ένα στοιχείο για την απεικόνιση ενός αναλογικού σήματος είναι απαραίτητο να επιλέξετε το μνημονικό σύστημα, και στη συνέχεια, στο μενού του παραθύρου να επιλέξετε το **“Widget”->“Library: Main”->“Analog show”**.

Στο παράθυρο διαλόγου θα ονομάσετε τα πέντε στοιχεία: **“A1_Ti”**, **“A1_To”**, **“A2_Ti”**, **“A2_To”** και **“TE1314_1”**.

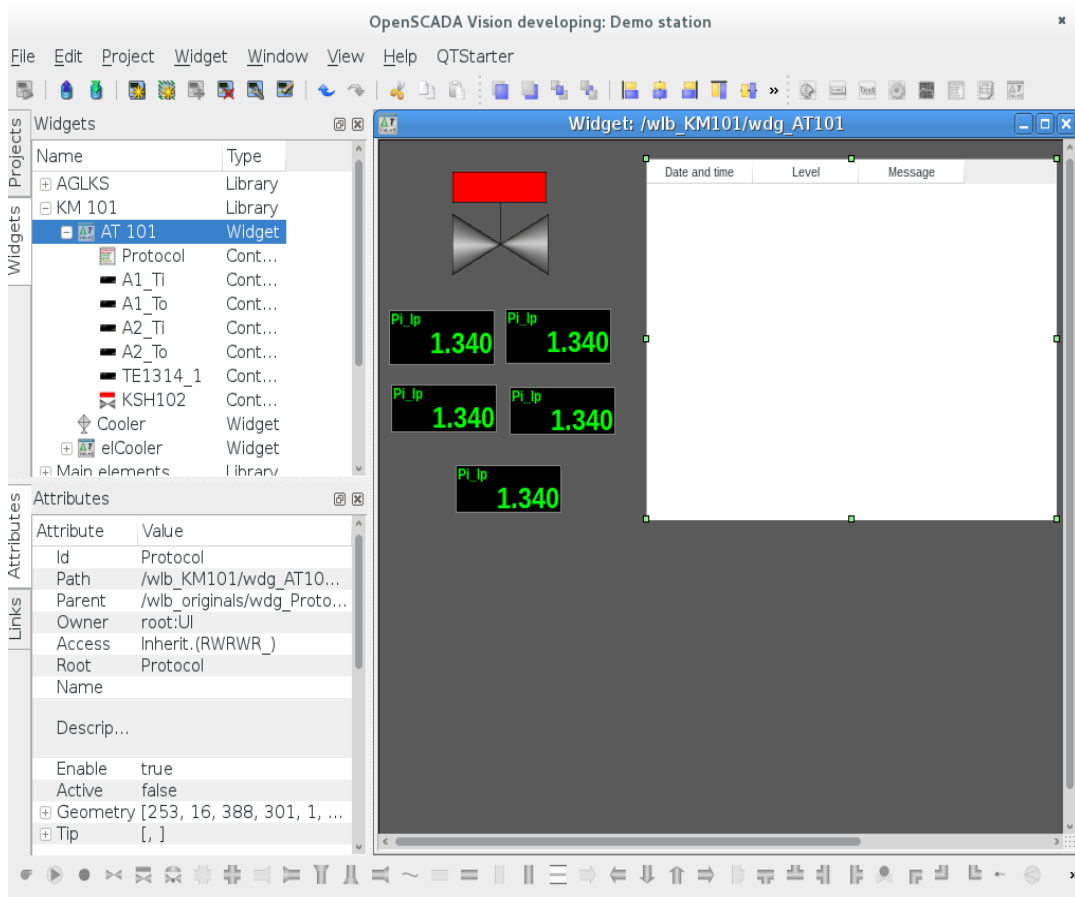
Επίσης θα προσθέσετε το στοιχείο της τυπικής ψηφιακής παραμέτρου, **“Widget”->“Library: mnEls”->“Ball crane”** και το ονομάζετε **“KSH102”**.

Τέλος για τη λίστα με τις τρέχουσες παραβιάσεις επιλέγετε **“Widget”->“Library: originals”->“Protocol”** και το ονομάζετε **“Protocol”**.

Για το στοιχείο **“Protocol”** θα ορίσετε τις ιδιότητες:

- **Geometry: width** - **“500”**.
- **Geometry: height** - **“250”**.
- **View columns** - **“tm;lev;mess”**.
- **Level** - **“-1”**, για κάθε επίπεδο εμφάνισης παραβίασης.
- **Size, sek** - **“0”**.
- **Tracing period (s)** - **“1”**.

Σύμφωνα με τα παραπάνω θα πρέπει να πάρετε το μνημονικό σχήμα με αυτό της εικόνας (Εικόνα 3-40).



Εικόνα 3-40: Η εμφάνιση του νέου πλαισίου και το σύνολο των χαρακτηριστικών στο μνημονικό σχήμα.

Αποθηκεύετε τη νέα βιβλιοθήκη των widgets “KM101” και προχωράτε στο στάδιο της τοποθέτησης του μνημονικού σχήματος στο δέντρο των “Signal groups”.

Για να τοποθετήσετε το μνημονικό σχήμα επιλέγετε “Signal groups”->”Root page”->”Group1”->”Mnemos” δεξιά κλικ και επιλέγετε το “Library: KM101”->”AT101”. Στο παράθυρο διαλόγου καταχωρίστε στο πεδίο “ID”: “2”.

Στη συνέχεια θα πρέπει να ρυθμίσετε τις συνδέσεις με τις παραμέτρους του ελεγκτή που δημιουργήσατε στις προηγούμενες ενότητες. Για να γίνει αυτό ανοίγετε το παράθυρο διαλόγου των ιδιοτήτων του μνημονικού σχήματος και επιλέγετε την καρτέλα “Links” (Εικόνα 3-41).

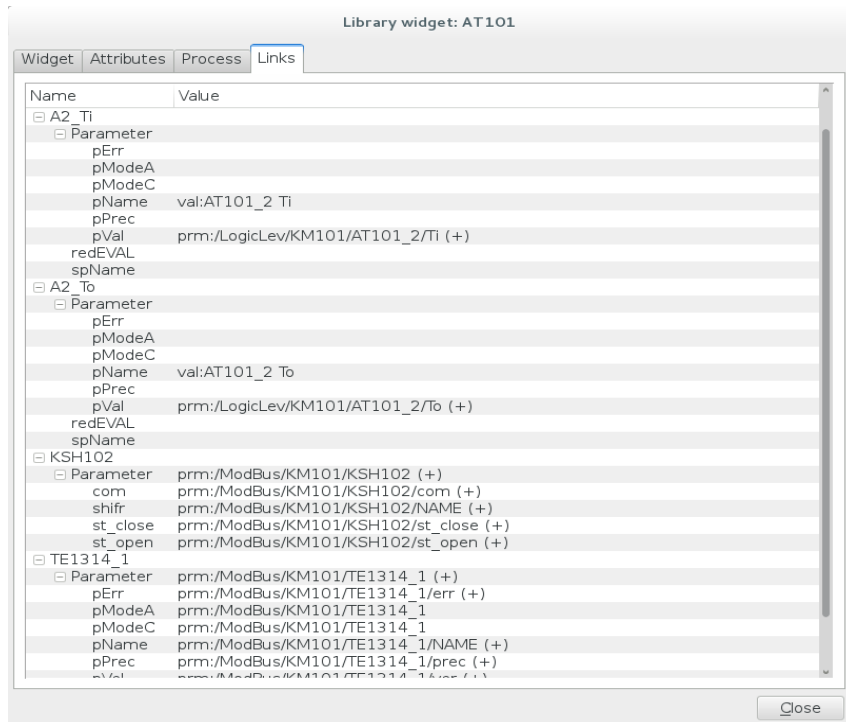
Σε αυτή την καρτέλα, θα δείτε το δέντρο με τα στοιχεία “A1_Ti”, “A1_To”, “A2_Ti” και “A2_To”.

Επεκτείνοντας τα θα δείτε τον κλάδο “Parameter”, όπου μπορείτε να καθορίσετε τη διεύθυνση των χαρακτηριστικών “Ti” και “To”.

Θα πρέπει να καθοριστούν οι σταθερές:

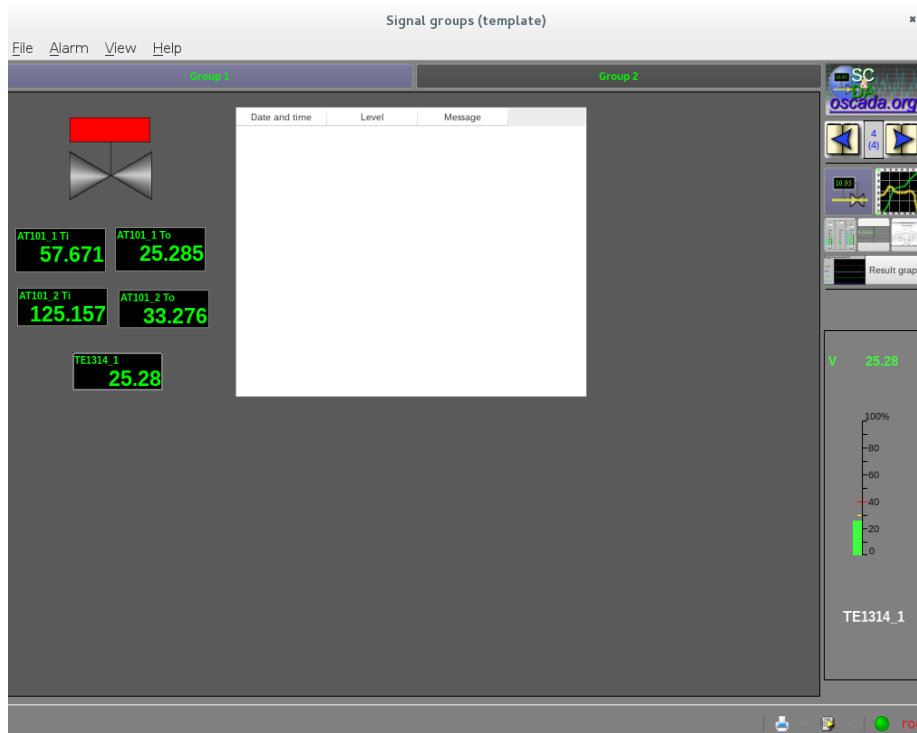
- pName - “val:AT101_1 Ti”.
- pName - “val:AT101_2 Ti”.

Όπως και στην περίπτωση με την ομάδα γραφικών σε προηγούμενη ενότητα μπορείτε να ορίσετε μόνο την παράμετρο “MdoBus.KM101.TE1314_1” και “ModBus.KM101.KSH102”.



Εικόνα 3-41: Η καρτέλα “Links” του παράθυρου διαλόγου της επεξεργασίας ιδιοτήτων του μνημονικού σχήματος.

Αποθηκεύετε το μνημονικό σχήμα και επιβεβαιώνετε ότι έχετε κάνει τρέχοντας το “Signal groups” (Εικόνα 3-42).



Εικόνα 3-42: Το μνημονικό σχήμα με τα τέσσερα σήματα, την τυπική παράμετρο και ενός πρωτοκόλλου.

3.12 Δημιουργία ενός νέου σύνθετου στοιχείου

Ας προχωρήσουμε στην επίτευξη των στόχων του τρίτου επιπέδου πολυπλοκότητας, δηλαδή στη δημιουργία ενός σύνθετου στοιχείου. Η δημιουργία του νέου σύνθετου στοιχείου μπορεί να γίνει σε διάφορα στάδια.

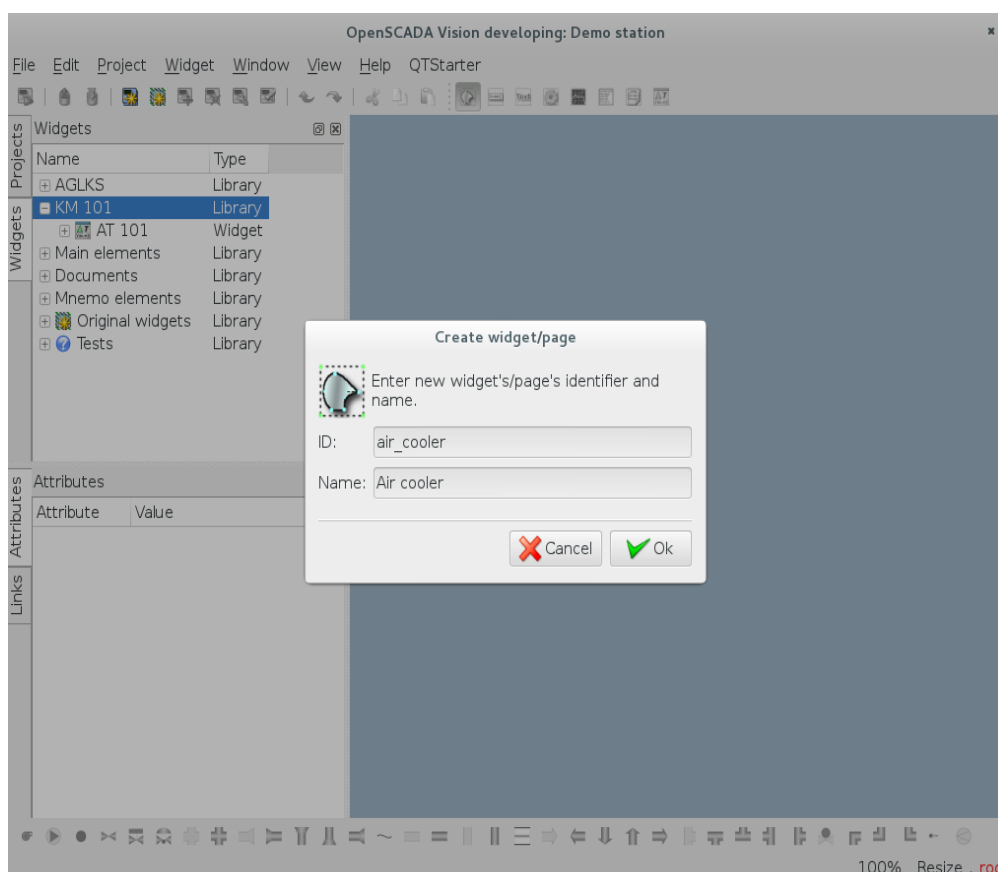
Ως παράδειγμα, ας εξετάσουμε το έργο που αποτελείται από δύο στάδια:

- Δημιουργία του widget “Air cooler” που βασίζεται στα αρχικά “Elementary figures”.
- Δημιουργία του τελικού widget “Cooler” που βασίζεται στα αρχικά “Elements box”.

3.13 Δημιουργία του widget “Air cooler” βασισμένο στα αρχικά “Elementary figures”.

Αυτό το widget θα δημιουργηθεί στη βιβλιοθήκη “KM101”. Για να γίνει αυτό κάνετε δεξί κλικ στη βιβλιοθήκη και επιλέγετε “Library: originals”-> “Elementary figures”, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3-43.

Στο παράθυρο “Create widget/page” καταχωρείτε στο πεδίο “ID”: “air_cooler” και στο πεδίο “Name”: “Air cooler”.

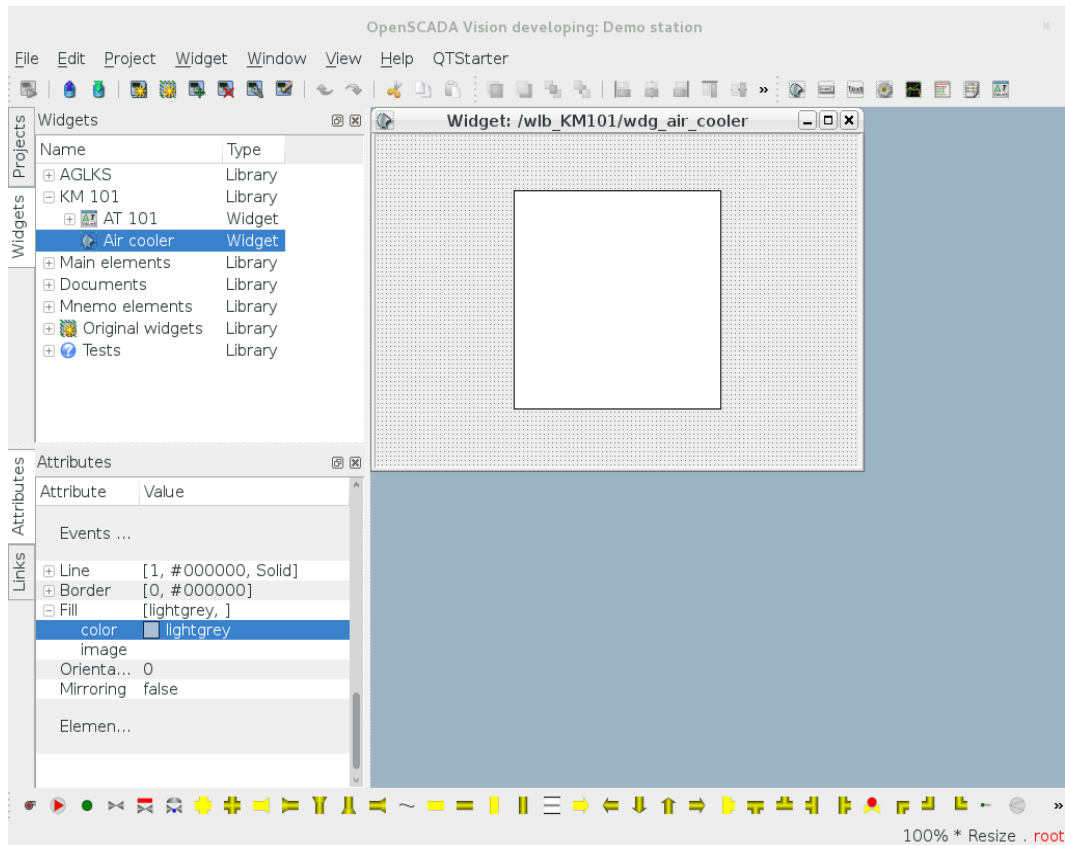


Εικόνα 3-43: Το παράθυρο διαλόγου εισαγωγής ID και Name.

Μετά την επιβεβαίωση, θα έχετε ένα νέο αντικείμενο τύπου widget με το όνομα “Air cooler”. Επιλέγετε το widget από τη βιβλιοθήκη “KM101” και το ανοίγετε για επεξεργασία (Εικόνα 3-44).

Ορίζετε τις παρακάτω ιδιότητες:

- **Geometry: width** - “200”.
- **Geometry: height** - “200”.
- **Fill: color** - “lightgrey”.



Εικόνα 3-44: Ρύθμιση του πρώτου widget.

Σε αυτό το σημείο θα σχεδιάσετε την οπτική παρουσίαση του **widget**. Αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει με δύο τρόπους που περιγράφονται παρακάτω:

Για το σχεδιασμό της επιθυμητής εικόνας με τη χρήση του ποντικιού, κάντε δεξί κλικ στην περιοχή σχεδίασης του **widget**, επιλέγετε “**Enter for the widget editing**” και από την μπάρα εργαλείων χρησιμοποιείτε το “**Line**”, “**Arc**”, “**Bezier curve**” και “**Fill**”.

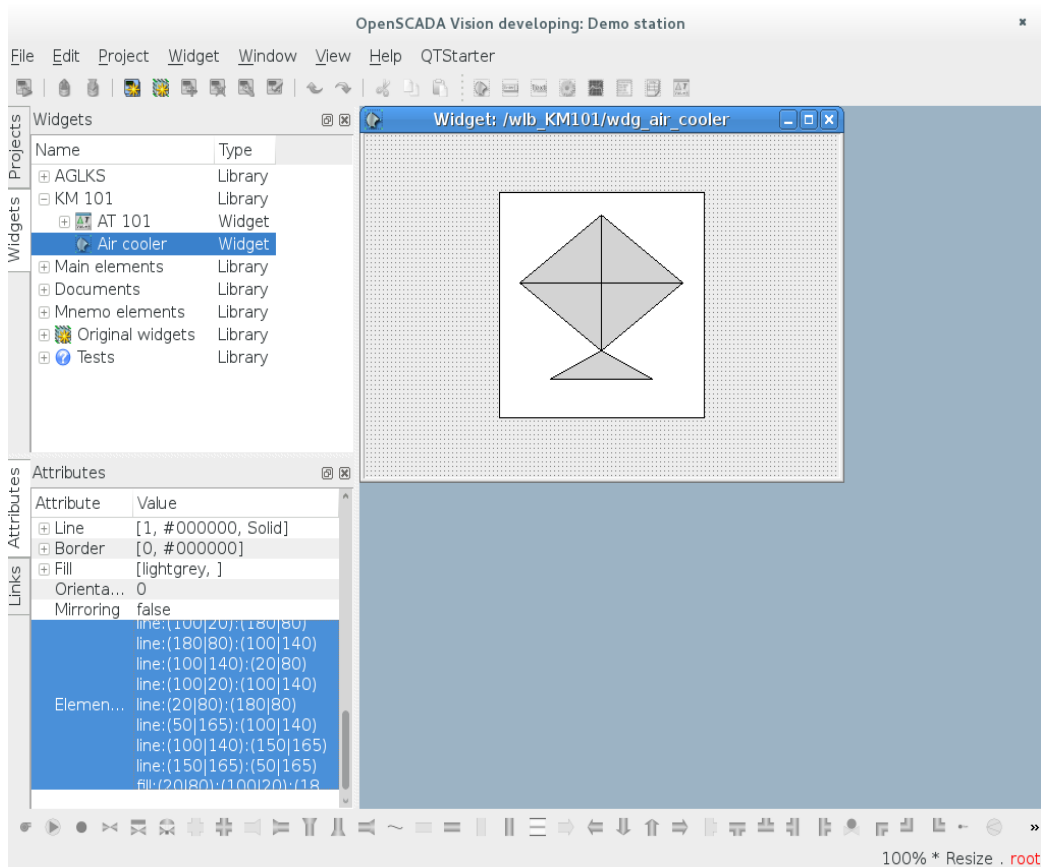
Χειροκίνητα, μπορείτε να συμπληρώσετε τη λίστα “**Elements list**”, εισάγοντας τη λίστα των απαιτούμενων στοιχείων και τις συντεταγμένες των σημείων.

Για τη δεύτερη μέθοδο δίνονται τα στοιχεία Εικόνα 3-45:

```

line:(20|80):(100|20)
line:(100|20):(180|80)
line:(180|80):(100|140)
line:(100|140):(20|80)
line:(100|20):(100|140)
line:(20|80):(180|80)
line:(50|165):(100|140)
line:(100|140):(150|165)
line:(150|165):(50|165)
fill:(20|80):(100|20):(180|80):(100|140)
fill:(50|165):(100|140):(150|165)

```

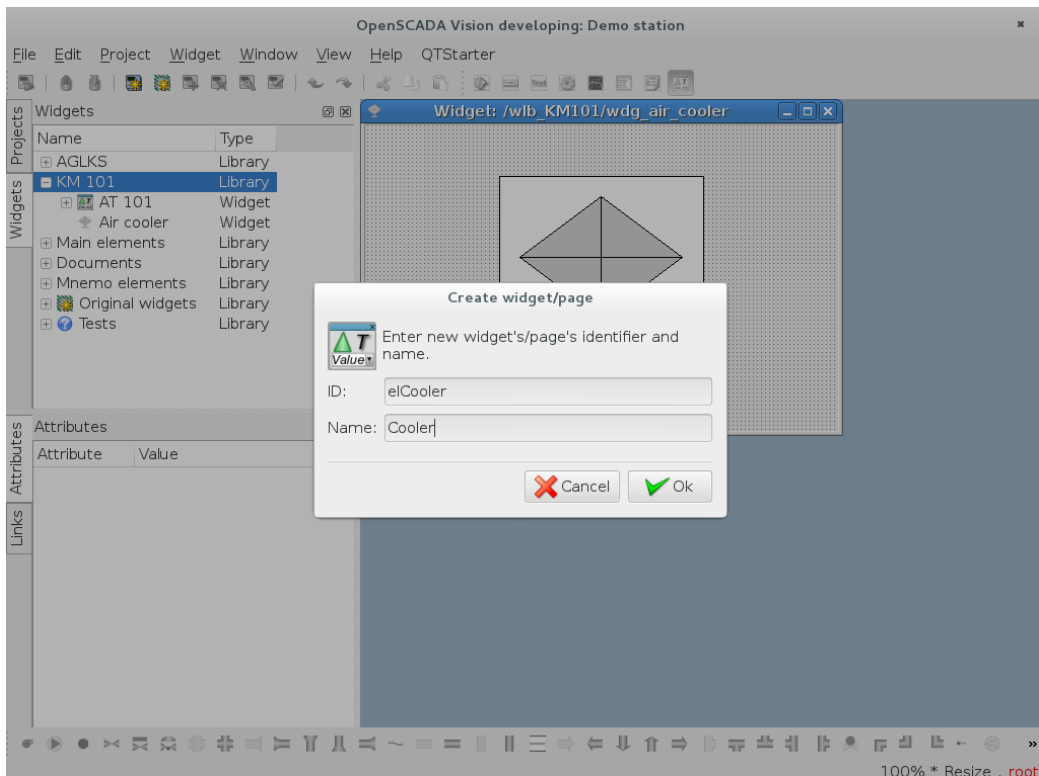


Εικόνα 3-45: Η εικόνα που αντιστοιχεί στη λίστα “Element’s list” του widget.

Στη συνέχεια δημιουργείτε ένα εικονίδιο για το **widget** σας, το οποίο θα είναι ορατό στο δέντρο των **widgets** της βιβλιοθήκης “**KM101**”. Κάνετε δεξί κλικ στην περιοχή σχεδίασης του **widget** και επιλέγετε “**Make icon for the widget**”. Η διαδικασία της δημιουργίας του πρώτου **widget** έχει ολοκληρωθεί.

3.14 Δημιουργία του τελικού σύνθετου widget “Cooler” βασισμένο στα αρχικά “Elements box”.

Το τελικό **widget** θα δημιουργηθεί στη βιβλιοθήκη “**KM 101**”. Για να γίνει αυτό κάνετε δεξί κλικ στη βιβλιοθήκη “**Library: originals**”-> “**Elements box**”. Στο παράθυρο “**Create widget/page**” καταχωρείτε στο πεδίο “**ID**”: “**elCooler**” και στο πεδίο “**Name**”: “**Cooler**” (Εικόνα 3-46).



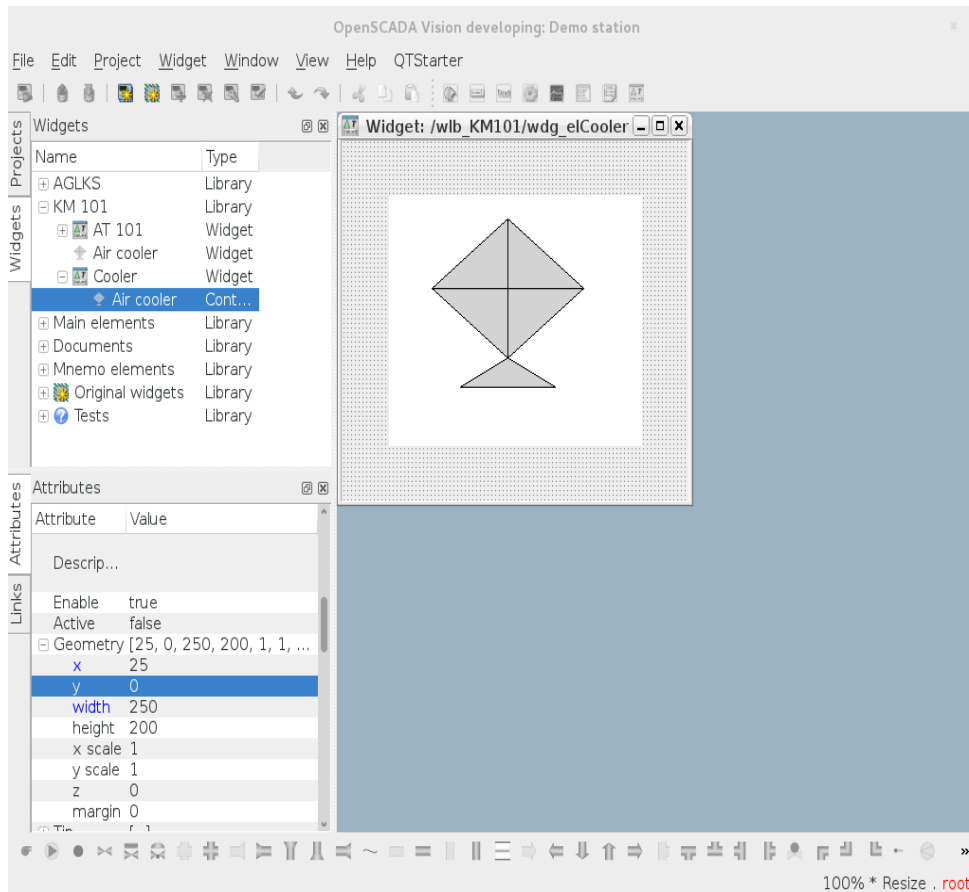
Εικόνα 3-46: Το παράθυρο διαλόγου εισαγωγής ID και Name.

Μετά από την επιβεβαίωση, θα έχετε το νέο αντικείμενο τύπου widget με το όνομα **“Cooler”**. Το επιλέγετε από τη βιβλιοθήκη **“KM 101”** και το ανοίγετε για επεξεργασία. Στις ιδιότητες καταχωρείτε τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- **Geometry: width - “250”.**
- **Geometry: height - “200”.**

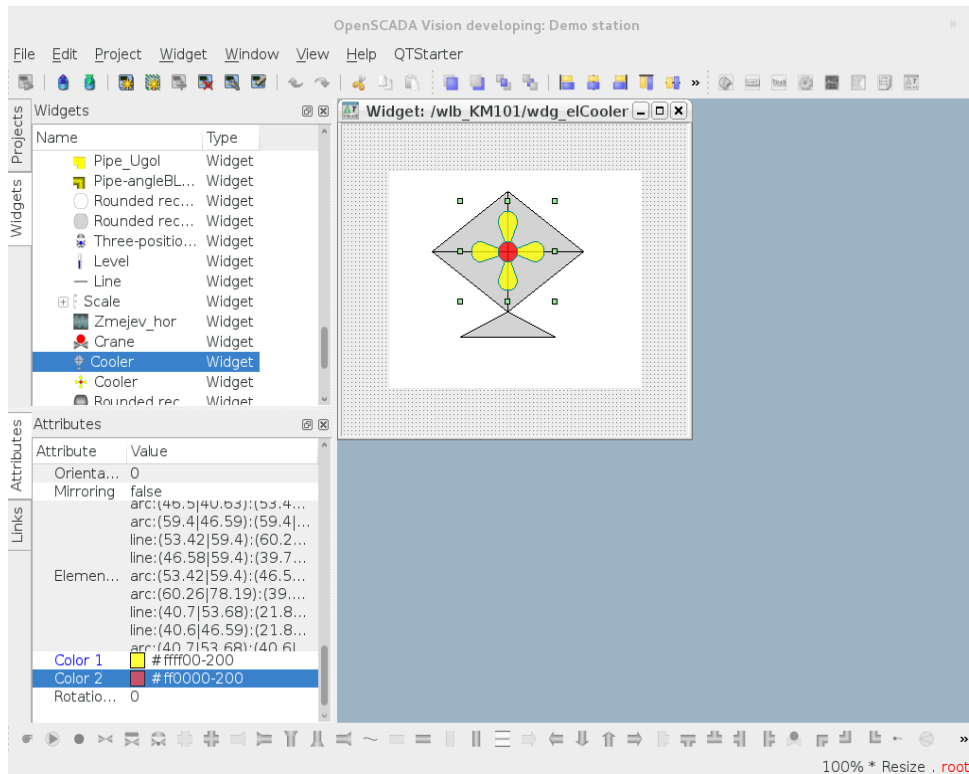
Επιλέγετε το στοιχείο **“Air cooler”** και σύρετε στο νέο widget που έχει δημιουργηθεί. Στο παράθυρο διαλόγου καταχωρείτε στο πεδίο **“ID”**: **“air_cooler”** και αφήνετε κενό το πεδίο **“Name”**. Με τον τρόπο αυτό το νέο widget **“elCooler”** κληρονομεί το στοιχείο **“Air cooler”** (Εικόνα 3-47). Στις ιδιότητες καταχωρείτε τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- **Geometry: x - “25”.**
- **Geometr: y - “0”.**



Εικόνα 3-47: Δημιουργία εικόνας του widget.

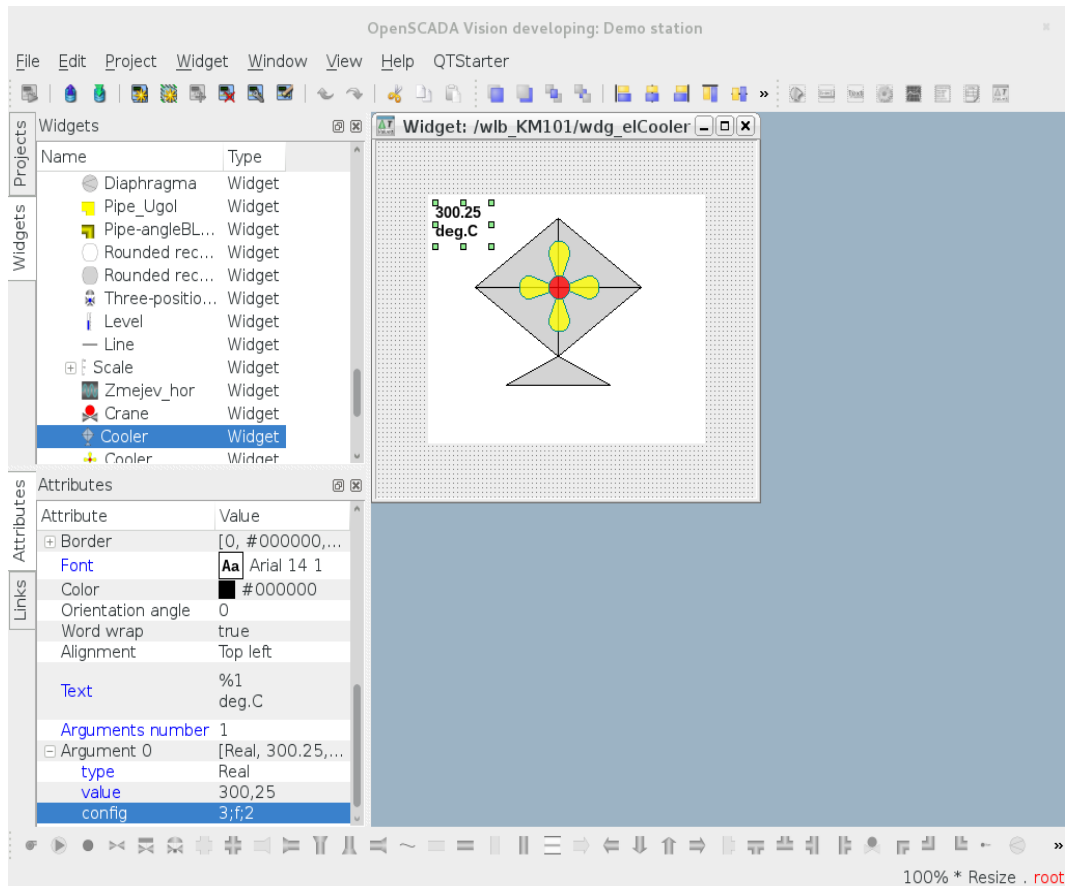
Στη συνέχεια επεκτείνετε τη βιβλιοθήκη “**Mnemo elements**”, βρίσκετε το στοιχείο “**Cooler**” και το σύρετε στο widget. Αυτό το στοιχείο θα εμφανίσει δυναμικά την παραγωγικότητα του ψύκτη αέρος. Στο παράθυρο διαλόγου καταχωρείτε στο πεδίο “**ID**”: “**cooler2**” και αφήνετε κενό το πεδίο “**Name**”.



Εικόνα 3-48: Αλλαγή των ιδιοτήτων του widget “cooler2”.

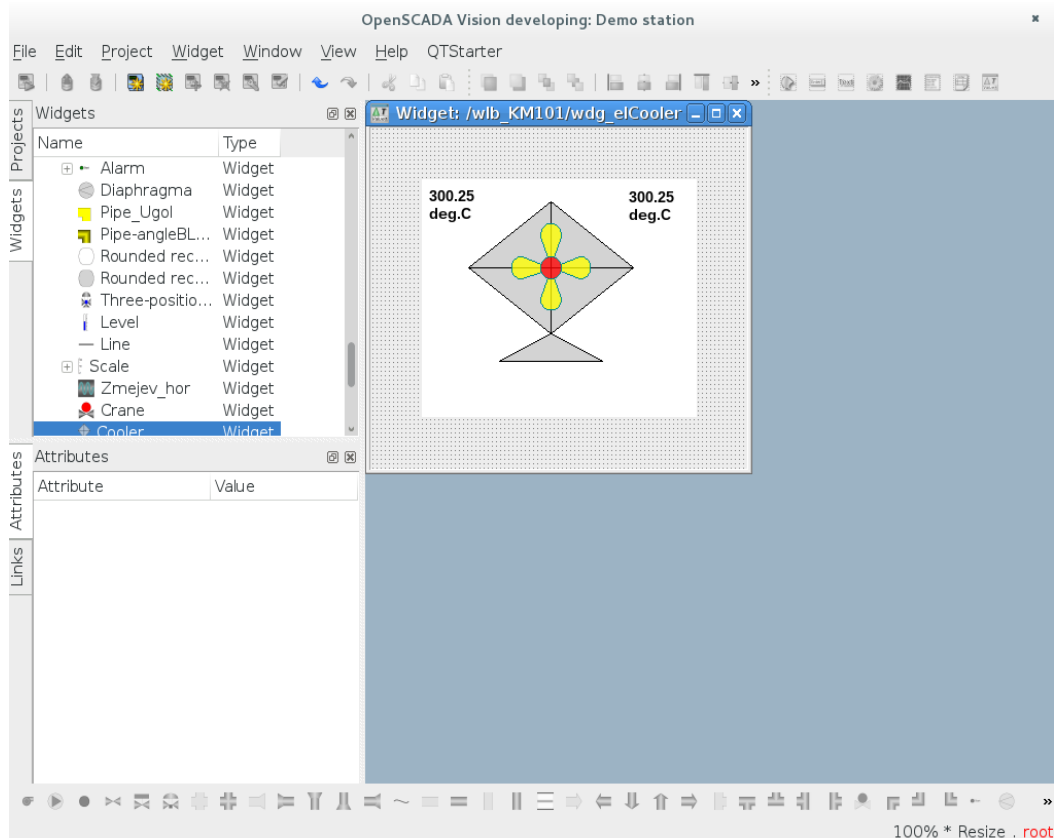
Στη συνέχεια από την μπάρα εργαλείων επιλέγετε το στοιχείο “Text” στο οποίο θα εμφανίζονται οι θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου της ροής. Στο παράθυρο διαλόγου του στοιχείου “Text” καταχωρείτε στο πεδίο “ID”: “Ti” και το πεδίο “Name” το αφήνετε κενό. Στις ιδιότητες καταχωρείτε τα παρακάτω:

- **Font** - “Arial 14 1”.
- **Text** - “%1{Enter} deg.C”, {Enter} για αλλαγή γραμμής.
- **Arguments number** - “1”.
 - **Argument 0: type** - “Real”.
 - **Argument 0: value** - “300.25”.
 - **Argument 0: config** - “3;f;2”.



Εικόνα 3-49: Διαμόρφωση της παραμέτρου για το widget “Ti”.

Στη συνέχεια αντιγράφετε το widget “Ti” για να δημιουργήσετε ένα ισοδύναμο widget “To” (θερμοκρασία εξόδου). Κάνετε επικόλληση το widget και στο παράθυρο διαλόγου καταχωρείτε στο πεδίο “ID”: “To” (Εικόνα 3-50).

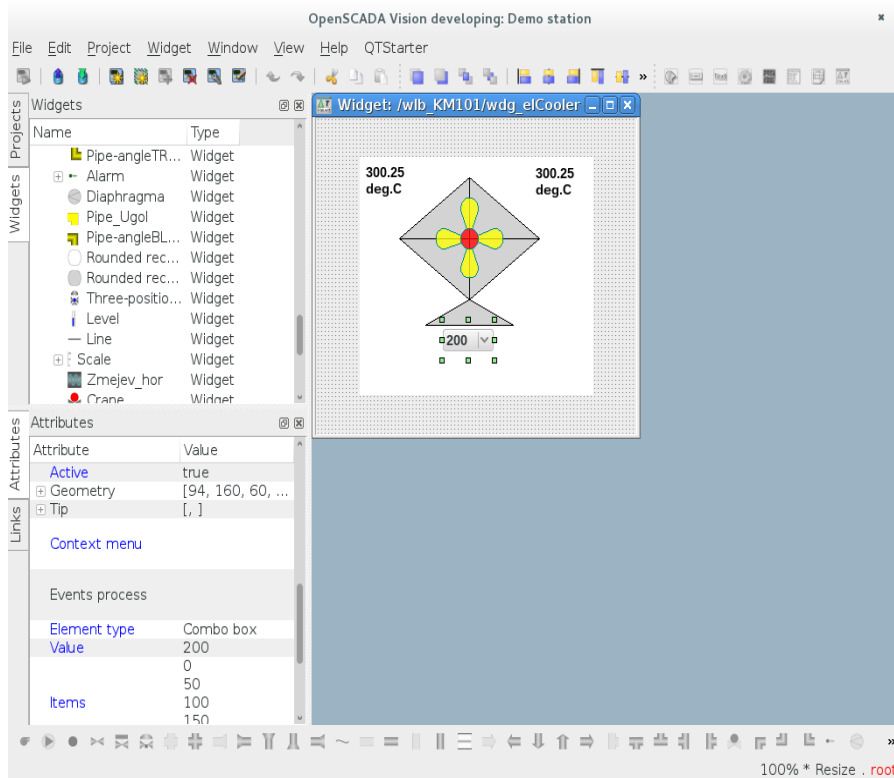


Εικόνα 3-50: Πρόσθεση του widget που βασίζεται στα αρχικά “Form’s elements”.

Στη συνέχεια θα προσθέσετε το widget, από την μπάρα εργαλείων επιλέγοντας **“Form’s element”** (Εικόνα 3-51), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως **Combobox** για να επιλέξετε τις τιμές παραγωγικότητας του ψύκτη. Στο παράθυρο διαλόγου καταχωρείτε στο πεδίο **“ID”**: **“cw”** και αφήνετε κενό το πεδίο **“Name”**.

Στις ιδιότητες του **“cw”** καταχωρείτε:

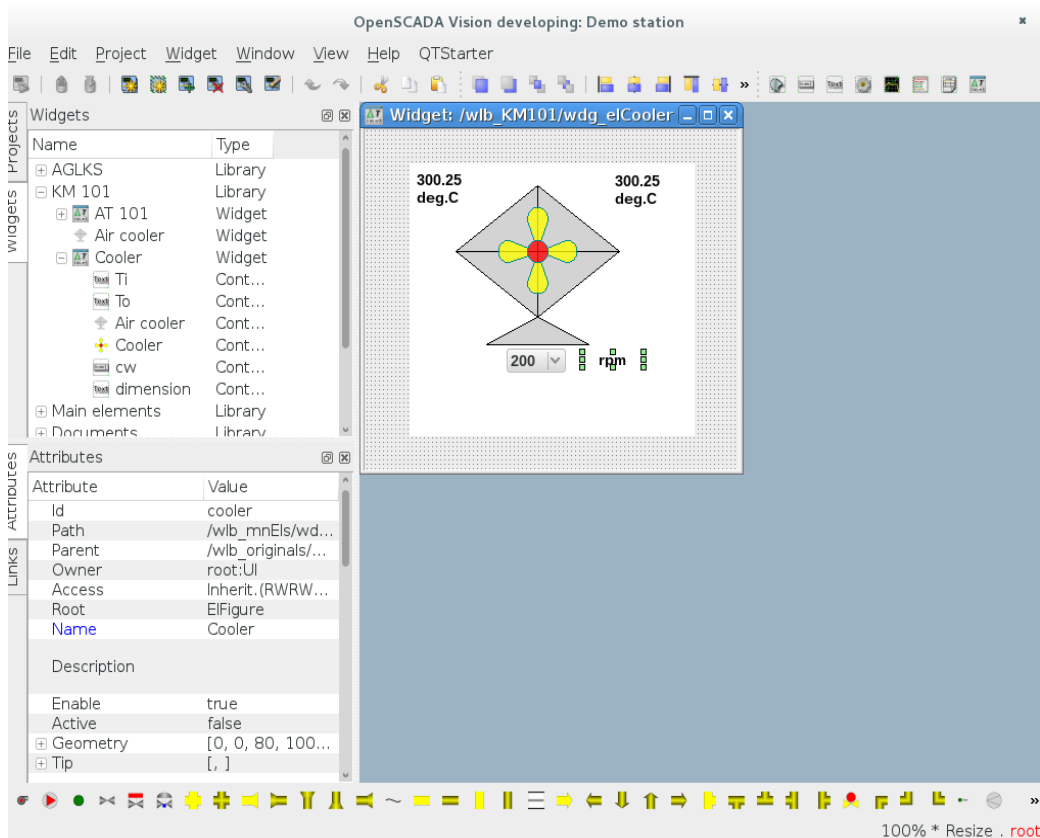
- **Active - “true”.**
- **Geometry: z - “10”.**
- **Geometry: width - “60”.**
- **Geometry: height - “40”.**
- **Element type - “Combo box”.**
- **Font - “Arial 14 1”.**
- **Value - “200”.**
- **Items - “0{Enter}50{Enter}100{Enter}150{Enter}200”.**



Εικόνα 3-51: Συμπλήρωση των παραμέτρων για το combo box “cw”.

Για την εμφάνιση των διαστάσεων παραγωγικότητας του ψύκτη θα προσθέσετε ένα widget τύπου “Text”. Ακολουθείτε την ίδια διαδικασία με αυτή της δημιουργίας του widget “Ti”. Στο νέο widget καταχωρείτε στο πεδίο “ID”: “dimension” (Εικόνα 3-52). Στις ιδιότητες του “dimension” καταχωρείτε:

- **Geometry: width** - “60”.
- **Geometry: height** -”20”.
- **Aligment** - “Center”.
- **Font** - “Arial 14 1”.
- **Tetx** - “rpm”.



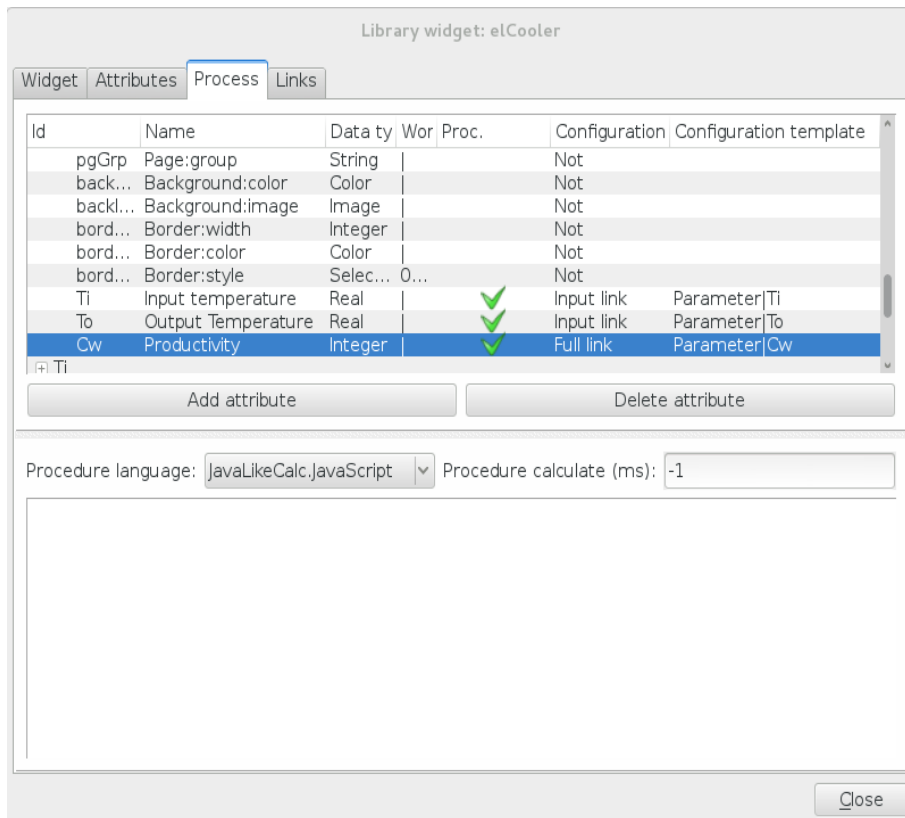
Εικόνα 3-52: Πρόσθεση του widget “dimension” και οι αλλαγές στις ρυθμίσεις του.

Για να προσθέσετε τις λογικές διαδικασίες για το widget “Cooler” κάνετε δεξί κλικ στο “Cooler”->“Visual item properties” και επιλέγετε την καρτέλα ”Process”. Σε αυτή την καρτέλα μπορείτε να δείτε το δέντρο των χαρακτηριστικών του widget και το πεδίο του κώδικα προγράμματος για την επεξεργασία των χαρακτηριστικών (Εικόνα 3-53).

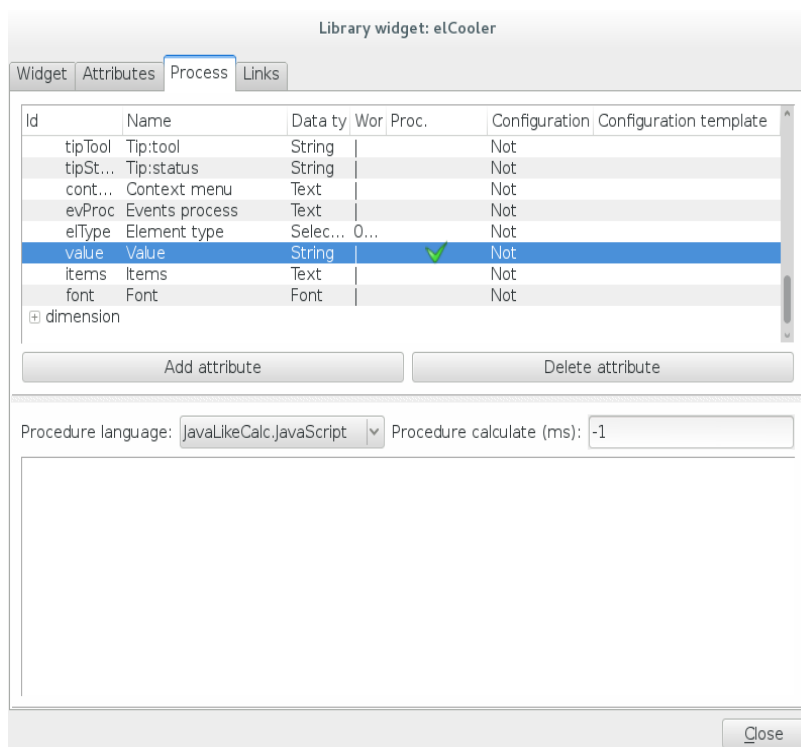
Επεκτείνετε το αρχικό στοιχείο “.”, κάνετε κλικ στο “Add attribute” και καταχωρείτε:

- “ID”: “Ti”, “Name”: ”Input temperature”, “Data type”: “Real”, “Work area”: “0;0”, “Proc.”: “True”, “Configuration”: “Input link”, “Configuration template”: “Parameter|Ti”.
- “ID”: “To”, “Name”: ”Output temperature”, “Data type”: “Real”, “Work area”: “0;0”, “Proc.”: “True”, “Configuration”: “Input link”, “Configuration template”: “Parameter|To”.
- “ID”: “Cw”, “Name”: ”Productivity”, “Data type”: “Integer”, “Work area”: “0;0”, “Proc.”: “True”, “Configuration”: “Full link”, “Configuration template”: “Parameter|Cw”.

Θα ενεργοποιήσετε το χαρακτηριστικό “value” του combo box “cw” όπως φαίνεται στην Εικόνα 3-54. Με τον ίδιο τρόπο θα ενεργοποιήσετε το χαρακτηριστικό “arg0val” για τα Ti και To, καθώς και το χαρακτηριστικό “speed” του στοιχείου “cooler2”.



Εικόνα 3-53: Πρόσθεση των τριών χαρακτηριστικών του στοιχείου “elCooler” της βιβλιοθήκης “KM101”.



Εικόνα 3-54: Ενεργοποίηση του χαρακτηριστικού “value” του combo box “cw”.

Στη συνέχεια επιλέγετε **“Procedure language”**: **“JavaLikeCalc.JavaScript”** και στο πεδίο κειμένου συμπληρώνετε τον παρακάτω κώδικα:

```

Ti_arg0val = Ti;
To_arg0val = To;

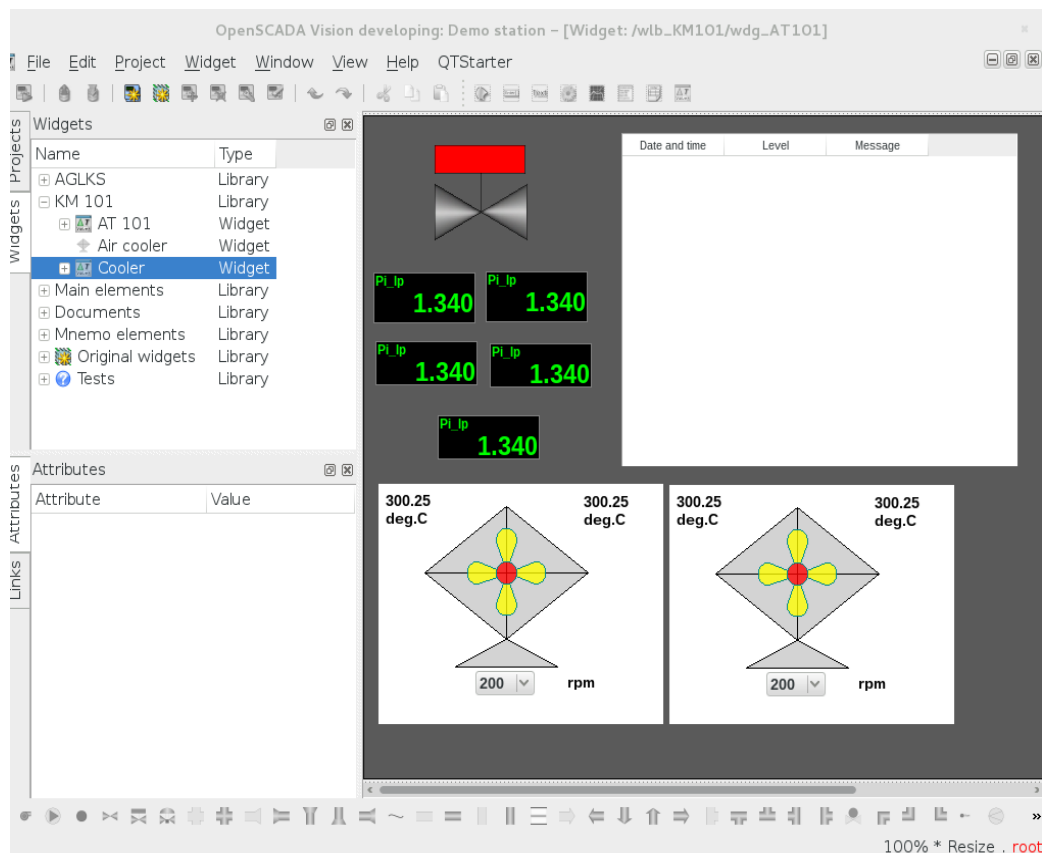
ev_wrk = ev_rez = "";
for(off = 0; true; )
{
  ev_wrk = event.parse(0,"\\n",off);
  if(!ev_wrk.length) break;
  if(ev_wrk == "ws_CombChange:/cw") Cw = cw_value;
  else ev_rez += ev_wrk+"\\n";
}
event = ev_rez;
cw_value = Cw;
cooler2_speed = Cw/5;

```

Κλείνετε το παράθυρο διαλόγου και αποθηκεύετε το έργο.
Στο σημείο αυτό η ανάπτυξη του σύνθετου στοιχείου έχει ολοκληρωθεί.

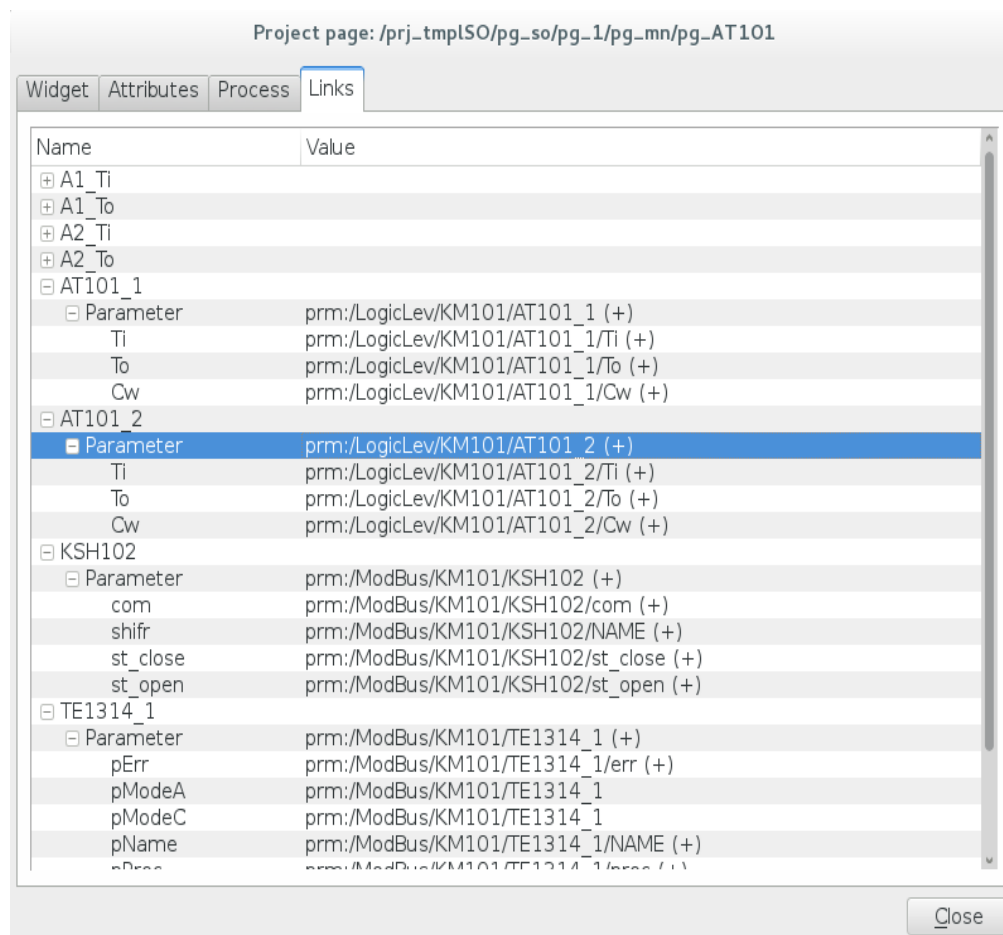
315 Προσθήκη του σύνθετου στοιχείου στο μνημονικό σχήμα.

Για να ελεγχθεί η λειτουργικότητα και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, θα προσθέσετε το widget που δημιουργήθηκε στο μνημονικό σχήμα. Θα επαναλάβετε αυτή τη διαδικασία για δύο ψύκτες “AT101_1” και “AT101_2”. Για να το κάνετε αυτό θα ανοίξετε το πλαίσιο του μνημονικού σχήματος “AT 101” για επεξεργασία. Στη συνέχεια θα σύρετε το στοιχείο “Cooler” στο μνημονικό σχήμα του “AT 101”. Στο παράθυρο διαλόγου θα καταχωρήσετε στο πεδίο “ID”: “AT101_1” και “AT101_2” αντίστοιχα (Εικόνα 3-55). Στη συνέχεια αποθηκεύετε το έργο.



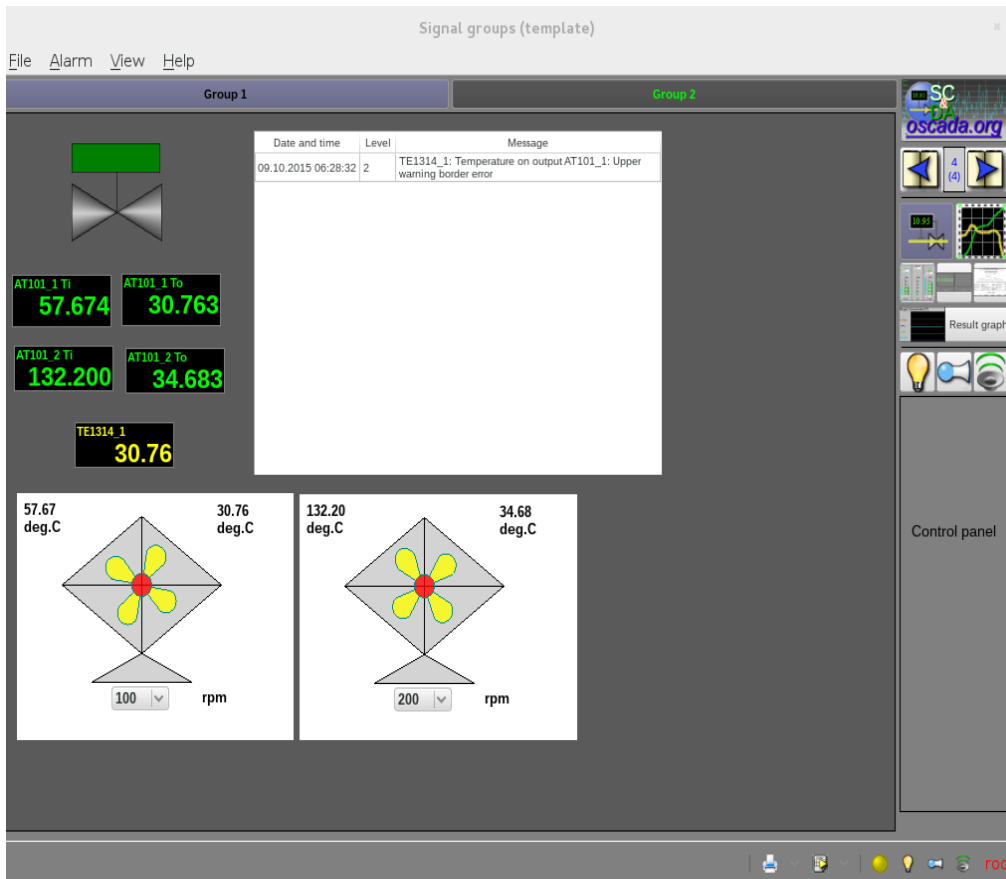
Εικόνα 3-55: Το μνημονικό σχήμα με τα σύνθετα στοιχεία.

Ανοίγεται το μνημονικό σχήμα επιλέγοντας από την καρτέλα “**Projects**”, “**Signal groups**”->“**Root page**”->“**Group 1**”->“**Mnemos**”->“**AT 101**”. Όπως μπορείτε να δείτε, τα στοιχεία σας εμφανίστηκαν εδώ αυτόματα. Το μόνο που χρειάζεται είναι να συνδέσετε τις συνδέσεις με τα νέα στοιχεία. Κάνετε δεξί κλικ στο “**AT 101**”->“**Visual item properties**” και επιλέγετε την καρτέλα “**Links**” (Εικόνα 3-56). Σε αυτή την καρτέλα, μπορείτε να δείτε το δέντρο με τα στοιχεία των “**AT101_1**” και “**AT1-1_2**”. Επεκτείνοντας οποιοδήποτε από τα στοιχεία, θα δείτε τον κλάδο “**Parameter**” με τα στοιχεία “**Ti**”, “**To**”, και “**Cw**”. Καθορίζετε την διεύθυνση της παραμέτρου “**prm:/LogicLev/KM101/AT101_1**” στο πεδίο “**Parameter**” και τα χαρακτηριστικά θα τοποθετηθούν αυτόματα.



Εικόνα 3-56: Η καρτέλα “Links” του διαλόγου διαμόρφωσης των ιδιοτήτων του μνημονικού σχήματος.

Κλείνετε το παράθυρο των ιδιοτήτων, αποθηκεύετε το έργο και τρέχετε το “**Signal groups**”. Το αποτέλεσμα των παραπάνω διαδικασιών φαίνεται στην Εικόνα 3-57.



Εικόνα 3-57: Το τελικό αποτέλεσμα του μνημονικού σχήματος.

Σε αυτό το μνημονικό σχήμα μέσω των σύνθετων στοιχείων μπορείτε να ρυθμίσετε την παραγωγικότητα των ψυκτών, αλλάζοντας απλά την τιμή στο combo box. Αλλάζοντας την παραγωγικότητα, μπορείτε να δείτε τις αλλαγές στη θερμοκρασία και τους συναγερμούς για την αναλογική παράμετρο.

Κεφάλαιο 4

Λογισμικό ανοιχτού κώδικα IndigoSCADA

4.1 IndigoSCADA

Το **IndigoSCADA** [19] είναι ένα **SCADA** ανοιχτού κώδικα χρήσιμο για μικρά, ειδικής κατασκευής project στα οποία πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα πρωτόκολλα **ModBus**, **DNP3**, **OPC DA 2.05**, [20] **OPC A&E 1.1**, [21] **IEC 60870-5-101**, **IEC 60870-5-103** και **IEC 60870-5-104**.

4.2 Χαρακτηριστικά του IndigoSCADA

Τα βασικά χαρακτηριστικά του συνοψίζονται παρακάτω:

- Χρήση δεδομένων για την παραγωγή καθημερινών, εβδομαδιαίων και μηνιαίων αναφορών διαχείρισης.
- Γραφικές παρουσιάσεις των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.
- Ολοκληρωμένες βάσεις δεδομένων πραγματικού χρόνου.
- Μέσω του **SQL editor** επιτρέπεται η διαδικτυακή συντήρηση των δεδομένων.
- Επιτρέπει την ύπαρξη πολλαπλών χρηστών με διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης.
- Είναι βασισμένο στους τύπους δεδομένων **IEC 60870-5-101**.
- Υποστηρίζει τα πρωτόκολλα **OPC DA 2.05**, **A&E 1.1**, **HDA 1.20**, **DNP 3.0**, **RFC 1006**, **Modbus**.
- Δημιουργία σεναρίων στη γλώσσα προγραμματισμού C.
- Εύκολη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας.
- Υποστήριξη πολλαπλών HMI παραθύρων

4.3 Απαιτήσεις Υλικού

Το **IndigoSCADA** μπορεί να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει σε συστήματα που πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

Operating system	Minimum requirements		
MS Windows Professional XP	Processor 800 MHZ	RAM 512 GB	Graphics XGA 1024 x 768 16-bit color depth
MS Windows Server 2003	2.4 GHZ	1 GB	XGA 1024 x 768 16-bit color depth
Ms Windows Vista	1 GHZ	1GB	XGA 1024 x 768 16-bit color depth
Ms Windows Seven	1 GHZ	1GB	XGA 1024 x 768 16-bit color depth

Εικόνα 4-1: Απαιτήσεις υλικού για την εγκατάσταση και λειτουργία του IndigoSCADA.

4.4 Απαιτήσεις Λογισμικού

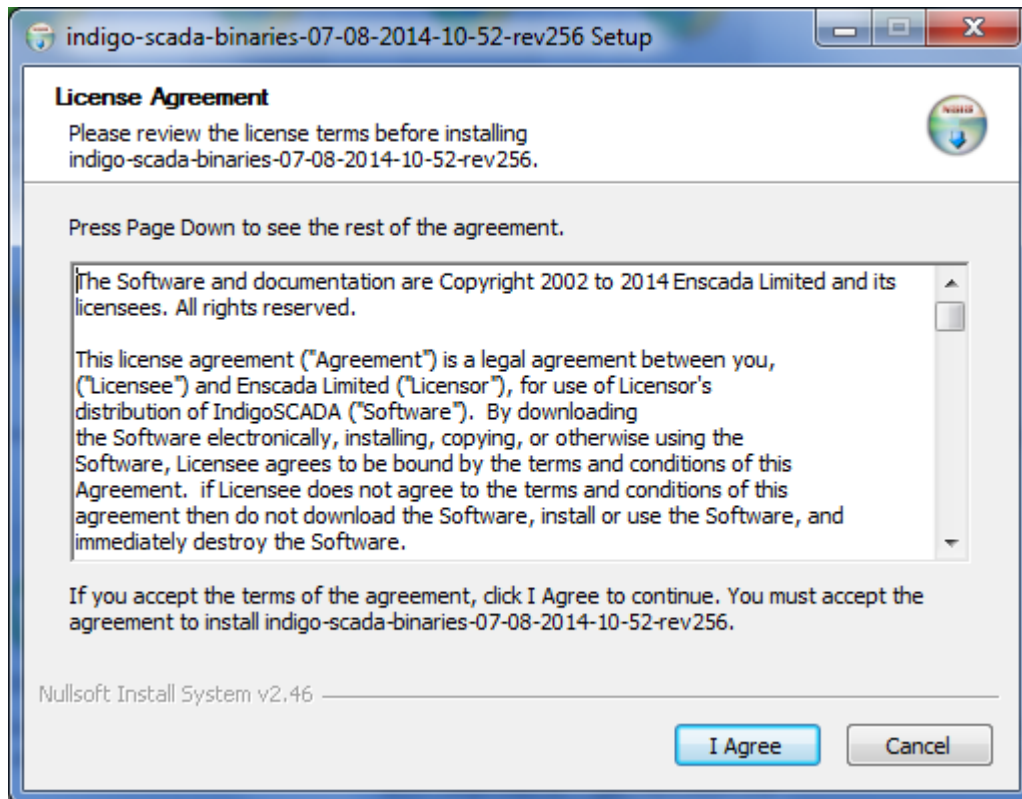
Το **IndigoSCADA** είναι εφαρμογή **32-bit** και έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για τα ακόλουθα λειτουργικά συστήματα:

- **Microsoft Windows 2000 Professional 32-bit**
- **Microsoft Windows XP Professional 32-bit με Service Pack 3**
- **Microsoft Windows Vista Home Premium 32-bit με Service Pack 2**
- **Microsoft Windows Vista Business 32-bit με Service Pack 2**
- **Microsoft Windows Vista Ultimate 32-bit με Service Pack 2**
- **Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition 32-bit με Service Pack 2 ως σταθμός εργασίας**
- **Microsoft Windows 7 Ultimate/Enterprise 32-bit**
- **Microsoft Windows 7 Professional 32-bit**
- **VMWare υποστήριξη για εικονικές μηχανές**

4.5 Εγκατάσταση του IndigoSCADA

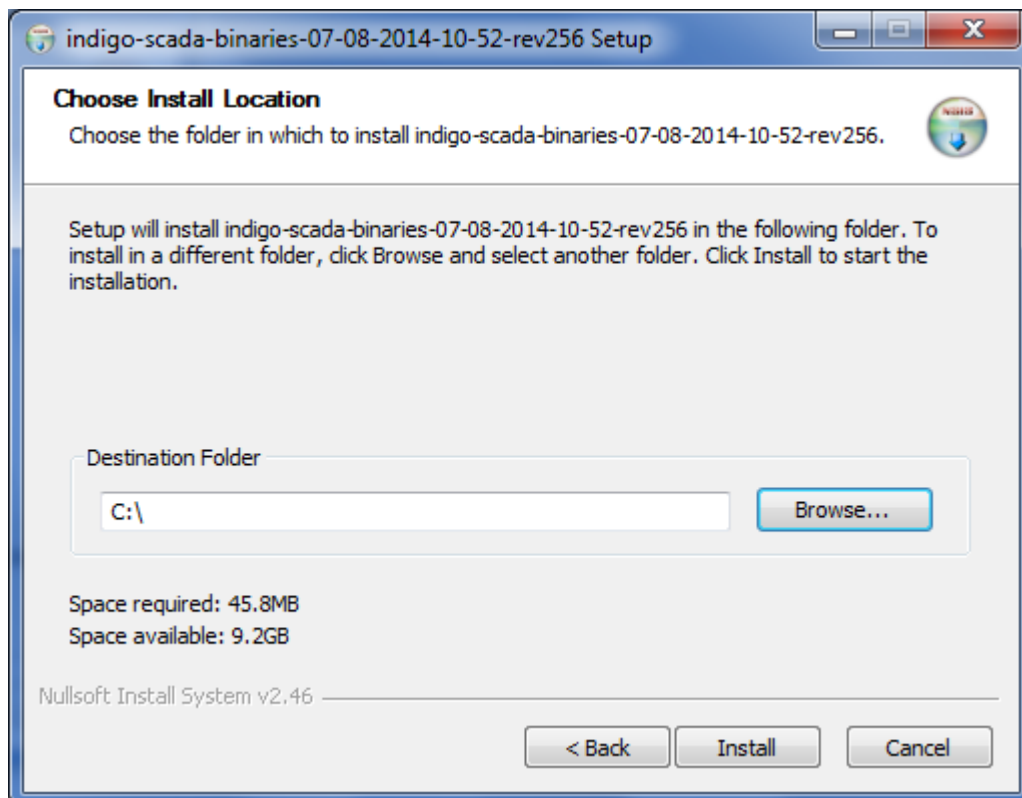
Η λήψη του **IndigoSCADA** μπορεί να γίνει από την ιστοσελίδα http://sourceforge.net/projects/indigoscada/?source=typ_redirect.

Για να ξεκινήσει η εγκατάσταση του IndigoScada, ο χρήστης κάνει διπλό κλικ στο setup.exe. Ο χρήστης ακολουθεί τις οδηγίες που εμφανίζονται στη οθόνη μετά την εκτέλεση του setup.exe. Στη συνέχεια αποδέχεται τη σύμβαση παραχώρησης άδειας χρήσης κάνοντας κλικ στο κουμπί “**I Agree**” και επιλέγοντας ως φάκελο προορισμού τον **C:** (προκαθορισμένος φάκελος εγκατάστασης).



Εικόνα 4-2: Η άδεια αποδοχής του IndigoSCADA.

Μετά από κάποια δευτερόλεπτα τα απαιτούμενα αρχεία θα έχουν αντιγραφεί στο σκληρό δίσκο και το **IndigoSCADA** θα είναι έτοιμο για χρήση.



Εικόνα 4-3: Εγκατάσταση στον σκληρό δίσκο.

4.6 Εξαιρέσεις στο Τείχος Προστασίας

Για την ορθή λειτουργία του **IndigoSCADA** θα πρέπει να δημιουργηθούν οι παρακάτω εξαιρέσεις στο τείχος προστασίας:

- **dspserver**
- **rtsqlserver**
- **sqlserver**
- **mserver**

4.7 IndigoSCADA project management

Μετά την εγκατάσταση του IndigoScada, όλα τα αρχεία του έργου βρίσκονται στον φάκελο **C:\scada\project** και έχουν τις ακόλουθες επεκτάσεις αρχείων: **.dbs .fdb .ui .db .ini**

Τα αρχεία αυτά περιέχουν κενές βάσεις δεδομένων, εκτός του **modbus_database1.db** το οποίο περιέχει μια προκαθορισμένη ρύθμιση **modbus** με **28** σημεία.

Θα ήταν συνετό να γίνει συμπίεση του φακέλου **C:\scada\project** έτσι ώστε να δημιουργείται ένα αντίγραφο ασφαλείας. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται ευκολότερη η επαναφορά ενός έργου.

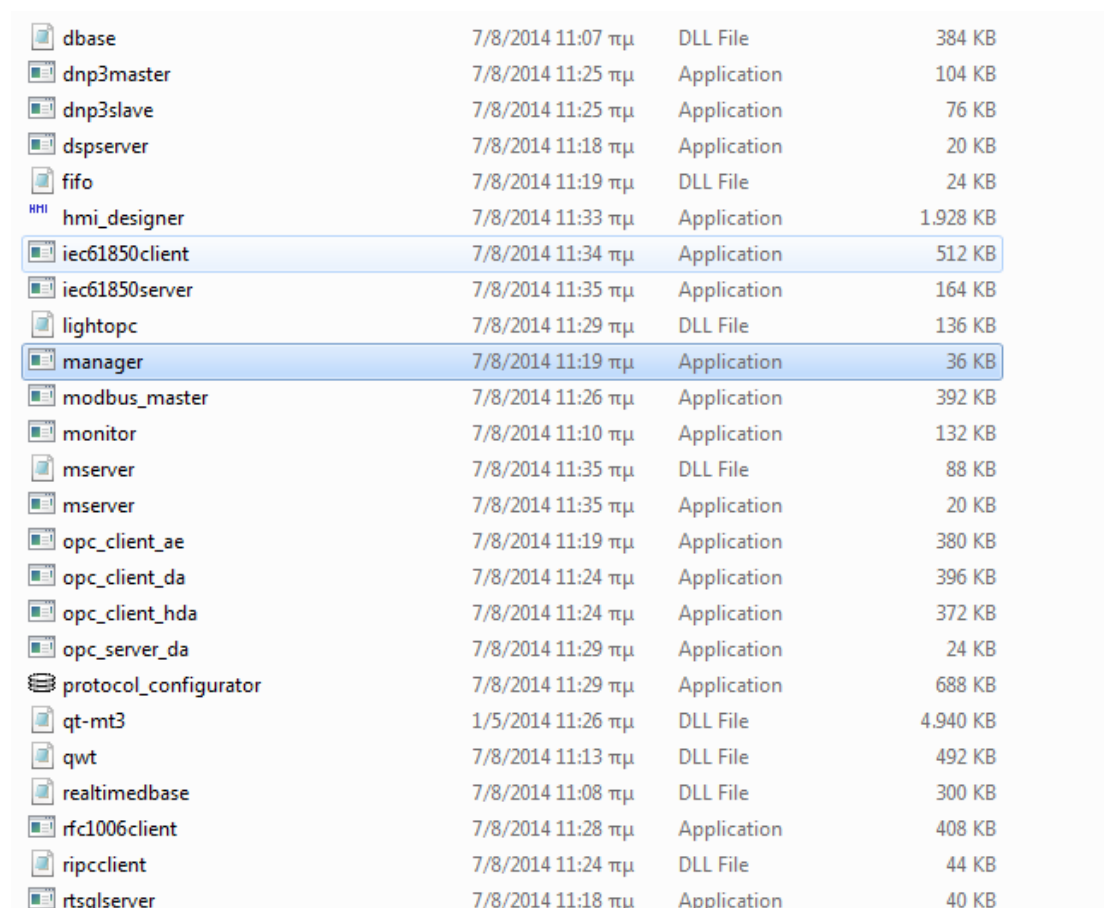
Οι κενές βάσεις δεδομένων του **IndigoSCADA** είναι αποθηκευμένες στο αντίγραφο ασφαλείας **empty_project.zip** του έργου.

Κάθε φορά που θα χρειαστεί να δημιουργηθεί ένα νέο έργο, θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο του τελευταίου τροποποιημένου έργου, να αποσυμπεστούν τα αρχεία που περιέχονται στο αρχείο **empty_project.zip** μέσα στο φάκελο **C:\scada\project** και στη συνέχεια να ακολουθήσει η τροποποίηση του κενού έργου. [22]

4.8 Ξεκινώντας το IndigoSCADA

Εφόσον το πρόγραμμα έχει εγκατασταθεί, επόμενο βήμα είναι η ρύθμιση ενός κενού έργου και η εκτέλεσή του.

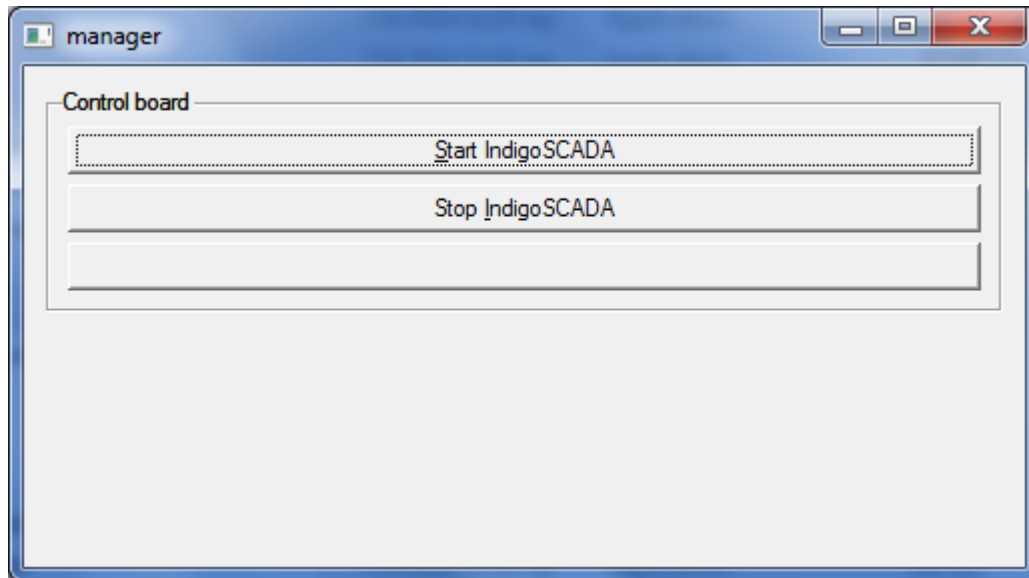
Σαν πρώτο βήμα ο χρήστης ανοίγει τον υποφάκελο **C:\scada\bin** κάνοντας διπλό κλικ στο **manager.exe**.



File Name	Date/Time	Type	Size
dbase	7/8/2014 11:07 πμ	DLL File	384 KB
dnp3master	7/8/2014 11:25 πμ	Application	104 KB
dnp3slave	7/8/2014 11:25 πμ	Application	76 KB
dspserver	7/8/2014 11:18 πμ	Application	20 KB
fifo	7/8/2014 11:19 πμ	DLL File	24 KB
hmi_designer	7/8/2014 11:33 πμ	Application	1,928 KB
iec61850client	7/8/2014 11:34 πμ	Application	512 KB
iec61850server	7/8/2014 11:35 πμ	Application	164 KB
lightopc	7/8/2014 11:29 πμ	DLL File	136 KB
manager	7/8/2014 11:19 πμ	Application	36 KB
modbus_master	7/8/2014 11:26 πμ	Application	392 KB
monitor	7/8/2014 11:10 πμ	Application	132 KB
mserver	7/8/2014 11:35 πμ	DLL File	88 KB
mserver	7/8/2014 11:35 πμ	Application	20 KB
opc_client_ae	7/8/2014 11:19 πμ	Application	380 KB
opc_client_da	7/8/2014 11:24 πμ	Application	396 KB
opc_client_hda	7/8/2014 11:24 πμ	Application	372 KB
opc_server_da	7/8/2014 11:29 πμ	Application	24 KB
protocol_configurator	7/8/2014 11:29 πμ	Application	688 KB
qt-mt3	1/5/2014 11:26 πμ	DLL File	4,940 KB
qwt	7/8/2014 11:13 πμ	DLL File	492 KB
realtimedbase	7/8/2014 11:08 πμ	DLL File	300 KB
rhc1006client	7/8/2014 11:28 πμ	Application	408 KB
ripclient	7/8/2014 11:24 πμ	DLL File	44 KB
rtsqlserver	7/8/2014 11:18 πμ	Application	40 KB

Εικόνα 4-4: Εκκίνηση του manager.exe.

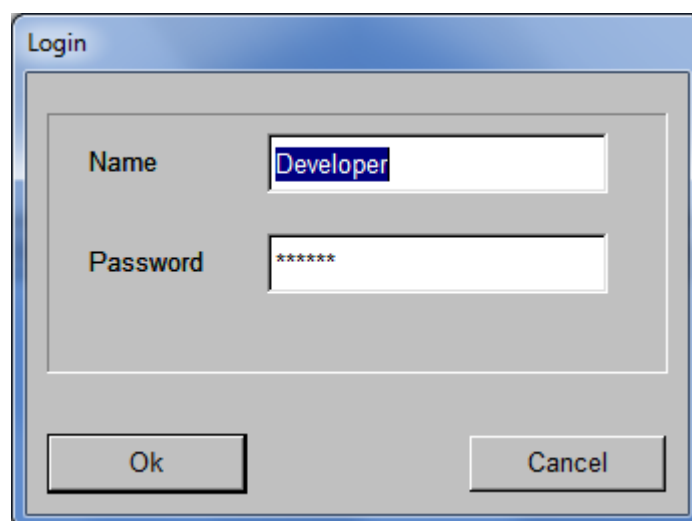
Η κύρια εφαρμογή **Manager** εμφανίζεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκκίνηση καθώς και για τη διακοπή του IndigoScada.



Εικόνα 4-5: Παράθυρο εκκίνησης και τερματισμού του IndigoSCADA.

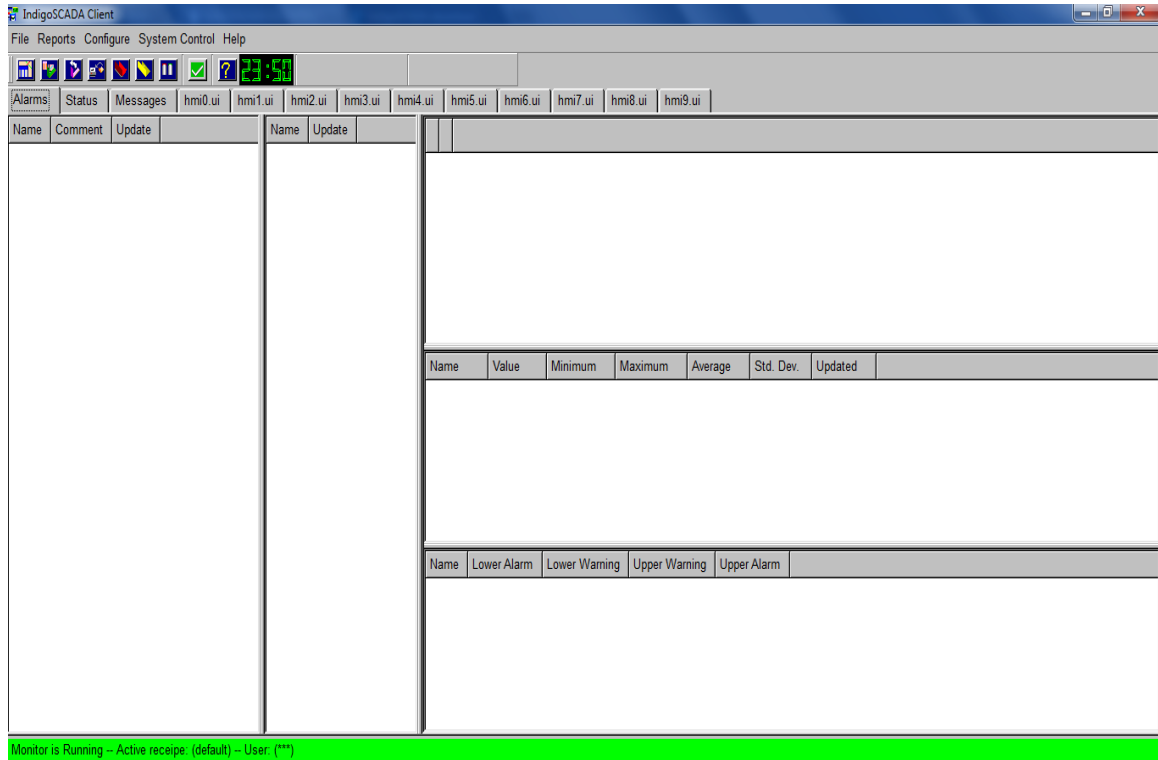
Αρχικά υπάρχει μόνο ένας χρήστης **Administrator User** στον οποίο δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης στο πρόγραμμα. Στη συνέχεια ο χρήστης πληκτρολογεί το “**Developer**” ως **Name** και “**qwerty**” ως **Password**. Εάν επιθυμεί να αλλάξει τον κωδικό κάνει κλικ στο **OK**, διαφορετικά στο **Cancel**.

Μετά την πρώτη είσοδο (login), είναι εφικτό να προστεθούν νέοι χρήστες και να ρυθμιστούν λεπτομερειακά οι άδειες χρήστη.



Εικόνα 4-6: Παράθυρο εισόδου του χρήστη.

Εφόσον η σύνδεση είναι επιτυχής, εμφανίζεται το περιβάλλον εργασίας του **IndigoSCADA Client**.



Εικόνα 4-7: Το περιβάλλον IndigoSCADA Client.

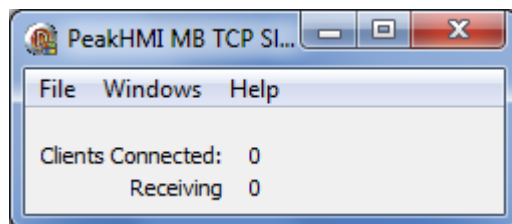
4.9 Δημιουργία έργου με χρήση του προσομοιωτή Modbus

Στο παρακάτω παράδειγμα θα χρησιμοποιηθεί ένας προσομοιωτής **Modbus** με όνομα **PeakHMI** για την περιγραφή δεδομένων με τα οποία θα σχεδιαστούν γραφικά αντικείμενα σε μια από τις κύριες καρτέλες. Η λήψη του μπορεί να γίνει ελεύθερα από τον ιστότοπο <http://www.hmisys.com>,

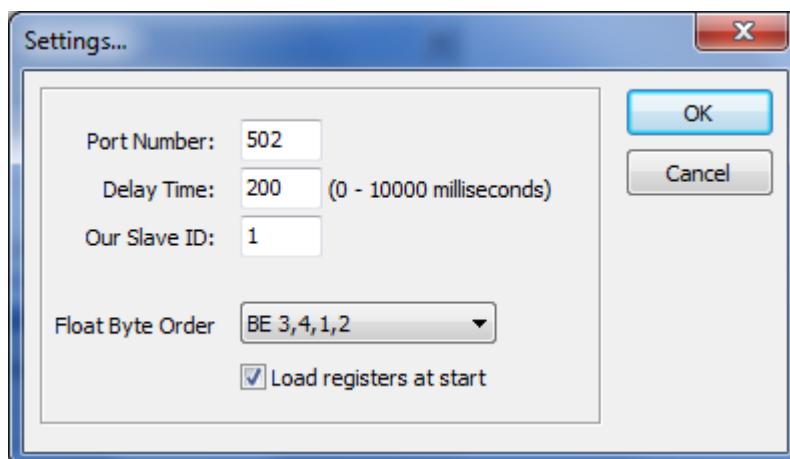
4.10 Ρύθμιση του προσομοιωτή PeakHMI

Μετά την εγκατάσταση του προσομοιωτή ο χρήστης μπορεί να ανοίξει το **PeakHmiMBTCPSlave** το οποίο βρίσκεται στο **C:\Program Files (x86)\Everest\Tools**.

Ο χρήστης εκκινεί το **MODBUS TCP slave** και στη συνέχεια, καθορίζει τις ιδιότητες επικοινωνίας κάνοντας κλικ στο **File->Settings menu**.



Εικόνα 4-8: Το παράθυρο του PeakHMI.



Εικόνα 4-9: Το παράθυρο ρυθμίσεων του PeakHMI.

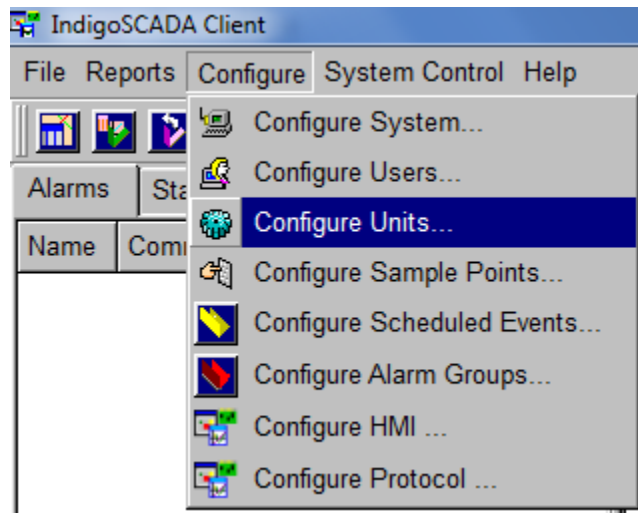
Θέτει στο πεδίο **“Port Number”** την τιμή **“502”** και στο πεδίο **“Our Slave ID”** την τιμή **“1”**.

Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία μιας εικονικής συσκευής η οποία καθορίζεται από το **IndigoScada** ως **“Unit”**.

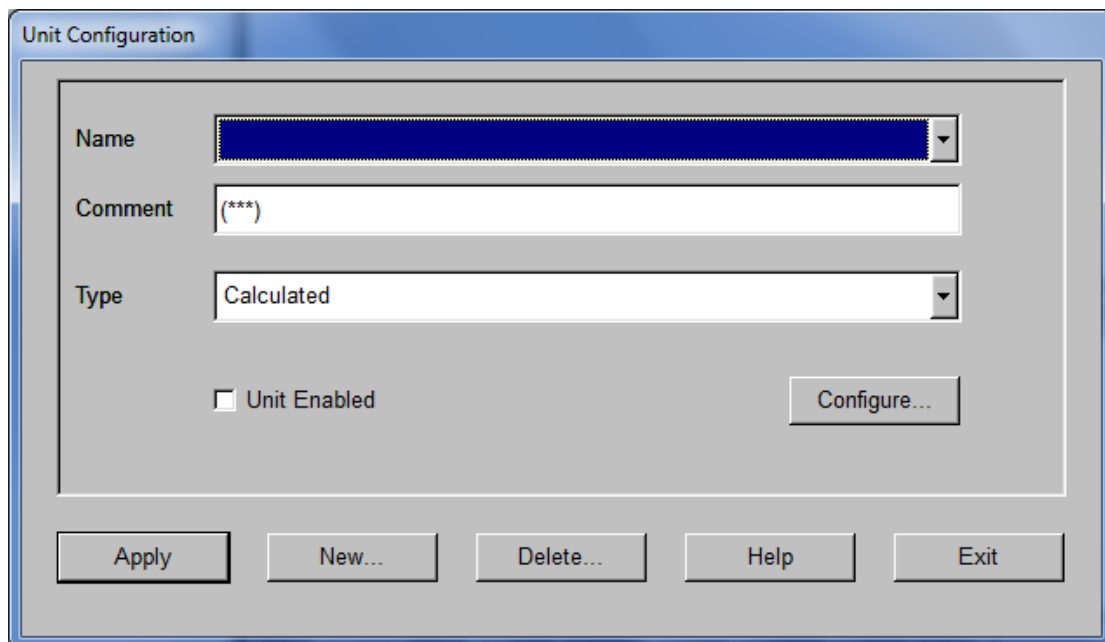
Για να προσθέσει ο χρήστης ένα νέο **“Unit”** επιλέγει το **“Configure Units”** από το μενού **“Configure”**.

Στο παράθυρο **“Unit Configuration”** που εμφανίζεται κάνει κλικ στο κουμπί **“New”**.

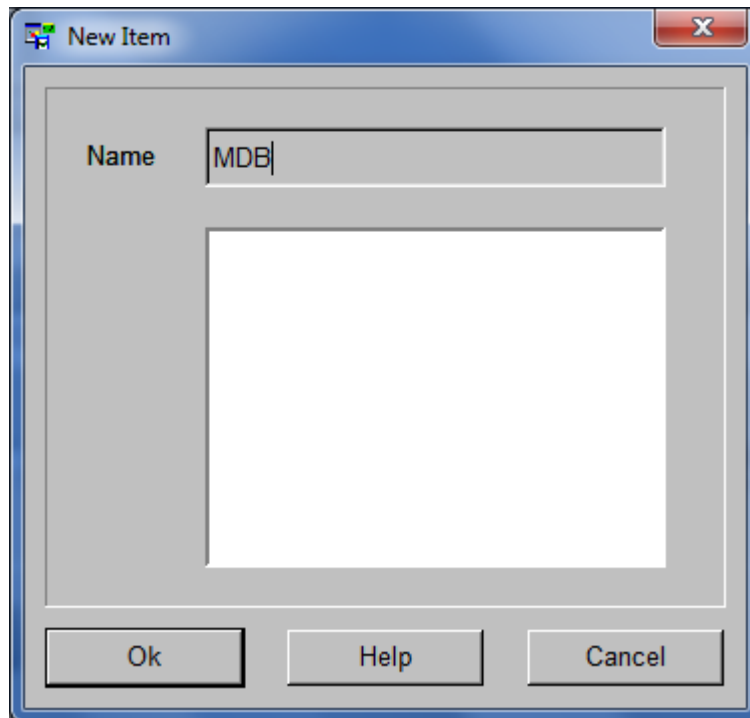
Ως όνομα πληκτρολογεί **“MDB”** (MODBUS) και το ενεργοποιεί κάνοντας κλικ στο κουτί επιλογής **“Unit Enabled”**.



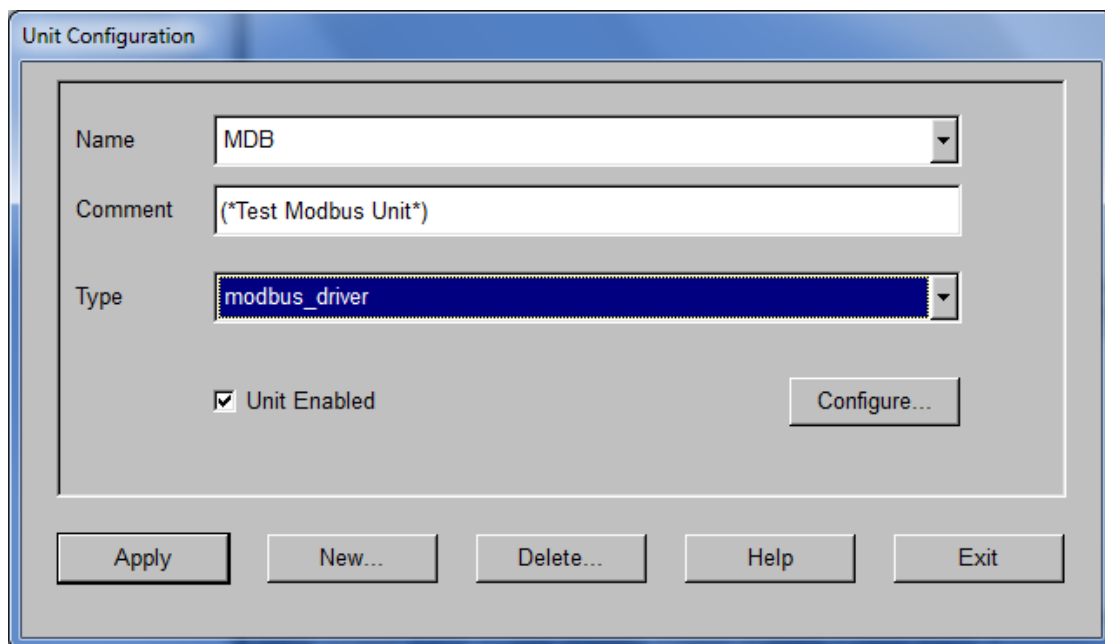
Εικόνα 4-10: Η επιλογή Configure Units.



Εικόνα 4-11: Το παράθυρο διαμόρφωσης Unit Configuration.



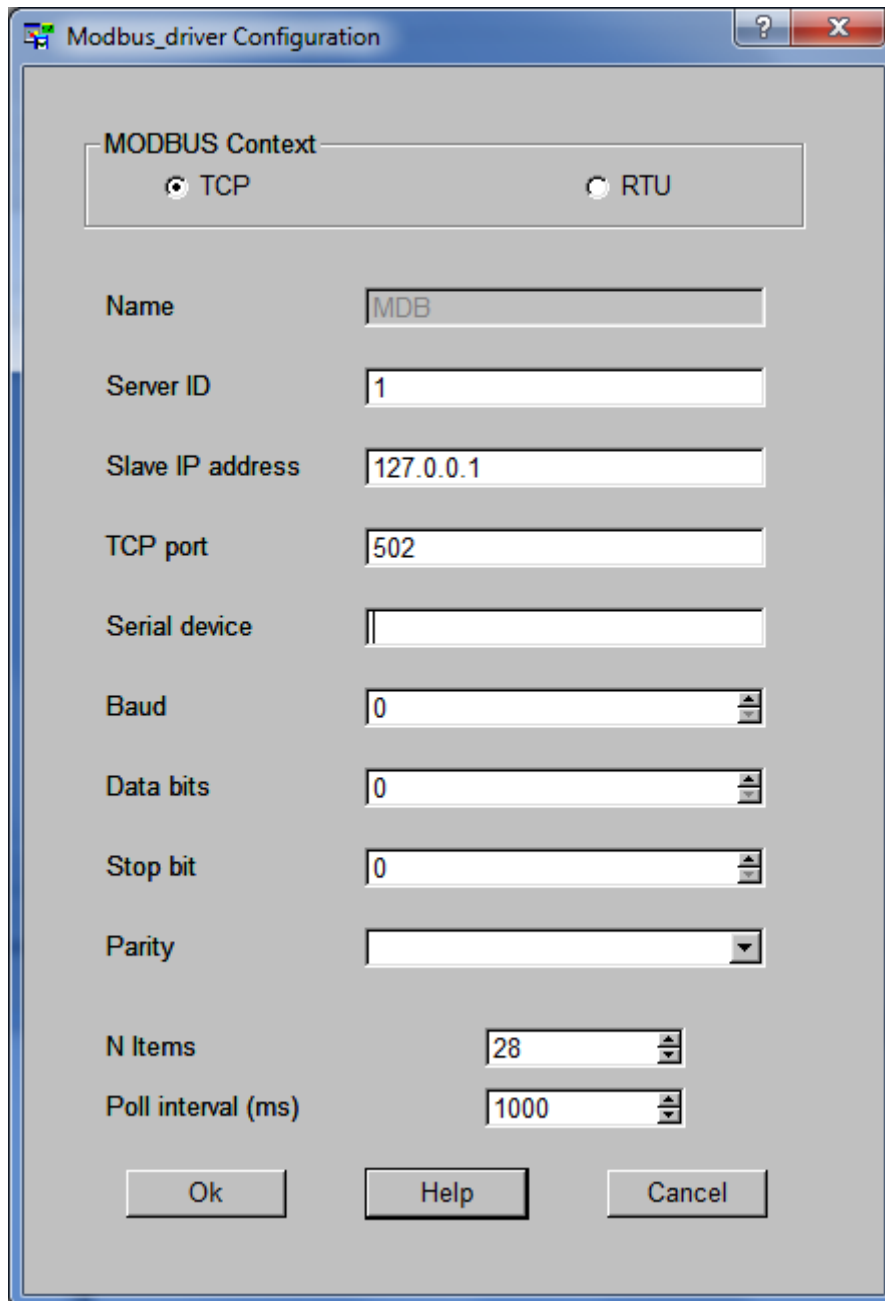
Εικόνα 4-12: Εισαγωγή ονόματος του νέου αντικειμένου.



Εικόνα 4-13: Η τελική μορφή των ρυθμίσεων του νέου Unit.

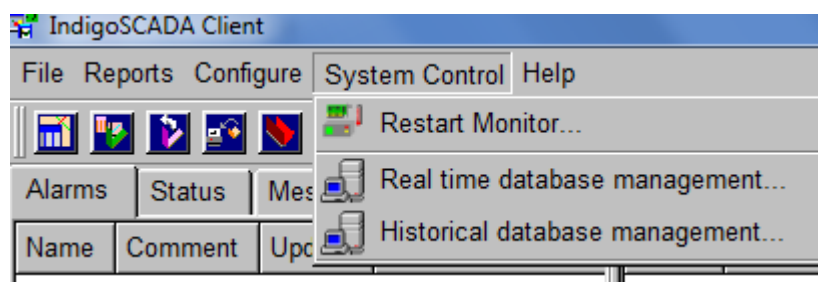
Στο πεδίο “**Type**” επιλέγει “**modbus_driver**” και στη συνέχεια κάνει κλικ στο κουμπί “**Configure**” για να καθορίσει κάποιες συγκεκριμένες επιλογές.

Στο πεδίο “**MODBUS Context**” επιλέγει “**TCP**”, στο πεδίο “**Slave IP address**” καταχωρεί “**127.0.0.1**”, στο πεδίο “**TCP Port**” καταχωρεί την τιμή “**502**”, στο πεδίο “**N Items**” επιλέγει την τιμή “**28**” η οποία αντιπροσωπεύει τον αριθμό των συνολικών σημείων του δείγματος (**N items**) που ανήκουν στη μονάδα αυτή και τέλος στο πεδίο “**Poll interval**” καταχωρεί την τιμή “**1000 ms**”.



Εικόνα 4-14 Το παράθυρο ρυθμίσεων Modbus driver

Κάνει κλικ στο κουμπί “**Apply**” και τέλος κλικ στο κουμπί “**Exit**”. Στη συνέχεια από το μενού “**System Control**” επιλέγει “**Restart Monitor**”. Η επιβεβαίωση της διαδικασίας “**Restart**” πραγματοποιείται κάνοντας κλικ στο κουμπί “**Yes**”.



Εικόνα 4-15: Η επιλογή Restart Monitor.



Εικόνα 4-16: Επιλέγοντας “Yes” ο χρήστης επανεκκινεί το IndigoSCADA

Στην κονσόλα **Modbus**, στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ότι ο πελάτης ζητάει δεδομένα.

```
<00><4F><00><00><00><04><01><01><00>
modbus_read_bits: value = 0
[00][50][00][00][00][06][01][01][00][01][00][01]
Waiting for a confirmation...
<00><50><00><00><00><04><01><01><00>
modbus_read_bits: value = 0
[00][51][00][00][00][06][01][01][00][02][00][01]
Waiting for a confirmation...
<00><51><00><00><00><04><01><01><00>
modbus_read_bits: value = 0
[00][52][00][00][00][06][01][01][00][03][00][01]
Waiting for a confirmation...
<00><52><00><00><00><04><01><01><00>
modbus_read_bits: value = 0
[00][53][00][00][00][06][01][01][00][04][00][01]
Waiting for a confirmation...
<00><53><00><00><00><04><01><01><00>
modbus_read_bits: value = 0
[00][54][00][00][00][06][01][01][00][05][00][01]
Waiting for a confirmation...
<00><54><00><00><00><04><01><01><00>
modbus_read_bits: value = 0
[00][55][00][00][00][06][01][01][00][06][00][01]
Waiting for a confirmation...
<00>
```

Εικόνα 4-17: Η κονσόλα Modbus.

Επιστρέφοντας στο **IndigoSCADA Client** παρατηρείτε ότι η καρτέλα “**Status**” έχει συμπληρωθεί με “**28**” πράσινα ορθογώνια, που το κάθε ένα δείχνει την τιμή των δεδομένων ενός συγκεκριμένου **Modbus** (από **MDBPoint01** έως **MDBPoint28**).



Εικόνα 4-18: Η καρτέλα “Status” με τα 28 στοιχεία Modbus.

4.11 Διάβασμα και εγγραφή παραμέτρων στο Modbus

Στην καρτέλα “Status” του IndigoSCADA Client, το πράσινο χρώμα σχετίζεται με τη ορθή κατάσταση, το γαλάζιο με μη αναγνωρισμένη κατάσταση συναγερμού και το κόκκινο με αναγνωρισμένη κατάσταση συναγερμού.

Αν διακοπεί η επικοινωνία του Modbus στο PeakHMI, όλα τα ορθογώνια θα γίνουν μπλε επειδή οι τιμές των δεδομένων είναι πλέον άκυρες.

Χρησιμοποιήσαμε “28” είδη δεδομένων στην επιλογή “Unit” του “MDB” επειδή το IndigoSCADA παρέχεται με ένα προκαθορισμένο σύνολο 28 σημείων Modbus.

Στο σημείο αυτό ο χρήστης από το μενού “Configure” επιλέγει “Configure Protocol” και ανοίγει το αρχείο “modbus_database1.db” που βρίσκεται στο “C:\scada\project\modbus_database1.db”.

Επιλέγει την καρτέλα “Browse Data” όπου μπορεί να δει τους προκαθορισμένους ορισμούς των 28 σημείων.

	modbus_function_read	modbus_function_write	modbus_address	offset_bit	modbus_type	ioa_control_center	iec_type_read	iec_type_write	deadband
1	1	5	0	0	VT_BOOL	1	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
2	1	5	1	0	VT_BOOL	2	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
3	1	5	2	0	VT_BOOL	3	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
4	1	5	3	0	VT_BOOL	4	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
5	1	5	4	0	VT_BOOL	5	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
6	1	5	5	0	VT_BOOL	6	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
7	1	5	6	0	VT_BOOL	7	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
8	1	5	7	0	VT_BOOL	8	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
9	3	16	10	0	VT_I4	9	M_IT_TB_1	C_BO_TA_1	
10	3	16	32	0	VT_R4	10	M_ME_TF_1	C_SE_TC_1	
11	3	16	65	0	VT_I2	11	M_ME_TE_1	C_SE_TB_1	
12	2	0	33	0	VT_BOOL	12	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
13	3	16	65	15	VT_I2	13	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
14	3	16	65	14	VT_I2	14	M_SP_TB_1	C_SC_TA_1	
15	3	16	65	13	VT_I2	15	M SP TB 1	C SC TA 1	

Εικόνα 4-19: Το παράθυρο IndigoSCADA Protocol Configuration με δεδομένα της βάσης δεδομένων

Οι πέντε πρώτες στήλες αναφέρονται στις τυπικές παραμέτρους του **Modbus**. Για κάθε σημείο, έχει καθοριστεί μια συνάρτηση Διαβάσματος (**Read**), μια συνάρτηση Εγγραφής (**Write**), Διεύθυνσης (**Address**) κ.ο.κ.

Οι επόμενες τέσσερις στήλες είναι ειδικά για το πρωτόκολλο **IEC 870-5-104** επειδή εσωτερικά του **IndigoSCADA**, κάθε σήμα συμπεριφέρεται ως δεδομένο αυτού του πρωτοκόλλου.

Η πρώτη εγγραφή, “**ioa_control_center 1**” είναι ένα δεδομένο τύπου **Boolean** με “**modbus_address 0**”.

Η συνάρτηση “**modbus_function 1**” χρησιμοποιείται έτσι ώστε το σημείο αυτό να αποτελεί μια έξοδο πηνίου του **modbus**.

Η στήλη “**modbus_address**” είναι μια διεύθυνση που σχετίζεται με την πρώτη διεύθυνση της συνάρτησης που χρησιμοποιείται.

Η πρώτη καταγραφή έχει “**modbus_address**” ίσο με “**0**” και χρησιμοποιείται η συνάρτηση πηνίων 1, έτσι ώστε με την πρόσθεση της πρώτης διεύθυνσης πηνίων (000001) να παίρνουμε την πραγματική διεύθυνση **modbus** που είναι η 000001.

Η ενδέκατη καταγραφή έχει “**modbus_address**” ίσο με “**65**” και χρησιμοποιείται η συνάρτηση εισόδου 3 η οποία κατέχει τους καταχωρητές. Έτσι εάν προστεθεί στην πρώτη διεύθυνση των καταχωρητών (**400001**), παίρνουμε την ακριβή διεύθυνση του **modbus** (**400066**).

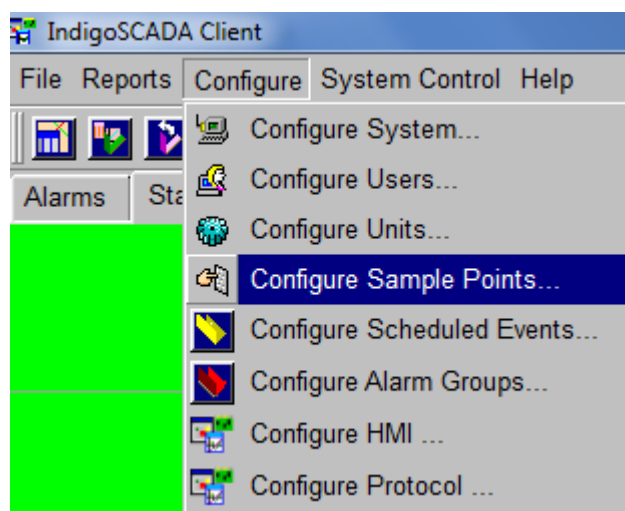
Η δωδέκατη καταγραφή έχει “**modbus_address**” ίσο με “**33**” και χρησιμοποιείται η συνάρτηση διακριτής εισόδου 2. Έτσι προσθέτοντας τη διεύθυνση της πρώτης διακριτής εισόδου (100001) παίρνουμε την ακριβή διεύθυνση του **modbus** 100034.

4.12 Ενεργοποίηση συναγερωμών

Για το **MDBPoint01** η ενεργοποίηση συναγερωμών επιτυγχάνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

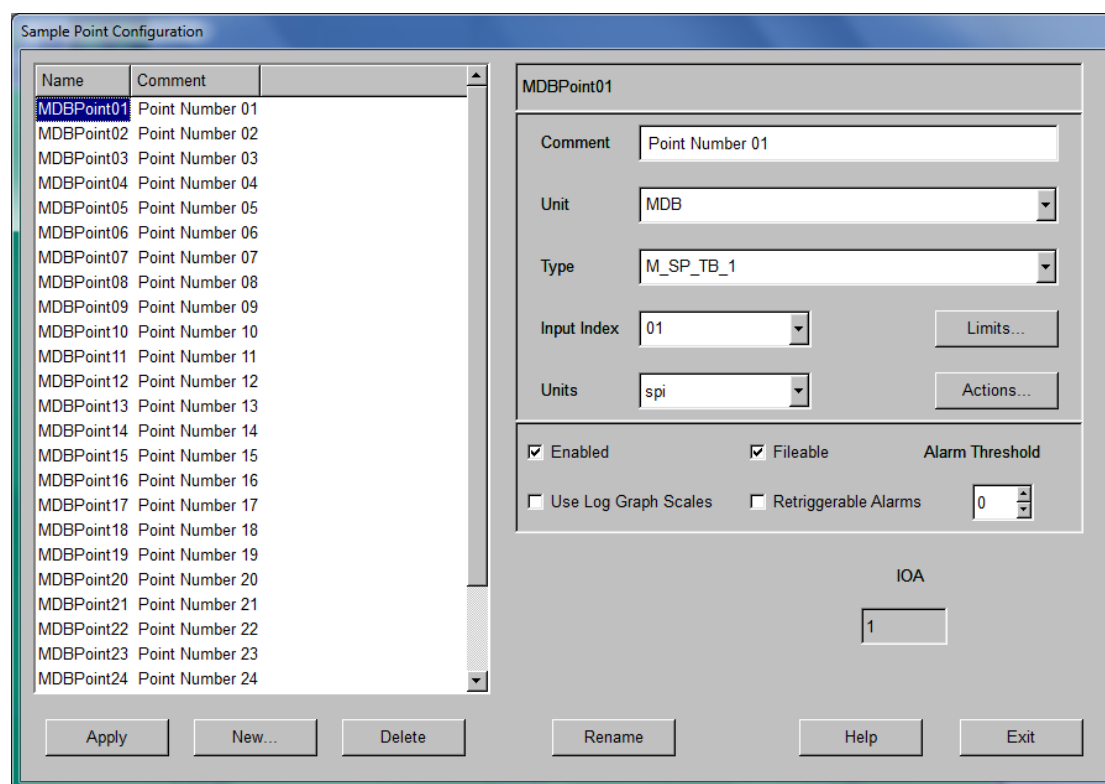
Στο **IndigoSCADA Client** ο χρήστης επιλέγει από το μενού “**Configure**” το “**Configure Sample Points**”.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-20.

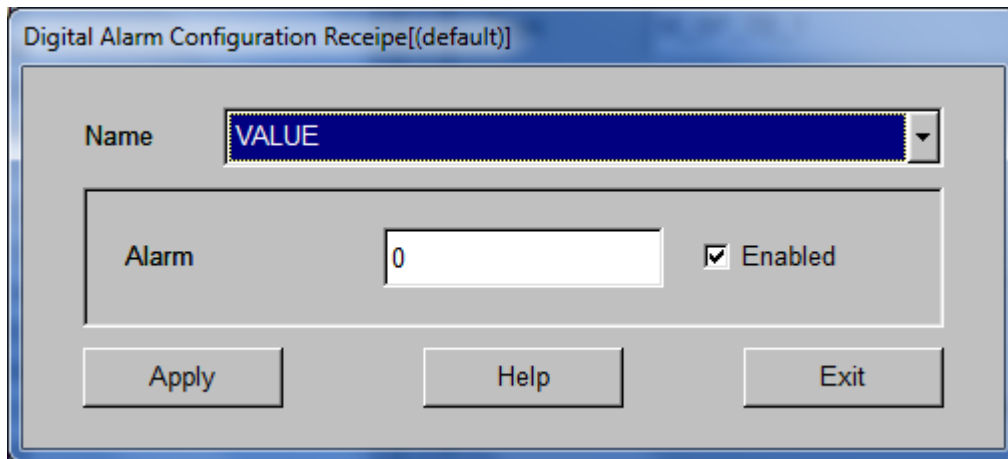


Εικόνα 4-20: Η επιλογή ρύθμισης των σημείων του δείγματος.

Στο παράθυρο “**Sample Point Configuration**” που εμφανίζεται κάνετε κλικ στο κουμπί “**Limits**”.



Εικόνα 4-21: Το παράθυρο Sample Point Configuration.

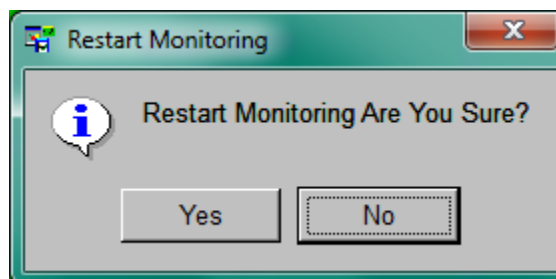


Εικόνα 4-22: Το παράθυρο Digital Alarm Configuration Receipte.

Με τον τρόπο αυτό καθορίζεται η τιμή ενός σημείου (0 ή 1), έτσι ώστε να συσχετιστεί με την κατάσταση συναγερμού.

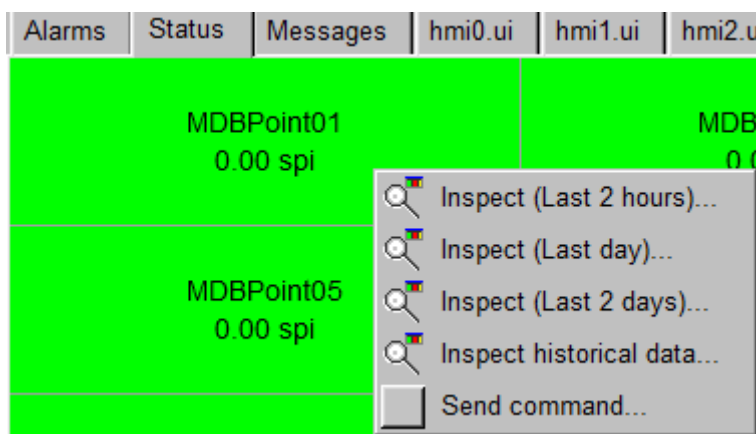
Στο πεδίο “Name” επιλέγετε την τιμή “VALUE” και στο πεδίο “Alarm” εκχωρείτε την τιμή “1”.

Τέλος κάνετε επανεκκίνηση του **IndigoSCADA Client**.



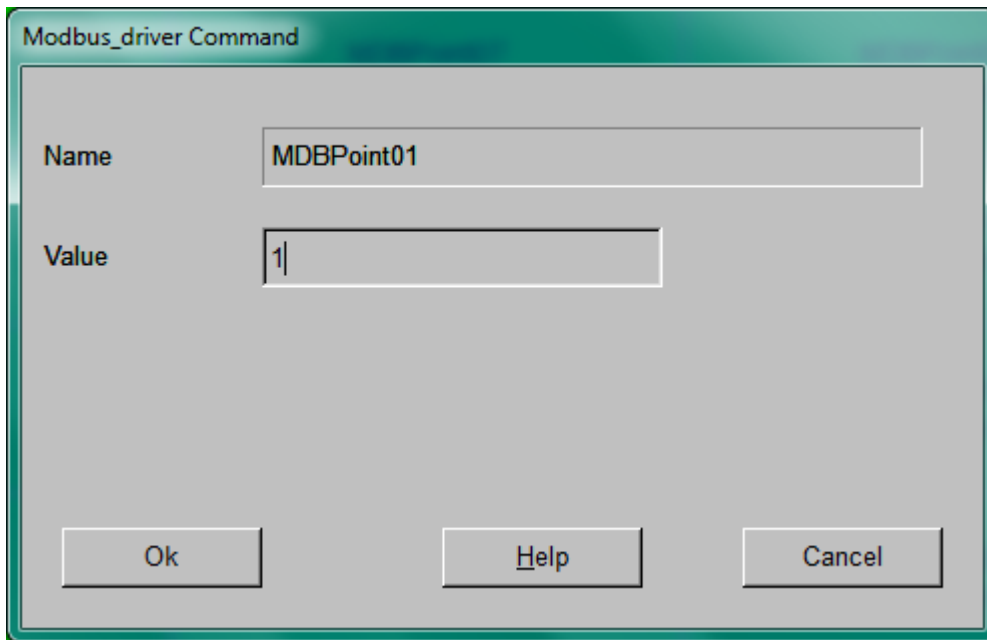
Εικόνα 4-23: Επανεκκίνηση του IndigoSCADA Client.

Στη συνέχεια μεταβαίνετε στην καρτέλα “Status”, κάνετε δεξί κλικ στο πρώτο πράσινο ορθογώνιο και επιλέγετε “Send Command”.



Εικόνα 4-24: Η επιλογή “Send command” στο στοιχείο MDBPoint01.

Στο πεδίο “Value” του παραθύρου **Modbus_driver Command** συμπληρώνει την τιμή “1”.



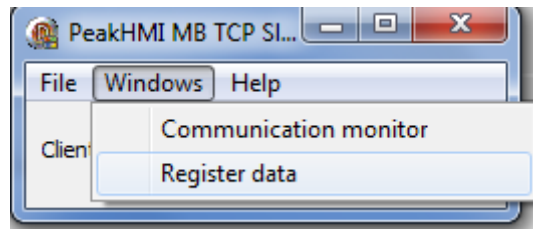
Εικόνα 4-25: Καταχώρηση της τιμής 1 στο πεδίο Value .

Κάνοντας κλικ στο **OK** εμφανίζεται το κύριο παράθυρο του **IndigoSCADA Client** με το πρώτο ορθογώνιο να έχει κόκκινο χρώμα και στο δεξί μέρος του παραθύρου έχει σημειωθεί ένας νέος συναγερμός.



Εικόνα 4-26: Ενεργοποίηση συναγερμού για το MDBPoint01.

Επιστρέφοντας στο παράθυρο **PeakHMI** ο χρήστης παρατηρεί τις τιμές των δεδομένων των πηνίων (**Coils**) με διεύθυνση 0, όπου τώρα έχουν πάρει την τιμή “1”.



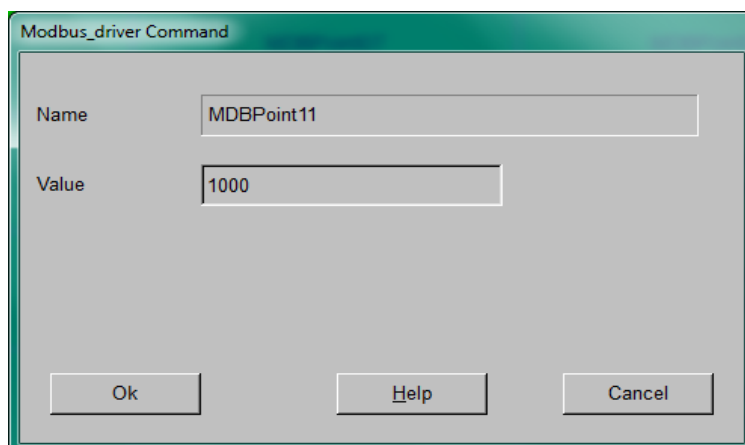
Εικόνα 4-27: Η επιλογή “Register data” του PeakHMI.

#	Holding Registers																Signed	Unsigned
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
000001	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
000017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000289	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000369	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 4-28: Το παράθυρο Data Monitor.

Ακολουθείτε την ίδια διαδικασία για τη εκτέλεση του **MDBPoint11** το οποίο είναι τύπου **ακέραιος**.

Στο παράθυρο **Modbus_driver Command** το πεδίο “Value” παίρνει την τιμή “1000”.



Εικόνα 4-29: Καταχώρηση της τιμής 1000 στο MDBPoint11.

Στη συνέχεια επιστρέφεται στο **PeakHMI** και επιλέγεται την καρτέλα “**Holding Registers**”.

#	Holding Registers			Input Registers								
	Signed	Unsigned	Float	16	15	14	13	12	11	10	9	8
400053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400054	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400056	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400058	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400060	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400062	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400064	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400065	0	0	1.40129846432482E-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400066	1000	1000	E8030000	0	0	0	1	0	1	1	1	1
400067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400068	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400070	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400072	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400074	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400076	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 4-30: Αλλαγή τιμής στον καταχωρητή του MDBPoint11.

Η τιμή του 400066^{ου} καταχωρητή είναι “**1000**”.

Στην καρτέλα **Inputs** του παραθύρου **PeakHMI** αλλάζετε την τιμή 100033 ώστε να συμβεί αλλαγή στο **MDBPoint12**.

Data Monitor																		
	Coils		Holding Registers				Inputs				Input Registers							
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Signed	Unsigned
100001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100033	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
100049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100289	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100369	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

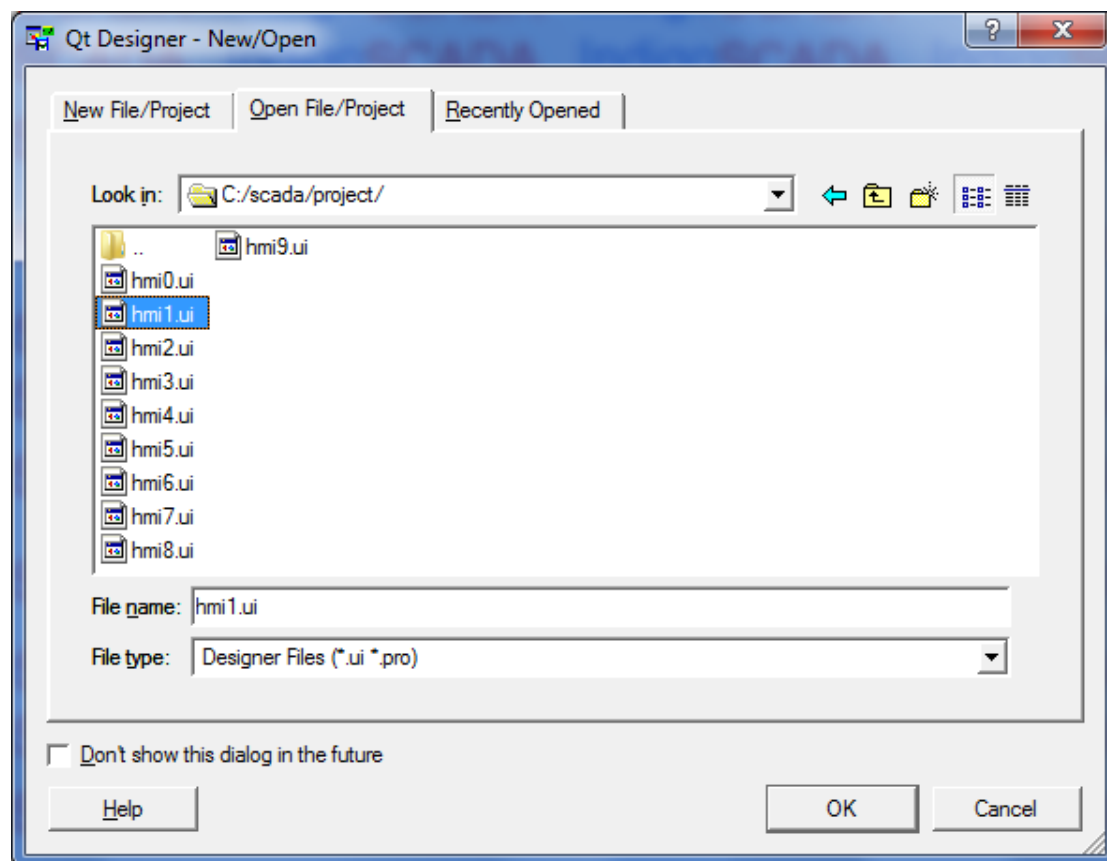
Εικόνα 4-31: Αλλαγή τιμής στην είσοδο του MDBPoint12.

4.13 Σχεδίαση γραφικών αντικειμένων με τα δεδομένα μιας διεργασίας

Η σύνδεση γραφικών αντικειμένων με τα δεδομένα μιας διεργασίας είναι εύκολη. Θα σχεδιάσετε τρία αντικείμενα: Ένα ορθογώνιο led, ένα κυκλικό led και έναν μετρητή.

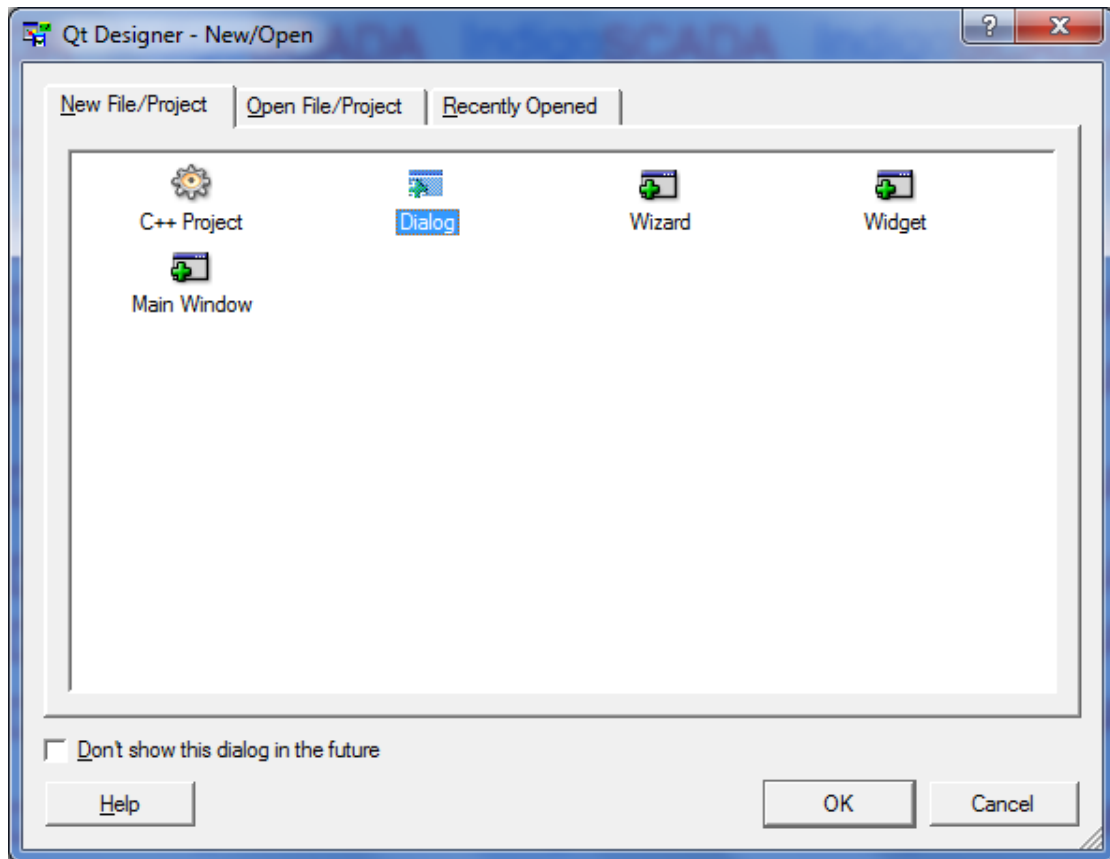
Αρχικά, από το μενού “**Configure**” επιλέγοντας “**Configure HMI**” ανοίγετε το “**HMI Designer**” στο οποίο μπορείτε να σχεδιάσετε τα γραφικά αντικείμενα.

Στο παράθυρο **Qt Designer**, επιλέγετε την καρτέλα “**Open File/Project**” και στη συνέχεια ανοίγετε ένα από τα αρχεία με κατάληξη **.ui** που βρίσκονται στο φάκελο **C:\scada\project** (για παράδειγμα **hmi1.ui**).



Εικόνα 4-32: Το παράθυρο Qt Designer.

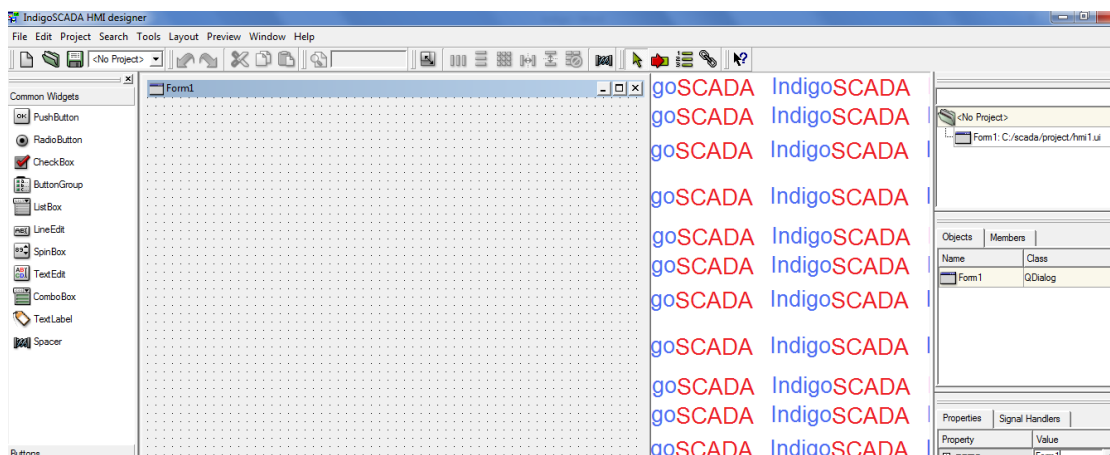
Επίσης μπορείτε να δημιουργήσετε το δικό σας έργο εφόσον μεταβείτε στην καρτέλα “**New File/Project**” και από εκεί επιλέξετε το εικονίδιο “**Dialog**”.



Εικόνα 4-33: Δημιουργία νέου Dialog.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί “OK” εμφανίζεται μια νέα κενή φόρμα με όνομα “Form1”.

Στη συνέχεια αποθηκεύετε τη **Form1** με όνομα **hmi2.ui** στον φάκελο “C:\scada\project”.

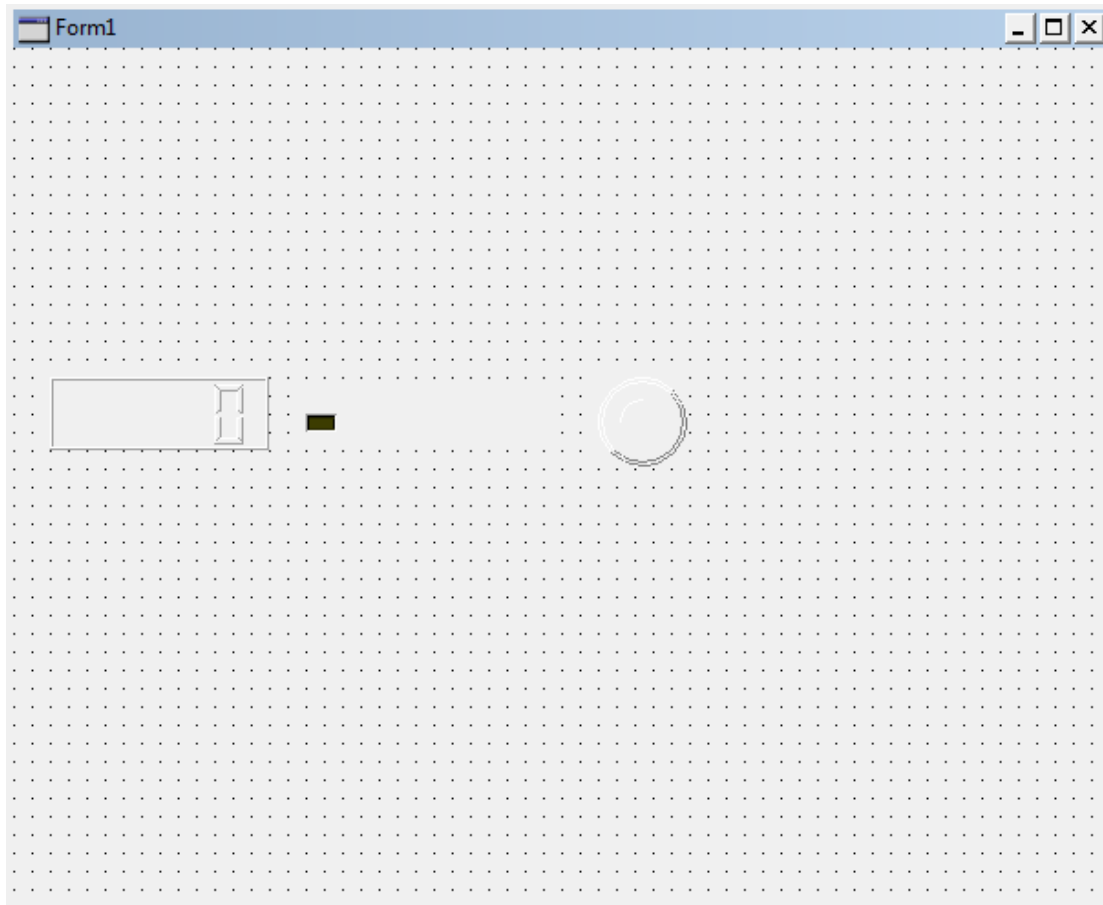


Εικόνα 4-34: Περιοχή σχεδίασης του IndigoSCADA.

Επόμενο βήμα, είναι η σχεδίαση των τριών αντικειμένων. Επιλέγετε από τη γραμμή εργαλείων **SCADA Widgets** τα αντικείμενα:

- **PLCDNumber**
- **SinglePointLed**
- **PsinglePointLed**

Στη συνέχεια τα μεταφέρετε στην περιοχή της φόρμας όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-35.



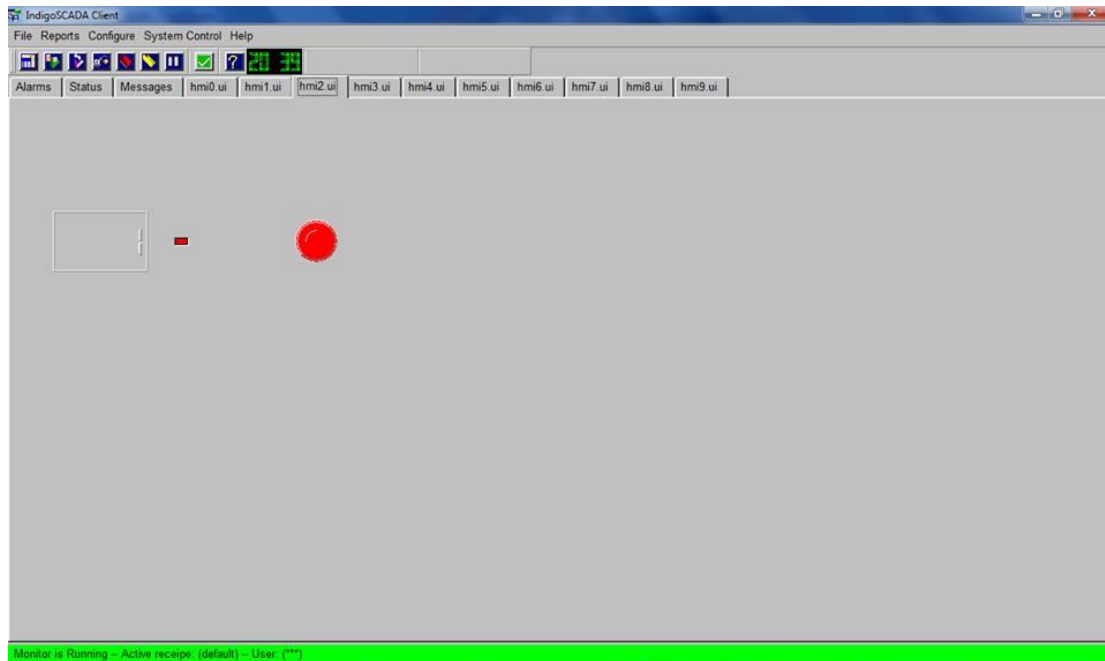
Εικόνα 4-35: Η τοποθέτηση των τριών αντικειμένων στη φόρμα.

Ονομάζετε τα αντικείμενα με τη μορφή “UnitNamePointXX” (π.χ. το **pLCDNumber5** γίνεται **MDBPoint01_pLCDNumber5** κλπ.) μέσω της καρτέλας “Properties”. Η διαδικασία αυτή γίνεται και για τα τρία αντικείμενα.

Στη συνέχεια κάνετε κλικ στο “File”->“Save” κλείνετε το παράθυρο του **HMI Designer** και επιστρέφοντας στο **IndigoSCADA Client** επιλέγετε “File”->“Exit”.

Μετά από λίγα δευτερόλεπτα, το παράθυρο **IndigoSCADA Client** ανοίγει. Επιλέγοντας την καρτέλα “hmi2.ui” βλέπετε τα τρία αντικείμενα που είχατε δημιουργήσει στο **QtDesigner**.

Τώρα ανοίγετε το παράθυρο **PeakHMI** και επιλέγετε “Windows” -> “Register Data” και αλλάζετε τις τιμές των πηνίων (Coils).



Εικόνα 4-36: Τα τρία αντικείμενα στην καρτέλα hmi2.ui.

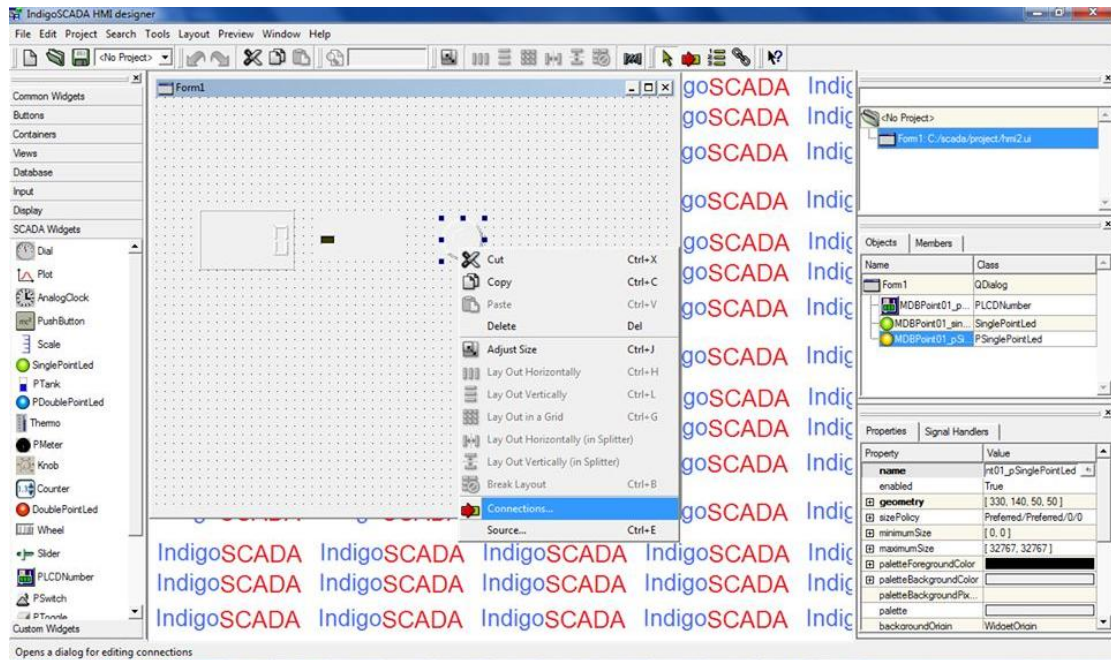
Τα γραφικά αντικείμενα θα σημάνουν συναγερμό (κόκκινο χρώμα). Στη συνέχεια κάνετε κλικ στο **“Acknowledge All Alarms”** για να σταματήσετε την κίνηση.



Εικόνα 4-37: Το κουμπί “Acknowledge All Alarms”.

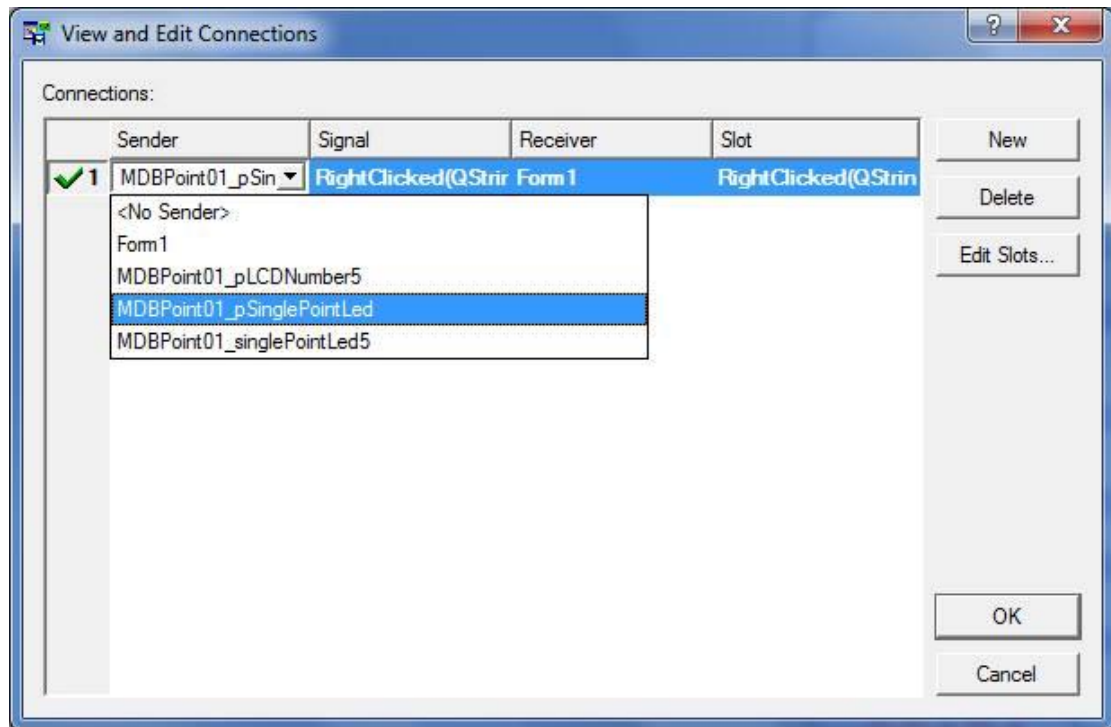
Από τη στιγμή που δεν υπάρχουν συναφή μενού με τα παραπάνω αντικείμενα κάνοντας δεξί κλικ σε ένα από αυτά δεν συμβαίνει καμία αλλαγή. Οπότε θα πρέπει να ενεργοποιηθούν.

Ανοίγετε ξανά το **“hmi2.ui”** από το **HMI Designer**, δεξί κλικ στο **“pSinglePointLed”** και επιλέγετε **“Connections”**.



Εικόνα 4-38: Η επιλογή “Connections”.

Προσθέτετε μια νέα γραμμή όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-39:



Εικόνα 4-39: Εισαγωγή συνάρτησης για το MDBPoint01.

Θα πρέπει να δημιουργηθεί μια συνάρτηση η οποία θα αλληλεπιδρά με το αντικείμενο, κάνοντας ο χρήστης σε αυτό δεξί κλικ.

Κάνετε κλικ στο κουμπί “**Edit Slots**”.

Στο παράθυρο **Edit Functions** που εμφανίζεται κλικ στο “**New Function**” και στο πεδίο **Function** συμπληρώνετε τη συνάρτηση “**RightClicked(QString&, QString&)**” όπως φαίνεται στην Εικόνα 4-40.

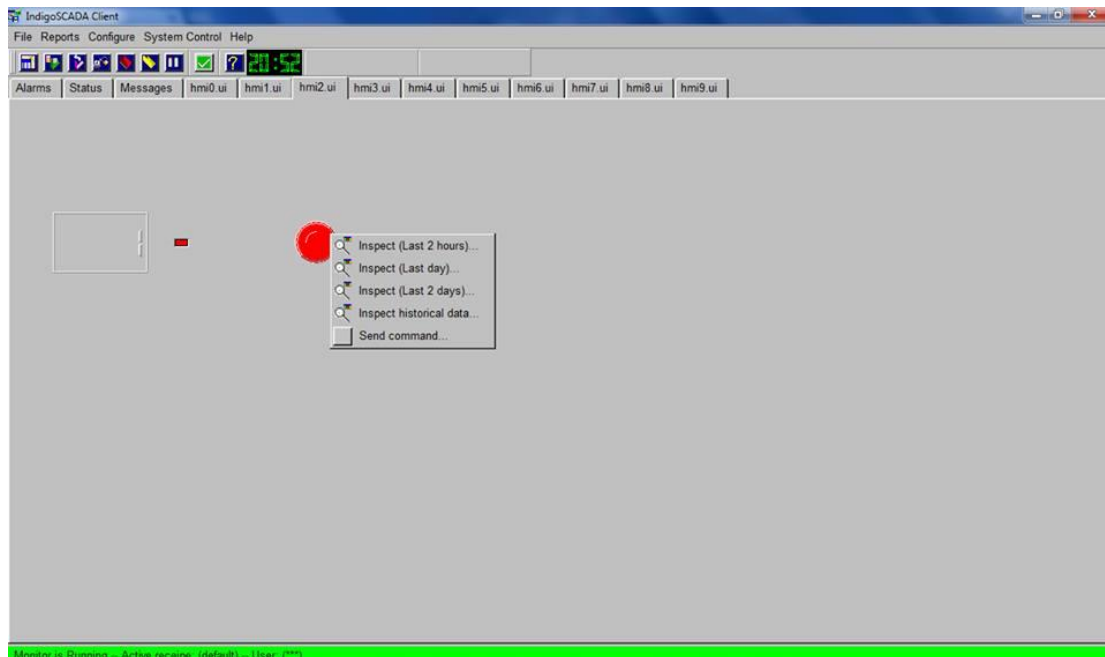


Εικόνα 4-40: Το παράθυρο Edit Functions.

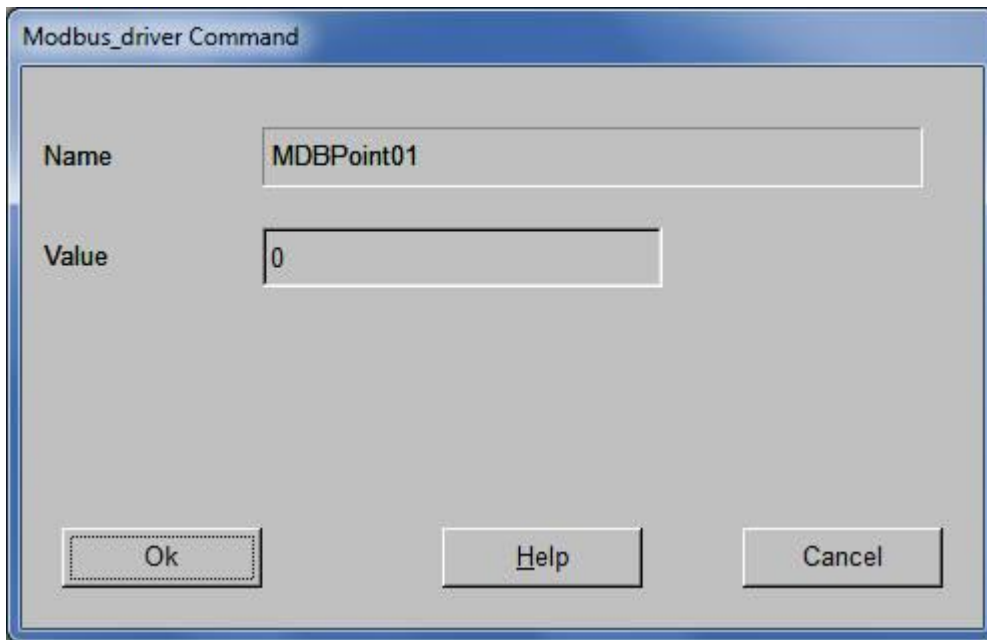
Κάνετε κλικ στο κουμπί **OK** και στο παράθυρο **“View and Edit Connections”** κλικ στο **OK**.

Αποθηκεύετε το έργο κάνοντας **“Save”** στο **HMI Designer** και στη συνέχεια επιλέγετε στο **IndigoSCADA Client “File” -> “Exit”**. Τώρα ο χρήστης είναι σε θέση να αλληλεπιδράσει με το αντικείμενο.

Κάνετε δεξί κλικ στο αντικείμενο και επιλέγετε **“Send Command”** με τιμή **“0”**.



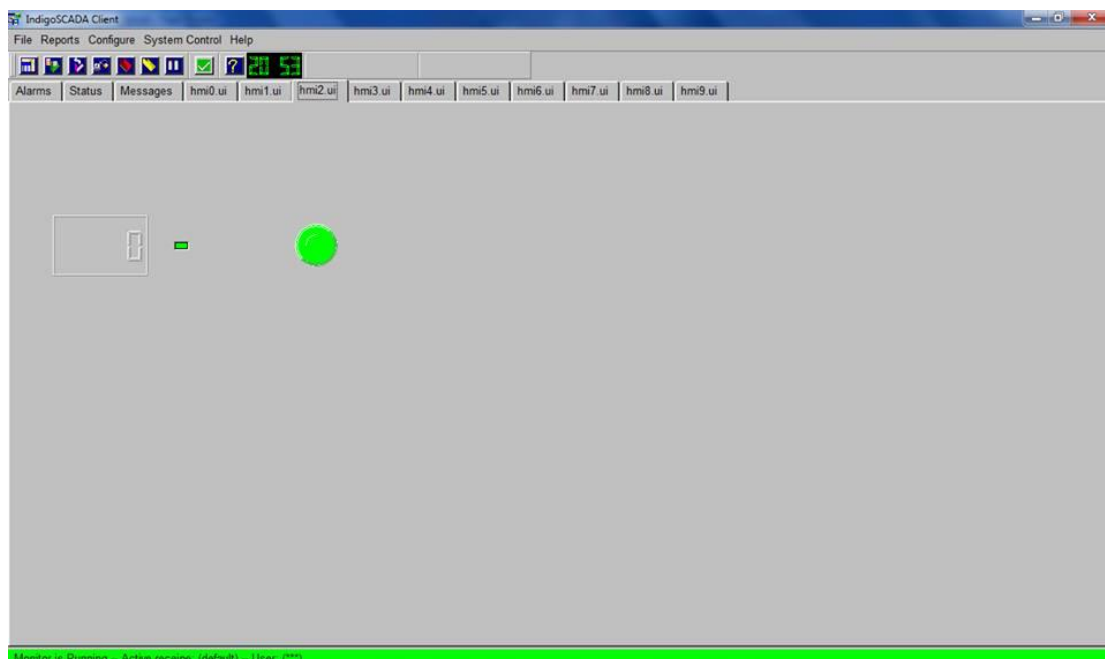
Εικόνα 4-41: Η επιλογή “Send command” στην καρτέλα hmi2.ui .



Εικόνα 4-42: Καταχώρηση της τιμής 0 στο “PLCNumber”.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί “OK” στο παράθυρο του **Modbus_driver_Command** και στη συνέχεια επιστρέφοντας στην καρτέλα “hmi2.ui” του **IndigoSCADA Client** βλέπετε τα led να έχουν πράσινο χρώμα και το “PLCDNumber” να έχει την τιμή “0”.

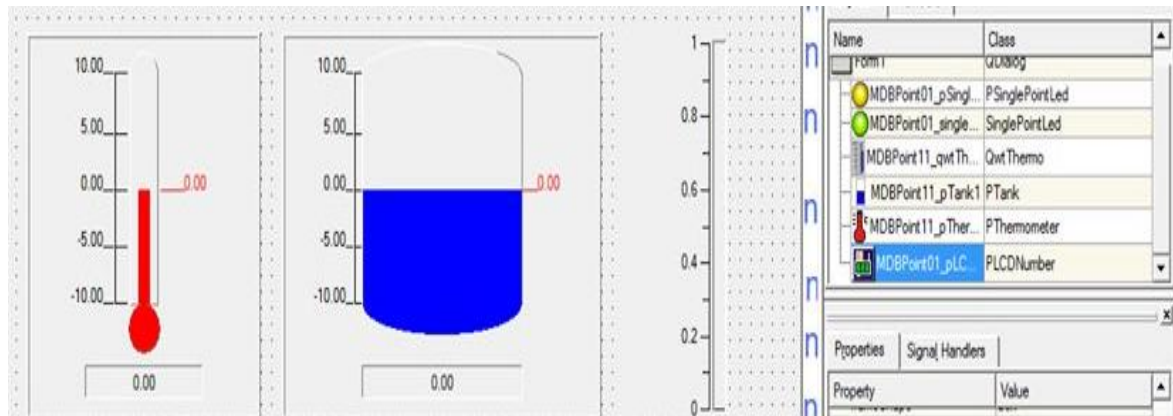
Αυτό σημαίνει ότι έχουν απενεργοποιηθεί οι συναγερμοί και το σύστημά μας βρίσκεται σε ορθή λειτουργία.



Εικόνα 4-43: Η αποδοχή των συναγερμών στην καρτέλα hmi2.ui .

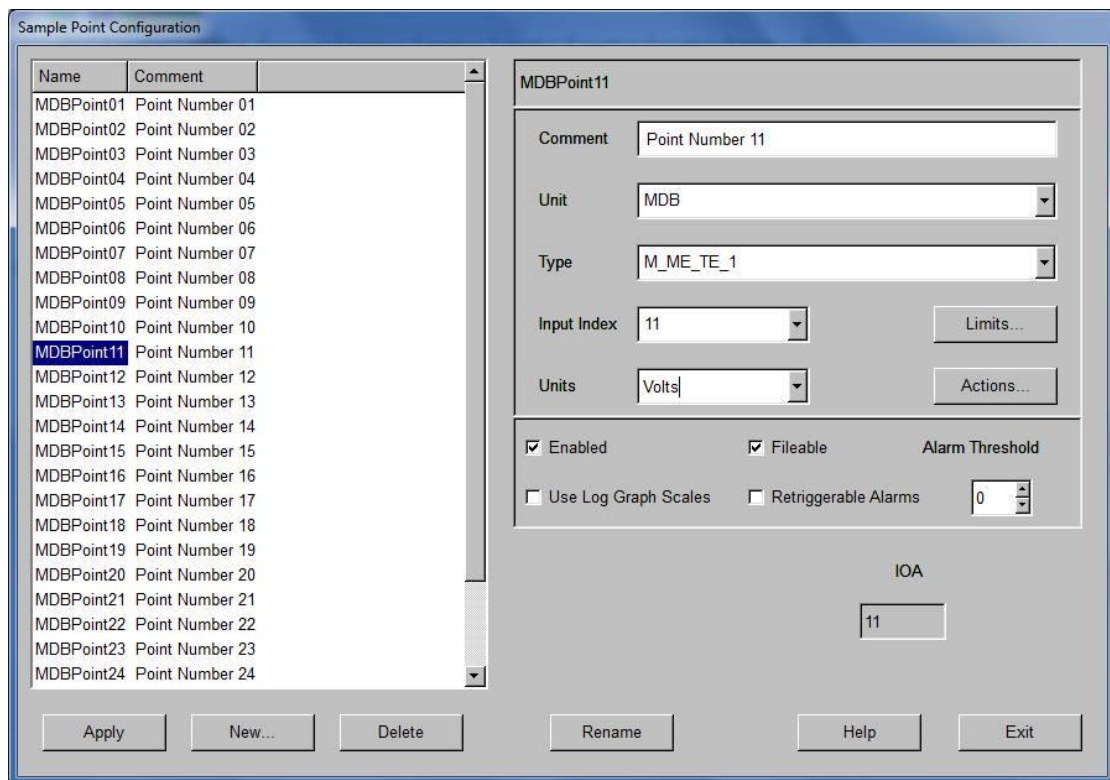
Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία, μπορείτε να σχεδιάσετε γραφικά αντικείμενα συνδέοντάς τα με αναλογικά δεδομένα.

Ανοίγετε το **HMI Designer** και ονομάζετε τα τρία αντικείμενα “Pthermometer”, “Ptank” και “QwtThermo” χρησιμοποιώντας τη φόρμουλα **UnitNamePointXX_oldname**.



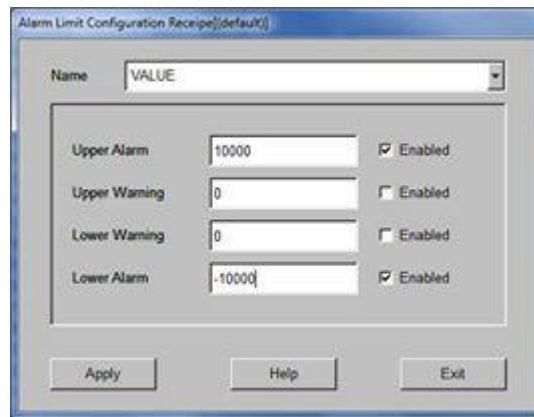
Εικόνα 4-44: Εισαγωγή των “Pthermometer”, “Ptank” και “QwtThermo” .

Σύμφωνα με το πεδίο “iec_type_read” του “modbus_database1.db”, θέτετε το πεδίο “Type” του MDBPoint11 σε “M_ME_TE_1”.



Εικόνα 4-45: Παραμετροποίηση του MDBPoint11 .

Αλλάζετε επίσης το μέγιστο και ελάχιστο επίπεδο των γραφικών αντικειμένων. Από το μενού “Configure” επιλέγετε “Configure Sample Point” και κάνετε κλικ στο κουμπί “Limits”. Αλλάζετε τα όρια “Upper Alarm” και “Lower Alarm” σε “10000” και “-10000” αντίστοιχα.



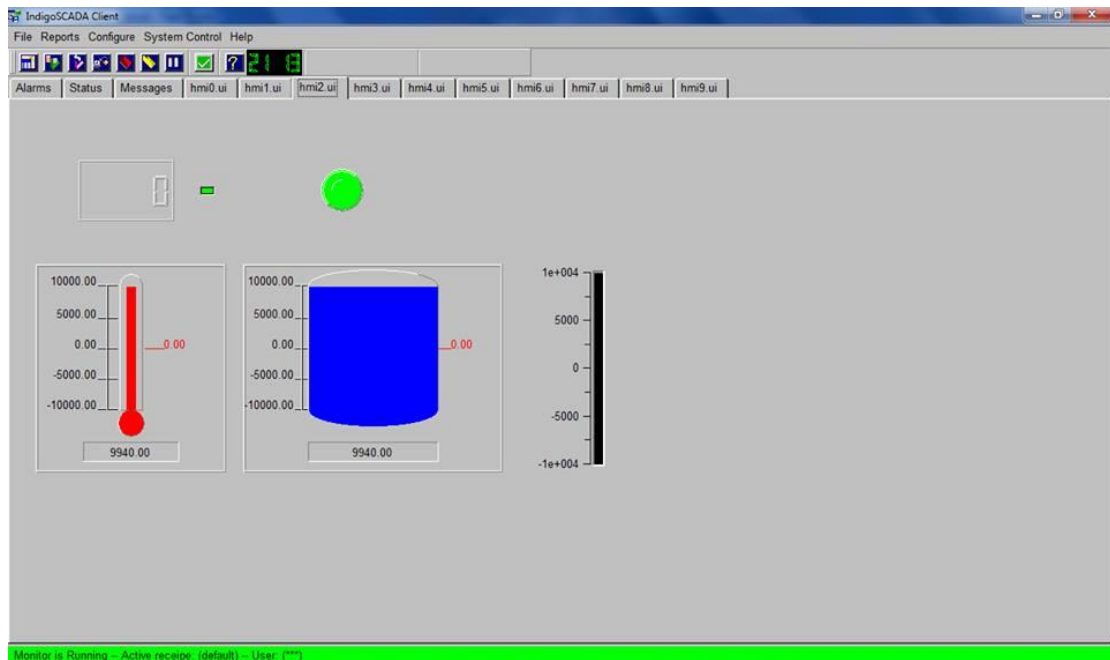
Εικόνα 4-46: Εισαγωγή ανώτερης και κατώτερης τιμής συναγερμού .

Κάνετε κλικ στο κουμπί “**Apply**” και στη συνέχεια κλείνετε το παράθυρο.

Κλείνετε το **IndigoSCADA Client** και περιμένετε μέχρι να ανοίξει ξανά. Αλλάζετε τις τιμές στο παράθυρο **PeakHMI** και βλέπετε πώς τα γραφικά αντικείμενα αντικατοπτρίζονται με τα δεδομένα των τιμών της διεργασίας **MDBPoint11**.

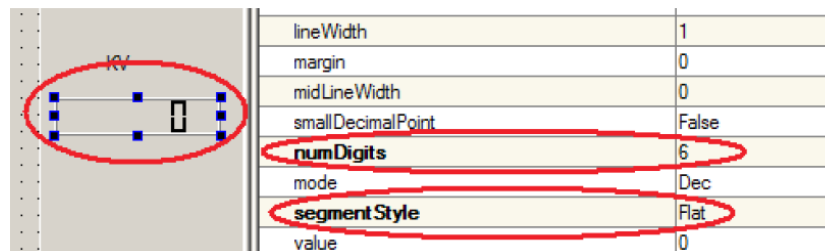
#	Holding Registers		Input Registers	Input Registers									
	Signed	Unsigned		16	15	14	13	12	11	10	9	8	
400045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400046	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400048	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400050	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400052	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400054	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400056	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400058	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400060	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400062	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400064	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400065	0	0	1,39289067353887E-41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400066	9940	9940	D4260000	0	0	1	0	1	0	1	1	0	
400067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400068	0	0	00000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 4-47: Αλλαγή τιμής στον καταχωρητή του MDBPoint11 .

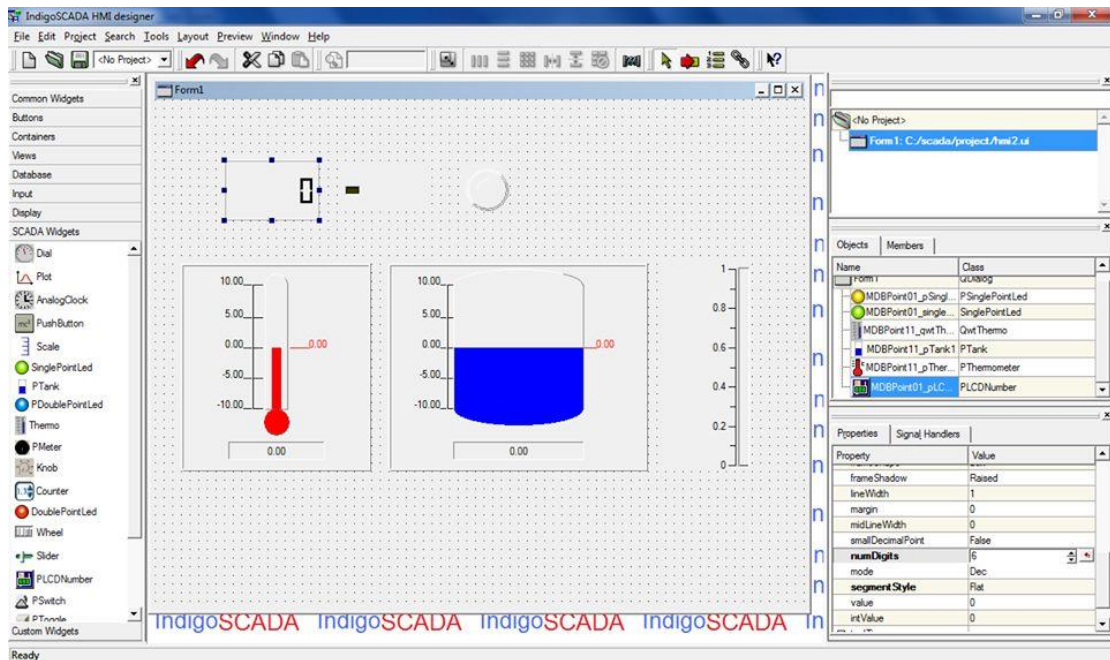


Εικόνα 4-48: Η καρτέλα hmi2.ui με τα έξι αντικείμενα.

Το αντικείμενο “**PLCDNumber**” απαιτεί τη ρύθμιση του “**numDigits**”, στα 6 ψηφία ώστε να εμφανιστεί σωστά το **MDBPoint11** που είναι ένας **16 bit** προσημασμένος ακέραιος (VT_I2).



Εικόνα 4-49: Εμφάνιση 6 ψηφίων για το αντικείμενο PLCDNumber.

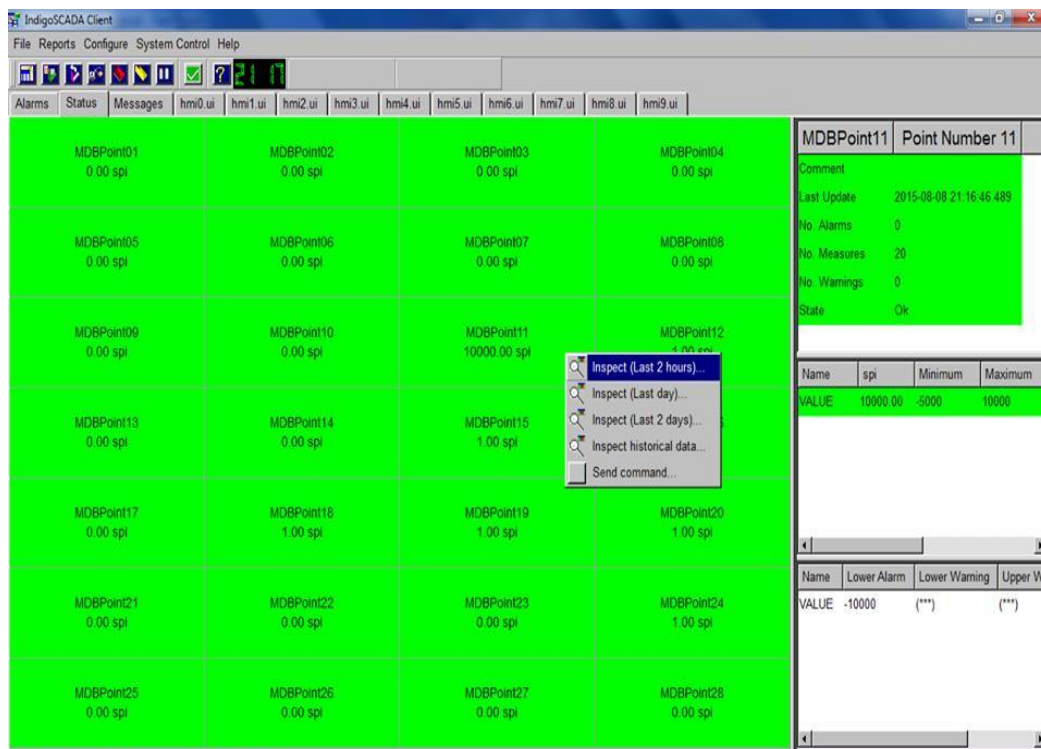


Εικόνα 4-50: Η τελική μορφή τις φόρμας .

4.14 Ιστορική ανάλυση των δεδομένων

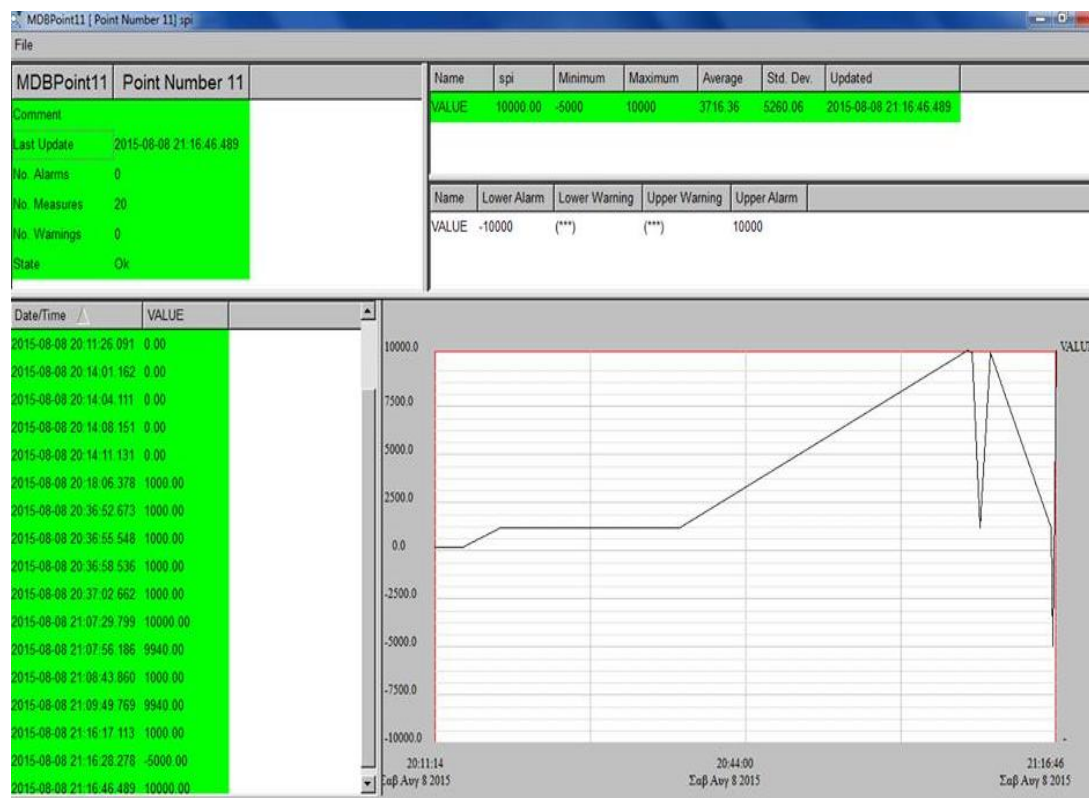
Το **IndigoSCADA Client** επιτρέπει τον έλεγχο των δεδομένων σε περίπτωση ανάλυσης τους καθώς και την παρακολούθηση των δεδομένων μιας διεργασίας.

Στην καρτέλα **“Status”** κάνοντας δεξί κλικ μέσα σε ένα από τα ορθογώνια που αναπαριστούν τα δεδομένα της διεργασίας (π.χ. **MDBPoint11**) επιλέγετε για παράδειγμα **“Inspect last two hours”**.



Εικόνα 4-51: Η επιλογή “Inspect Last 2 hours”.

Η συνεχιζόμενη τάση του **MDBPoint11** θα εμφανιστεί σε ένα νέο παράθυρο.



Εικόνα 4-52: Η συνεχιζόμενη τάση του MDBPoint11.

4.15 Συναγερμοί και ομαδοποίηση συναγερμών

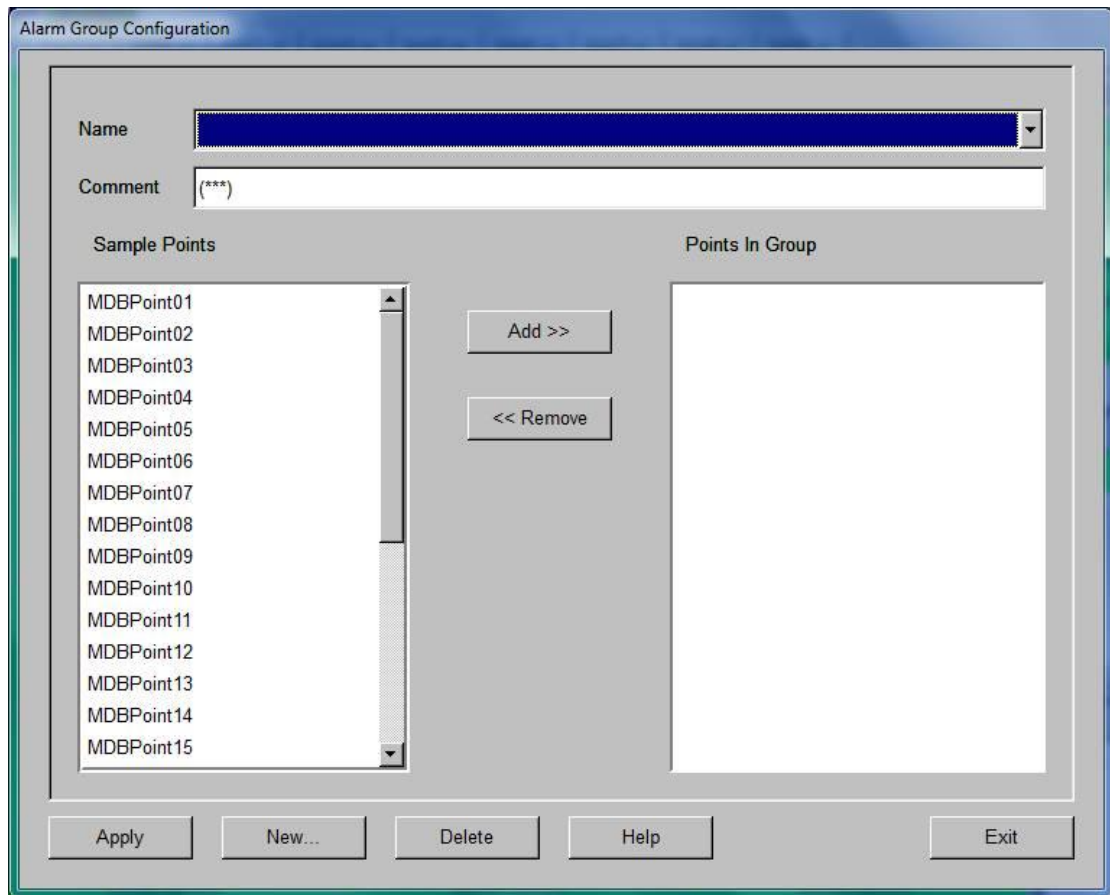
Όπως είδατε παραπάνω, το **IndigoSCADA Client** χρησιμοποιεί χρώματα για να εμφανίσει την κατάσταση των δεδομένων της διεργασίας.

Ωστόσο, κάποιες φορές, είναι αναγκαίο να παρακολουθούνται πολλά σημεία με μιας και να υπάρχει ένα υπολογίσιμο σημείο το οποίο είναι το σύνολο των συνδυασμών όλων αυτών των σημείων.

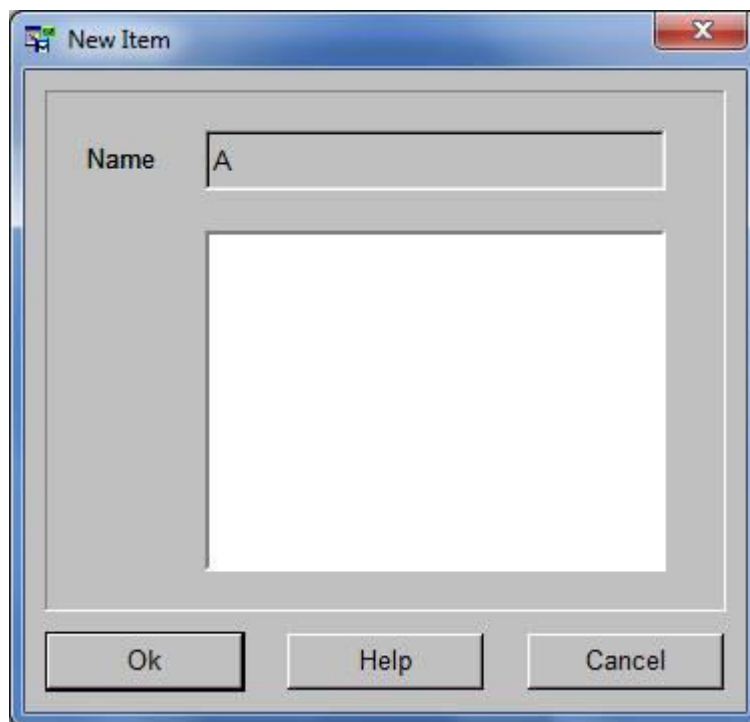
Η λειτουργία αυτή παρέχεται από το **IndigoSCADA Client** χρησιμοποιώντας το **“Alarm Group functionality”**.

Υποθέτουμε ότι είναι αναγκαίο ένα υπολογίσιμο σημείο ονόματος **A** (Τοποθέτηση Συναγερμού) το οποίο θα πρέπει να είναι αληθές οποτεδήποτε το **MDBPoint01** ή το **MDBPoint02** είναι αληθές.

Από το μενού **“Configure”** επιλέγετε **“Configure Alarms group”** και δημιουργείτε ένα νέο σημείο κάνοντας κλικ στο κουμπί **“New”**.

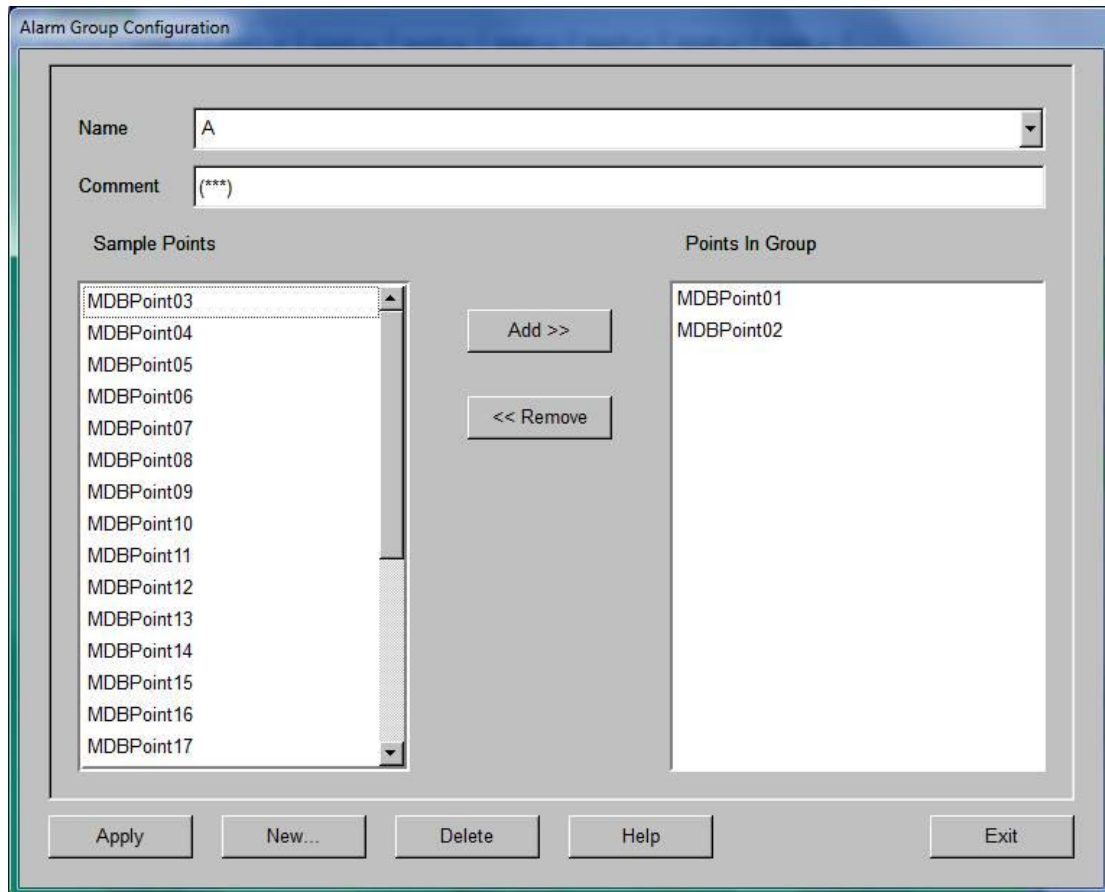


Εικόνα 4-53: Το παράθυρο Alarm Group Configuration.



Εικόνα 4-54: Εισαγωγή ονόματος της ομάδας συναγερμών.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί “OK” έχετε ένα νέο γκρουπ συναγερμών ονόματος “A”. Προσθέτετε τα **MDBPoint01** και **MDBPoint02** στη λίστα για το συναγερμό “A”.



Εικόνα 4-55: Προσθήκη των σημείων στην ομάδα συναγεμίων .

Κάνετε κλικ στο κουμπί “**Apply**” και κλείνετε το παράθυρο. Στη συνέχεια αλλάζετε τις τιμές στο παράθυρο **PeakHMI** και επιστρέφετε στην καρτέλα “**Alarms**”.

#	Holding Registers																Signed	Unsigned
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
000001	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
000017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
000033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Εικόνα 4-56: Αλλαγή τιμής για το MDBPoint01.

Name	Comment	Update
A	(**)	

Name	spi	Minimum	Maximum	Average	Std. Dev.	Updated
VALUE	1.00	0	1	0.571479	0.503953	2015-08-08 21:44:46.598

Name	Lower Alarm	Lower Warning	Upper Warning	Upper Alarm
VALUE (**)	(**)	(**)	(**)	1

Εικόνα 4-57: Η ομάδα συναγερωμένων στην καρτέλα "Alarms".

Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει όσα γκρουπ συναγερωμένων επιθυμεί.

Συμπεράσματα

Μετά από την έρευνα, την ανάλυση, την αξιολόγηση και τη χρήση των τριών λογισμικών θεωρώ ότι υπερισχύει το OpenAPC. Η δημιουργία γραφικών αντικειμένων είναι άμεση σε αντίθεση με τα άλλα δύο λογισμικά, στα οποία θα πρέπει να προηγηθούν κατάλληλες ενέργειες πάνω από τις οποίες θα λειτουργήσουν τα γραφικά αντικείμενα. Επίσης στο OpenAPC δεν χρειάζεται συγγραφή κώδικα, όπως στα OpenSCADA και IndigoSCADA, αφού διαθέτει τα στοιχεία ροής τα οποία εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες και η σύνδεση μεταξύ τους είναι σχετικά απλή. Ακόμη είναι εύκολο στην εκμάθηση και στη χρήση από νέους χρήστες μη ειδικευμένους σε συστήματα SCADA.

Πηγές

- [1]https://el.wikipedia.org/wiki/Λογισμικό_ανοικτού_κώδικα, τελευταία πρόσβαση: 17 Οκτωβρίου 2015
- [2]<https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>, τελευταία πρόσβαση: 3 Σεπτεμβρίου 2015
- [3]<https://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry>, τελευταία πρόσβαση: 24 Οκτωβρίου 2015
- [4]"ICSA-11-231-01—INDUCTIVE AUTOMATION IGNITION INFORMATION DISCLOSURE VULNERABILITY", τελευταία πρόσβαση: 24 Οκτωβρίου 2015
- [5] "ICSA-11-094-01—WONDERWARE INBATCH CLIENT ACTIVEX BUFFER OVERFLOW", τελευταία πρόσβαση: 20 Οκτωβρίου 2015
- [6]Slay, J.; Miller, M. (November 2007). "Chpt 6: Lessons Learned from the Maroochy Water Breach". Critical infrastructure protection (Online-Ausg. ed.). Springer Boston. pp. 73–82. ISBN 978-0-387-75461-1. , τελευταία πρόσβαση: 20 Οκτωβρίου 2015
- [7]http://www.empcommission.org/docs/A2473-EMP_Commission-7MB.pdf, τελευταία πρόσβαση: 7 Οκτωβρίου 2015
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_61131-3, τελευταία πρόσβαση: 2 Οκτωβρίου 2015
- [9]<https://en.wikipedia.org/wiki/Modbus>, τελευταία πρόσβαση: 20 Αυγούστου 2015
- [10]<https://en.wikipedia.org/wiki/RP-570>, τελευταία πρόσβαση: 5 Οκτωβρίου 2015
- [11]<https://en.wikipedia.org/wiki/Profibus>, τελευταία πρόσβαση: 5 Οκτωβρίου 2015
- [12]https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60870-5, τελευταία πρόσβαση: 9 Οκτωβρίου 2015
- [13]https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_61850, τελευταία πρόσβαση: 9 Οκτωβρίου 2015
- [14]<https://en.wikipedia.org/wiki/DNP3>, τελευταία πρόσβαση: 20 Αυγούστου 2015
- [15]<http://www.openapc.com/>, τελευταία πρόσβαση: 2 Οκτωβρίου 2015
- [16]<http://www.openapc.com/download/manual.pdf>, τελευταία πρόσβαση: 2 Οκτωβρίου 2015
- [17]<http://oscada.org/>, τελευταία πρόσβαση: 9 Οκτωβρίου 2015
- [18]<http://wiki.oscada.org/HomePageEn/Doc/ProgrammManual?v=ksv>, τελευταία πρόσβαση: 9 Οκτωβρίου 2015
- [19]<http://www.enscada.com/a7khg9/IndigoSCADA.html>, τελευταία πρόσβαση: 25 Αυγούστου 2015
- [20]<https://www.matrikonopc.com/downloads/150/specifications/index.aspx>, τελευταία πρόσβαση: 21 Αυγούστου 2015
- [21]<https://www.matrikonopc.com/products/opc-event-management/opc-ae-explorer.aspx>, τελευταία πρόσβαση: 21 Αυγούστου 2015
- [22]IndigoSCADA_user_manual.pdf, τελευταία πρόσβαση: 1 Σεπτεμβρίου 2015