



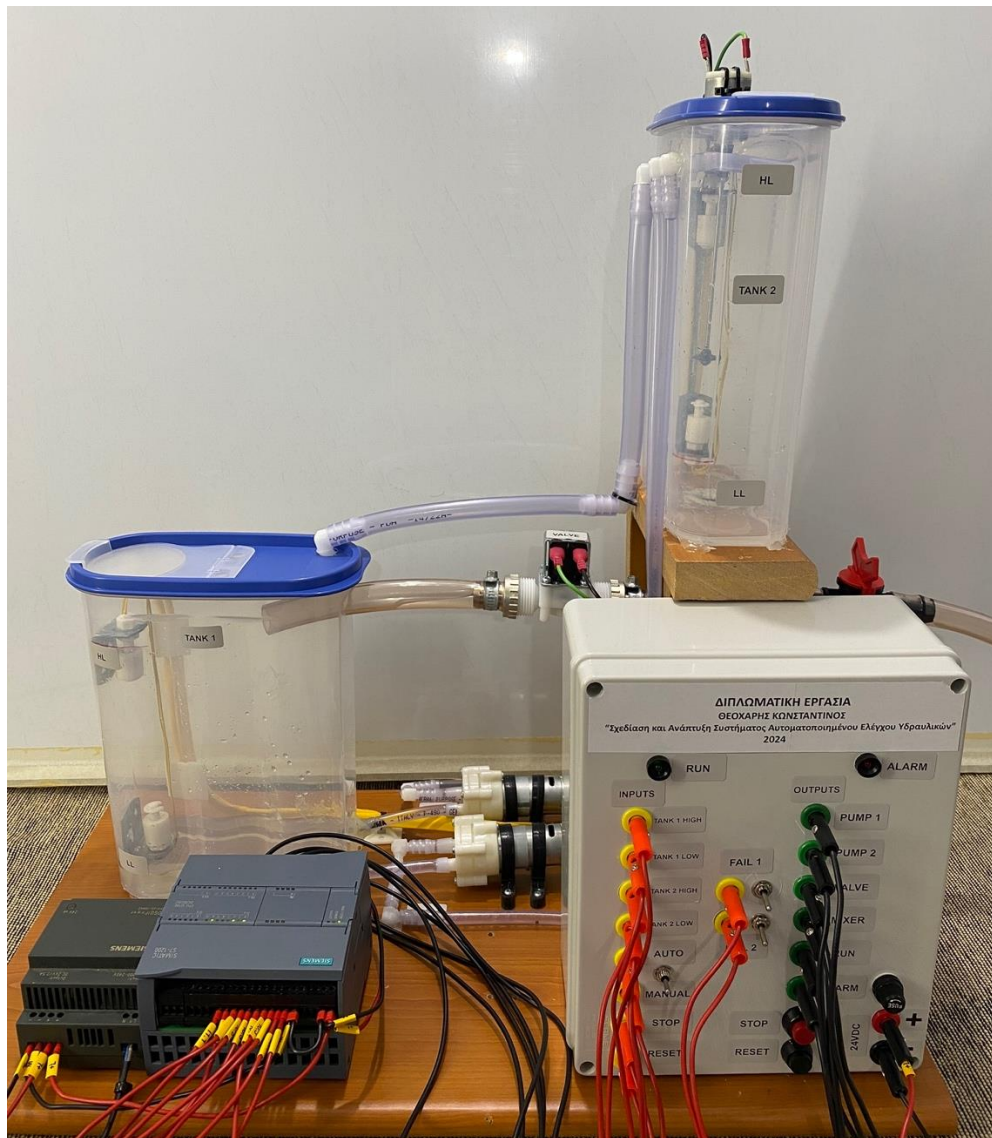
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## Διπλωματική Εργασία

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου  
ελέγχου υδραυλικών συστημάτων



Φοιτητής: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ  
ΑΜ: 193807073

Επιβλέπων Καθηγητής

ΞΕΝΟΦΩΝ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΚΑΝΔΡΗΣ

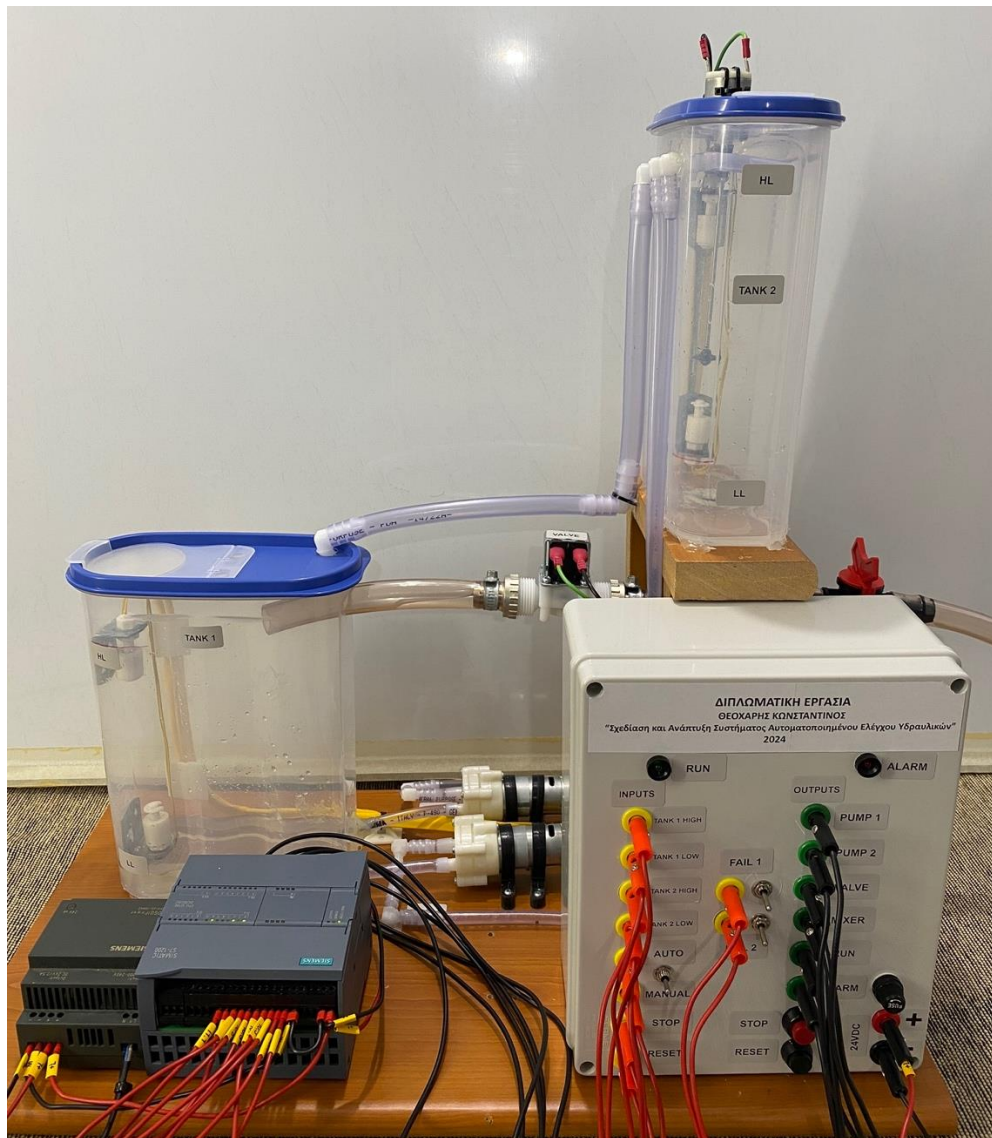
ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING**

## **Diploma Thesis**

# **Design and development of a System for the Automated Control of hydraulic systems**



**Student: KONSTANTINOS THEOCHARIS**  
**Registration Number: 193807073**

**Supervisor**

**XENOPHON DIONYSIOS KANDRIS**

**ATHENS-EGALEO, SEPTEMBER 2024**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Ξενοφών Διονύσιος Κανδρής, Καθηγητής	Ευάγγελος Βαλαμόντες, Καθηγητής	Γρηγόριος Κουλούρας, Αναπληρωτής Καθηγητής
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Κωνσταντίνος Θεοχάρης, Σεπτέμβριος, 2024

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κωνσταντίνος Θεοχάρης του Ευσταθίου, με αριθμό μητρώου 193807073 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

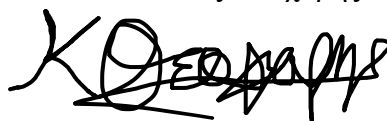
«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι το 2025 και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Ο Δηλών

Κωνσταντίνος Θεοχάρης



## **Αφιερώσεις**

Αφιερωμένη στους γονείς μου Ευστάθιο Θεοχάρη και Κωνσταντία Ζησίμου, καθώς και στην αδελφή μου Θεοδώρα Θεοχάρη.

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη σε όλους όσοι συνέβαλαν στη στήριξή μου κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας.

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω από καρδιάς τους γονείς μου, για την αδιάκοπη υποστήριξή τους σε κάθε βήμα της πορείας μου. Η αγάπη, η υπομονή και η ενθάρρυνσή τους ήταν οι σταθερές μου δυνάμεις και δίχως τη δική τους πίστη στις δυνατότητές μου, δε θα βρισκόμουν εδώ σήμερα.

Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην αγαπημένη μου αδερφή, η οποία ήταν πάντα δίπλα μου, παρέχοντάς μου την απαραίτητη συναισθηματική στήριξη και χαρίζοντάς μου αισιοδοξία όταν τη χρειαζόμουν.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω θερμά τον θείο μου, Χρήστο, για την πολύτιμη καθοδήγησή του και τις συμβουλές του. Η βοήθειά του ήταν καταλυτική στη διαμόρφωση του έργου μου.

Τέλος, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Ξενοφώντα-Διονύσιο Κανδρή, για την επιστημονική του καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και την αμέριστη υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Η συμβολή του δεν ήταν μόνο τεχνική αλλά και καθοριστική για την προσωπική μου εξέλιξη ως ερευνητή.

Σε όλους εσάς, οφείλω πολλά και σας ευχαριστώ από καρδιάς.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τη βελτιστοποίηση υδραυλικών συστημάτων, και ειδικότερα συστημάτων ύδρευσης με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, επικεντρώνοντας κυρίως στην τηλεμετρία, τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) και τα συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA).

Στα υδραυλικά συστήματα η τηλεμετρία επιτρέπει τη συλλογή και αποστολή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από απομακρυσμένα σημεία του δικτύου ύδρευσης προς το κέντρο ελέγχου. Αυτός ο μηχανισμός παρακολούθησης επιτρέπει την άμεση ανίχνευση και αντιμετώπιση προβλημάτων, βελτιώνοντας τη συντήρηση και την αποδοτικότητα του συστήματος.

Τα PLC επίσης διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση των δεδομένων και τον έλεγχο των περιφερειακών στοιχείων του συστήματος, όπως τα αισθητήρια. Αυτά τα περιφερειακά στοιχεία επιτρέπουν την ακριβή ρύθμιση των αντλιών και άλλων κρίσιμων λειτουργιών, καθώς και την παρακολούθηση των βασικών παραμέτρων όπως η πίεση, η στάθμη και η ροή του νερού.

Τέλος τα συστήματα SCADA παρέχουν μια πλατφόρμα παρακολούθησης και ελέγχου, επιτρέποντας τη διαχείριση των λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο και την αποτελεσματική συντήρηση.

Μέσω της πειραματικής εφαρμογής που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, καταδεικνύεται ότι η εφαρμογή των τεχνολογιών τηλεμετρίας και SCADA, σε συνδυασμό με το PLC S7-1200 της εταιρίας Siemens, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στην αποδοτικότητα και την αξιοπιστία των συστημάτων ύδρευσης, υποστηρίζοντας τη βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων πόρων.

## Λέξεις – κλειδιά

Έλεγχος συστημάτων ύδρευσης, PLC, SCADA, αντιστροφείς (inverters), βελτιστοποίηση, συστήματα ύδρευσης, αισθητήρια, Προγραμματισμός PLC, πειραματική εφαρμογή

## **Abstract**

This thesis examines the optimization of hydraulic systems, and in particular water supply systems, using modern technologies, focusing mainly on telemetry, programmable logic controllers (PLC) and supervisory control and data acquisition (SCADA) systems.

In hydraulic systems, telemetry allows data to be collected and sent in real time from remote parts of the water supply network to the control center. This monitoring mechanism enables immediate detection and resolution of problems, improving system maintenance and efficiency.

PLCs also play a critical role in data management and control of system peripherals such as sensors. These peripherals allow precise adjustment of pumps and other critical functions, as well as monitoring of key parameters such as pressure, level and water flow.

Through the experimental application designed and developed in the context of this thesis, it is demonstrated that the application of telemetry and SCADA technologies, in combination with the PLC S7-1200 of Siemens, can lead to significant improvements in the efficiency and reliability of the systems water supply, supporting the sustainable management of water resources.

## **Keywords**

Control of water supply systems, PLC, SCADA, inverters, optimization, Water supply systems, sensors, PLC programming, Experimental Layout



## Περιεχόμενα

<b>Κατάλογος Εικόνων .....</b>	<b>9</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>15</b>
<b>Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....</b>	<b>16</b>
<b>Σκοπός και στόχοι .....</b>	<b>16</b>
<b>Μεθοδολογία.....</b>	<b>16</b>
<b>Δομή 17</b>	
<b>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Τηλεμετρία.....</b>	<b>18</b>
1.1 Σύστημα τηλεμετρίας.....	18
1.2 Στόχοι ενός συστήματος τηλεμετρίας .....	19
1.3 Τοπολογία συστήματος.....	19
1.4 Περιγραφή Λειτουργίας – Πρόγραμμα Λειτουργίας.....	21
1.5 Σύστημα επικοινωνίας .....	22
1.6 Σύστημα SCADA .....	22
1.7 Λογισμικά υδραυλικού μοντέλου επίλυσης δικτύου ύδρευσης .....	24
1.7.1 Λογισμικό διαχείρισης ενέργειας.....	24
1.7.2 Λογισμικό ισοζυγίου.....	25
1.7.3 Λογισμικό ποιοτικού ελέγχου.....	26
1.7.4 Λογισμικό διασύνδεσης μαθηματικού μοντέλου προσομοίωσης δικτύου ύδρευσης με SCADA...27	
1.8 Περιφερειακά στοιχεία ελέγχου σε ένα σύστημα τηλεμετρίας.....	28
1.8.1 Αισθητήρια .....	28
1.8.2 Inverters.....	29
1.9 Soft Starters.....	31
1.10 LORA.....	32
<b>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : PLC SIMATIC S7-1200.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1 HARDWARE.....</b>	<b>34</b>
2.1.1 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) με διαφορετικές επιδόσεις, ενσωματωμένες εισόδους / εξόδους και διεπαφή PROFINET (π.χ. CPU 1214C)[12].....	34
2.1.2 Μονάδα τροφοδοσίας ρεύματος (PM) με είσοδο 120/230 V AC, 50 Hz / 60 Hz, 1,2 A / 0,7 A και έξοδο 24 V DC / 2,5 A.....	40
2.1.3 Μονάδες σήματος (SM).....	41
2.1.4 Μονάδες σήματος (SBs) .....	47
2.1.5 Μονάδες επικοινωνίας (CM) .....	47
2.1.6 Μικρή μονάδα διακόπτη (CSM) .....	48
2.1.7 Κάρτες μνήμης SIMATIC .....	49
<b>2.2 STEP 7 Basic V19 (TIA Portal V19) programming software.....</b>	<b>49</b>
2.2.1 Hardware configuration.....	50
2.2.2 Ορισμός της IP address στη συσκευή προγραμματισμού.....	50
2.2.3 Ορισμός της IP address στη CPU .....	52
2.2.4 Restore τα factory settings της the CPU .....	54
2.2.5 Δημιουργώντας ένα νέο Project.....	55
2.2.6 Διαμόρφωση του Ethernet interface της CPU.....	59
2.2.7 Ρυθμίστε τις περιοχές διεύθυνσης.....	60
2.2.8 Save & compile to hardware configuration.....	61
2.2.9 Download to hardware configuration στη CPU.....	62
2.2.10 Δημιουργία προγράμματος.....	67
2.2.11 Γλώσσες Προγραμματισμού .....	69
<b>3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Οπτικοποίηση διεργασιών με το SIMATIC HMI Unified Basic Panel MTP700 Basic και το WinCC Unified .....</b>	<b>70</b>

<b>3.1</b>	<b>Οπτικοποίηση διαδικασίας</b> .....	<b>70</b>
<b>3.2</b>	<b>SIMATIC HMI Unified Basic Panel MTP700 Unified</b> .....	<b>71</b>
3.2.1	Περιγραφή συσκευής .....	71
3.2.2	Σχεδιασμός του MTP700 Unified για PROFINET .....	72
3.2.3	Memory concept.....	72
<b>3.3</b>	<b>WinCC Unified programming software</b> .....	<b>73</b>
3.3.1	Hardware configuration.....	73
3.3.2	Σχεδιασμός της δομής της οθόνης .....	74
3.3.3	Βασικές ρυθμίσεις για το WinCC Unified Basic στην TIA Portal .....	74
3.3.4	WinCC user interface .....	75
3.3.5	Project tree .....	75
3.3.6	Details view.....	75
3.3.7	Menu bar & buttons .....	76
3.3.8	Περιοχή εργασίας .....	76
3.3.9	Toolbox .....	77
3.3.10	Παράθυρο ιδιοτήτων.....	77
3.3.11	Additional tabs.....	78
<b>3.4</b>	<b>Ανάκτηση ενός υπάρχοντος έργου</b> .....	<b>79</b>
<b>3.5</b>	<b>Προσθήκη SIMATIC HMI MTP700 Unified Basic</b> .....	<b>80</b>
<b>3.6</b>	<b>Connections and HMI tags</b> .....	<b>81</b>
<b>3.7</b>	<b>Downloading the CPU and panel</b> .....	<b>82</b>
<b>4</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : Πειραματική εφαρμογή</b> .....	<b>84</b>
4.1	Περιγραφή πειραματικής εφαρμογής .....	84
4.2	Ηλεκτρολογικό σχέδιο της πειραματικής εφαρμογής.....	88
4.3	Προγραμματισμός PLC .....	88
4.4	Προγραμματισμός SCADA .....	117
<b>5</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο : Επίλογος</b> .....	<b>125</b>
5.1	Σύνοψη εργασίας.....	125
5.2	Προβλήματα – Επίλυση.....	126
5.3	Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα.....	127
5.4	Προτάσεις μελλοντικής εξέλιξης.....	128
<b>Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές</b> .....		<b>130</b>
<b>Παράρτημα Α</b> .....		<b>131</b>

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Υφιστάμενο κεντρικό σύστημα ελέγχου ύδρευσης .....	20
Εικόνα 2: Υφιστάμενο τοπικό σύστημα ελέγχου ύδρευσης.....	21
Εικόνα 3: 6ES7214-1AG40-0XB0.....	34
Εικόνα 4: Ηλεκτρολογικό σχέδιο του 6ES7214-1AG40-0XB0.....	35
Εικόνα 5: Μπροστινή όψη CPU 1214C DC/DC/DC .....	38
Εικόνα 6: Τοποθέτηση κάρτας μνήμης .....	39
Εικόνα 7: Ένδειξη κατάστασης της CPU.....	39
Εικόνα 8: CPU operator panel.....	40
Εικόνα 9: Μονάδα τροφοδοσίας 6EP1332-1SH71 .....	40
Εικόνα 10: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μονάδας τροφοδοσίας 6EP1332-1SH71.....	41
Εικόνα 11: Digital Input 6ES7221-1BF32-0XB0 .....	41
Εικόνα 12: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Digital Input 6ES7221-1BF32-0XB0.....	42
Εικόνα 13: Digital Output 6ES7222-1BF32-0XB0 .....	42
Εικόνα 14: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Digital Output 6ES7222-1BF32-0XB0.....	43
Εικόνα 15: DI/DO 6ES7223-1BH32-0XB0.....	43
Εικόνα 16: Ηλεκτρολογικό σχέδιο DI/DO 6ES7223-1BH32-0XB0.....	44
Εικόνα 17: Analog Input 6ES7231-4HD32-0XB0.....	44
Εικόνα 18: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Analog Input 6ES7231-4HD32-0XB0 .....	45
Εικόνα 19: Analog Output 6ES7232-4HB32-0XB0 .....	45
Εικόνα 20: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Analog Output 6ES7232-4HB32-0XB0.....	46
Εικόνα 21: AI/AO 6ES7234-4HE32-0XB0 .....	46
Εικόνα 22: Ηλεκτρολογικό σχέδιο AI/AO 6ES7234-4HE32-0XB0.....	47
Εικόνα 23: Κάρτα SB.....	47
Εικόνα 24: Μονάδα επικοινωνίας CM.....	48
Εικόνα 25: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μονάδας επικοινωνίας CM .....	48
Εικόνα 26: Μονάδα διακόπτη CSM.....	48
Εικόνα 27: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μονάδας διακόπτη CSM .....	49
Εικόνα 28: Κάρτα μνήμη SIMATIC .....	49
Εικόνα 29: Εικονίδιο σύνδεση στο network .....	50

<i>Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων</i>	
Εικόνα 30: Network status .....	51
Εικόνα 31: Network connections .....	51
Εικόνα 32: Ethernet properties .....	52
Εικόνα 33: Internet protocol version 4 .....	52
Εικόνα 34: TIA portal .....	53
Εικόνα 35: Project view .....	53
Εικόνα 36: Assign ip address TIA portal .....	54
Εικόνα 37: General window .....	54
Εικόνα 38: Restore factory settings.....	55
Εικόνα 39: Window online & diagnostics for reset .....	55
Εικόνα 40: Window online & diagnostics for stopping CPU .....	55
Εικόνα 41: Window for creating new project .....	56
Εικόνα 42: Window for creating new project .....	56
Εικόνα 43: Window for configuring a device .....	56
Εικόνα 44: Window for adding a new device .....	57
Εικόνα 45: Window for adding a new device .....	57
Εικόνα 46: Window for giving a new device name .....	58
Εικόνα 47: Window for configuring a new device .....	58
Εικόνα 48: Window for adding a new device .....	58
Εικόνα 49: Project view .....	59
Εικόνα 50: Window for giving an ethernet address .....	59
Εικόνα 51: Window for giving an ethernet address .....	60
Εικόνα 52: Window for giving an ethernet address .....	60
Εικόνα 53: Window of device view .....	60
Εικόνα 54: Window device data .....	61
Εικόνα 55: Window for compling.....	61
Εικόνα 56: Window for compiling.....	62
Εικόνα 57: Window for compiling.....	62
Εικόνα 58: Window for extended downloading.....	63
Εικόνα 59: Window for extended downloading.....	63

<i>Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων</i>	
Εικόνα 60: Window for connecting to interface .....	64
Εικόνα 61: Window for connecting to interface .....	64
Εικόνα 62: Window for showing all compatible devices.....	65
Εικόνα 63: Window for showing all compatible devices.....	66
Εικόνα 64: Window of load preview.....	66
Εικόνα 65: Window of load results .....	67
Εικόνα 66: Project view .....	67
Εικόνα 67: Main OB(1).....	68
Εικόνα 68: Εντολές .....	69
Εικόνα 69: MTP700 Unified.....	71
Εικόνα 70: Σχεδιασμός του MTP700 Unified.....	72
Εικόνα 71: Δομή οθονών .....	74
Εικόνα 72: Settings .....	74
Εικόνα 73: Διεπαφή χρήστη.....	74
Εικόνα 74: User interface.....	75
Εικόνα 75: Παράθυρο έργου.....	75
Εικόνα 76: Details view .....	76
Εικόνα 77: Menu bar & buttons .....	76
Εικόνα 78: Περιοχή εργασίας .....	76
Εικόνα 79: Toolbox.....	77
Εικόνα 80: Properties window .....	78
Εικόνα 81: Layout.....	79
Εικόνα 82: Window for retrieving project .....	79
Εικόνα 83: Window for adding SIMATIC HMI MTP700 Unified Basic.....	80
Εικόνα 84: Window for adding SIMATIC HMI MTP700 Unified Basic.....	80
Εικόνα 85: Window of connections .....	81
Εικόνα 86: HMI tags .....	81
Εικόνα 87: HMI tags .....	82
Εικόνα 88: Download device .....	82
Εικόνα 89: Window for searching compatible devices .....	83

<i>Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων</i>	
Εικόνα 90: Πειραματική διάταξη.....	85
Εικόνα 91: Πειραματική εφαρμογή.....	86
Εικόνα 92: Πειραματική εφαρμογή.....	87
Εικόνα 93: OB1 (main) program της πειραματικής εφαρμογής .....	88
Εικόνα 94: Network 1 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής.....	88
Εικόνα 95: Network 2 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής.....	89
Εικόνα 96: Network 3 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής.....	89
Εικόνα 97: Network 4 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής.....	89
Εικόνα 98: Network 5 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής.....	90
Εικόνα 99: Network 6 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής.....	90
Εικόνα 100: Network 1 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	91
Εικόνα 101: Network 2 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	92
Εικόνα 102: Network 3 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	93
Εικόνα 103: Network 4 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	94
Εικόνα 104: Network 5 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	95
Εικόνα 105: Network 6 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	96
Εικόνα 106: Network 7 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	97
Εικόνα 107: Network 8 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής .....	98
Εικόνα 108: Network 1 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	99
Εικόνα 109: Network 2 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	99
Εικόνα 110: Network 3 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	99
Εικόνα 111: Network 4 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	100
Εικόνα 112: Network 5 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	100
Εικόνα 113: Network 6 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	101
Εικόνα 114: Network 7 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	102
Εικόνα 115: Network 8 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	103
Εικόνα 116: Network 9 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	104
Εικόνα 117: Network 10 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	105
Εικόνα 118: Network 11 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	106
Εικόνα 119: Network 12 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής .....	106

Εικόνα 120: Network 1 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής .....	107
Εικόνα 121: Network 2 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής .....	108
Εικόνα 122: Network 3 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής .....	108
Εικόνα 123: Network 4 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής .....	109
Εικόνα 124: Network 1 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	109
Εικόνα 125: Network 2 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	110
Εικόνα 126: Network 3 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	110
Εικόνα 127: Network 4 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	111
Εικόνα 128: Network 5 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	111
Εικόνα 129: Network 6 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	112
Εικόνα 130: Network 7 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	112
Εικόνα 131: Network 8 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	113
Εικόνα 132: Network 9 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής .....	113
Εικόνα 133: SCADA [DB100] της πειραματικής εφαρμογής .....	115
Εικόνα 134: PLC tags της πειραματικής εφαρμογής .....	116
Εικόνα 135: PLC data types «MOTORS» της πειραματικής εφαρμογής .....	117
Εικόνα 136: PLC data types «VALVES» της πειραματικής εφαρμογής .....	117
Εικόνα 137: HOME screen της πειραματικής εφαρμογής .....	118
Εικόνα 138: MODE screen της πειραματικής εφαρμογής .....	118
Εικόνα 139: COUNTING screen της πειραματικής εφαρμογής .....	119
Εικόνα 140: ALARM screen της πειραματικής εφαρμογής .....	119
Εικόνα 141: HMI tags της πειραματικής εφαρμογής .....	120
Εικόνα 142: HMI alarms της πειραματικής εφαρμογής .....	121
Εικόνα 143: Text and graphic lists της πειραματικής εφαρμογής .....	121
Εικόνα 144: Properties .....	122
Εικόνα 145: Events .....	122
Εικόνα 146: Properties .....	122
Εικόνα 147: Properties .....	123
Εικόνα 148: Properties .....	123
Εικόνα 149: Properties .....	123

<i>Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων</i>	
Εικόνα 150: Properties .....	124
Εικόνα 151: Properties .....	124
Εικόνα 152: Alarm control .....	124



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνδυασμένη εφαρμογή τεχνολογιών τηλεμετρίας, προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή και συστήματος εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων είναι ιδανική για την υποστήριξη εφαρμογών αυτοματοποιημένου ελέγχου [1]. Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την υλοποίηση της ειδικότερα σε συστήματα ύδρευσης.

Η **τηλεμετρία** αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της παρακολούθησης και του ελέγχου των σύγχρονων συστημάτων ύδρευσης. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη συλλογή και αποστολή δεδομένων από απομακρυσμένες τοποθεσίες προς ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου σε πραγματικό χρόνο. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η τηλεμετρία εφαρμόζεται για τη μεταφορά δεδομένων από τα αισθητήρια πίεσης, στάθμης, θερμοκρασίας και παροχής του νερού, τα οποία είναι εγκατεστημένα σε διαφορετικά σημεία του δικτύου ύδρευσης. Με αυτόν τον τρόπο, οι διαχειριστές μπορούν να έχουν άμεση εικόνα των συνθηκών που επικρατούν στο δίκτυο, ενώ μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν τη λειτουργία του εξ αποστάσεως.

Η τηλεμετρία επιτρέπει την άμεση ανίχνευση προβλημάτων ή ανωμαλιών στο σύστημα, όπως για παράδειγμα διαρροές, υπερβολική πίεση ή χαμηλή παροχή, δίνοντας τη δυνατότητα για άμεση παρέμβαση. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της τηλεμετρίας είναι η δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων που συλλέγονται, επιτρέποντας τη μακροχρόνια ανάλυση και την πρόβλεψη μελλοντικών βλαβών ή την εφαρμογή προληπτικής συντήρησης. Μέσω αυτής της διαδικασίας, η λειτουργία του συστήματος ύδρευσης μπορεί να βελτιστοποιηθεί, μειώνοντας τις απώλειες νερού και εξοικονομώντας πόρους τόσο σε επίπεδο ενέργειας όσο και σε επίπεδο συντήρησης. Τα περιφερειακά στοιχεία παίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του συστήματος. Οι αισθητήρες παρέχουν κρίσιμες μετρήσεις, όπως στάθμη, πίεση και θερμοκρασία, επιτρέποντας εποπτεία σε πραγματικό χρόνο. Οι inverter προσαρμόζουν την ταχύτητα των αντλιών ανάλογα με τη ζήτηση, ενώ οι soft starters διασφαλίζουν ομαλή εκκίνηση, αποφεύγοντας ξαφνικά φορτία. Αν και το LoRa δεν χρησιμοποιείται στην παρούσα διπλωματική, είναι μια ασύρματη τεχνολογία που μπορεί να αξιοποιηθεί μελλοντικά για τη διανομή δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις.

Σε αναρίθμητα συστήματα και εφαρμογές αυτοματοποιημένου ελέγχου, ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (Programmable Logic Controller – **PLC**) διαδραματίζει κεντρικό ρόλο, καθώς επιτρέπει την παρακολούθηση, τον έλεγχο και την αλληλεπίδραση με τα διάφορα περιφερειακά στοιχεία του συστήματος ύδρευσης. Χάρη στην υψηλή ευελιξία και αξιοπιστία του, το PLC μπορεί να προγραμματιστεί με τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται σε διάφορες λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, από τον έλεγχο των αντλιών και των βαλβίδων μέχρι τη ρύθμιση της πίεσης και της ροής του νερού. Η δυνατότητα ενσωμάτωσης πολλαπλών εισόδων και εξόδων, καθώς και η δυνατότητα επικοινωνίας με διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας, καθιστά το PLC ιδανικό για πολύπλοκα και διανεμημένα συστήματα όπως τα δίκτυα ύδρευσης.

Το σύστημα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (Supervisory Control and Data Acquisition – **SCADA**) αποτελεί τη "ραχοκοκαλιά" της παρακολούθησης και διαχείρισης του συστήματος ύδρευσης. Το SCADA επιτρέπει την παρακολούθηση των παραμέτρων του συστήματος σε πραγματικό χρόνο, συλλέγοντας και επεξεργαζόμενο τα δεδομένα που λαμβάνονται από τα αισθητήρια και τα περιφερειακά του συστήματος. Μέσω του SCADA, οι χειριστές μπορούν να ελέγχουν την κατάσταση του συστήματος, να ανιχνεύουν ανωμαλίες και να παρεμβαίνουν άμεσα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Το SCADA προσφέρει γραφικό περιβάλλον χρήστη (GUI), το οποίο επιτρέπει την απεικόνιση της κατάστασης του συστήματος σε πραγματικό χρόνο. Μέσω της χρήσης αυτού του συστήματος, οι ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Κωνσταντίνος Θεοχάρης

διαχειριστές μπορούν να δουν αναπαραστάσεις των δεξαμενών, των αντλιών, των βαλβίδων και άλλων κρίσιμων στοιχείων του δικτύου. Επιπλέον, το σύστημα επιτρέπει την καταγραφή όλων των συμβάντων και τη διατήρηση ιστορικών δεδομένων, διευκολύνοντας την ανάλυση της απόδοσης και την ταυτοποίηση περιοχών όπου μπορούν να γίνουν βελτιώσεις.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, σχεδιάζεται και υλοποιείται μια **πειραματική εφαρμογή** η οποία ενσωματώνει τις παραπάνω τεχνολογίες σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης ύδρευσης. Το PLC S7-1200 εκτελεί τον έλεγχο των περιφερειακών, ενώ το SCADA επιβλέπει την όλη διαδικασία και παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα στους χειριστές. Μέσω αυτής της εφαρμογής διακριβώνεται η απόδοση του συστήματος και εκτελούνται δοκιμές για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του. Ο στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση του λειτουργικού κόστους και η βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος ύδρευσης.

Συμπερασματικά, η εργασία αυτή στοχεύει στη διερεύνηση και πρακτική εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών ελέγχου και παρακολούθησης, με απώτερο στόχο τη βελτιστοποίηση των συστημάτων ύδρευσης. Με τη χρήση του PLC S7-1200, της τηλεμετρίας και του SCADA, επιδιώκεται να αποδειχθεί ότι ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογιών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση και την αξιοπιστία των συστημάτων ύδρευσης, οδηγώντας σε καλύτερη διαχείριση των πόρων και σε μείωση των κινδύνων που σχετίζονται με την αδιάλειπτη λειτουργία τους.

### **Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας**

Η διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και αξιοπιστίας των συστημάτων ύδρευσης. Περιλαμβάνει την ανάλυση και εφαρμογή τεχνολογιών όπως η τηλεμετρία, τα PLC, το SCADA και οι περιφερειακές συσκευές σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης ύδρευσης.

### **Σκοπός και στόχοι**

Ο σκοπός της μελέτης είναι να εξετάσει τη συνδυασμένη χρήση των τεχνολογιών τηλεμετρίας, PLC, SCADA και περιφερειακών συσκευών για την αναβάθμιση της διαχείρισης και του ελέγχου συστημάτων ύδρευσης, με στόχο την επίτευξη μιας πιο αποδοτικής, οικονομικά συμφέρουσας και αξιόπιστης λειτουργίας των συστημάτων μέσω της ενσωμάτωσης αυτών των τεχνολογιών.

Η εργασία στοχεύει να αναδείξει τον ρόλο της τηλεμετρίας στη συλλογή και αποστολή δεδομένων από απομακρυσμένες τοποθεσίες και να εξετάσει την επίδρασή της στη βελτίωση της παρακολούθησης των συστημάτων ύδρευσης. Επίσης, εξετάζει τη λειτουργία του PLC Siemens S7-1200 και τις δυνατότητές του στην παρακολούθηση και τον έλεγχο διάφορων στοιχείων του συστήματος ύδρευσης. Αναλύει τον ρόλο του συστήματος SCADA στην παροχή παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, καταγραφής δεδομένων και γραφικού περιβάλλοντος χρήστη. Επιπλέον, εστιάζει στη σημασία των περιφερειακών συσκευών, όπως αισθητήρες, inverters και soft starters, στη συνολική απόδοση του συστήματος ύδρευσης. Παρουσιάζει και αναλύει μια πειραματική εφαρμογή που ενσωματώνει τις παραπάνω τεχνολογίες, εστιάζοντας στη βελτίωση της απόδοσης, εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης του κόστους λειτουργίας. Τέλος, συνάγονται συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της συνδυασμένης χρήσης των τεχνολογιών και προτείνονται συστάσεις για τη βελτίωση των συστημάτων ύδρευσης.

### **Μεθοδολογία**

Για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας εφαρμόστηκε συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών τηλεμετρίας, προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή και συστήματος εποπτικού ελέγχου και

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων συλλογής δεδομένων για την υποστήριξη εφαρμογών αυτοματοποιημένου ελέγχου συστημάτων ύδρευσης.

## **Δομή**

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εστιάζει στη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για την αναβάθμιση συστημάτων ύδρευσης.

Αρχικά, αναλύεται η τηλεμετρία και η σημασία της στη συλλογή και αποστολή δεδομένων από απομακρυσμένες τοποθεσίες, επιτρέποντας την αποδοτική παρακολούθηση και διαχείριση των συστημάτων ύδρευσης.

Στη συνέχεια, αναλύονται η λειτουργία και οι δυνατότητες του PLC Siemens S7-1200, το οποίο είναι κρίσιμο για τη διαχείριση του συστήματος, και πώς ενσωματώνεται με άλλες τεχνολογίες.

Η εργασία συνεχίζει με την ανάλυση του συστήματος SCADA WinCC, το οποίο παρέχει εποπτικό έλεγχο και καταγραφή δεδομένων μέσω γραφικού περιβάλλοντος χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Ακολουθεί η αναφορά στις περιφερειακές συσκευές, όπως αισθητήρες, inverters και soft starters, και ο ρόλος τους στην αποδοτική λειτουργία του συστήματος.

Η εργασία ολοκληρώνεται με την παρουσίαση του πειραματικού συστήματος που αναπτύχθηκε το οποίο συνδυάζει τις παραπάνω τεχνολογίες, αναλύοντας την απόδοση, την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της αποδοτικότητας. Τα συμπεράσματα επιβεβαιώνουν ότι η συνδυασμένη χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη λειτουργία και αξιοπιστία των συστημάτων ύδρευσης.

## 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Τηλεμετρία

Ο κύριος στόχος ενός συστήματος τηλεμετρίας είναι να εξασφαλίζει τη βέλτιστη, αυτόματη λειτουργία της διεργασίας, χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. Ένας επιπλέον σκοπός είναι η προστασία των διαφόρων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων από λειτουργία σε μη αποδεκτές συνθήκες. Το σύστημα αυτό επικοινωνεί με το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (ΚΣΕ) για τη διπλής κατεύθυνσης ανταλλαγή πληροφοριών. Η τρέχουσα κατάσταση των απομακρυσμένων μονάδων εργασίας, δηλαδή των Τοπικών Συστημάτων Ελέγχου (ΤΣΕ), καταγράφεται στον υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος με το ΚΣΕ και απεικονίζεται στον πίνακα αυτοματισμού.

### 1.1 Σύστημα τηλεμετρίας

Η λειτουργία ενός συστήματος Τηλε-ελέγχου / Τηλεχειρισμού σκοπεύει στην βελτιστοποίηση της λειτουργίας των ήδη υφιστάμενων δικτύων ύδρευσης και στον βέλτιστο σχεδιασμό των μελλοντικών δικτύων. Οι επιδιωκόμενοι σκοποί από την εγκατάσταση του συστήματος τηλεμετρίας είναι οι ακόλουθοι:

1. **Εξοικονόμηση Φυσικών Πόρων.** Αστοχίες στα δίκτυα μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις σε απώλειες νερού και ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα τηλεχειρισμού ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο τους χειριστές του σχετικά με την εμφάνιση κρίσιμων καταστάσεων και συναγεμίων με αποτέλεσμα να μειωθούν σημαντικά οι επιπτώσεις σε απώλειες νερού και ηλεκτρικής ενέργειας.

2. **Προστασία της Υγείας.** Το σύστημα τηλεχειρισμού βελτιώνει το παρεχόμενο προς κατανάλωση πόσιμο νερό μέσω αποτελεσματικότερου ελέγχου των διαρροών που επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του.

3. **Βελτιστοποίηση του κόστους συντήρησης μέσω αναθεώρησης της πολιτικής συντήρησης.** Η έγκαιρη γνώση βλαβών και πιθανών αιτιών δυσλειτουργίας οδηγούν σε σημαντική μείωση του κόστους συντήρησης, αλλά και αύξηση της παραγωγικότητας των συνεργείων.

4. **Βελτιστοποίηση της μελλοντικής επέκτασης των δικτύων.** Η συνολική και σφαιρική αντίληψη της λειτουργίας του δικτύου, αλλά και η καταγραφή και συγκέντρωση σε βάση δεδομένων όλων των στοιχείων που αφορούν τις παραμέτρους λειτουργίας των δικτύων καταστούν αποτελεσματικότερο το μελλοντικό σχεδιασμό επέκτασης των δικτύων.

5. **Αξίопιστη ενημέρωση.** Έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση για την λειτουργική κατάσταση του δικτύου έχει ως αποτέλεσμα την άμεση ενεργοποίηση δράσεων.

#### 6. Επίλυση προβλημάτων – βλαβών.

- Απώλειες ύδατος λόγω ελλειμματικής εποπτείας και δυνατότητας διαχείρισης του δικτύου με ταυτόχρονη, λήψη αποφάσεων σε άμεσο χρόνο με δεδομένη την πολυπλοκότητα του δικτύου και την μεγάλη έκταση του.
- Εάν η διαχείριση της πίεσης είναι ανεπαρκής, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται «άχρηστες» υπερπίεσεις και επαναλαμβανόμενες θραύσεις των αγωγών οι οποίες επιτείνουν το πρόβλημα των διαρροών σε μεγάλο βαθμό.
- Οι πιεζομετρικές ζώνες δεν ελέγχονται ενώ δεν υπάρχουν επαρκείς σταθμοί πληροφόρησης αναφορικά με τους λειτουργικές παραμέτρους (πίεση, παροχή, στάθμη).

Η απώλεια ύδατος που παρατηρείται στο δίκτυο οδηγεί και σε μία αντίστοιχη απώλεια ενέργειας. Στην πράξη η ηλεκτρική ενέργεια που αντιστοιχεί στην άντληση και την επεξεργασία των υδάτων που διαρρέουν άσκοπα στον υδροφόρο ορίζοντα χωρίς να χρησιμοποιηθούν. Η ποσότητα της ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Κωνσταντίνος Θεοχάρης

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας που δαπανάται σε ένα μη παρακολουθούμενο δίκτυο ύδρευσης επιδεινώνεται και από τη μη συνεχή και μη αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της σωστής λειτουργίας των αντλιοστασίων του, που είναι και οι κύριοι καταναλωτές. Επίσης δημιουργείται η ανάγκη αυξημένων ποσοτήτων νερού για την κάλυψη της επάρκειας με ιδιαίτερα οξύμενο πρόβλημα τους θερινούς μήνες η οποία έχει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω υπεράντλησης αλλά και μεγάλες οικονομικές επιπτώσεις [2].

## 1.2 Στόχοι ενός συστήματος τηλεμετρίας

Η εγκατάσταση τηλεμετρικού συστήματος διαχείρισης και ελέγχου διαρροών στο δίκτυο ύδρευσης εξασφαλίζει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Συνεχής τηλεέλεγχος – τηλεχειρισμός των Τοπικών Σταθμών Ελέγχου (ΤΣΕ) μέσω προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών, ηλεκτρολογικού και υδραυλικού εξοπλισμού και λογισμικού SCADA.
- Κεντρικός έλεγχος του δικτύου μέσω λογισμικού SCADA και λοιπών λογισμικών από τον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου. Πλήρης εξοπλισμός του σταθμού με υλικό και λογισμικό με σκοπό την διασύνδεση και εκμετάλλευση σε επίπεδο εισερχόμενων δεδομένων των παρεχόμενων πληροφοριών από και προς όλους τους τοπικούς σταθμούς. Εξασφάλιση της επικοινωνιακής διασύνδεσης του κεντρικού σταθμού με όλους τους τοπικούς σταθμούς και δημιουργία κέντρου λήψης σημάτων σε κεντρική υπολογιστική μονάδα με σκοπό την συναξιολόγηση των δεδομένων και την λήψη αποφάσεων και μέτρων που θα οδηγήσουν σε άμεσο περιορισμό των διαρροών και βελτίωση του ισοζυγίου.

## 1.3 Τοπολογία συστήματος

Ο τοπικός σταθμός ελέγχου είναι συνδεδεμένος με όργανα μέτρησης, διατάξεις ασφαλείας και με όργανα λειτουργίας και μετρήσεων των δεξαμενών. Η εικόνα της κατάστασης που επικρατεί κάθε στιγμή στην έκαστη μονάδα καταγράφεται στο τοπικό PLC και απεικονίζεται μερικώς στον πίνακα αυτοματισμού

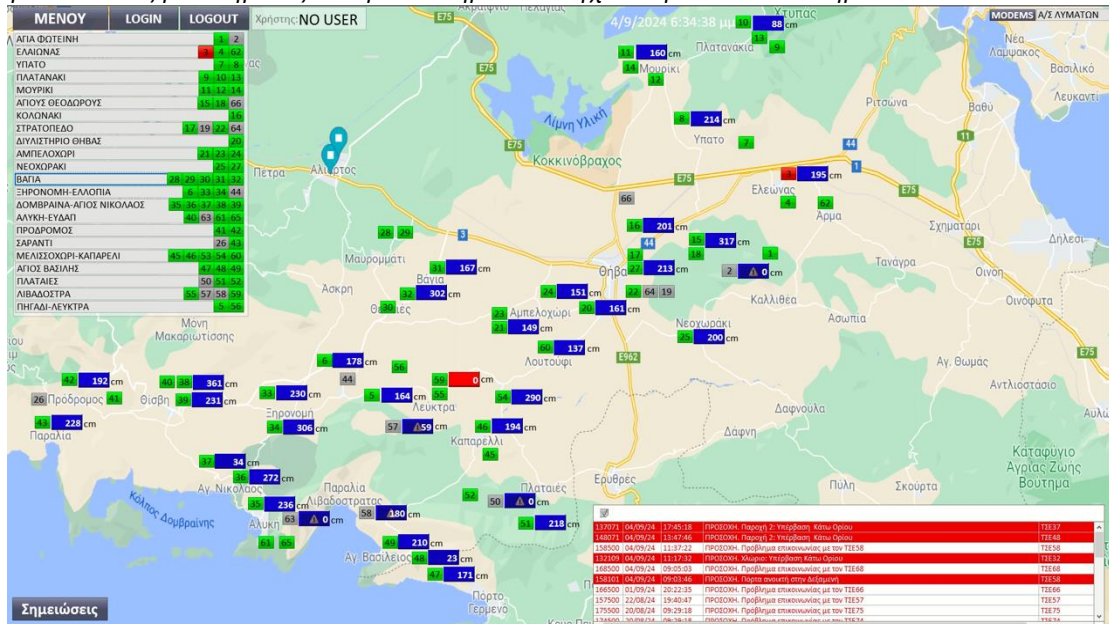
Το σύστημα ελέγχου και λειτουργίας τεχνολογίας PLC μπορεί να συνδεθεί με την εφαρμογή μέτρησης, ένδειξης και καταγραφής της στάθμης, παροχής, πίεσης, κατανάλωσης ισχύς, υπολειμματικού χλωρίου κ.τ.λ.

Το Κεντρικό Σύστημα Αυτόματου Ελέγχου ελέγχει το σύνολο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και του λογισμικού που πραγματοποιούν:

1. τη διαχείριση όλων των αναλογικών και ψηφιακών σημάτων/μετρήσεων και ελέγχων.
2. την εκτέλεση των αλγορίθμων ελέγχου.
3. την υποστήριξη του χειριστή, ώστε να διαθέτει συνεχή εικόνα όλων των μετρούμενων μεγεθών και να μπορεί να παρεμβαίνει στη ρύθμιση της διαδικασίας.
4. την συνεχή ενημέρωση του Κέντρου Παρακολούθησης μέσω του λογισμικού με τα απαιτούμενα δεδομένα, προκειμένου να επιβλέπεται σε 24ωρη βάση η ομαλή λειτουργία και να γίνεται άμεση διάγνωση ανωμαλιών και διαταραχών που θα δημιουργήσουν πρόβλημα στη συνέχεια. Το ποια δεδομένα επιστρέφονται στο Κέντρο Παρακολούθησης από τα διαθέσιμα κάθε στιγμή το αποφασίζει το λογισμικό του Κέντρου το οποίο θα εκτελεί και τα αντίστοιχα ερωτήματα στο σύστημα αυτοματισμού.

Στην Εικόνα 1 αποτυπώνεται ενδεικτικά το διάγραμμα ενός υφιστάμενου κεντρικού συστήματος ελέγχου ύδρευσης.

## Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων



Εικόνα 1: Υφιστάμενο κεντρικό σύστημα ελέγχου ύδρευσης

Πηγή: Σύστημα Τηλεμετρίας Ύδρευσης

### Ο κάθε τοπικός σταθμός (ΤΣΕ):

- Συλλέγει τις διαθέσιμες μετρήσεις. Η συλλογή των μετρήσεων γίνεται σε κάθε κύκλο προγράμματος.
- Ελέγχει τη λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού σύμφωνα με τις τοπικές περιοριστικές συνθήκες, τη φιλοσοφία λειτουργίας και τις κεντρικές εντολές ελέγχου.
- Μεταβιβάζει στο κεντρικό σύστημα τις τιμές των τοπικών μετρήσεων και τις τιμές των μεγεθών που υπολογίζονται με βάση τις τοπικές μετρήσεις.
- Συνδέεται με το σύστημα τηλεχειρισμού του Κεντρικού σταθμού ελέγχου (Κ.Σ.Ε.), παρέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες προς το κέντρο ελέγχου και δέχεται από αυτό εντολές, για την επίτευξη των εκάστοτε απαραίτητων μεταβολών στην λειτουργική κατάσταση των μηχανημάτων και οργάνων της μονάδας.
- Ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα την επικοινωνία με το ΚΣΕ και σε περίπτωση απώλειας ακυρώνει όλες τις τηλεχειριζόμενες εντολές και δεδομένα (όχι παραμέτρους).

Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης μπορεί να λειτουργεί με τρεις τρόπους:

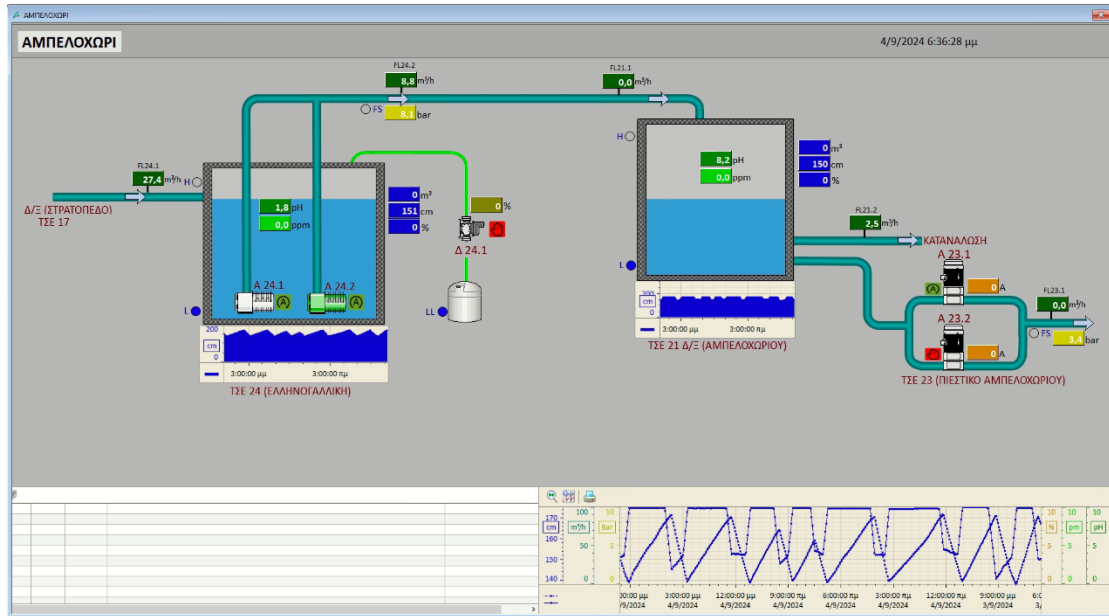
- Συμβατικός αυτοματισμός (χωρίς χρήση PLC), κατά τον οποίο οι ρυθμίσεις γίνονται τοπικά. Στην περίπτωση αυτή μεταβιβάζονται προς το κεντρικό σύστημα οι πληροφορίες λειτουργίας και βλαβών.
- Τοπικός αυτοματισμός μέσω PLC, κατά τον οποίο η λειτουργία γίνεται αυτόνομα (χωρίς επέμβαση ρύθμιση από το ΚΣΕ) και οι ρυθμίσεις γίνονται τοπικά. Προς το κεντρικό σύστημα μεταβιβάζονται οι πληροφορίες λειτουργίας και βλαβών.
- Κεντρικός αυτοματισμός μέσω του ΚΣΕ. Οι ρυθμίσεις γίνονται από το ΚΣΕ, σε περίπτωση όμως βλάβης του ή διακοπής της επικοινωνίας, η λειτουργία εξακολουθεί να γίνεται από τα τοπικά PLC ή από τοπικούς συμβατικούς αυτοματισμούς, ή και τα δυο και τότε μπορούν να γίνουν και ρυθμίσεις από αυτό.

Οι αυτοματισμοί (συμβατικός, τοπικός, ή κεντρικός) δίνουν τα κατάλληλα σήματα, πληροφορίες και

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων μετρήσεις για να παρακολουθείται η λειτουργία τους από το ΚΣΕ.

Το σύστημα αυτοματισμού εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία των μηχανημάτων και σε περίπτωση δε ανωμαλιών λειτουργίας ειδοποιεί κατάλληλα και θα προφυλάσσει τις εγκαταστάσεις από βλάβη [3].

Στην Εικόνα 2 εμφανίζεται ενδεικτικά το διάγραμμα ενός υφιστάμενου τοπικού συστήματος ελέγχου ύδρευσης.



Εικόνα 2: Υφιστάμενο τοπικό σύστημα ελέγχου ύδρευσης

Πηγή: Σύστημα Τηλεμετρίας Ύδρευσης

#### 1.4 Περιγραφή Λειτουργίας – Πρόγραμμα Λειτουργίας

Το σύστημα αυτοματισμού και τηλεελέγχου εποπτεύει και ελέγχει την κατάσταση και την λειτουργία όλων των μηχανημάτων. Πιο συγκεκριμένα, επιτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

**Έλεγχος επικοινωνιών:** Η λειτουργία αυτή ελέγχει την ποιότητα επικοινωνίας με τον ΚΣΕ και καταγράφει επιτυχημένες και αποτυχημένες απόπειρες επικοινωνίας. Επίσης, μπορεί να ορίσει αν πρέπει να διακοπεί η επικοινωνία, καθώς επίσης αποπειράται εκ νέου την επαναφορά της σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η ρουτίνα αυτή υπολογίζει επίσης το ρυθμό αποτυχημένων προσπαθειών επικοινωνίας ανά ώρα, μέγεθος που απεικονίζεται γραφικά στο SCADA του ΚΣΕ.

**Έλεγχος αναλογικών σημάτων και επεξεργασία μετρήσεων:** Η συνάρτηση που υλοποιεί τη λήψη και επεξεργασία των αναλογικών εισόδων μετατρέπει την εισερχόμενη τιμή τάσης ή ρεύματος σε φυσικό μέγεθος με όρια που μπορούν να παραμετροποιηθούν από το SCADA από ειδικά εξουσιοδοτημένο χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι αν κάποια στιγμή κατά τη λειτουργία του συστήματος απαιτηθεί αλλαγή κάποιου αισθητηρίου, η Υπηρεσία έχει τη δυνατότητα, χωρίς επέμβαση προγραμματιστή, να καταχωρήσει διαφορετικά από τα αρχικά όρια λειτουργίας ανάλογα με το νέο αισθητήριο. Επίσης, η ίδια ακριβώς δυνατότητα υπάρχει και στα εφεδρικά αναλογικά σήματα, δηλαδή η Υπηρεσία μελλοντικά μπορεί να προσθέσει όργανα μέτρησης χωρίς επέμβαση προγραμματιστή στον ΤΣΕ. Μόνη προϋπόθεση τα προς εγκατάσταση όργανα να δίνουν τον ίδιο τύπο σήματος με τον προκαθορισμένο στη διαμόρφωση υλικού του PLC του σταθμού. Σε περίπτωση μετρήσεων με πολύ μεγάλη διακύμανση, υπάρχει η δυνατότητα φιλτραρίσματος των τιμών αυτών καθώς και δυνατότητα ανίχνευσης κομμένου καλωδίου.

Να αναφερθεί ότι κάθε ενέργεια αλλαγής παραμέτρου καταχωρείται στη βάση δεδομένων του SCADA μαζί με στοιχεία όπως ημερομηνία και ώρα, όνομα και κωδικός χειριστή κοκ.

## **1.5 Σύστημα επικοινωνίας**

Το σύστημα επικοινωνίας, ως ένα από τα πιο καίρια κομμάτια, πρέπει να προσφέρει την απαραίτητη ροή δεδομένων προς τον ΚΣΕ με την σιγουριά για την απρόσκοπτη λειτουργία του.

Οι επικοινωνιακοί πάροχοι προσφέρουν οικονομικά και αξιόπιστα συμβόλαια διασύνδεσης των ΤΣΕ με τον ΚΣΕ/ΠΣΕ, φυσικά εφόσον επιλεγθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός επικοινωνιών, στους ΤΣΕ/ΚΣΕ/ΠΣΕ.

Η ορθή επικοινωνία είναι ανεπηρέαστη από όλους τους εξωγενείς παράγοντες, όπως καιρικά φαινόμενα (κακοκαιρία, κεραυνοί, αέρας κ.λπ.), βανδαλισμούς και φυσικά εμπόδια, οπότε και δεν εμφανίζονται προβλήματα μετακίνησης ή κλοπής κεραιών με απώλεια λήψης και υποχρέωση του τεχνικού προσωπικού να διανύσει μεγάλες αποστάσεις και να χάσει πολύτιμο χρόνο για την επανατοποθέτηση της.

Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό, για την γενικότερη εύρυθμη λειτουργία του συστήματος τηλεμετρίας η δομή του επικοινωνιακού συστήματος πρέπει να βασίζεται στην τεχνολογία 3G ή 4G επικοινωνίας μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας.

## **1.6 Σύστημα SCADA**

Στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου γίνεται η απεικόνιση του όλου συστήματος και δίνει τη δυνατότητα στον χειριστή να επεμβαίνει στην όλη λειτουργία.

Ένα παράδειγμα SCADA είναι το WinCC της SIEMENS.

Το WinCC, είναι ένα σύγχρονο κέντρο ελέγχου, το οποίο εκμεταλλεύεται πλήρως όλες τις δυνατότητες που προσφέρονται από την τελευταία λέξη της τεχνολογίας στο Software. Συνδυάζει την εξειδίκευση της SIEMENS, πρωτοπόρου φορέα στην τεχνολογία των αυτοματισμών, και της πλέον γνωστής σε όλους Microsoft, η οποία ηγείται παγκόσμια στο χώρο του λογισμικού για PC.

Έχει εφαρμογή σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας όπως:

- Χημικές και φαρμακευτικές βιομηχανίες
- Παραγωγή και διανομή ενέργειας
- Βιομηχανίες κατασκευής αυτοκινήτων
- Βιομηχανίες εμπορίου και υπηρεσιών
- Βιομηχανίες επεξεργασίας μετάλλων
- Βιομηχανίες τροφίμων, ποτών και καπνού
- Βιομηχανίες χάρτου
- Χαλυβουργεία
- Μεταφορές
- Εγκαταστάσεις αξιοποίησης υδάτινων πόρων και εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (βιολογικοί καθαρισμοί)

Το σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου αυτοματισμών WinCC, έχει σχεδιαστεί και λειτουργεί πάνω στις καταξιωμένες πλέον πλατφόρμες λειτουργικών συστημάτων Microsoft Windows 2000 (single-user systems, clients and servers), για τα Windows (single-user systems and clients). Το γεγονός αυτό εγγυάται τη στιβαρότητα και την απρόσκοπτη λειτουργία, η οποία απαιτείται σε κάθε ολοκληρωμένη εφαρμογή ελέγχου και παρακολούθησης αυτοματισμού.



*Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων*

Η σχεδίαση του λογισμικού βασίζεται στις ίδιες αρχές και στην ίδια τεχνολογία, με τις οποίες έχει κατασκευαστεί και το λειτουργικό, το οποίο και το υποστηρίζει. Αυτό προσφέρει στον τελικό χρήστη, τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών οι οποίες εκμεταλλεύονται πλήρως το λειτουργικό σύστημα και δεν δεσμεύονται από μελλοντικές αναβαθμίσεις του.

Το WinCC είναι κατάλληλο για μικρά ή μεγάλα συστήματα καθώς διαθέτει:

- Αρχιτεκτονική «client - server» με όλες τις λειτουργίες ελέγχου
- Δυνατότητα επαύξησης του συστήματος

Δυνατότητα επέκτασης των λειτουργιών με την προσθήκη επιπλέον προγραμμάτων (Add-Ons) ειδικών για κάθε περίπτωση εφαρμογής.

### WinCC SERVER

Σε δικτυακά περιβάλλοντα, ένας WinCC server διατηρεί τα δεδομένα πραγματικού χρόνου στην εσωτερική του βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου (RDBMS). Αυτά τα δεδομένα μπορούν να εμφανιστούν στην οθόνη των υπολογιστών από έναν ή περισσότερους clients ταυτόχρονα, που συνδέονται με τον server μέσω ενός δικτύου NetBEUI ή TCP/IP. Χρησιμοποιείται η δυνατότητα της αρχιτεκτονικής multi-client, επιτρέποντας σε κάθε client να συνδεθεί ταυτόχρονα με όλους τους servers.

Στους WinCC Servers του ΚΣΕ περιλαμβάνονται:

- το περιβάλλον ανάπτυξης και διόρθωσης (Configuration Software), με το οποίο αναπτύσσεται το πρόγραμμα εφαρμογής και χρησιμεύει στην ανά πάσα στιγμή διαμόρφωση του συστήματος και της βάσης δεδομένων ελέγχου και στην οποιαδήποτε σχεδιαζόμενη επέκταση του έργου
- το περιβάλλον Runtime (Supervisor Software)1 κάτω από το οποίο τρέχει το πρόγραμμα εφαρμογής, με την βοήθεια του οποίου θα γίνεται η παρακολούθηση της λειτουργίας και της απόδοσης των Έργων και θα τηλεελέγχεται ο εξοπλισμός.

### WinCC Client

Το λογισμικό WinCC /RT Client είναι μία πρόσθετη επιλογή (Option) για το WinCC μέσω της οποίας γίνεται έλεγχος χειρισμοί και επιτήρηση μιας εγκατάστασης μέσω του εσωτερικού Intranet ή LAN στον ΚΣΕ από διαφορετικούς σταθμούς εργασίας.

### WEB Navigator

Το WEB Navigator είναι μία πρόσθετη επιλογή (Option) για το WinCC μέσω της οποίας γίνεται έλεγχος χειρισμοί και επιτήρηση μιας εγκατάστασης μέσω του Internet, του εσωτερικού Intranet ή LAN.

Η διαμόρφωση είναι: ένας Web Server μαζί με το λογισμικό SIMATIC WinCC ως single user σε έκδοση client ή server και ένας Web Client που επιτρέπει τον έλεγχο την επιτήρηση και τους χειρισμούς ενός τρέχοντος project WinCC ενός Internet browser με υποστήριξη ActiveX. Το βασικό σύστημα WinCC δεν είναι απαραίτητο να είναι εγκατεστημένο στον client υπολογιστή, ενώ είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθεί ο web client χωρίς Microsoft Internet Explorer.

Πλεονεκτήματα του WEB Navigator:

- Έλεγχος, χειρισμοί και επιτήρηση από μεγάλη απόσταση και από διαφορετικές πλατφόρμες (H/Y τοπικά panel, κινητά, PDA)

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

- Γρήγοροι ρυθμοί ενημέρωσης χάρη στην επικοινωνία που ενεργοποιείται με βάση τα συμβάντα (event-driven communication)
- Βελτιστοποιημένα ρυθμισμένοι clients για χειρισμούς, παρακολούθηση, αναλύσεις, service και διαγνωστικά
- Ελάχιστα κόστη συντήρησης χάρη στη κεντρική διαχείριση του λογισμικού
- Υψηλά πρότυπα ασφάλειας και διαθεσιμότητας: αυξημένη ασφάλεια λόγω διαχωρισμού WinCC server και web server (Web server σε ασφαλές περιβάλλον), υποστήριξη των διαδεδομένων μηχανισμών ασφαλείας (routers, firewalls, proxy servers), διαβαθμίσεις αδειών πρόσβασης [4].

## 1.7 Λογισμικά υδραυλικού μοντέλου επίλυσης δικτύου ύδρευσης

Υπάρχει ένα σύνολο καταξιωμένων εφαρμογών στον χώρο διαχείρισης υδάτινων πόρων και δικτύων όπως χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το λογισμικό της εταιρίας Bentley/WaterGEMS το οποίο περιλαμβάνει:

- Λογισμικό Διαχείρισης Ενέργειας: Bentley/Darwin Scheduler(Add-on)
- Λογισμικό Ισοζυγίου: Bentley/Darwin Calibrator(Add-on)
- Λογισμικό Ποιότητας δικτύων ύδρευσης: Bentley/Water Quality Analysis
- Λογισμικό Διασύνδεσης S/W Προσομοίωσης Δικτύου με το λογισμικό Τηλεέλεγχου-Τηλεχειρισμού: SCADAConnect

Το σύνολο των ως άνω Λογισμικών επικοινωνούν και συνεργάζονται με το λογισμικό SCADA WinCC κατασκευής του οίκου SIEMENS [5].

### 1.7.1 Λογισμικό διαχείρισης ενέργειας

Το Darwin Scheduler της Bentley είναι μια εξειδικευμένη εφαρμογή για την βέλτιστη διαχείριση της ενέργειας που καταναλώνουν οι αντλίες των δικτύων ύδρευσης. Λειτουργεί παράλληλα με τις οθόνες διαχείρισης και παρακολούθησης ενεργειακής κατανάλωσης του SCADA, βελτιώνοντας τη διαχείριση και τη συντήρηση των συστημάτων.

Μέσω του SCADA (WinCC) και ειδικών οθονών που διασυνδέονται και με το WaterGEMS γίνεται η παρακολούθηση των παραμέτρων ενέργειας των ΤΣ (ΔΕΗ κ.λπ).

Το πρόγραμμα έχει την ικανότητα:

- Διαμόρφωσης μοντέλου διαρροής ύδατος, επιτρέποντας στους μελετητές μέσω δεδομένων πίεσης να εντοπίσουν τις ακριβείς θέσεις των διαρροών με ηχητική ανίχνευση.
- Εύκολης διαχείρισης οποιουδήποτε πεδίου συνόλων δεδομένων. Στοιχεία SCADA μπορούν να εισαχθούν με ευκολία.
- Μέσω της προσαρμοστικότητας του μπορεί να καθορίσει τις βέλτιστες τιμές για οποιοδήποτε συνδυασμό πρότυπων παραμέτρων, όπως τραχύτητας αγωγών, απαιτήσεις και τύπους συνδέσεων (αγωγών και βαλβίδων)
- Να καταλήξει σε μια λειτουργική κατάσταση δικτύου που θα ταιριάζει καλύτερα στις πραγματικές συνθήκες.

### 1.7.2 Λογισμικό ισοζυγίου

Το Σύστημα Ισοζυγίου επικοινωνεί άμεσα με το Σύστημα Διαχείρισης Δικτύου και διαχειρίζεται κατάλληλα στοιχεία για την κατανάλωση, ώστε με τις κατάλληλες λειτουργίες να υπολογίζει τη ζήτηση στους κόμβους του δικτύου και δίνει πληροφορίες για την απόδοση των συστατικών του δικτύου.

Το λογισμικό διαχειρίζεται κρίσιμα θέματα, όπως μείωση των απωλειών νερού, διαχείριση διαρροών, ανάλυση κόστους, διαχείριση πίεσης στους αγωγούς και βελτιστοποίηση του δικτύου με βάση και τις μελλοντικές ανάγκες.

Το λογισμικό υποστηρίζει απεριόριστα προφίλ κατανάλωσης (οικιακή, βιομηχανική, βιοτεχνική κλπ.) και σύνδεση του Συστήματος Διαχείρισης Ζήτησης με το Σύστημα Τιμολόγησης με τρόπο ώστε να μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση, νέες παροχές σε καταναλωτές κλπ.

Διαθέτει λειτουργίες για αξιολόγηση των πληροφοριών κατανάλωσης, όπως:

- Απότομη αύξηση στην κατανάλωση ανά πελάτη
- Απότομη μείωση στην κατανάλωση ανά πελάτη
- Υπολογισμό της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης για τους τελευταίους 12 μήνες
- Ανάλυση των στοιχείων κατανάλωσης με στατιστικές μεθόδους

Τα δεδομένα αυτά μπορούν να τροποποιηθούν συνολικά, ανά κατηγορία ή ανά περιοχή. Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει εξισώσεις υδατικού ισοζυγίου, χρησιμοποιώντας συντελεστές ζήτησης για μία ή πολλές περιοχές του δικτύου, βασιζόμενος σε μετρήσεις παροχών.

Το Σύστημα Διαχείρισης της Ζήτησης χρησιμοποιεί το ίδιο μοντέλο δεδομένων και την ίδια βάση δεδομένων με το Σύστημα Διαχείρισης των δικτύων. Αλλαγές στη βάση δεδομένων (π.χ. εισαγωγή νέου αγωγού) από το Σύστημα Διαχείρισης Δικτύου παρουσιάζονται άμεσα και στο Σύστημα Διαχείρισης Ζήτησης Νερού χωρίς να χρειάζονται ρουτίνες εισαγωγής δεδομένων ή συγχρονισμός δεδομένων.

Το Σύστημα Διαχείρισης Δεδομένων Ζήτησης:

- υπολογίζει τη ζήτηση σε όλους τους κόμβους του δικτύου
- υπολογίζει τους φόρτους με βάση τη ζήτηση νερού
- υπολογίζει τη ζήτηση ανά περιοχές και υδραυλικές ζώνες. Να παρουσιάζονται αναφορές με τα χαρακτηριστικά της ζήτησης ανά ζώνες και ανά προφίλ κατανάλωσης.
- διαχειρίζεται γεωκωδικοποιημένα στοιχεία κατανάλωσης
- επεξεργάζεται πολύγωνα με χωρική διασταύρωση πολλαπλών επιπέδων
- επεξεργάζεται πολύγωνα με χωρική άθροιση των περιοχών κατανάλωσης
- χρησιμοποιεί την μέθοδο του πλησιέστερου κόμβου
- χρησιμοποιεί την μέθοδο του πλησιέστερου αγωγού
- Επίσης υπολογίζει μεγάλους καταναλωτές ως μεμονωμένα σημειακά φορτία

Το λογισμικό περιλαμβάνει και τις εξής λειτουργίες:

- Προβολή στατιστικών στοιχείων παροχής νερού
  - Ανά περίοδο
  - Ανά ζώνη
- Σύγκριση συγκεντρωτικού όγκου παρεχόμενου νερού με τιμολογημένο όγκο

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

- Ανά περίοδο
- Ανά ζώνη
- Καταχώρηση στοιχείων δικτύου και υδρομέτρων
  - Σύνδεση στοιχείων παροχής και κατανάλωσης.

Μέσα από την εφαρμογή η υπηρεσία έχει στη διάθεση του όλα τα στατιστικά στοιχεία παροχής νερού (Ισοζύγιο Νερού – παραγόμενη & προς κατανάλωση ποσότητα) και να μπορεί να αναζητήσει συγκεκριμένα στοιχεία βάσει κριτηρίων όπως:

- χρονική περίοδος
- ζώνη

### 1.7.3 Λογισμικό ποιοτικού ελέγχου

Το Λογισμικό ποιοτικού ελέγχου είναι υπεύθυνο για την απεικόνιση, επεξεργασία και διαχείριση δεδομένων ποιοτικού ελέγχου που αποστέλλονται από τους ΤΣΕ στον ΚΣΕ.

Το λογισμικό ποιοτικού ελέγχου διαχειρίζεται δύο είδη δεδομένων:

1. Δεδομένα τα οποία λαμβάνονται αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες αυτοματισμού που είναι συνδεδεμένοι σε επιλεγμένους ΤΣΕ. Οι μεταβλητές αυτές είναι υπολειμματικό χλώριο, κλπ.
2. Καταχωρημένα ή υπό καταχώρηση δεδομένα από επιλεγμένα σημεία του δικτύου ύδρευσης με βάση αναλύσεις χημείου ή επιτόπου αναλύσεις. Οι μεταβλητές αυτές αφορούν οργανοληπτικές, φυσικό-χημικές, τοξικές, μικροβιολογικές κλπ. παραμέτρους.

Οι προαναφερόμενες παράμετροι θα καταχωρούνται στη βάση δεδομένων του συστήματος και είναι διαθέσιμες για περαιτέρω επεξεργασία.

Επιπλέον στη βάση δεδομένων καταχωρούνται και τα ακόλουθα δεδομένα :

1. Επιθυμητά ανώτατα και κατώτατα επιτρεπτά όρια τιμών των μετρημένων μεγεθών.
2. Μονάδες μέτρησης των παραμέτρων.
3. Επιλεγμένα σημεία δειγματοληψίας με αντίστοιχους κωδικούς.
4. Αναγκαία συχνότητα δειγματοληψίας της κάθε παραμέτρου.
5. Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι ανάλυσης και οργανολογία, όρια ανίχνευσης, πρότυπα μεγέθη κλπ.

Υπάρχει δυνατότητα χειροκίνητων τροποποιήσεων των δεδομένων. Στη γραφική οθόνη παρουσιάζεται το σχέδιο του δικτύου θέσεων δειγματοληψίας και ζωνών διαρροών του δικτύου.

Ιδιαίτερα για την συνεχή μέτρηση του υπολειμματικού χλωρίου σε συνδυασμό με το σύστημα Τηλε-ελέγχου / Τηλεχειρισμού, σε σημεία του δικτύου που αντιστοιχούν σε επιλεγμένα σημεία γίνεται συνεχής παρακολούθηση με σύγκριση των τιμών με τα δύο όρια (ανώτατο και κατώτατο) που θα μπορούν να καθορίζονται ξεχωριστά ανά ζώνη ή σημείο ελέγχου.

Το σύστημα παρουσιάζει σε γραφική οθόνη, σε επιλεγμένα χρονικά διαστήματα τα μετρημένα μεγέθη καθώς και τα παραγόμενα απ' αυτά μεγέθη (μέσες, μέγιστες, ελάχιστες τιμές) για κάθε σημείο ελέγχου ποιότητας νερού, ενώ η γραφική αναπαράστασή τους σε μορφή διαγραμμάτων για προβολή στην οθόνη η εκτύπωση. Σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα εκτυπώνονται πλήρεις εργαστηριακές αναφορές (reports) που περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών ελέγχων για κάθε σημείο δειγματοληψίας.

Το λογισμικό ακόμα εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Συναγερμός αποκλίσεων από συνήθη επίπεδα ελέγχου νερού.
- Πρόγραμμα δειγματοληψιών.

*Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων*

- Στις παραμέτρους που μετρήθηκαν θα καταχωρούνται ακόμα η ημερομηνία, αιτία δειγματοληψίας, ενέργεια μετά από δειγματοληψία, ερμηνεία αποτελέσματος και άλλοι παράμετροι που μπορούν να οριστούν παραμετρικά από τον χρήστη.
- Μηνιαίες, εβδομαδιαίες αναφορές (Management Reporting –Compliance Reports).

#### **1.7.4 Λογισμικό διασύνδεσης μαθηματικού μοντέλου προσομοίωσης δικτύου ύδρευσης με SCADA**

Το λογισμικό διαθέτει τη δυνατότητα συνεργασίας (ανταλλαγή και μεταφορά δεδομένων) με το σύστημα Τηλεμετρίας SCADA (SCADA CONNECT). Η δυνατότητα αυτή είναι ευθέως ενσωματωμένη και διαθέτει διεπιφάνεια διασύνδεσης των δεδομένων λειτουργική και φιλική προς το χρήστη. Το λογισμικό διασύνδεσης μπορεί να λειτουργεί σε συνθήκες μη πραγματικού χρόνου και παράλληλα με το SCADA.

Χρησιμοποιείται το SCADAConnect για να διασυνδέσει το WaterGEMS με το Supervisory, Control, and Data Acquisition (SCADA) όπως το WinCC, δημιουργώντας real-time system simulators που υποστηρίζουν τα Συστήματα λήψης αποφάσεων.

Με το SCADAConnect:

- Ενσωματώνεται η εμπειρία λειτουργικών και ροών της εργασίας της Υπηρεσίας
- Εγκαθίσταται ένα απτό ROI για τα συστήματα πληροφοριών
- Σας κάνει ενημερωμένους και με ακριβείς αποφάσεις με τη διαμόρφωση σε πραγματικό χρόνο
- Να οδηγήσει στη συνειδητοποίηση και των δύο συστημάτων σε ολόκληρη την οργάνωσή σας
- Αυτοματοποιείται η ροή της δουλειάς εισαγωγών δεδομένων σας
- Ανιχνεύονται λάθη όπου τα προηγούμενα προβλήματα συστημάτων εκτελούν τη ιδανική ανάλυση απόδοσης
- Δημιουργούνται τα συνεχώς βαθμολογημένα πρότυπα

Το SCADAConnect υποστηρίζει τα γνωστότερα SCADA systems:

- ✓ Aspen
- ✓ Bristol Babcock
- ✓ Citect
- ✓ GE SIMPLICITY
- ✓ Honeywell
- ✓ Intellution
- ✓ Modbus
- ✓ Siemens
- ✓ Wonderware
- ✓ Yokogawa και άλλα....

Τα έργα αυτοματισμού μέσω **SCADA** που θα λειτουργήσουν στις εγκαταστάσεις Ύδρευσης εντός των ορίων μελέτης θα έχουν ως κύριο σκοπό την εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων διαχείρισης Δικτύων.

Αναλυτικά τα έργα αυτά θα περιλαμβάνουν για τις επιμέρους εγκαταστάσεις :

- Όργανα και αισθητήρια μέτρησης ποσοτικών χαρακτηριστικών νερού, παροχής, πίεσης κλπ.
- Συστήματα μέτρησης στάθμης, συνδέσεις νέων και παλαιών χλωριωτών

- Όργανα μέτρησης ενέργειας
- Όργανα μέτρησης υπολειμματικού χλωρίου

## 1.8 Περιφερειακά στοιχεία ελέγχου σε ένα σύστημα τηλεμετρίας

Σε ένα Σύστημα Τηλεμετρίας για την παρακολούθηση και τον έλεγχο συστημάτων ύδρευσης, τα περιφερειακά στοιχεία αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για την εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας και της βέλτιστης απόδοσης. Η τηλεμετρία επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο αυτών των συστημάτων, εξασφαλίζοντας ότι οι διαδικασίες γίνονται ομαλά και αποτελεσματικά.

### 1.8.1 Αισθητήρια

Τα αισθητήρια (sensors) είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και τη μέτρηση φυσικών ιδιοτήτων και μετατροπή τους σε σήματα που μπορούν να διαβαστούν από ηλεκτρονικές συσκευές, όπως τα PLC (Programmable Logic Controllers). Στην περίπτωση ενός συστήματος ύδρευσης, τα αισθητήρια περιλαμβάνουν:

Βασικοί Τύποι Αισθητήρων στα PLC:

1. **Αισθητήρες Θερμοκρασίας:**
  - **Θερμοστοιχεία (Thermocouples):** Χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας σε βιομηχανικές διεργασίες.
  - **Αντιστάσεις Θερμοκρασίας (RTDs):** Προσφέρουν ακριβείς μετρήσεις θερμοκρασίας με υψηλή αξιοπιστία.
2. **Αισθητήρες Πίεσης:**
  - **Πιεζοηλεκτρικοί Αισθητήρες:** Χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της πίεσης υγρών και αερίων.
  - **Αισθητήρες Πιεζοαντιστάσεων:** Προσφέρουν υψηλή ακρίβεια και ανθεκτικότητα σε βιομηχανικές εφαρμογές.
3. **Αισθητήρες Ροής:**
  - **Flow Meters:** Χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ροής υγρών και αερίων σε σωληνώσεις.
  - **Flow Switches:** Χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της παρουσίας ή της απουσίας ροής σε ένα σύστημα.
4. **Αισθητήρες Θέσης:**
  - **Διακόπτες Θέσης (Limit Switches):** Χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της θέσης ενός αντικειμένου.
  - **Επαγωγικοί Αισθητήρες Θέσης:** Χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μεταλλικών αντικειμένων χωρίς επαφή.

#### 1.8.1.1 Ρόλος των Αισθητηρίων στα PLC

Τα αισθητήρια διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στα συστήματα ελέγχου που βασίζονται σε PLC. Παρέχουν τα απαραίτητα δεδομένα που χρειάζονται τα PLC για να εκτελούν τις λειτουργίες τους και να λαμβάνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο.

**Συλλογή Δεδομένων:** Τα αισθητήρια συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον και τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα. Αυτά τα σήματα αποστέλλονται στις εισόδους του PLC, όπου επεξεργάζονται για τον έλεγχο του συστήματος ύδρευσης.

**Επεξεργασία Δεδομένων και Λήψη Αποφάσεων:** Το PLC επεξεργάζεται τα δεδομένα που λαμβάνει από τα αισθητήρια, εφαρμόζει τους προκαθορισμένους αλγόριθμους και λογικές αποφάσεις

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων για τον έλεγχο της λειτουργίας των αντλιών, των βαλβίδων και άλλων εξαρτημάτων του συστήματος ύδρευσης.

**Αυτοματοποίηση και Έλεγχος:** Με βάση τα δεδομένα των αισθητηρίων, το PLC μπορεί να αυτοματοποιήσει πολλές λειτουργίες του συστήματος ύδρευσης, όπως τη ρύθμιση της πίεσης, την κατανομή της ροής και την παρακολούθηση της στάθμης των δεξαμενών.

**Διαγνωστικά και Συντήρηση:** Το PLC μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα των αισθητηρίων για τη διάγνωση προβλημάτων και τη διενέργεια προληπτικής συντήρησης. Η παρακολούθηση της κατάστασης των εξαρτημάτων και των συνθηκών λειτουργίας βοηθά στην αποφυγή διακοπών και στη μείωση του κόστους συντήρησης.

## 1.8.2 Inverters

Οι μετατροπείς συχνότητας, γνωστοί και ως inverters, είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ταχύτητας των ηλεκτρικών κινητήρων μέσω της ρύθμισης της συχνότητας και της τάσης της παρεχόμενης ισχύος. Η χρήση τους είναι κρίσιμη για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, τη μείωση του κόστους λειτουργίας και την αύξηση της διάρκειας ζωής των κινητήρων σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές.



### Can You Run Inverters in Parallel? - Energy Theory

#### 1.8.2.1 Βασικές Αρχές Λειτουργίας των Inverters

Οι inverters λειτουργούν μετατρέποντας την εναλλασσόμενη τάση (AC) από το δίκτυο σε συνεχόμενη τάση (DC) και στη συνέχεια ξανά σε εναλλασσόμενη τάση με ελεγχόμενη συχνότητα και τάση. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια:

1. **Μετατροπή AC σε DC:** Η είσοδος του inverter λαμβάνει την εναλλασσόμενη τάση από το δίκτυο και τη μετατρέπει σε συνεχόμενη τάση μέσω μιας γέφυρας διόδων ή τρανζίστορ. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ανορθωτική διαδικασία. Χρησιμοποιούνται διόδοι ή τρανζίστορ για να εξασφαλιστεί ότι το ρεύμα ρέει σε μία μόνο κατεύθυνση, μετατρέποντας έτσι την AC σε DC.

2. **Φιλτράρισμα DC:** Η συνεχόμενη τάση φιλτράρεται για την εξομάλυνση τυχόν κυματισμών χρησιμοποιώντας πυκνωτές ή πηνία. Το φιλτράρισμα είναι κρίσιμο για την εξάλειψη των ρυτίδων στην τάση και την εξασφάλιση μιας σταθερής τάσης. Η εξομάλυνση της τάσης αποτρέπει τις διαταραχές στη λειτουργία των κινητήρων και άλλων συνδεδεμένων συσκευών.
3. **Μετατροπή DC σε AC:** Η συνεχόμενη τάση μετατρέπεται ξανά σε εναλλασσόμενη τάση με ρυθμιζόμενη συχνότητα και τάση χρησιμοποιώντας ένα σύνολο τρανζίστορ (συνήθως τύπου IGBT) που ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται με μεγάλη ταχύτητα. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογιών όπως το Pulse Width Modulation (PWM), το οποίο επιτρέπει την ακριβή ρύθμιση της εξόδου AC [6].

### 1.8.2.2 Τύποι Inverters

Διάφοροι τύποι Inverters είναι:

**V/f (Voltage/Frequency) Inverters:** Αυτοί οι inverters ρυθμίζουν τη συχνότητα και την τάση εξόδου διατηρώντας έναν σταθερό λόγο μεταξύ τους. Είναι κατάλληλοι για εφαρμογές όπου δεν απαιτείται ακριβής έλεγχος της ροπής. Η τεχνική V/f είναι ιδανική για απλές εφαρμογές, όπως αντλίες και ανεμιστήρες, όπου η ταχύτητα μπορεί να μεταβάλλεται χωρίς να απαιτείται μεγάλη ακρίβεια.

**Vector Control Inverters:** Παρέχουν ακριβή έλεγχο της ταχύτητας και της ροπής του κινητήρα μέσω της παρακολούθησης της φάσης και του μαγνητικού πεδίου. Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ακρίβεια και απόκριση, όπως οι βιομηχανικοί ρομποτικοί βραχίονες. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την προσαρμογή της απόδοσης του κινητήρα στις ανάγκες της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο.

**Direct Torque Control (DTC) Inverters:** Αυτοί οι inverters ελέγχουν άμεσα την ροπή και τη ροή του κινητήρα χωρίς την ανάγκη για μαθηματικά μοντέλα του κινητήρα. Παρέχουν ταχεία απόκριση και υψηλή απόδοση. Η τεχνολογία DTC είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για εφαρμογές που απαιτούν γρήγορες αλλαγές στην ταχύτητα και την ροπή, όπως οι γραμμές παραγωγής και οι κινητήρες υψηλής ταχύτητας.

### 1.8.2.3 Πλεονεκτήματα των Inverters

1. **Ενεργειακή Απόδοση:** Οι inverters μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας ρυθμίζοντας την ταχύτητα των κινητήρων ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής, αντί να λειτουργούν συνεχώς σε πλήρη ταχύτητα. Αυτό οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος. Σε πολλές περιπτώσεις, η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει το 20-50%, ανάλογα με την εφαρμογή και τις συνθήκες λειτουργίας.
2. **Βελτιωμένη Απόδοση Συστήματος:** Η ακριβής ρύθμιση της ταχύτητας και της ροπής επιτρέπει τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης των συστημάτων, μειώνοντας τη φθορά και αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής των κινητήρων. Αυτό σημαίνει λιγότερες διακοπές λειτουργίας και βελτιωμένη παραγωγικότητα. Οι κινητήρες που ελέγχονται από inverters λειτουργούν πιο ομαλά και με λιγότερες διακυμάνσεις, μειώνοντας την καταπόνηση των μηχανικών εξαρτημάτων.
3. **Μείωση Κόστους Συντήρησης:** Η μειωμένη φθορά και η βελτιωμένη λειτουργία των κινητήρων σημαίνουν λιγότερες βλάβες και ανάγκες για συντήρηση, μειώνοντας το συνολικό κόστος λειτουργίας. Οι inverters συμβάλλουν στη διατήρηση της υγείας των συστημάτων και στην αποφυγή δαπανηρών επισκευών. Η προληπτική συντήρηση γίνεται ευκολότερη μέσω της παρακολούθησης των λειτουργικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο.
4. **Ευελιξία Εφαρμογών:** Οι inverters μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από απλούς ανεμιστήρες και αντλίες μέχρι πολύπλοκες βιομηχανικές μηχανές



Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων και ρομποτικά συστήματα. Αυτή η ευελιξία τους καθιστά απαραίτητους σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων HVAC, της παραγωγής, της επεξεργασίας τροφίμων και της αυτοκινητοβιομηχανίας [7].

#### 1.8.2.4 Εφαρμογές των Inverters

1. **Συστήματα Ύδρευσης και Αντλιοστάσια:** Χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της ταχύτητας των αντλιών, εξασφαλίζοντας την παροχή νερού ανάλογα με τη ζήτηση και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό βοηθά στην αποδοτική διαχείριση των πόρων και στην αποφυγή υπερφόρτωσης των συστημάτων. Η δυνατότητα προσαρμογής της ταχύτητας των αντλιών συμβάλλει επίσης στη μείωση των υδραυλικών διαταραχών και των κρουσμάτων.
2. **Συστήματα HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning):** Οι inverters ρυθμίζουν τη λειτουργία των ανεμιστήρων και των αντλιών στα συστήματα HVAC, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Αυτό εξασφαλίζει την άνεση των ενοίκων και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Σε κτίρια γραφείων, εμπορικά κέντρα και βιομηχανικά κτίρια, η χρήση inverters στα συστήματα HVAC μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους.
3. **Βιομηχανικά Μηχανήματα:** Χρησιμοποιούνται για την ακριβή ρύθμιση της ταχύτητας και της ροπής των κινητήρων σε βιομηχανικά μηχανήματα, όπως οι μηχανές επεξεργασίας και τα ρομποτικά συστήματα. Η χρήση inverters βελτιώνει την ακρίβεια και την αποδοτικότητα των παραγωγικών διαδικασιών, επιτρέποντας την ευέλικτη προσαρμογή σε διαφορετικές απαιτήσεις παραγωγής.

### 1.9 Soft Starters

Οι Soft Starters είναι ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για την ομαλή εκκίνηση και διακοπή των ηλεκτροκινητήρων, όπως αυτών που βρίσκονται στις αντλίες. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους εκκίνησης, οι οποίες προκαλούν απότομες μεταβολές στην τάση και ρεύμα, οι Soft Starters μειώνουν τις αιχμές ρεύματος και την καταπόνηση των μηχανικών μερών. Ακολουθούν διάφορες πληροφορίες που σχετίζονται με τη χρήση των Soft Starters στην εντολοδότηση των αντλιών:

#### Ομαλή Εκκίνηση και Σταδιακή Επιτάχυνση

Οι Soft Starters ελέγχουν την τάση που εφαρμόζεται στον κινητήρα κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Αυτό επιτρέπει στον κινητήρα να επιταχύνει σταδιακά, μειώνοντας τις αιχμές ρεύματος που παρατηρούνται κατά την άμεση εκκίνηση. Η ομαλή αυτή εκκίνηση μειώνει την καταπόνηση τόσο στον κινητήρα όσο και στο σύστημα των αντλιών, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους.

#### Προστασία του Συστήματος

Η μείωση των αιχμών ρεύματος προστατεύει τόσο το ηλεκτρικό όσο και το μηχανικό σύστημα της αντλίας από υπερθέρμανση, υπερφορτίσεις, και μηχανικές βλάβες. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε συστήματα που λειτουργούν συνεχώς, καθώς μειώνεται η φθορά και το κόστος συντήρησης.

#### Μείωση Υδραυλικών Κρούσεων

Η απότομη εκκίνηση και διακοπή των αντλιών μπορεί να προκαλέσει υδραυλικές κρούσεις (water hammer), φαινόμενο που προκαλείται από την ξαφνική αλλαγή της ροής του νερού στους σωλήνες. Οι Soft Starters μειώνουν την ταχύτητα της αντλίας σταδιακά, αποφεύγοντας τις απότομες μεταβολές της ροής και συνεπώς τις κρούσεις.

Οι Soft Starters μπορούν να προγραμματιστούν για να προσαρμόζουν τις παραμέτρους εκκίνησης και διακοπής ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος. Αυτό επιτρέπει στον χειριστή να επιλέγει τις βέλτιστες ρυθμίσεις για διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας, όπως η σταδιακή αύξηση της ροής σε μεγάλα δίκτυα ύδρευσης.

#### Ενσωμάτωση με Συστήματα Τηλεμετρίας

Οι Soft Starters μπορούν να συνδεθούν με συστήματα τηλεμετρίας, επιτρέποντας την απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο της εκκίνησης και διακοπής των αντλιών. Αυτό είναι κρίσιμο για τα μεγάλα δίκτυα ύδρευσης, όπου η άμεση πρόσβαση σε όλα τα σημεία του συστήματος δεν είναι πάντα δυνατή.

#### Μείωση Κατανάλωσης Ενέργειας

Η ομαλή εκκίνηση και σταδιακή αύξηση της ροπής μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Επιπλέον, οι Soft Starters μειώνουν τις απώλειες ενέργειας που συνδέονται με την υπερθέρμανση του κινητήρα και τις μηχανικές καταπονήσεις.

#### Εφαρμογές και Χρήσεις

Οι Soft Starters χρησιμοποιούνται ευρέως σε αντλίες ύδρευσης, αποχέτευσης, και πυρόσβεσης, όπου απαιτείται ελεγχόμενη εκκίνηση και διακοπή της ροής του νερού. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε εφαρμογές που απαιτούν συνεχή λειτουργία και αξιόπιστη απόδοση.

#### Εναλλακτικές Λύσεις

Εκτός από τους Soft Starters, υπάρχουν και άλλες τεχνικές εκκίνησης κινητήρων όπως οι inverters (μετατροπείς συχνότητας) και οι autotransformers. Κάθε μία από αυτές τις μεθόδους έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αλλά οι Soft Starters παραμένουν μια δημοφιλή επιλογή λόγω της ισορροπίας που προσφέρουν μεταξύ κόστους και απόδοσης.

#### Συμβατότητα με Παλαιότερα Συστήματα

Οι Soft Starters μπορούν να ενσωματωθούν σε υπάρχοντα συστήματα με σχετική ευκολία, καθιστώντας τα ιδανική λύση για αναβαθμίσεις και βελτιώσεις παλαιών εγκαταστάσεων. Η χρήση τους σε συνδυασμό με μοντέρνα PLC και τηλεμετρία επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο και τη βελτίωση της λειτουργίας των παλαιών συστημάτων.

Οι Soft Starters προσφέρουν μια αποτελεσματική λύση για τον έλεγχο των αντλιών, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία των συστημάτων ύδρευσης [8][9].

## 1.10 LORA

Το LoRa (Long Range) είναι μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας, σχεδιασμένη για εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη εμβέλεια και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Λειτουργεί μέσω του πρωτοκόλλου LoRaWAN (Long Range Wide Area Network), το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία σε δίκτυα μεγάλων αποστάσεων με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Αυτή η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί κυρίως για εφαρμογές IoT (Internet of Things), όπου η χαμηλή ισχύς, η ανθεκτικότητα σε θορύβους και η αξιοπιστία είναι κρίσιμες παράμετροι.

Μια από τις βασικές αρχές του LoRa είναι η χρήση της τεχνολογίας Chirp Spread Spectrum (CSS), η οποία εξασφαλίζει μετάδοση δεδομένων με χαμηλό ρυθμό αλλά μεγάλη εμβέλεια. Το CSS επιτρέπει τη μετάδοση σε μεγάλες αποστάσεις, με την εμβέλεια να φτάνει από 2 έως 5 χιλιόμετρα σε αστικές περιοχές και από 15 έως 30 χιλιόμετρα σε αγροτικές περιοχές, ανάλογα με τις συνθήκες και τα εμπόδια. Αυτή η τεχνολογία επίσης μειώνει σημαντικά την πιθανότητα παρεμβολών, καθιστώντας

το LoRa ιδανικό για περιβάλλοντα με υψηλά επίπεδα θορύβου ή με πολλά φυσικά εμπόδια, όπως κτίρια και δέντρα.

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας LoRa είναι η εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι οι συσκευές που χρησιμοποιούν LoRa μπορούν να λειτουργούν με μπαταρίες για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ακόμα και για περισσότερα από 10 χρόνια χωρίς την ανάγκη συντήρησης. Αυτή η μακροχρόνια αυτονομία το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικό για εφαρμογές όπως η παρακολούθηση περιβάλλοντος, όπου οι συσκευές μπορεί να βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες και η πρόσβαση για συντήρηση είναι δύσκολη ή δαπανηρή.

Το πρωτόκολλο LoRaWAN διαχωρίζει τις συσκευές σε τρεις κλάσεις: Class A, Class B και Class C, ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής σε ό,τι αφορά την επικοινωνία και την κατανάλωση ενέργειας. Οι συσκευές της Class A έχουν την πιο χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ενώ οι συσκευές της Class C προσφέρουν τη μέγιστη διαθεσιμότητα για μετάδοση δεδομένων, αν και καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια.

Το δίκτυο LoRa αποτελείται από συσκευές (end devices), σταθμούς βάσης (gateways), διακομιστές δικτύου και εφαρμογών, καθώς και εξυπηρετητές εντοπισμού. Οι συσκευές LoRa συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον και τα αποστέλλουν ασύρματα στους σταθμούς βάσης, οι οποίοι στη συνέχεια μεταφέρουν τα δεδομένα στο διακομιστή δικτύου. Από εκεί, τα δεδομένα επεξεργάζονται και προωθούνται στις αντίστοιχες εφαρμογές.

Η τεχνολογία LoRa έχει βρει εφαρμογή σε πολλούς τομείς, όπως οι έξυπνες πόλεις, η γεωργία, η βιομηχανία και η παρακολούθηση του περιβάλλοντος. Σε έξυπνες πόλεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση αποβλήτων, την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και την ανίχνευση θέσεων στάθμευσης. Στη γεωργία, χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση των συνθηκών εδάφους και καλλιεργειών, επιτρέποντας την ακριβέστερη διαχείριση των πόρων, όπως το νερό και τα λιπάσματα. Στη βιομηχανία, η τεχνολογία LoRa επιτρέπει την παρακολούθηση και τον έλεγχο εξοπλισμού, συμβάλλοντας στην προληπτική συντήρηση και στη μείωση των λειτουργικών κόστους.

Το LoRa προσφέρει ένα αξιόπιστο, χαμηλού κόστους και ενεργειακά αποδοτικό τρόπο για τη σύνδεση μεγάλου αριθμού συσκευών IoT, καθιστώντας το μια κορυφαία επιλογή για εφαρμογές που απαιτούν απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο σε αποστάσεις που δεν μπορούν να καλυφθούν από τις παραδοσιακές τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας [10][11].

## 2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : PLC SIMATIC S7-1200

Το PLC S7-1200 της Siemens αποτελεί μια από τις πιο σύγχρονες και αξιόπιστες λύσεις για τον αυτοματισμό βιομηχανικών και εμπορικών εφαρμογών. Ενσωματώνει προηγμένες λειτουργίες όπως η επεξεργασία υψηλής ταχύτητας, η δυνατότητα σύνδεσης σε δίκτυα και η εύκολη προσαρμογή μέσω της χρήσης του λογισμικού TIA Portal. Το S7-1200 διακρίνεται για την ανθεκτικότητά του και την αξιοπιστία του, καθιστώντας το μια κορυφαία επιλογή για επαγγελματίες του χώρου της βιομηχανικής αυτοματοποίησης.

Για τις ανάγκες σε αυτοματισμούς, ο ελεγκτής S7-1200 προσφέρει την ευελιξία και τη δύναμη να χειρίζεται ένα ευρύ φάσμα συσκευών. Ο S7-1200 είναι η ιδανική επιλογή για τη διαχείριση ενός ευρέος φάσματος εφαρμογών χάρη στο μικρό του μέγεθος, την προσαρμόσιμη διαμόρφωση και το ισχυρό σύνολο εντολών του.

Η CPU δημιουργεί έναν ισχυρό ελεγκτή συνδυάζοντας έναν μικροεπεξεργαστή, ενσωματωμένες αναλογικές εισόδους, κυκλώματα εισόδου και εξόδου, ενσωματωμένο PROFINET, εισόδους/εξόδους ελέγχου κίνησης υψηλής ταχύτητας και ενσωματωμένο τροφοδοτικό σε ένα μικρό περίβλημα. Σύμφωνα με τις ανάγκες του προγράμματος μπορεί να περιλαμβάνει εξελιγμένες μαθηματικές πράξεις, επικοινωνίες με άλλες έξυπνες συσκευές, χρονισμό, λογική Boole και καταμέτρηση, η CPU παρακολουθεί τις εισόδους και τροποποιεί τις εξόδους.

Για τη συνδεσιμότητα του δικτύου PROFINET η CPU διαθέτει θύρα ETHERNET και μπορεί να υποστηρίξει επιπλέον μονάδες για δίκτυα GPRS, RS485 ή RS232, καθώς και για PROFIBUS και RS232.

### 2.1 HARDWARE

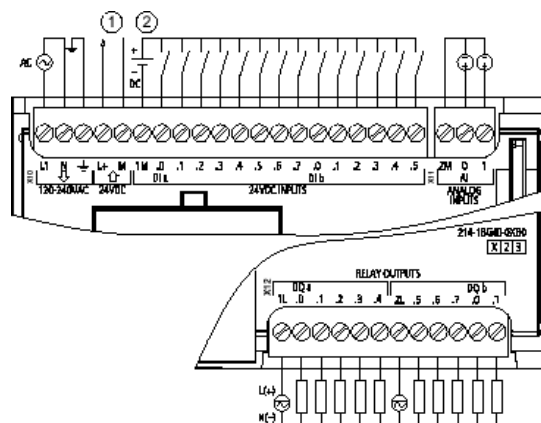
Το SIMATIC S7-1200 είναι ένα ευέλικτο σύστημα αυτοματισμού με αρθρωτή δομή και παρέχει την ακόλουθη σειρά μονάδων.

#### 2.1.1 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) με διαφορετικές επιδόσεις, ενσωματωμένες εισόδους / εξόδους και διεπαφή PROFINET (π.χ. CPU 1214C)[12]



Εικόνα 3: 6ES7214-1AG40-0XB0

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/255094?pdtdi=pi&dl=en&lc=en-US>



Εικόνα 4: Ηλεκτρολογικό σχέδιο του 6ES7214-1AG40-0XB0

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/255094?pdtdi=pi&dl=en&lc=en-US>

Η CPU υποστηρίζει τους εξής τύπους μπλοκ κώδικα που επιτρέπουν τη δημιουργία μιας αποδοτικής δομής για το πρόγραμμα χρήστη σας:

- **Οργανωτικά μπλοκ (OBs):** Τα OBs ορίζουν τη δομή του προγράμματος. Κάποια OBs έχουν προκαθορισμένη συμπεριφορά και συμβάντα έναρξης, αλλά μπορεί να δημιουργηθούν OBs με προσαρμοσμένα συμβάντα έναρξης.
- **Συναρτήσεις (FCs) και (FBs):** Τα FCs και τα FBs περιέχουν τον κώδικα προγράμματος που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένες εργασίες ή συνδυασμούς παραμέτρων. Κάθε FC ή FB παρέχει ένα σύνολο εισόδων και εξόδων παραμέτρων για την ανταλλαγή δεδομένων με το μπλοκ κλήσης. Ένα FB χρησιμοποιεί επίσης έναν συνδεδεμένο μπλοκ δεδομένων (ονομάζεται instance DB) για τη διατήρηση της κατάστασης τιμών μεταξύ εκτελέσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλα μπλοκ στο πρόγραμμα.
- **Μπλοκ δεδομένων (DBs):** Τα DBs αποθηκεύουν δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα μπλοκ προγράμματος.

Η εκτέλεση του προγράμματος αρχίζει με ένα ή περισσότερα προαιρετικά μπλοκ οργάνωσης έναρξης (OBs), τα οποία εκτελούνται μία φορά κατά την είσοδο στη λειτουργία RUN, ακολουθούμενα από ένα ή περισσότερα κυκλικά OBs προγράμματος που εκτελούνται κυκλικά. Ένα OB μπορεί επίσης να συνδεθεί με ένα συμβάν διακοπής, το οποίο μπορεί να είναι είτε ένα τυπικό συμβάν είτε ένα συμβάν σφάλματος και εκτελείται όποτε προκύπτει το αντίστοιχο τυπικό ή συμβάν σφάλματος.

Μια συνάρτηση (FC) ή ένα συναρτησιακό μπλοκ (FB) είναι ένα μπλοκ κώδικα προγράμματος που μπορεί να κληθεί από ένα OB ή από ένα άλλο FC ή FB, με τα ακόλουθα βήθη εμφωλευμένων κλήσεων:

- 16 από το κυκλικό OB προγράμματος ή το OB έναρξης
- 4 από τα OB διακοπής με καθυστέρηση χρόνου, κυκλικής διακοπής, διακοπής χρονικής ημέρας, διακοπής υλικού, διακοπής σφάλματος χρόνου ή διαγνωστικής διακοπής σφάλματος

Τα FCs δεν συνδέονται με κανένα συγκεκριμένο μπλοκ δεδομένων (DB), ενώ τα FBs συνδέονται άμεσα με ένα DB και χρησιμοποιούν το DB για τη μεταβίβαση παραμέτρων και την αποθήκευση ενδιάμεσων τιμών και αποτελεσμάτων.

Το μέγεθος του προγράμματος χρήστη, των δεδομένων και της διαμόρφωσης περιορίζεται από τη διαθέσιμη μνήμη φόρτωσης και μνήμη εργασίας στην CPU. Δεν υπάρχει συγκεκριμένο όριο στον αριθμό κάθε μεμονωμένου OB, FC, FB και DB μπλοκ. Ωστόσο, ο συνολικός αριθμός μπλοκ περιορίζεται σε 1024.

Κάθε κύκλος περιλαμβάνει την εγγραφή των εξόδων, την ανάγνωση των εισόδων, την εκτέλεση των του προγράμματος και την εκτέλεση υποβάθρου. Ο κύκλος αυτός αναφέρεται ως κύκλος σάρωσης ή σάρωση.

Τα modules (SM, SB, BB, CB, CM ή CP) ανιχνεύονται και καταγράφονται μόνο κατά την ενεργοποίηση. Η εισαγωγή ή η αφαίρεση ενός module στο κεντρικό rack υπό τάση (hot) δεν υποστηρίζεται [13].

### Παρακολούθηση του χρόνου κύκλου

Ο χρόνος κύκλου είναι ο χρόνος που απαιτεί το λειτουργικό σύστημα της CPU για να εκτελέσει τη φάση του κύκλου της λειτουργίας RUN. Η CPU παρέχει δύο μεθόδους παρακολούθησης του χρόνου κύκλου:

- Μέγιστος χρόνος κύκλου σάρωσης
- Σταθερός ελάχιστος χρόνος κύκλου σάρωσης

Η παρακολούθηση του κύκλου σάρωσης ξεκινά μετά την ολοκλήρωση του συμβάντος εκκίνησης. Η διαμόρφωση για αυτή τη δυνατότητα εμφανίζεται στην "Διαμόρφωση Συσκευής" για την CPU, στην ενότητα "Χρόνος κύκλου".

Η CPU πάντα παρακολουθεί τον κύκλο σάρωσης και αντιδρά αν υπερβεί το μέγιστο χρόνο κύκλου σάρωσης. Αν ο ρυθμισμένος μέγιστος χρόνος κύκλου σάρωσης υπερβεί, δημιουργείται ένα σφάλμα και διαχειρίζεται με έναν από τους δύο τρόπους:

- Αν το πρόγραμμα χρήστη δεν περιλαμβάνει ένα OB 80, τότε η CPU δημιουργεί σφάλμα και πηγαίνει σε κατάσταση STOP. (Μπορείτε να αλλάξετε τη διαμόρφωση της CPU ώστε να αγνοεί αυτό το χρονικό σφάλμα και να παραμένει σε κατάσταση RUN. Η προεπιλεγμένη διαμόρφωση είναι η CPU να πηγαίνει σε κατάσταση STOP.)
- Αν το πρόγραμμα χρήστη περιλαμβάνει ένα OB 80, τότε η CPU εκτελεί το OB 80.

Ο **OB80** (Organization Block 80) είναι ένας συγκεκριμένος τύπος "Οργανωτικού Μπλοκ" που χρησιμοποιείται στις CPU των PLC της Siemens (και ιδιαίτερα στα συστήματα SIMATIC S7) για να χειριστεί σφάλματα χρονισμού σε *timers* και *counters*. Πιο συγκεκριμένα:

- **OB80 - Time Error Interrupt:** Το μπλοκ αυτό ενεργοποιείται όταν η CPU ανιχνεύει ένα σφάλμα χρονισμού κατά την εκτέλεση κάποιου *timer* ή *counter*. Αν για παράδειγμα ένας μετρητής ή ένας χρονιστής φτάσει σε ένα όριο όπου δεν μπορεί να εκτελεστεί εντός του προγραμματισμένου χρόνου, τότε εκτελείται το OB80 για να διαχειριστεί αυτό το σφάλμα.

Το OB80 χρησιμοποιείται όταν:

- Όταν ένα χρονοπρογραμματισμένο γεγονός υπερβαίνει το χρόνο εκτέλεσης.
- Αν ο χρήστης θέλει να καταγράψει και να αναλύσει τέτοια σφάλματα χωρίς να σταματήσει το πρόγραμμα.

Η χρήση του OB80:

- Αν το OB80 περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα του χρήστη, η CPU δεν θα σταματήσει όταν προκύψει ένα σφάλμα χρόνου (time error). Αντίθετα, το OB80 θα εκτελεστεί για να διαχειριστεί το σφάλμα και το πρόγραμμα θα συνεχίσει να τρέχει κανονικά.

Σε περίπτωση που το OB80 δεν υπάρχει στο πρόγραμμα και προκύψει σφάλμα χρόνου, τότε η CPU θα σταματήσει και θα εισέλθει σε κατάσταση STOP.

Η εντολή RE\_TRIGR (Επαναφορά παρακολούθησης χρόνου κύκλου) επιτρέπει την επαναφορά του χρονοδιακόπτη που μετράει τον χρόνο κύκλου. Ωστόσο, αυτή η εντολή λειτουργεί μόνο αν εκτελεστεί σε ένα πρόγραμμα κύκλου OB. Η εντολή RE\_TRIGR αγνοείται αν εκτελεστεί στο OB 80. Αν ο μέγιστος χρόνος κύκλου σάρωσης υπερβεί δύο φορές μέσα στον ίδιο κύκλο προγράμματος χωρίς την εκτέλεση της εντολής RE\_TRIGR μεταξύ των δύο, τότε η CPU μεταβαίνει άμεσα σε κατάσταση STOP. Η χρήση επαναλαμβανόμενων εκτελέσεων της εντολής RE\_TRIGR μπορεί να δημιουργήσει έναν ατελείωτο βρόχο ή έναν πολύ μεγάλο κύκλο σάρωσης.

Τυπικά, ο κύκλος σάρωσης εκτελείται όσο πιο γρήγορα μπορεί και ο επόμενος κύκλος σάρωσης ξεκινά μόλις ολοκληρωθεί ο τρέχων. Ανάλογα με το πρόγραμμα χρήστη και τις επικοινωνιακές εργασίες, η χρονική περίοδος για έναν κύκλο σάρωσης μπορεί να ποικίλλει από κύκλο σε κύκλο. Για την εξάλειψη αυτής της παραλλαγής, η CPU υποστηρίζει έναν προαιρετικό σταθερό ελάχιστο χρόνο κύκλου σάρωσης (ονομάζεται επίσης σταθερός χρόνος κύκλου σάρωσης). Όταν ενεργοποιηθεί αυτή η προαιρετική δυνατότητα και δοθεί ένας σταθερός ελάχιστος χρόνος κύκλου σάρωσης σε ms, η CPU θα διατηρεί τον ελάχιστο χρόνο κύκλου εντός  $\pm 1$  ms για την ολοκλήρωση κάθε σάρωσης της CPU.

Σε περίπτωση που η CPU ολοκληρώσει τον κανονικό κύκλο σάρωσης σε λιγότερο χρόνο από τον καθορισμένο ελάχιστο χρόνο κύκλου, η CPU ξοδεύει τον επιπλέον χρόνο του κύκλου σάρωσης εκτελώντας διαγνωστικά σε πραγματικό χρόνο ή επεξεργασία αιτημάτων επικοινωνίας. Με αυτόν τον τρόπο, η CPU παίρνει πάντα έναν σταθερό χρόνο για να ολοκληρώσει έναν κύκλο σάρωσης.

Σε περίπτωση που η CPU δεν ολοκληρώσει τον κύκλο σάρωσης στον καθορισμένο ελάχιστο χρόνο κύκλου, η CPU ολοκληρώνει τον κύκλο κανονικά (συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας επικοινωνίας) και δεν δημιουργεί καμία αντίδραση συστήματος ως αποτέλεσμα της υπέρβασης του ελάχιστου χρόνου κύκλου [14].

### Διαχείριση Μνήμης της CPU

Η CPU παρέχει τις ακόλουθες περιοχές μνήμης για την αποθήκευση του προγράμματος χρήστη, δεδομένων και διαμόρφωσης:

- **Μνήμη Φόρτωσης (Load Memory):** Η μνήμη φόρτωσης είναι μία μνήμη για το πρόγραμμα του χρήστη, τα δεδομένα και το Hardware. Όταν ένας σταθμός PLC κατεβαίνει στην CPU, αποθηκεύεται πρώτα στην περιοχή μνήμης φόρτωσης. Αυτή η περιοχή βρίσκεται είτε σε μια κάρτα μνήμης (αν υπάρχει) είτε στην CPU. Αυτή η μνήμη διατηρείται κατά την απώλεια ισχύος. Η κάρτα μνήμης υποστηρίζει μεγαλύτερο χώρο αποθήκευσης από αυτόν που είναι ενσωματωμένος στην CPU.
- **Μνήμη Εργασίας (Work Memory):** Η μνήμη εργασίας είναι μνήμη για κάποια στοιχεία του έργου χρήστη κατά την εκτέλεση του προγράμματος χρήστη. Η CPU αντιγράφει κάποια στοιχεία του έργου από τη μνήμη φόρτωσης στη μνήμη εργασίας. Αυτή η περιοχή χάνεται όταν αφαιρεθεί η ισχύς και αποκαθίσταται από την CPU όταν αποκατασταθεί η ισχύς.
- **Μη Πτητική Μνήμη (Retentive Memory):** Η μη πτητική μνήμη είναι αποθήκευση για περιορισμένη ποσότητα τιμών μνήμης εργασίας. Η μη πτητική μνήμη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των τιμών επιλεγμένων τοποθεσιών μνήμης χρήστη κατά την απώλεια ισχύος. Όταν συμβεί διακοπή ή απώλεια ισχύος, η CPU αποκαθιστά αυτές τις μη πτητικές τιμές κατά την επαναφορά της ισχύος.

Για την εμφάνιση πως γίνεται χρήση μνήμης για το τρέχον έργο, δεξί κλικ στην CPU (ή σε ένα από τα μπλοκ της) και επιλογή "Resources" από το μενού. Για την εμφάνιση πως γίνεται χρήση μνήμης για την τρέχουσα CPU, διπλό κλικ στο "Online and diagnostics", επέκταση της επιλογής "Diagnostics" και επιλογή "Memory" [15].

### Διαγνωστικό Buffer της CPU

Η CPU υποστηρίζει ένα διαγνωστικό buffer που περιέχει μια καταχώριση για κάθε διαγνωστικό συμβάν. Κάθε καταχώριση περιλαμβάνει την ημερομηνία και την ώρα που συνέβη το συμβάν, την κατηγορία του συμβάντος και την περιγραφή του συμβάντος. Οι καταχωρίσεις εμφανίζονται σε χρονολογική σειρά με το πιο πρόσφατο συμβάν στην κορυφή. Μέχρι και 50 πιο πρόσφατα συμβάντα είναι διαθέσιμα σε αυτό το αρχείο καταγραφής. Όταν το αρχείο καταγραφής γεμίσει, ένα νέο συμβάν αντικαθιστά το παλαιότερο συμβάν στο αρχείο καταγραφής. Όταν χαθεί η ισχύς, τα συμβάντα αποθηκεύονται.

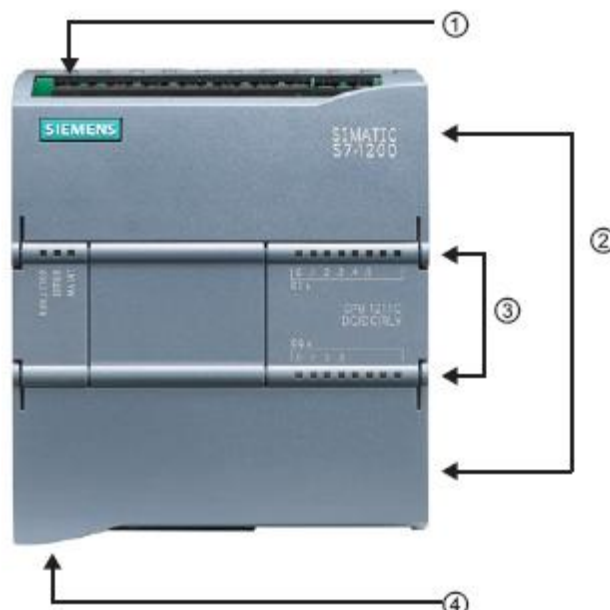
Οι ακόλουθοι τύποι συμβάντων καταγράφονται στο διαγνωστικό buffer:

- Κάθε σύστημα διαγνωστικού συμβάντος, για παράδειγμα, σφάλματα CPU και σφάλματα modules.
- Κάθε αλλαγή κατάστασης της CPU (κάθε ενεργοποίηση, κάθε μετάβαση σε κατάσταση STOP, κάθε μετάβαση σε κατάσταση RUN).

Για την πρόσβαση στο διαγνωστικό buffer πρέπει να είναι online. Από την προβολή "Online & diagnostics", εντοπισμός του διαγνωστικού buffer στην επιλογή "Diagnostics > Diagnostics buffer" [16].

### Μπροστινή όψη της CPU 1214C DC/DC/DC

Η CPU 1214C DC/DC/DC διαθέτει ενσωματωμένο τροφοδοτικό (24 V) και ενσωματωμένες εισόδους και εξόδους, επιτρέποντας άμεση χρήση χωρίς επιπλέον εξαρτήματα. Διαθέτει επίσης ενσωματωμένη σύνδεση TCP/IP, επιτρέποντας την επικοινωνία με συσκευή προγραμματισμού, καθώς και με συσκευές HMI ή άλλες CPU μέσω δικτύου Ethernet.



Εικόνα 5: Μπροστινή όψη CPU 1214C DC/DC/DC



- 1 Σύνδεση 24 V
- 2 Βυσματικό μπλοκ ακροδεκτών για καλωδίωση από τον χρήστη (πίσω από τα πτερύγια του καλύμματος)
- 3 Ενδεικτικές λυχνίες κατάστασης για τις ενσωματωμένες λειτουργίες IO και την κατάσταση λειτουργίας της CPU
- 4 Σύνδεση TCP/IP (στην κάτω πλευρά της CPU)

### Memory Card (MC)

Η προαιρετική κάρτα μνήμης SIMATIC (MC) αποθηκεύει ένα πρόγραμμα καθώς και δεδομένα συστήματος, αρχεία και έργα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Μεταφορά ενός προγράμματος σε πολλαπλές CPU
- Ενημέρωση υλικολογισμικού των CPU, των μονάδων σήματος (SM) και των μονάδων επικοινωνίας (CM).
- Εύκολη αντικατάσταση της CPU



Εικόνα 6: Τοποθέτηση κάρτας μνήμης

### Status and error displays

Η λυχνία LED κατάστασης RUN/STOP στην μπροστινή πλευρά της ΚΜΕ υποδεικνύει την τρέχουσα κατάσταση λειτουργίας της CPU μέσω του χρώματος της οθόνης.



Εικόνα 7: Ένδειξη κατάστασης της CPU

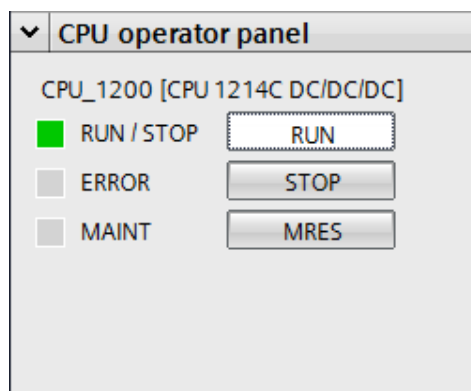
Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

- Πράσινο LED δείχνει την κατάσταση λειτουργίας RUN.
- Κίτρινο LED δείχνει την κατάσταση λειτουργίας STOP.
- LED που αναβοσβήνει δείχνει κατάσταση λειτουργίας STARTUP.

Εδώ υπάρχουν δύο πρόσθετες λυχνίες LED: MAINT LED για την ένδειξη ότι απαιτείται συντήρηση.

### Καταστάσεις λειτουργίας της CPU

Για να αλλάξει η κατάσταση λειτουργίας (STOP ή RUN) χρησιμοποιείται το κουμπί στον operator panel του λογισμικού STEP 7 Basic. Ο operator panel περιέχει επίσης ένα κουμπί MRES για την εκτέλεση επαναφοράς μνήμης και εμφανίζει τις λυχνίες LED κατάστασης της CPU [12].



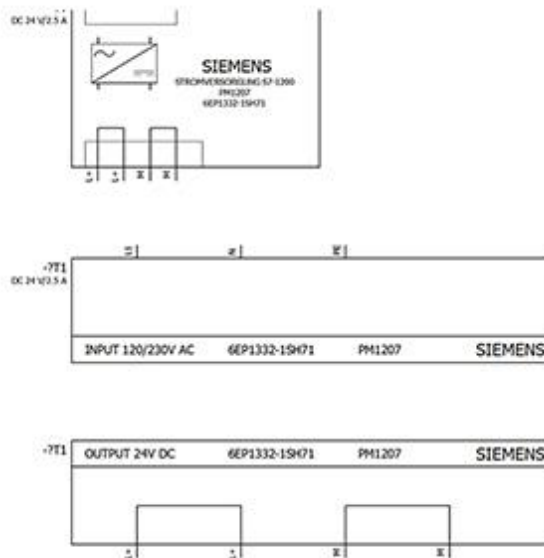
Εικόνα 8: CPU operator panel

### 2.1.2 Μονάδα τροφοδοσίας ρεύματος (PM) με είσοδο 120/230 V AC, 50 Hz / 60 Hz, 1,2 A / 0,7 A και έξοδο 24 V DC / 2,5 A



Εικόνα 9: Μονάδα τροφοδοσίας 6EP1332-1SH71

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6EP1332-1SH71>



Εικόνα 10: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μονάδας τροφοδοσίας 6EP1332-1SH71

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6EP1332-1SH71>

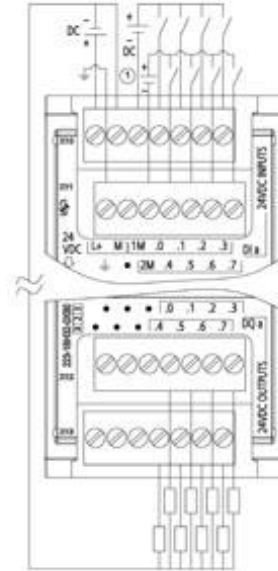
### 2.1.3 Μονάδες σήματος (SM)

Οι μονάδες σήματος (SM) για ψηφιακές και αναλογικές εισόδους και εξόδους μπορούν να προστεθούν στη CPU. Στην CPU 1212C μπορούν να χρησιμοποιηθούν έως 2 μονάδες SM, ενώ στην CPU 1214C μπορούν να προστεθούν μέχρι 8 μονάδες SM. Παρακάτω δίνονται κάποιες τυπικές κάρτες.



Εικόνα 11: Digital Input 6ES7221-1BF32-0XB0

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7221-1BF32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

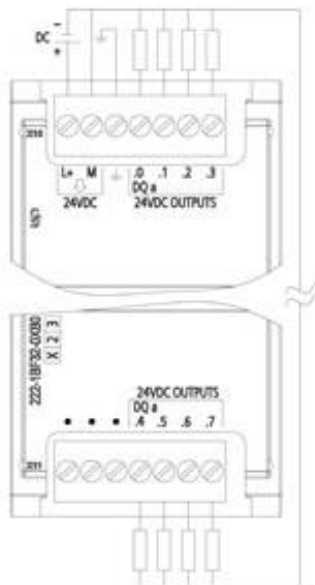


Εικόνα 12: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Digital Input 6ES7221-1BF32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7221-1BF32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

SIMATIC S7-1200, Digital input SM 1221, 8 DI, 24 V DC



Εικόνα 13: Digital Output 6ES7222-1BF32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7222-1BF32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

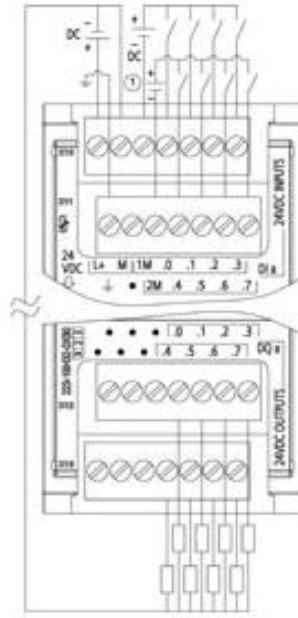


Εικόνα 14: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Digital Output 6ES7222-1BF32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7222-1BF32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

SIMATIC S7-1200, Digital I/O SM 1223, 8 DI/8 DO, 8 DI 24 V DC, Sink/Source, 8 DO, transistor 0.5 A



Εικόνα 15: DI/DO 6ES7223-1BH32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7223-1BH32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

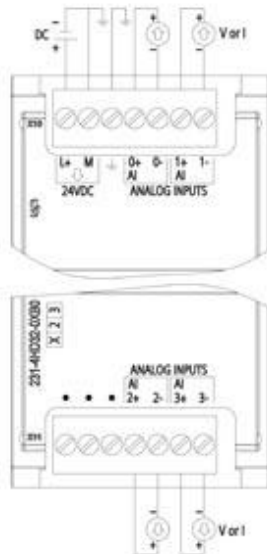


Εικόνα 16: Ηλεκτρολογικό σχέδιο DI/DO 6ES7223-1BH32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7223-1BH32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

SIMATIC S7-1200, Analog input, SM 1231, 4 AI, +/-10 V, +/-5 V, +/-2.5 V, or 0-20 mA/4-20 mA, 12 bit+sign (13 bit ADC)



Εικόνα 17: Analog Input 6ES7231-4HD32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7231-4HD32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

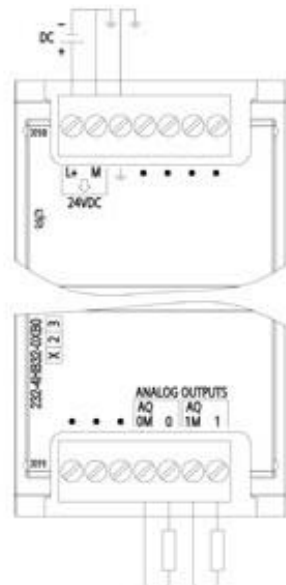


Εικόνα 18: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Analog Input 6ES7231-4HD32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7231-4HD32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

SIMATIC S7-1200, Analog output, SM 1232, 2 AO, +/-10 V, 14-bit resolution, or 0-20 mA/4-20 mA, 13-bit resolution.



Εικόνα 19: Analog Output 6ES7232-4HB32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7232-4HB32-0XB0&SiepCountryCode=WW>



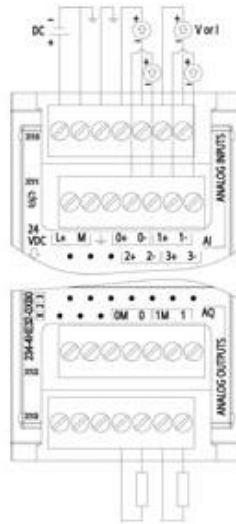
Εικόνα 20: Ηλεκτρολογικό σχέδιο Analog Output 6ES7232-4HB32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7232-4HB32-0XB0&SiepCountryCode=WW>

SIMATIC S7-1200, analog I/O SM 1234, 4 AI/2 AO, +/-10 V, 14-bit resolution or 0 (4)-20mA, 13-bit resolution.



Εικόνα 21: AI/AO 6ES7234-4HE32-0XB0  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7234-4HE32-0XB0&SiepCountryCode=WW>





Εικόνα 22: Ηλεκτρολογικό σχέδιο AI/AO 6ES7234-4HE32-0XB0

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/?mlfb=6ES7234-4HE32-0XB0&SierCountryCode=WW>

#### 2.1.4 Μονάδες σήματος (SBs)

Οι κάρτες σημάτων (SBs) επιτρέπουν την προσθήκη αναλογικών ή ψηφιακών εισόδων και εξόδων, χωρίς να αλλάζει το μέγεθος της CPU. Αυτές οι κάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τις CPU 1211C, 1212C και 1214C.



Εικόνα 23: Κάρτα SB

*6ES7232-4HA30-0XB0 SIEMENS S71200 Κάρτα επέκτασης SB 1232 IAO*

#### 2.1.5 Μονάδες επικοινωνίας (CM)

Μονάδες επικοινωνίας (CM) για σειριακή επικοινωνία RS232 / RS 485 (Μπορούν να χρησιμοποιηθούν έως και 3 CM για τις CPU 1211C / 1212C και 1214C).



Εικόνα 24: Μονάδα επικοινωνίας CM

PLC μονάδα επικοινωνίας CM1241 για S7-1200 RS232



Εικόνα 25: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μονάδας επικοινωνίας CM

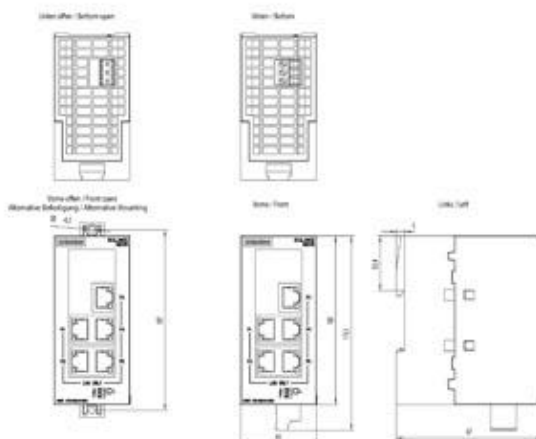
PLC μονάδα επικοινωνίας CM1241 για S7-1200 RS232

### 2.1.6 Μικρή μονάδα διακόπτη (CSM)

Μικρή μονάδα διακόπτη (CSM) με 5x υποδοχές RJ45 10/100 Mbps.



Εικόνα 26: Μονάδα διακόπτη CSM



Εικόνα 27: Ηλεκτρολογικό σχέδιο μονάδας διακόπτη CSM

<https://www.opticaltransceiver-module.com/sale-37732013-6gk7277-1aa10-0aa0-plc-industrial-control-csm-1277-for-connecting-simatic-s7-1200.html>

### 2.1.7 Κάρτες μνήμης SIMATIC

Οι κάρτες μνήμης SIMATIC, με χωρητικότητα από 2 MB έως 32 MB, χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση δεδομένων προγραμμάτων και διευκολύνουν την αντικατάσταση της CPU κατά τη συντήρηση.



Εικόνα 28: Κάρτα μνήμη SIMATIC

*How can you use the memory card for the S7-1200 CPU? - ID: 87133851 - Industry Support Siemens*

## 2.2 STEP 7 Basic V19 (TIA Portal V19) programming software

Το λογισμικό STEP 7 Basic V19 (TIA Portal V19) είναι το εργαλείο προγραμματισμού για τα ακόλουθα συστήματα αυτοματισμού:

- SIMATIC PLC S7
- SIMATIC PANELS
- SIMATIC WINCC
- SIMATIC DRIVES

Το STEP 7 Basic V19 παρέχει τις ακόλουθες λειτουργίες για τον αυτοματισμό ενός συστήματος:

- Διαμόρφωση και ανάθεση παραμέτρων του υλικού
- Προδιαγραφή της επικοινωνίας

- Προγραμματισμός

- Δοκιμή, θέση σε λειτουργία και συντήρηση με λειτουργικές/διαγνωστικές λειτουργίες.

- Τεκμηρίωση

- Δημιουργία απεικονίσεων για τους πίνακες SIMATIC Basic με τη χρήση του ενσωματωμένου λογισμικού WinCC Basic [12].

### 2.2.1 Hardware configuration

Η Hardware configuration περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των συσκευών, η οποία αποτελείται από το υλικό του συστήματος αυτοματισμού, τις συσκευές πεδίου στο σύστημα διαύλου PROFINET και το υλικό για την οπτικοποίηση. Η διαμόρφωση των δικτύων καθορίζει την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων στοιχείων υλικού. Τα μεμονωμένα στοιχεία υλικού εισάγονται στη διαμόρφωση υλικού από καταλόγους.

Το υλικό των συστημάτων αυτοματισμού SIMATIC S7-1200 περιλαμβάνει τον ελεγκτή (CPU), τις μονάδες σήματος για σήματα εισόδου και εξόδου (SMs), τις μονάδες επικοινωνίας (CMs) και άλλες μονάδες ειδικής χρήσης.


Οι μονάδες σήματος και οι συσκευές πεδίου συνδέουν τα δεδομένα εισόδου και εξόδου της διαδικασίας που πρόκειται να αυτοματοποιηθεί και να απεικονιστεί στο σύστημα αυτοματισμού.

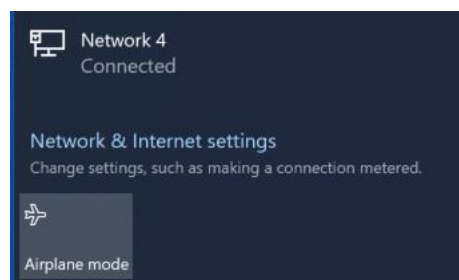
Η διαμόρφωση υλικού επιτρέπει τη λήψη λύσεων αυτοματισμού και οπτικοποίησης στο σύστημα αυτοματισμού και την πρόσβαση στις συνδεδεμένες μονάδες σήματος από τον ελεγκτή.Κείμενο.

### 2.2.2 Ορισμός της IP address στη συσκευή προγραμματισμού

Για να προγραμματιστεί ο ελεγκτής SIMATIC S7-1200 από υπολογιστή ή φορητό υπολογιστή, απαιτείται σύνδεση μέσω TCP/IP ή, εναλλακτικά, μέσω PROFIBUS. Για να εξασφαλιστεί η επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή και του SIMATIC S7-1200 μέσω TCP/IP, είναι σημαντικό οι διευθύνσεις IP και των δύο συσκευών να αντιστοιχούν σωστά.

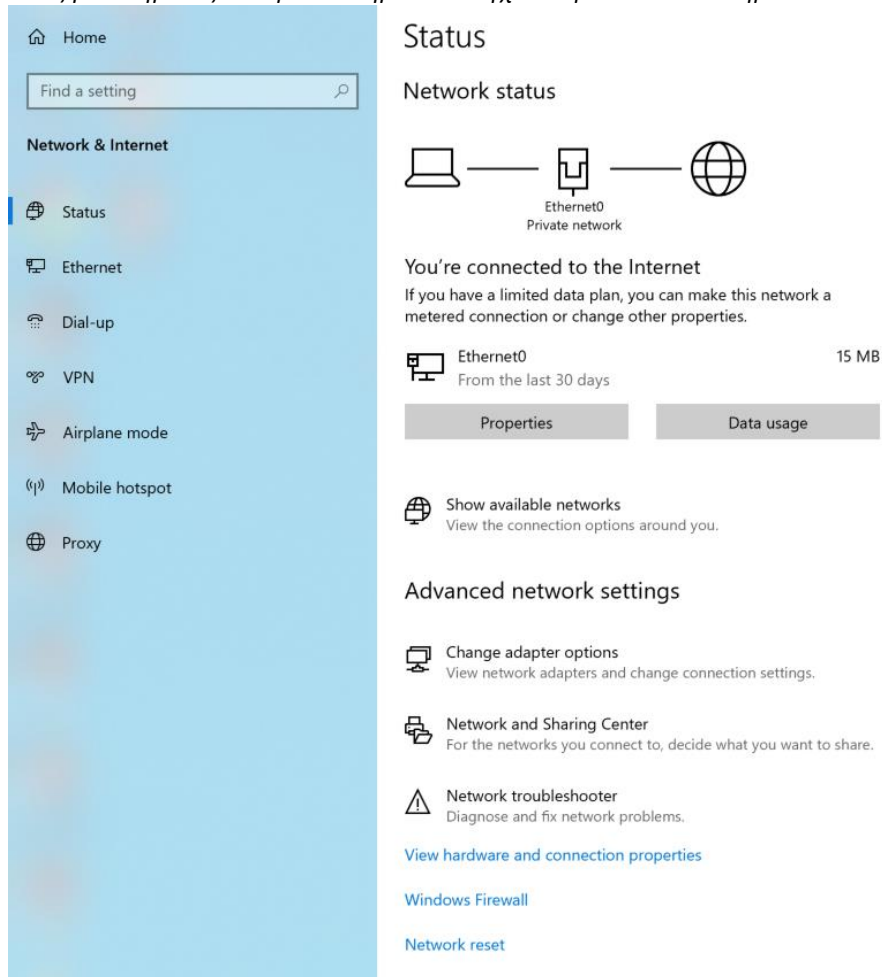
Πρώτον, θα παρουσιαστεί ο τρόπος που ορίζεται η διεύθυνση IP ενός υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Windows.

→ Εντοπισμός του εικονιδίου δικτύου στη γραμμή εργασιών στο κάτω μέρος  και κλικ στο κουμπί → "Open Network and Internet settings".Κείμενο.



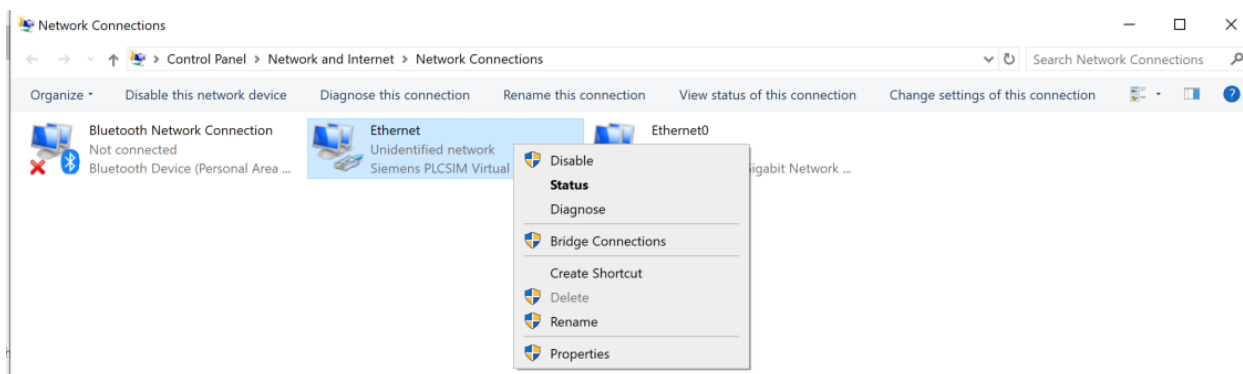
Εικόνα 29: Εικονίδιο σύνδεση στο network

→Στο ανοικτό παράθυρο Network and Internet settings click → "Change adapter settings".



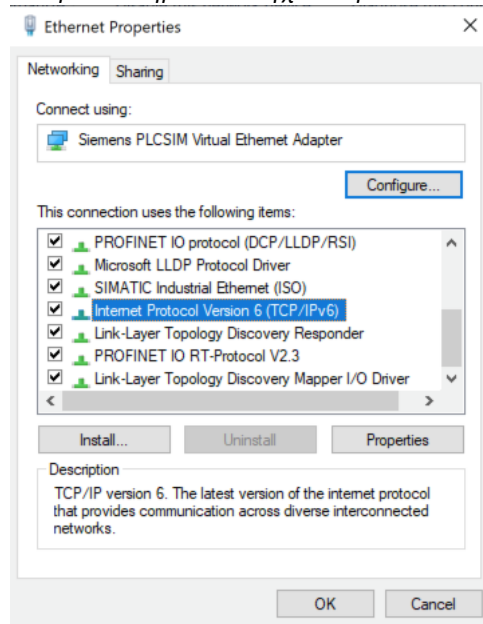
Εικόνα 30: Network status

→ Επιλέξτε → "Local Area Connection" ή με όποιο θα γίνει χρήση με τον ελεγκτή και με δεξί click  
→ "Properties".



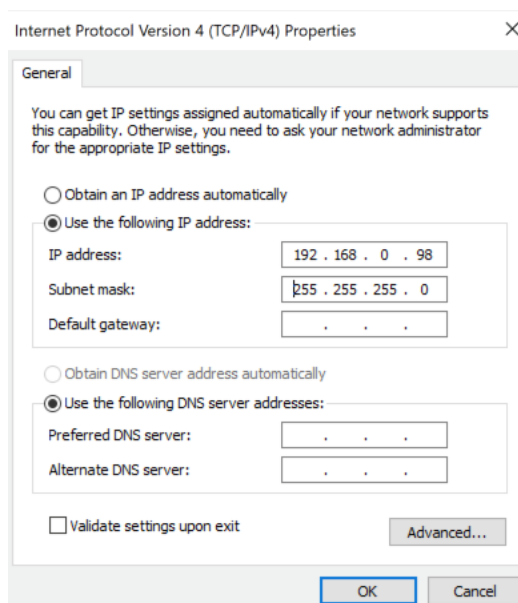
Εικόνα 31: Network connections

Μετά επιλογή → "Properties" για → "Internet Protocol Version 4 (TCP/IP)".



Εικόνα 32: Ethernet properties

Για παράδειγμα → IP address: 192.168.0.99 → Subnet mask 255.255.255.0 και accept the settings (→ "OK")

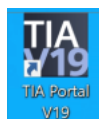


Εικόνα 33: Internet protocol version 4

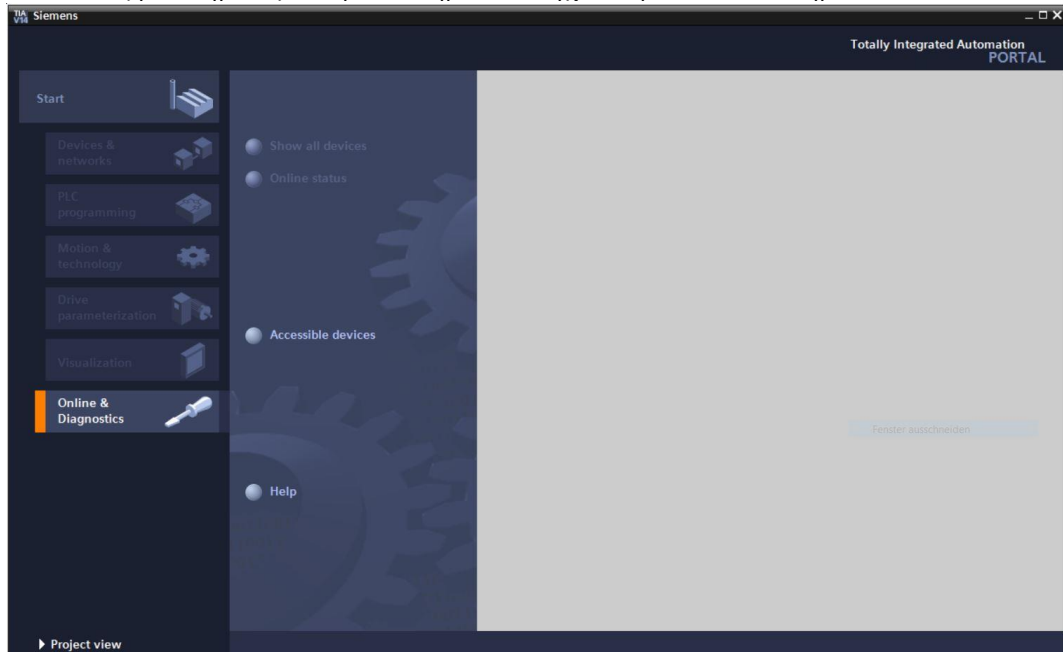
### 2.2.3 Ορισμός της IP address στη CPU

Η IP διεύθυνση του SIMATIC S7-1200 ορίζεται ως εξής:

→ Άνοιγμα του Totally Integrated Automation Portal με διπλό κλικ στο εικονίδιο (→ TIA Portal V19)

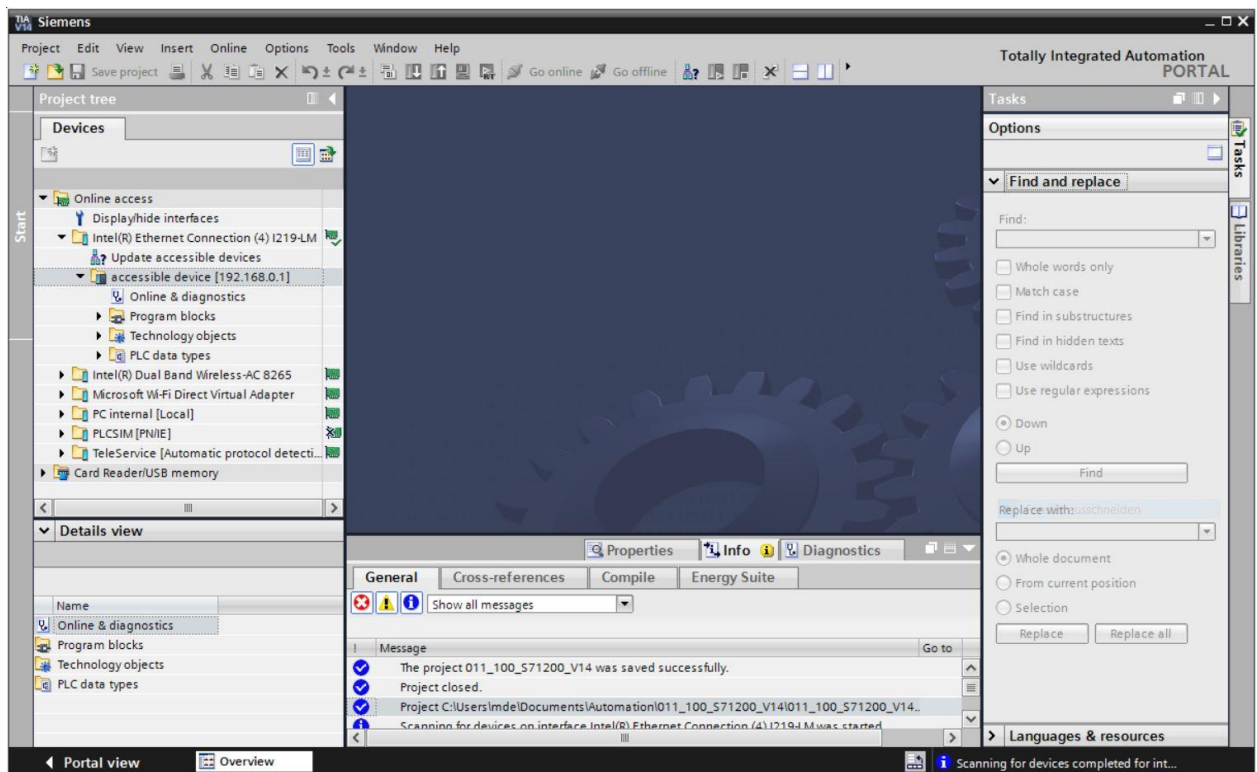


→ Επιλογή → "Online & Diagnostics", και άνοιγμα → "project view".



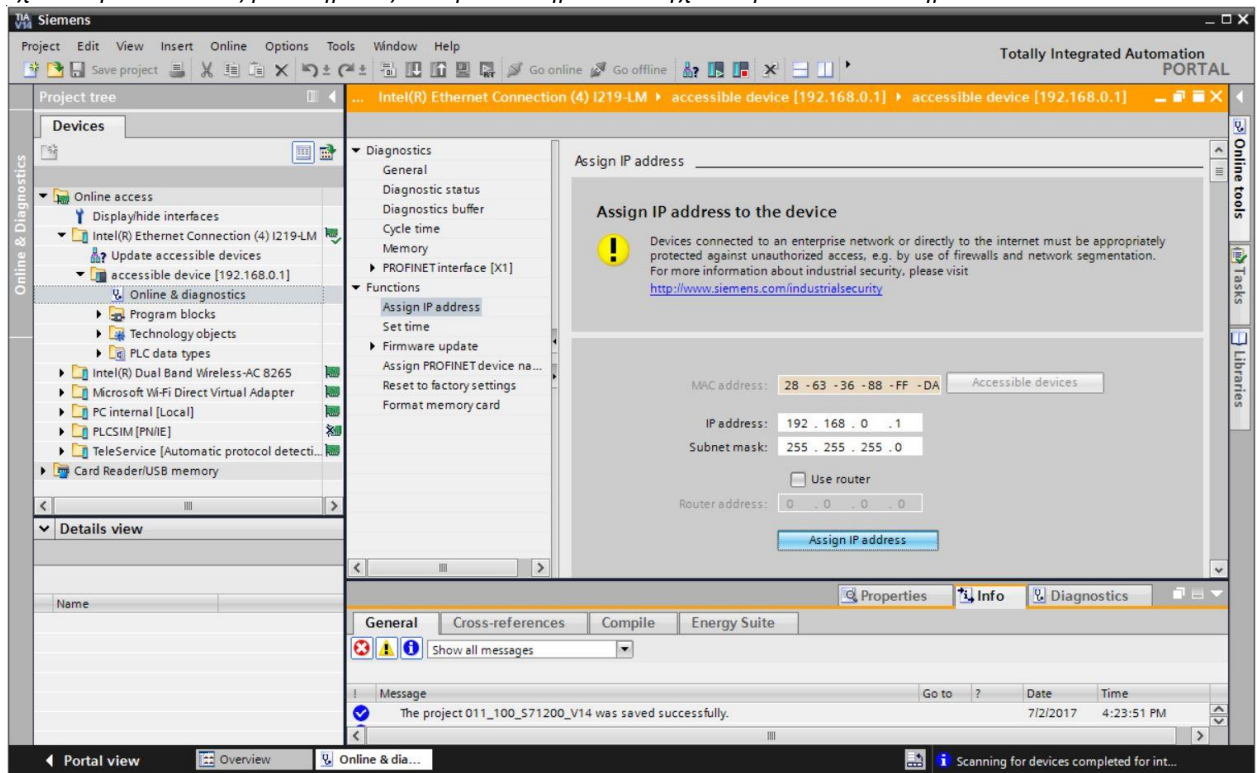
Εικόνα 34: TIA portal

Στο Project tree επιλογή → "Online access", στη συνέχεια άνοιγμα του network adapter που προηγουμένως έχει γίνει ρύθμιση. Κάνοντας click → "Update accessible devices" θα εμφανισθεί η IP διεύθυνση (εάν έχει προηγούμενη στιγμή προγραμματιστεί) ή την MAC διεύθυνση (εάν πρόκειται για νέο S7-1200) του S7-1200. Επιλογή → "Online & Diagnostics"



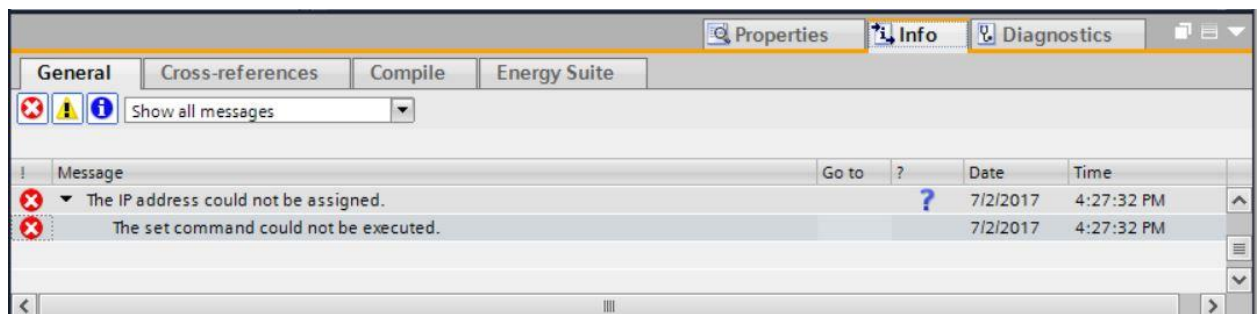
Εικόνα 35: Project view

Μετά επιλογή → "Functions", στη συνέχεια → "Assign IP address". Καταγραφή της διεύθυνσης που θα έχει το S7-1200 για παράδειγμα: → IP address: 192.168.0.2 → Subnet mask 255.255.255.0. Πάτημα το μπουτόν → "Assign IP address" και η νέα διεύθυνση έχει πλέον ορισθεί στο S7-1200.



Εικόνα 36: Assign ip address TIA portal

Εάν για κάποιον λόγο δεν οριστεί η διεύθυνση τότε θα εμφανισθεί το παρακάτω μήνυμα στο → "Info" window στο → "General".

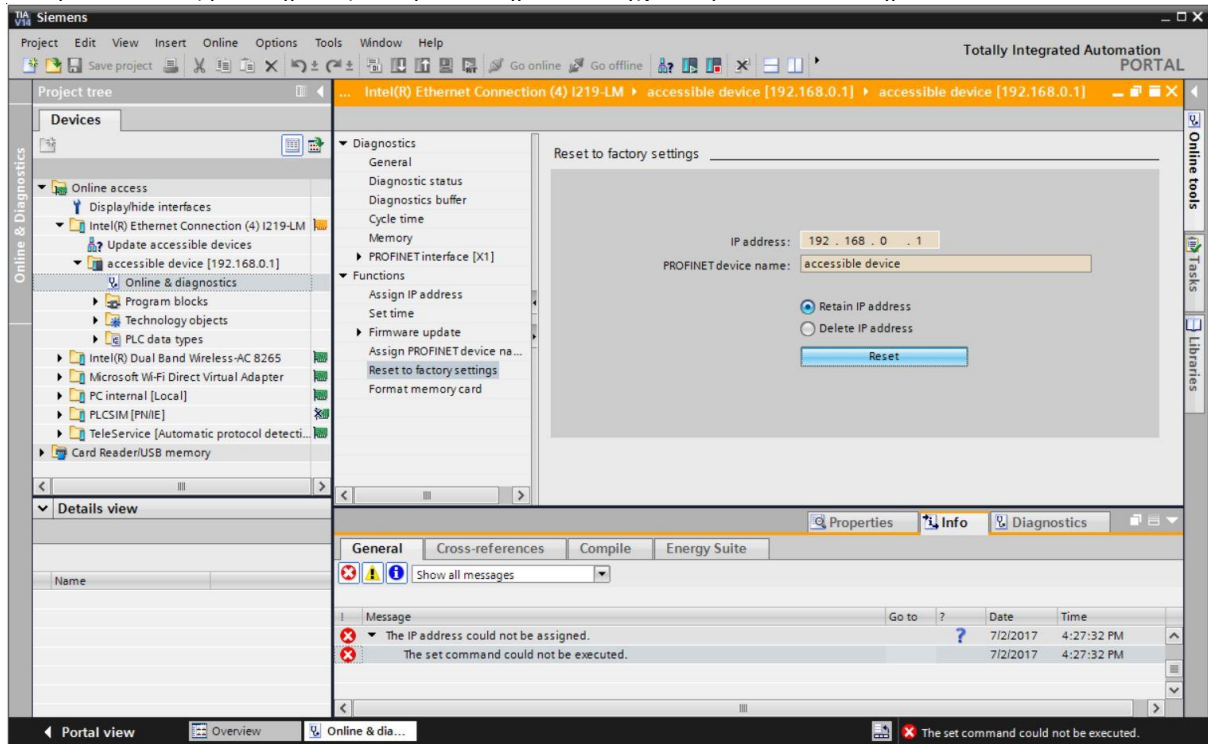


Εικόνα 37: General window

#### 2.2.4 Restore τα factory settings της the CPU

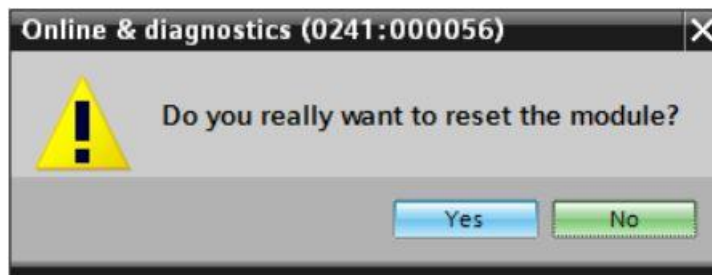
Εάν δεν είναι δυνατή η ρύθμιση της διεύθυνσης, θα πρέπει να διαγραφούν όλα τα δεδομένα της CPU. Αυτό μπορεί να γίνει με την επαναφορά της CPU. Για να το κάνετε, επιλέξτε την επιλογή "Reset to factory settings" και κάντε κλικ στο "Reset".





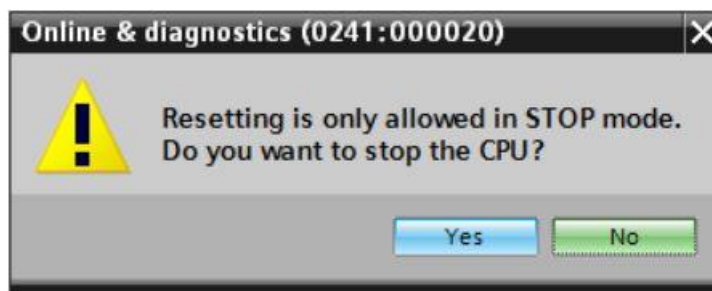
Εικόνα 38: Restore factory settings

Επιβεβαίωση επαναφοράς της μονάδας με → "Yes".



Εικόνα 39: Window online & diagnostics for reset

Εάν είναι απαραίτητο επιλογή stop τη CPU. (→ "Yes")



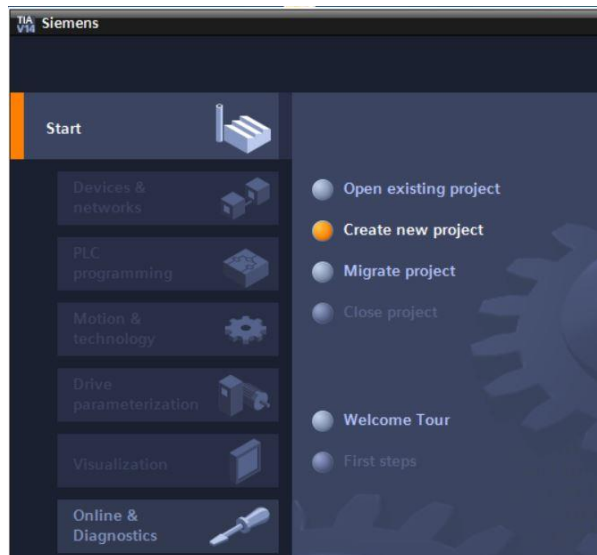
Εικόνα 40: Window online & diagnostics for stopping CPU

## 2.2.5 Δημιουργώντας ένα νέο Project

Ανοίγεται το Totally Integrated Automation Portal με διπλό κλικ στο εικονίδιο(\* TIA Portal V19)

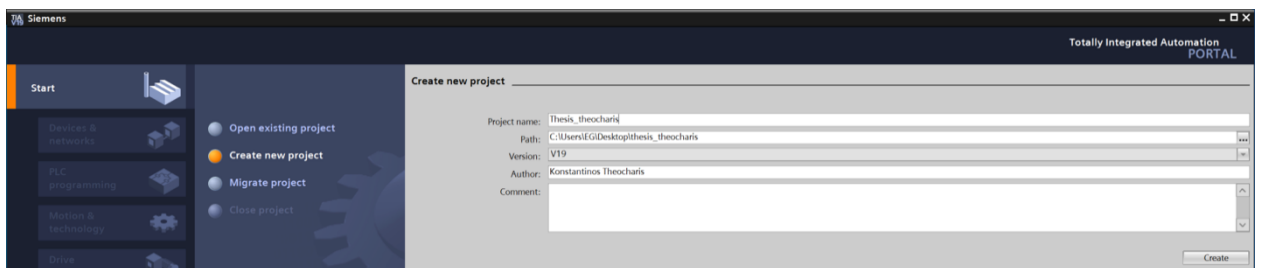


Στο portal view κάτω από το "Start" μενού επιλογή → "Create new project".



Εικόνα 41: Window for creating new project

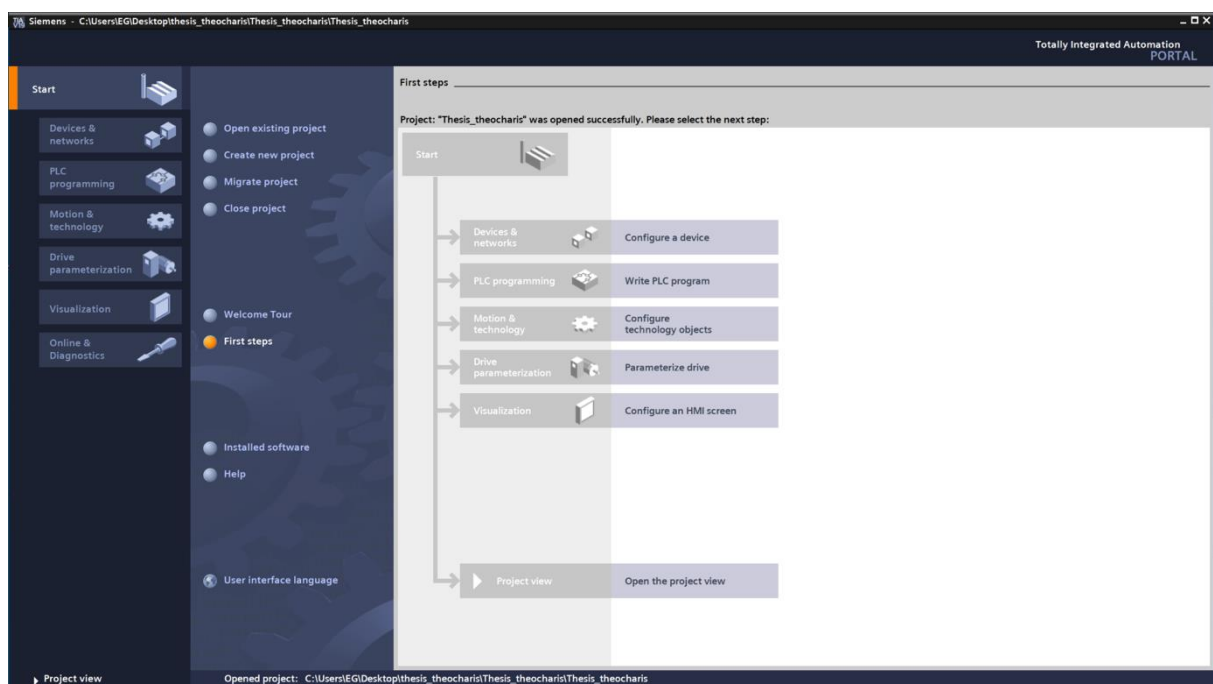
Δήλωση ονόματος του Project, Path, Author και Comment και στη συνέχεια click → "Create".



Εικόνα 42: Window for creating new project

Θα δημιουργηθεί το Project και θα ανοίξει το μενού "Start" με επιλεγμένη την επιλογή "First steps". Εισαγωγή CPU στο Project

Στο → "Start" portal, επιλογή → "First steps" → "Devices & Networks" → "Configure a device".

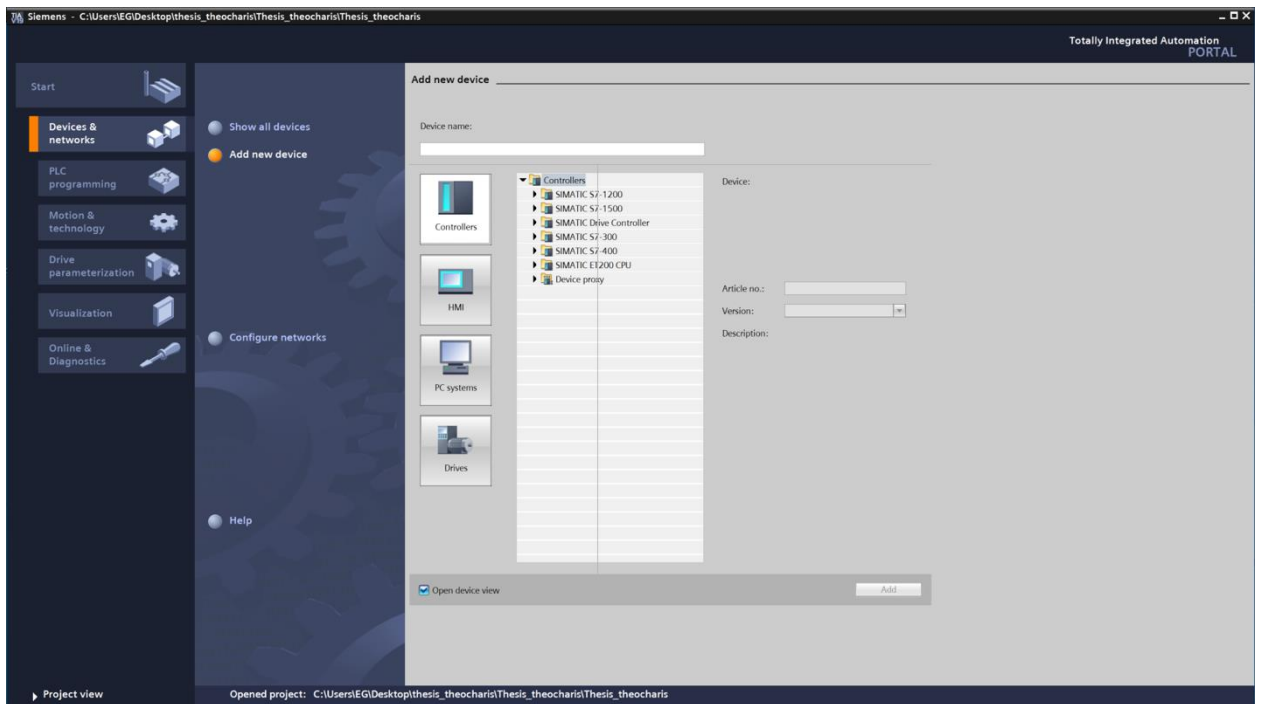


Εικόνα 43: Window for configuring a device

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

→ Το "Show all devices" μενού ανοίγει το "Devices & Networks" portal.

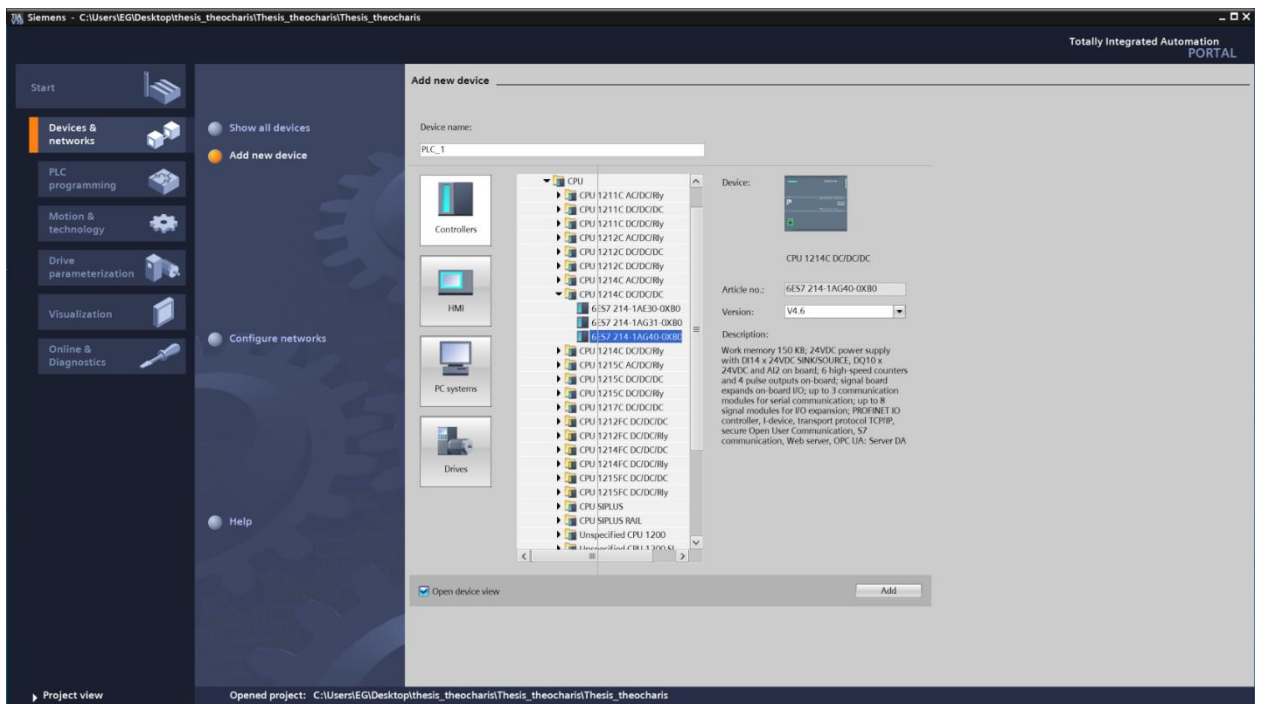
→ Επιλογή το "Add new device" μενού.



Εικόνα 44: Window for adding a new device

→ Ο συγκεκριμένος τύπος της CPU θα προστεθεί τώρα ως νέα συσκευή.

→ (Controllers → SIMATIC S7-1200 → CPU → CPU 1214C DC/DC/DC → 6ES7214-1AG40-0XB0 → V4.6)



Εικόνα 45: Window for adding a new device

→ Καταγραφή ονόματος (Device name → "CPU\_1214C").



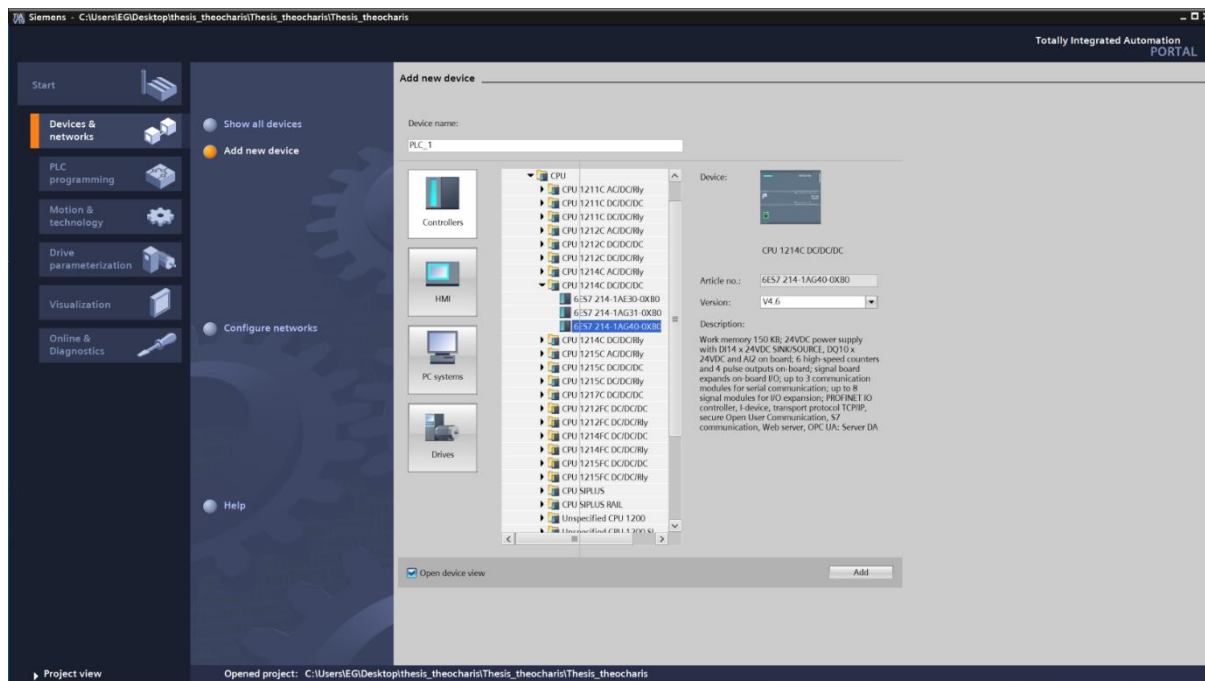
Εικόνα 46: Window for giving a new device name

→ και μετά κλικ στο "Open device view".



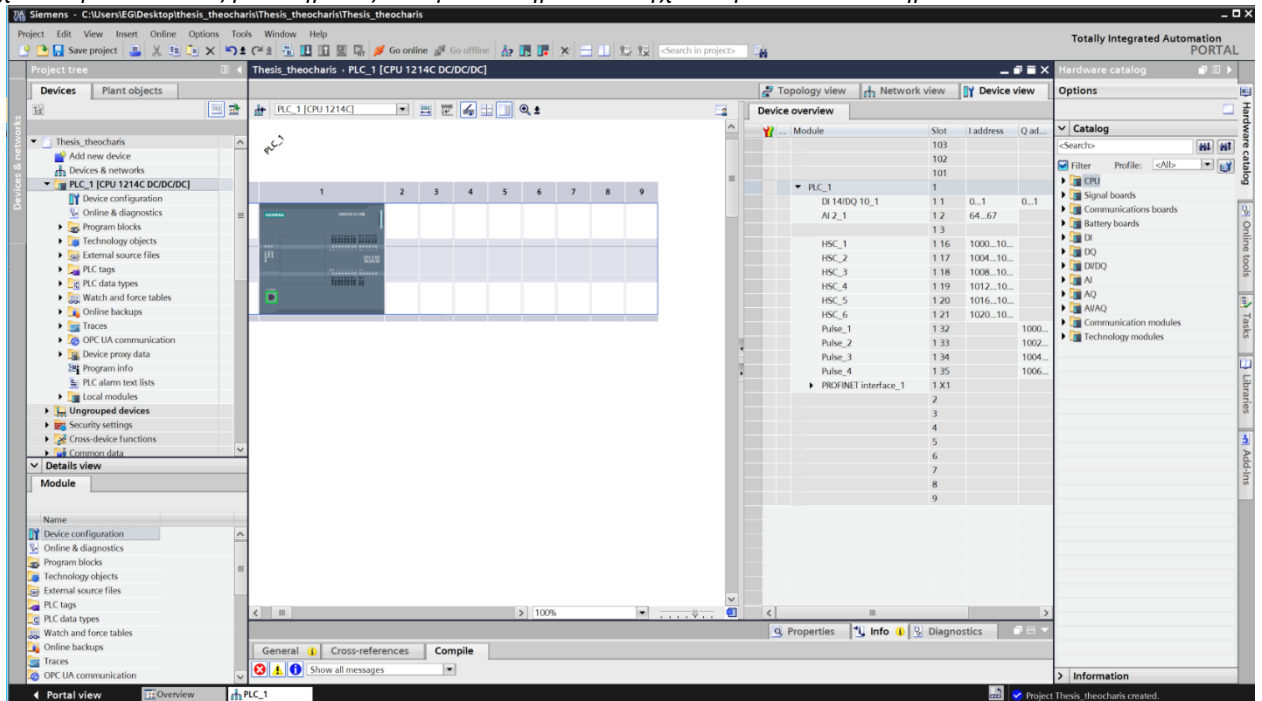
Εικόνα 47: Window for configuring a new device

→ κλικ "Add".



Εικόνα 48: Window for adding a new device

**Σημείωση:** Η επιθυμητή CPU μπορεί να έχει πολλές εκδόσεις που διαφέρουν ως προς τη λειτουργικότητα, όπως η μνήμη εργασίας και η ενσωματωμένη μνήμη. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να επιβεβαιώσετε ότι η επιλεγμένη CPU πληροί τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί. Το TIA Portal ανοίγει αυτόματα το project view και εμφανίζει την επιλεγμένη CPU στη θέση της ράγας.

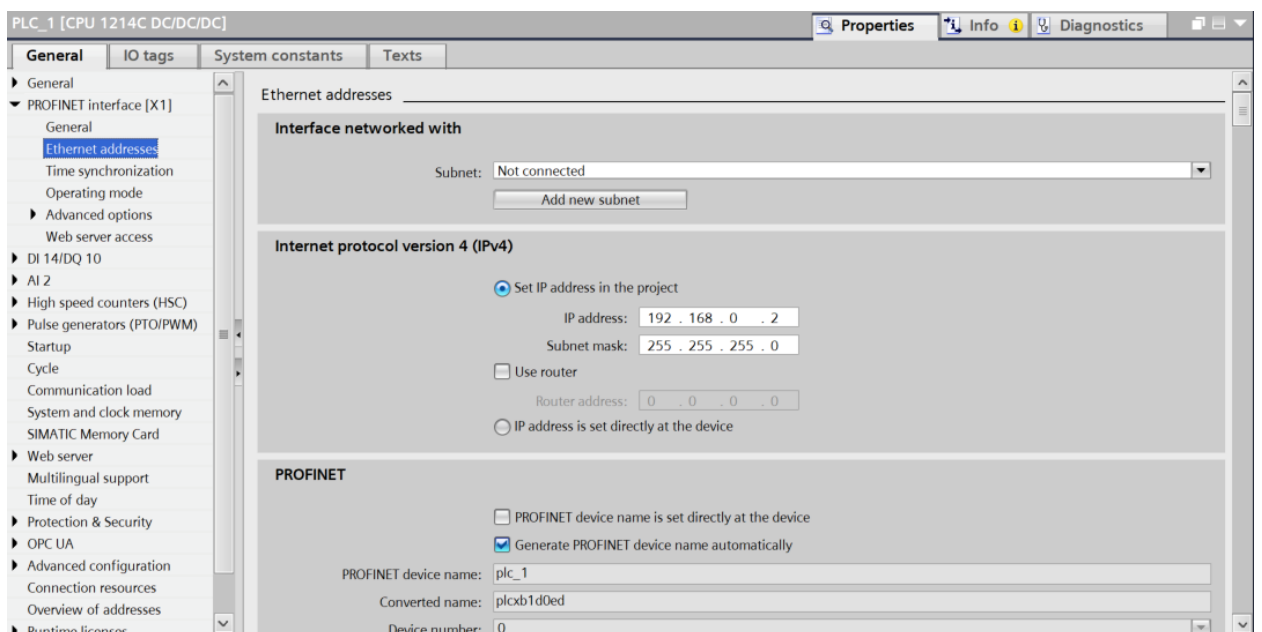


Εικόνα 49: Project view

**Σημείωση:** Στη CPU μπορεί να γίνει διαμόρφωση σύμφωνα με τις απαιτήσεις σας: το PROFINET interface, το startup, τον κύκλο, το password protection, κλπ.[12]

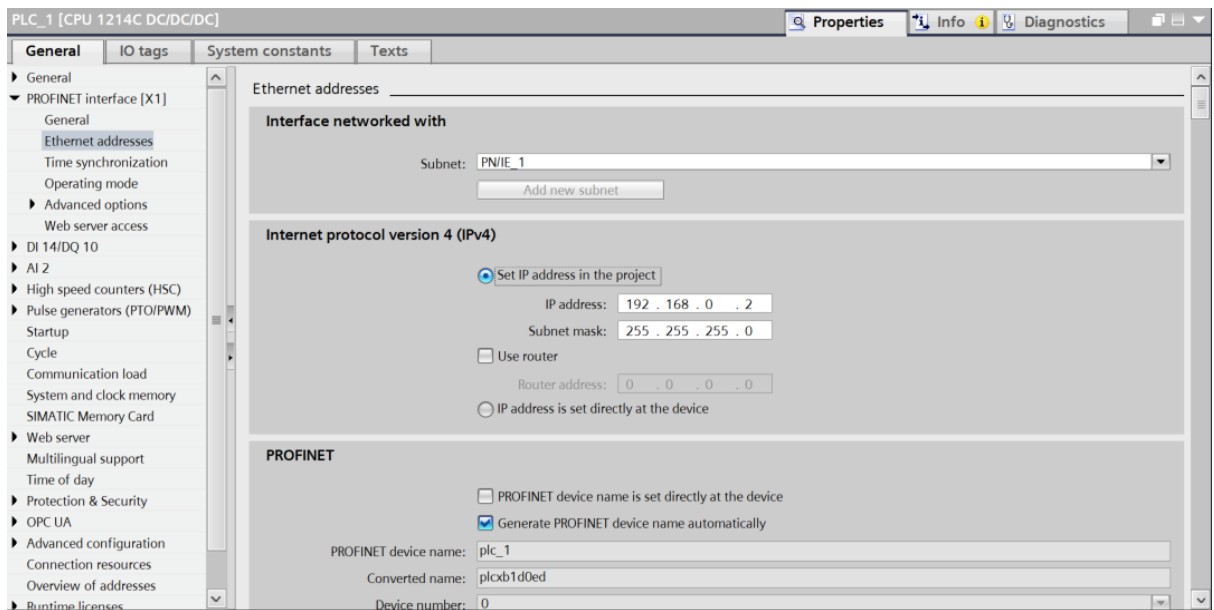
### 2.2.6 Διαμόρφωση του Ethernet interface της CPU

- Επιλογή της CPU με διπλό click
- Στο κάτω παράθυρο → "Properties", ανοίγει το → "PROFINET interface [X1]" και κλικ στο → "Ethernet addresses".

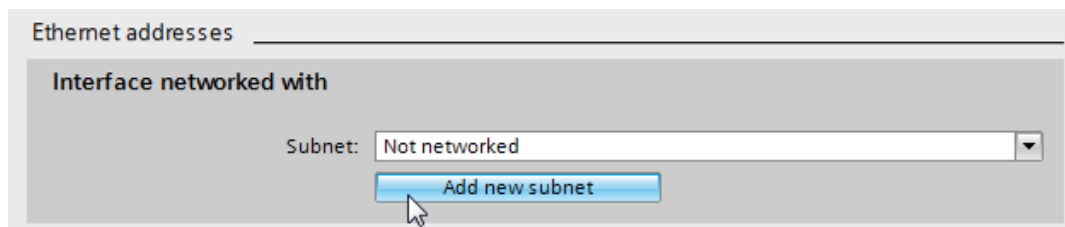


Εικόνα 50: Window for giving an ethernet address

- Κάτω στο "Interface networked with", είναι διαθέσιμο μόνο το "Not networked".
- Προσθήκη ενός Ethernet subnet κάνοντας κλικ στο μπουτόν → "Add new subnet".



Εικόνα 51: Window for giving an ethernet address

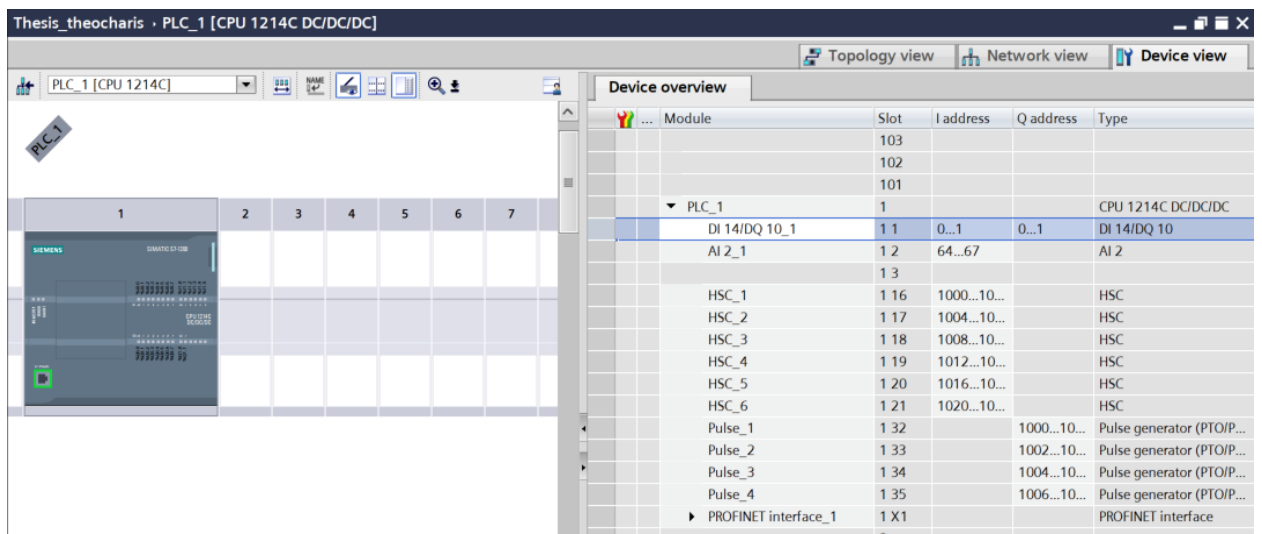


Εικόνα 52: Window for giving an ethernet address

Διατήρηση του προκαθορισμένο "IP address" and "Subnet mask".

### 2.2.7 Ρυθμίστε τις περιοχές διεύθυνσης

→ Το επόμενο βήμα είναι να γίνει έλεγχος των διευθύνσεων των Εισόδων και Εξόδων και αλλαγή σε αυτές εάν κριθεί απαραίτητο. DI/DO θα έχουν διεύθυνση 0...1 and AI θα έχουν 64...67. (→ Device overview → DI 14/DQ 10\_1 → I address: 0..1 → Q address: 0...1 → AI 2\_1 → I address: 64...67)



Εικόνα 53: Window of device view



Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

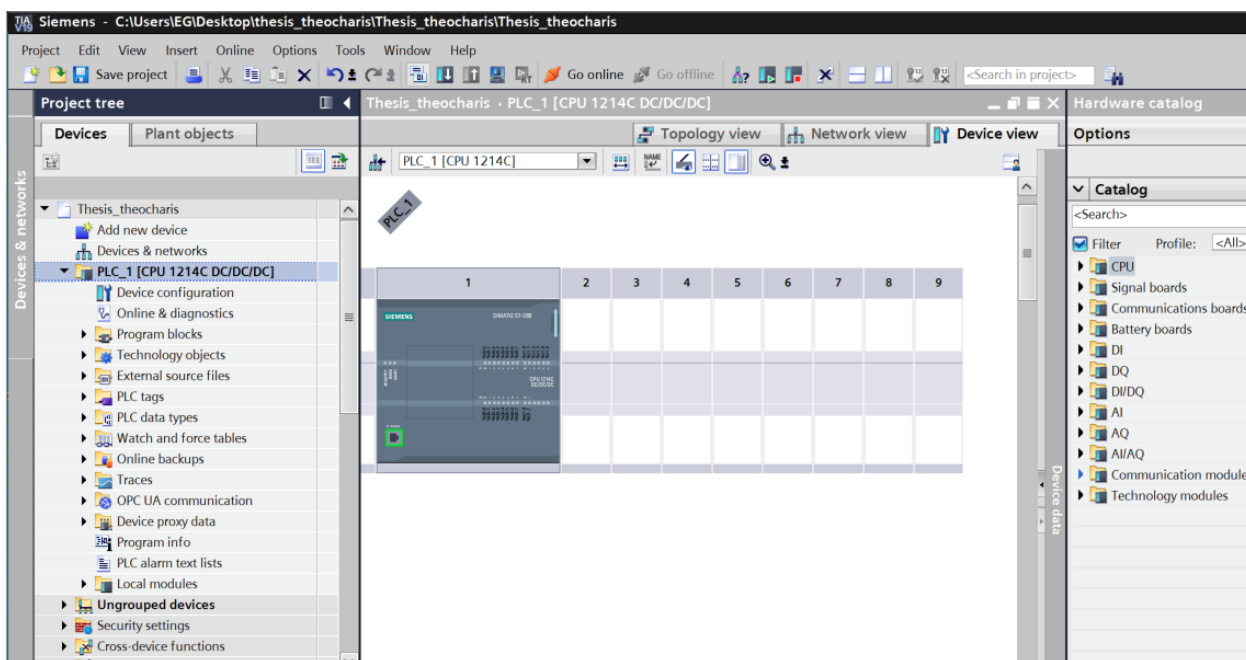
**Σημείωση:** Για την εμφάνιση και την απόκρυψη της επισκόπησης συσκευών πρέπει να πατηθεί το μικρό βέλος δίπλα στο στοιχείο "Device data" στη δεξιά πλευρά του hardware configuration.



Εικόνα 54: Window device data

### 2.2.8 Save & compile το hardware configuration

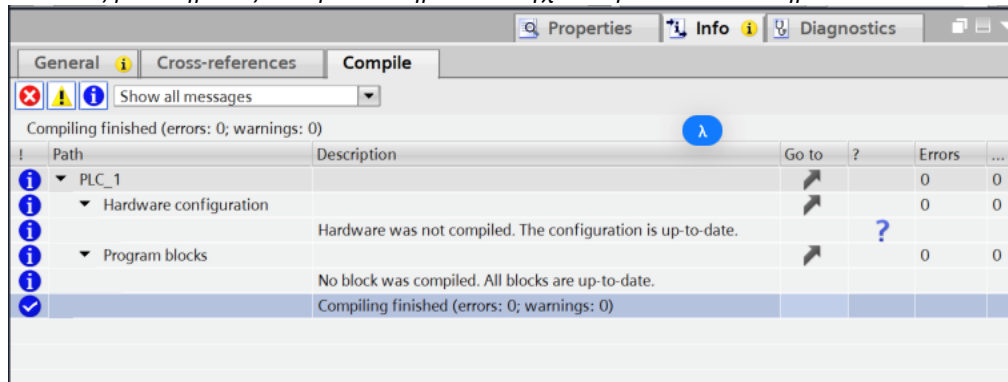
→ Πριν το compile του configuration πρέπει να γίνει save το project με click στο →  Save project μπουτόν. Για το compile της CPU με το device configuration πρώτα πρέπει να γίνει του φακέλου → "CPU\_1214C [CPU1214C DC/DC/DC]" και μετά click →  "Compile".



Εικόνα 55: Window for compiling


**Σημείωση:** Θα πρέπει να αποθηκεύεται συχνά το project σας κατά τη διάρκεια της εργασίας, καθώς η αποθήκευση δεν γίνεται αυτόματα. Ερώτηση για την αποθήκευση του project εμφανίζεται μόνο όταν γίνει επιλογή να κλείσει το TIA Portal.

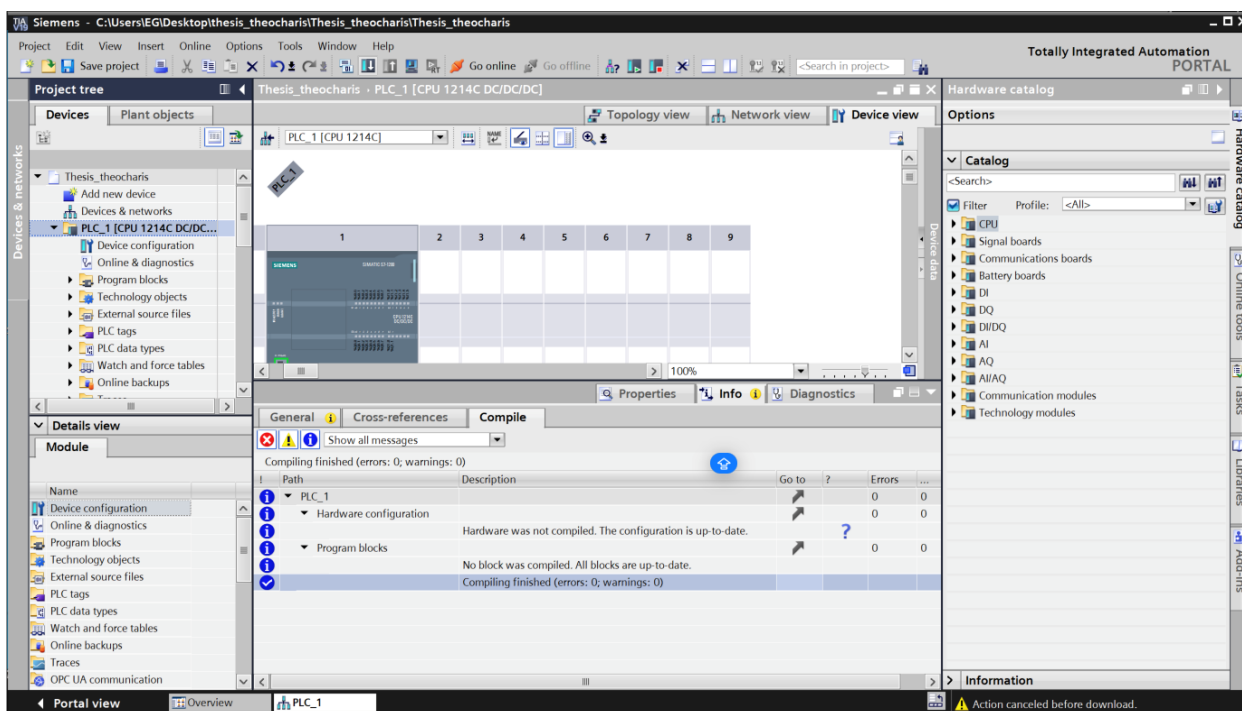
→ Εάν το compile γίνει χωρίς errors θα εμφανισθεί η παρακάτω οθόνη.



Εικόνα 56: Window for compiling

## 2.2.9 Download το hardware configuration στη CPU

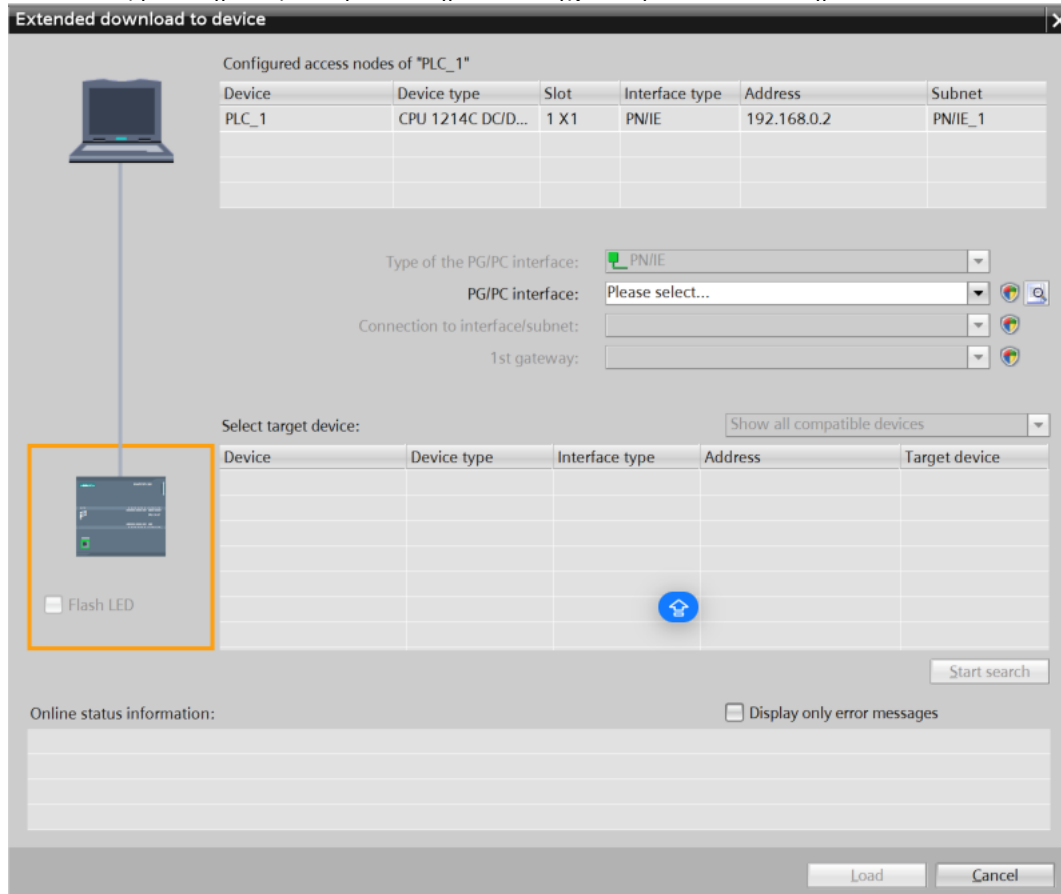
→ Για τη μεταφορά του Hardware Configuration στη CPU πρέπει να επιλεγεί ο φάκελος → "PLC\_1 [CPU1214C DC/DC/DC]" και click στο  → "Download".



Εικόνα 57: Window for compiling

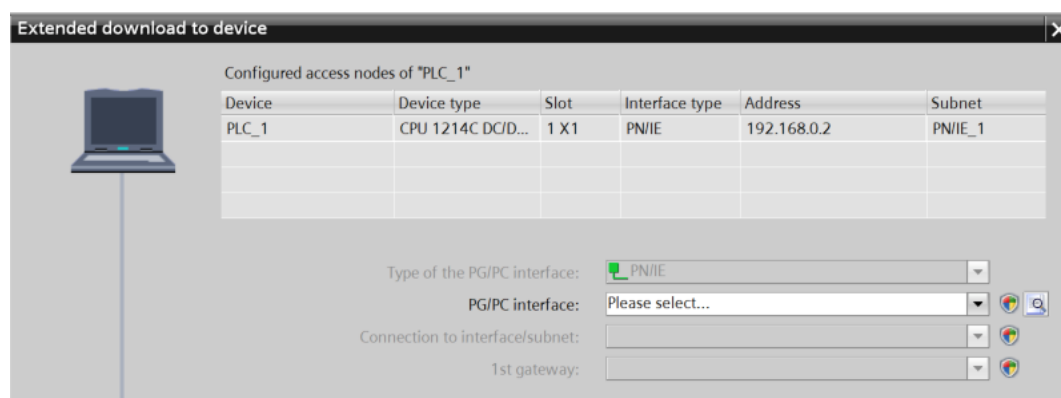
→ Εμφανίζεται το παράθυρο διαχείρισης των επικοινωνιών του TIA (extended download).





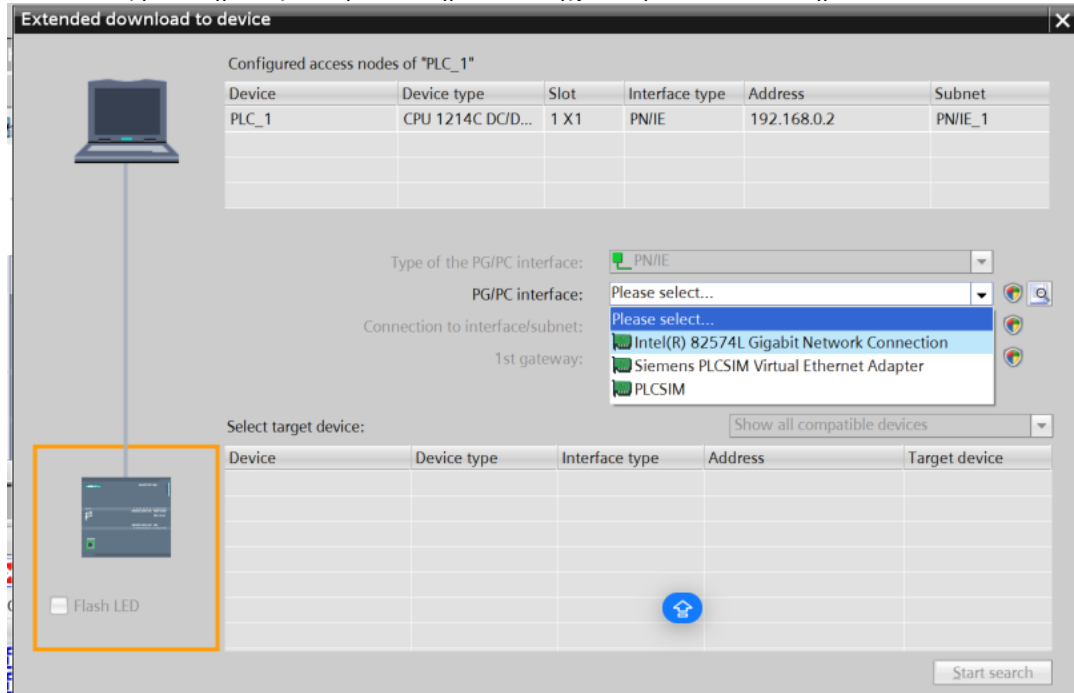
Εικόνα 58: Window for extended downloading

- Πρώτα γίνεται επιλογή του σωστού interface με το οποίο θα υλοποιηθεί το Download. Αυτό πραγματοποιείται σε τρία βήματα.
- Τύπος στο PG/PC interface → PN/IE



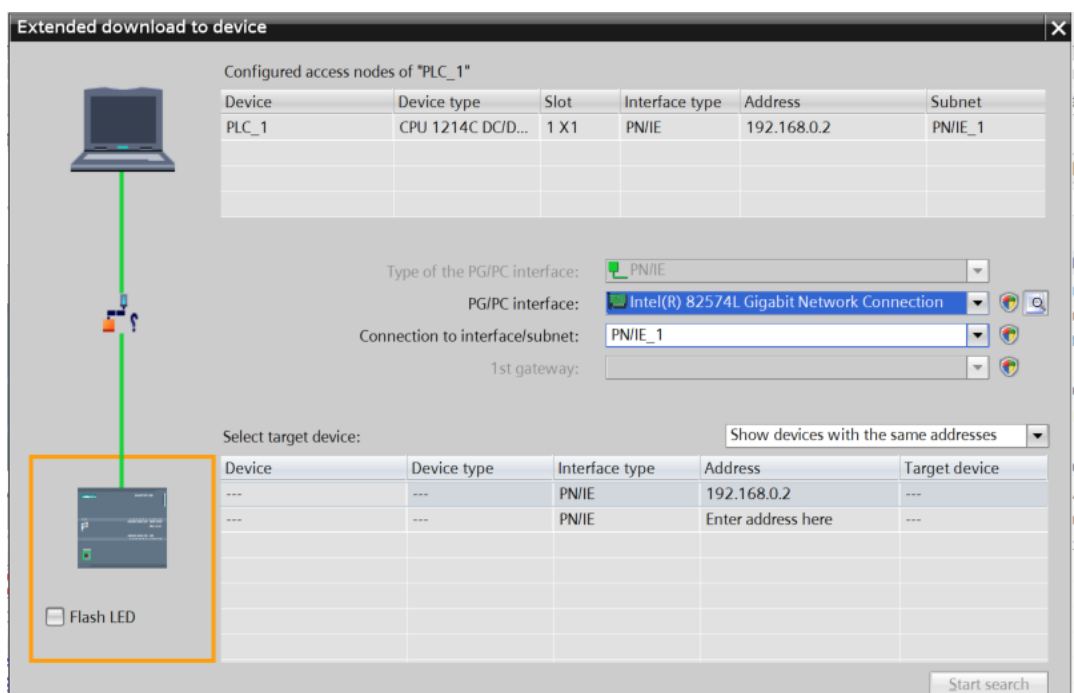
Εικόνα 59: Window for extended downloading

- PG/PC interface → π.χ.: Intel(R) 82574L Gigabit Network Connection



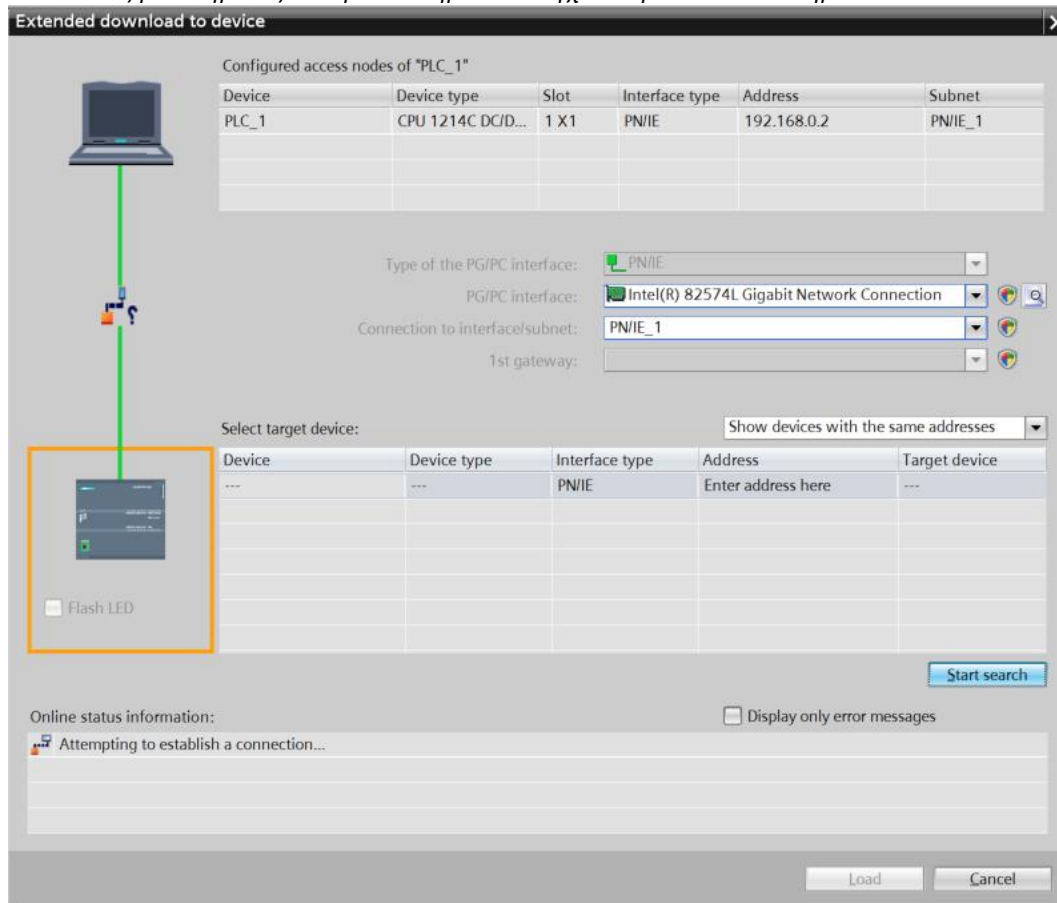
Εικόνα 60: Window for connecting to interface

→ Σύνδεση στο interface/subnet → "PN/IE\_1"



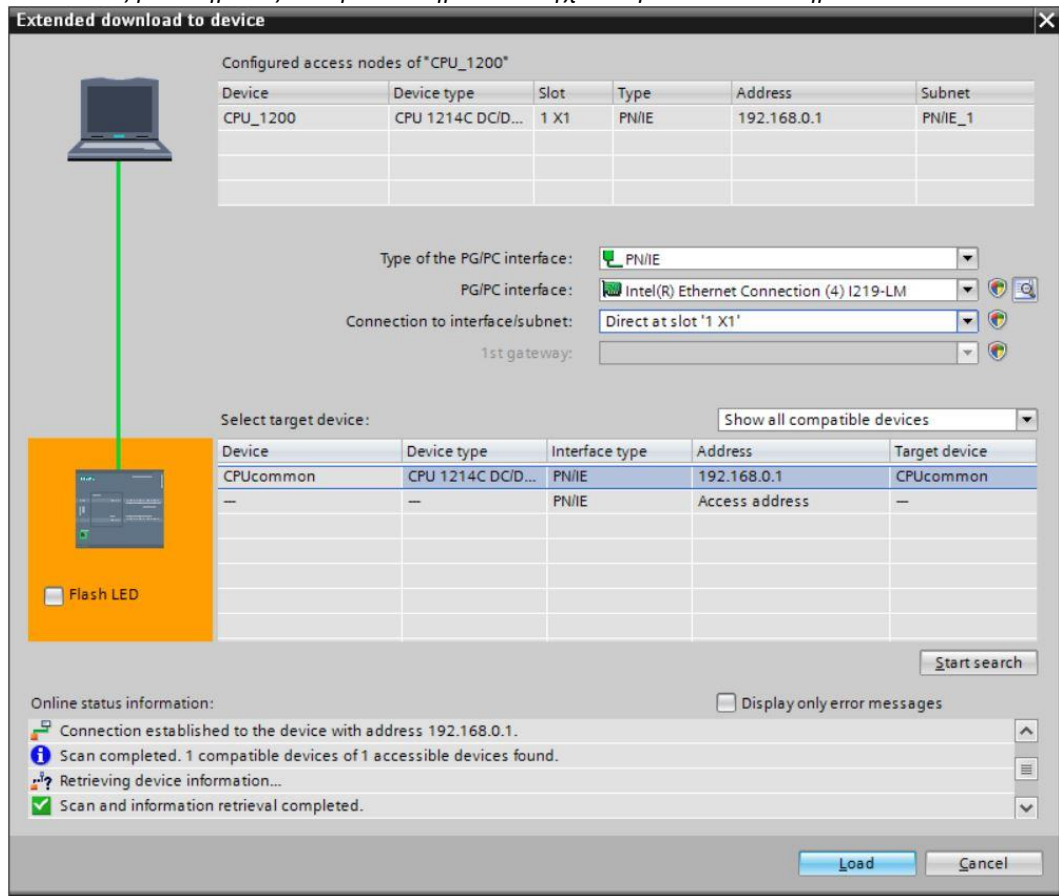
Εικόνα 61: Window for connecting to interface

→ Το "Show all compatible devices" πρέπει να είναι επιλεγμένο. Για την αναζήτηση CPU στο δίκτυο γίνεται με το μπουτόν → **Start search** .



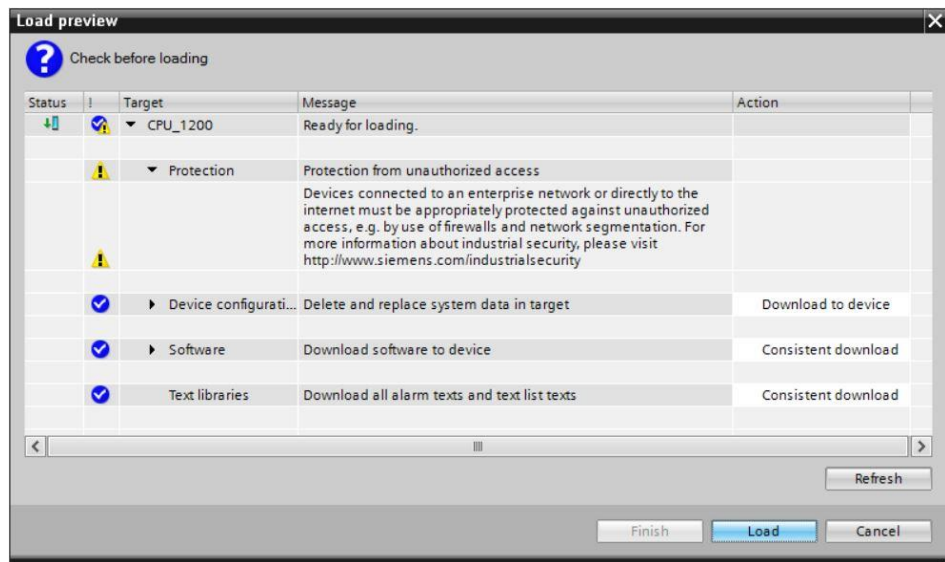
Εικόνα 62: Window for showing all compatible devices

Εάν η CPU εμφανισθεί στο "Compatible devices in target subnet" πρέπει να επιλεγθεί και να πατηθεί το μπουτόν → "Load").




Εικόνα 63: Window for showing all compatible devices

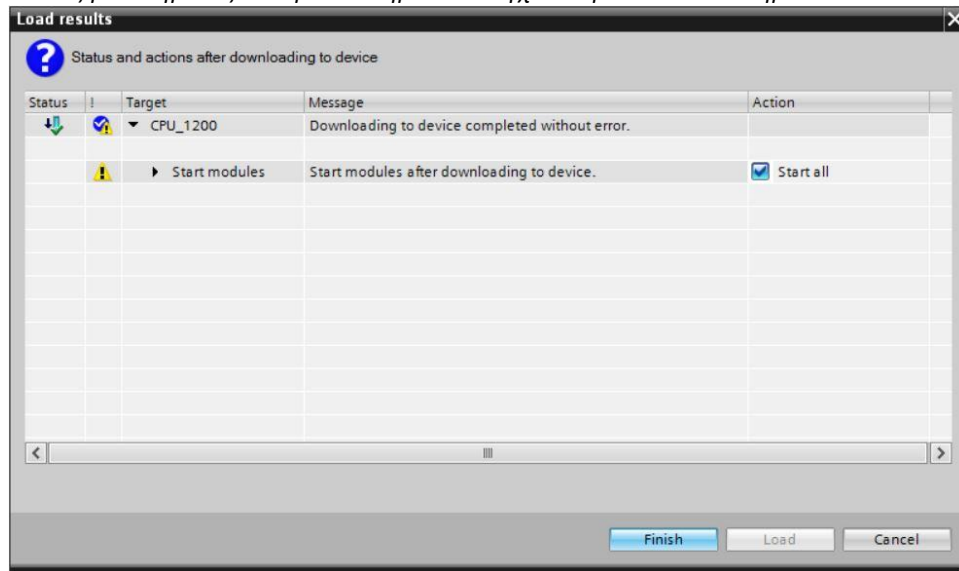
Στη συνέχεια θα εμφανισθεί → "Overwrite all" και συνεχίζεται το Download με → "Load".



Εικόνα 64: Window of load preview

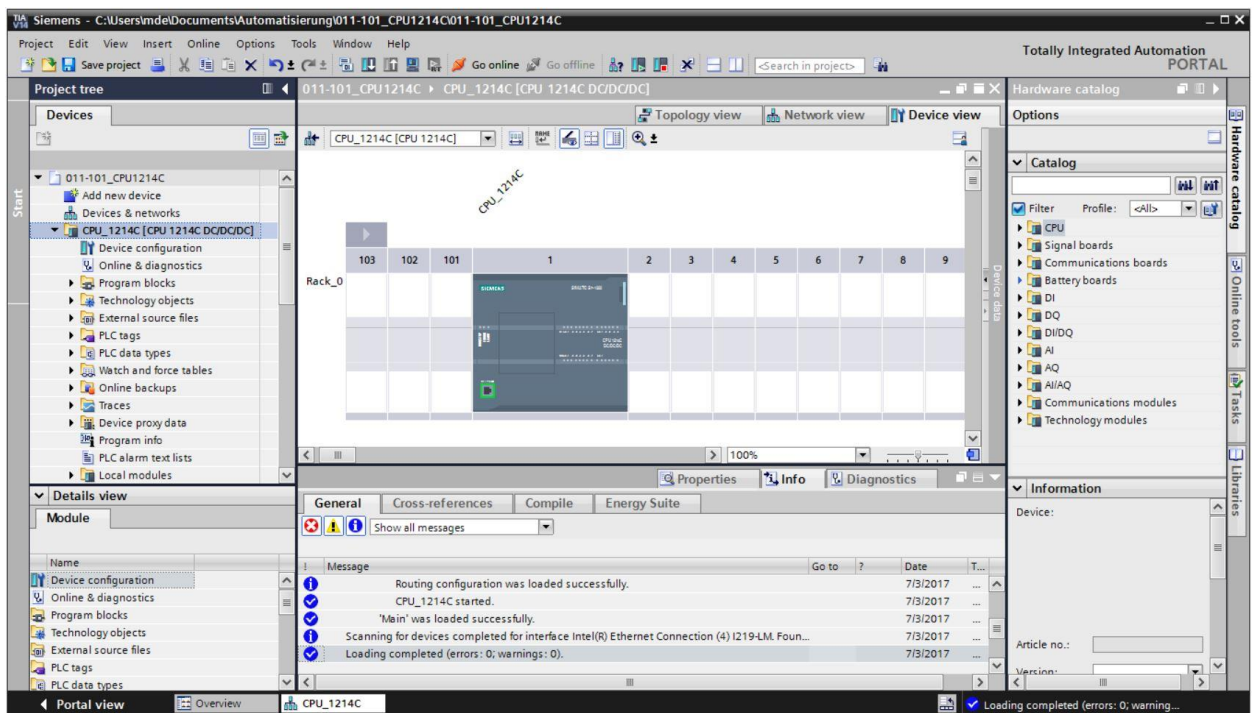
**Σημείωση:** Το σύμβολο  εμφανίζεται σε κάθε γραμμή του "Load preview". Επιπλέον πληροφορίες παρέχονται στη στήλη "Message".

Στη συνέχεια θα πρέπει να γίνει επιλογή του → "Start all" και → "Finish" για να ολοκληρωθεί η διαδικασία.



Εικόνα 65: Window of load results

Μετά το επιτυχημένο θα εμφανισθεί αυτόματα το Project View και στο κάτω μέρος του "General" θα εμφανισθούν λεπτομέρειες για το επιτυχημένο ή όχι Download [12].



Εικόνα 66: Project view

### 2.2.10 Δημιουργία προγράμματος

Μπορούμε να χωρίσουμε το πρόγραμμα σε διάφορα μέρη για να το διαβάζουμε και να το αντιλαμβανόμαστε καλύτερα και ευκολότερα. Κάθε μέρος του προγράμματος πρέπει να έχει τεχνολογική και λειτουργική βάση. Αυτά τα μέρη ονομάζονται «Μπλοκ». Ένα μπλοκ αποτελεί ένα μέρος του προγράμματος του χρήστη που καθορίζεται από τις λειτουργίες του, τη δομή και τον σκοπό της ύπαρξής του.

#### Τύποι μπλοκ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μπλοκ για διάφορους σκοπούς:

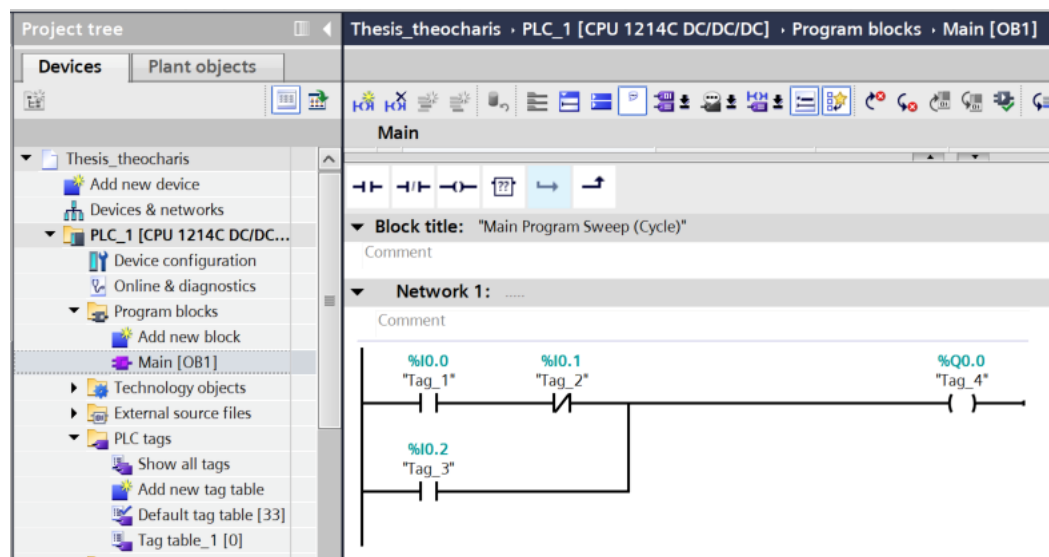
Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

- Μπλοκ χρήστη. Τα μπλοκ αυτά περιλαμβάνουν τόσο τον κώδικα του προγράμματος όσο και τα δεδομένα του χρήστη.
- Μπλοκ συστήματος. Τα μπλοκ αυτά περιλαμβάνουν τόσο το πρόγραμμα όσο και τα δεδομένα που σχετίζονται με το σύστημα.
- Στάνταρτ μπλοκ. Τα μπλοκ αυτά αποτελούν το κλειδί λειτουργίας για τους οδηγούς (drivers) των ειδικών καρτών CP και FM.

Τα μεγάλα και περίπλοκα προγράμματα οργανώνονται σε επιμέρους μπλοκ, τα οποία είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία τους. Μπορούμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε διάφορους τύπους μπλοκ, ανάλογα με την εφαρμογή.

### Μπλοκ οργάνωσης (OB)

Τα προαναφερόμενα μπλοκ διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος του χρήστη. Οι κεντρικές μονάδες επεξεργασίας εκτελούν τα μπλοκ οργάνωσης όταν συμβαίνουν συγκεκριμένα γεγονότα, όπως μια διακοπή. Το κύριο πρόγραμμα εκτελείται στο μπλοκ οργάνωσης OB1, ενώ τα υπόλοιπα μπλοκ οργάνωσης έχουν ειδικούς αριθμούς που καθορίζονται από το είδος των γεγονότων που διαχειρίζονται.



Εικόνα 67: Main OB(1)

### Μπλοκ λειτουργίας (FB)

Αποτελούν μέρος του προγράμματος και μπορούν να κληθούν με προγραμματισμό των παραμέτρων του μπλοκ. Οι μεταβλητές μνήμης ενός μπλοκ δεδομένων περιλαμβάνονται στην κλήση του μπλοκ λειτουργίας. Επιπλέον, κάθε κλήση μπορεί να χρησιμοποιεί διαφορετικό μπλοκ δεδομένων με την ίδια δομή αλλά διαφορετικές τιμές μεταβλητών.

### Λειτουργία (Fc)

Οι λειτουργίες χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό σύνθετων αυτόματων διαδικασιών. Μπορούν να παραμετροποιηθούν και να επιστρέψουν μια τιμή στο καλούμενο μπλοκ, αν και η επιστροφή της τιμής είναι προαιρετική. Επιπλέον, οι λειτουργίες μπορούν να αποστέλλουν διάφορες παραμέτρους εξόδου. Οι λειτουργίες δεν αποθηκεύουν πληροφορίες και δεν περιέχουν μπλοκ δεδομένων.

Αυτά τα μπλοκ περιέχουν τα δεδομένα του προγράμματός μας. Με τον προγραμματισμό τους καθορίζουμε τη μορφή αποθήκευσης των δεδομένων, όπως το μπλοκ στο οποίο αποθηκεύονται, τη σειρά τους και τον τύπο τους. Υπάρχουν δύο τρόποι χρήσης των μπλοκ δεδομένων: ως καθολικά και ως στιγμιαία μπλοκ. Ένα καθολικό μπλοκ δεδομένων είναι ένα "ελεύθερο" μπλοκ στο πρόγραμμα του χρήστη και δεν περιλαμβάνεται σε κωδικοποιημένο μπλοκ. Αντίθετα, ένα στιγμιαίο μπλοκ δεδομένων περιλαμβάνεται σε ένα μπλοκ λειτουργίας και αποθηκεύει μέρος των δεδομένων του μπλοκ λειτουργίας.

Φαίνεται πως γίνεται αναφορά σε ένα πολύπλοκο σύστημα οργάνωσης και διαχείρισης δεδομένων, όπου η δομή και η λειτουργία των μπλοκ καθορίζονται αυστηρά από την CPU και το λειτουργικό σύστημα της κεντρικής μονάδας. Κάθε τύπος μπλοκ έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και απαιτήσεις, με τον αριθμό και το μέγεθος τους να εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες ανάγκες του συστήματος και τις εντολές της CPU. Ορισμένοι τύποι μπλοκ έχουν προκαθορισμένο αριθμό και μέγεθος, που ορίζονται από το λειτουργικό σύστημα, ενώ άλλοι τύποι μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τις ανάγκες, εφόσον τηρούνται συγκεκριμένα όρια. Επίσης, κάθε μπλοκ μπορεί να ονομαστεί με ένα μοναδικό όνομα μέσω ενός πίνακα συμβόλων, κάτι που διευκολύνει την αναφορά και τη διαχείριση τους στο σύστημα. Αυτή η δομή επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων και των διαφορετικών τύπων μπλοκ στο σύστημα, εξασφαλίζοντας τη συμβατότητα και την αποδοτικότητα της λειτουργίας της CPU και των εφαρμογών που τρέχουν σε αυτήν.

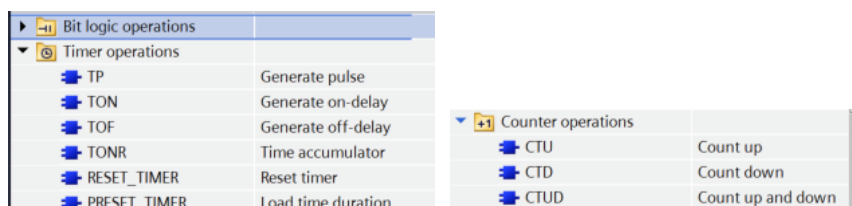
### 2.2.11 Γλώσσες Προγραμματισμού

Το STEP 7 παρέχει τις ακόλουθες τυποποιημένες γλώσσες προγραμματισμού για τον S7-1200:

- LAD (ladder logic) είναι μια γραφική γλώσσα προγραμματισμού. Η αναπαράσταση βασίζεται σε κυκλωματικά διαγράμματα.
- FBD (Function Block Diagram) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται στα γραφικά λογικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται στην άλγεβρα Boole.
- Η SCL (structured control language) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου βασισμένη σε κείμενο.

Όταν δημιουργείται ένα μπλοκ κώδικα, γίνεται επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθεί από το συγκεκριμένο μπλοκ.

Το πρόγραμμα χρήστη μπορεί να χρησιμοποιεί μπλοκ κώδικα που έχουν δημιουργηθεί σε οποιαδήποτε ή όλες τις γλώσσες προγραμματισμού [17].



Bit logic operations	
Timer operations	
TP	Generate pulse
TON	Generate on-delay
TOF	Generate off-delay
TONR	Time accumulator
RESET_TIMER	Reset timer
PRESET_TIMER	Load time duration
Counter operations	
CTU	Count up
CTD	Count down
CTUD	Count up and down

Εικόνα 68: Εντολές

**3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : Οπτικοποίηση διεργασιών με το SIMATIC HMI Unified****Basic Panel MTP700 Basic και το WinCC Unified**

Η ανάγκη για αποδοτική και αποτελεσματική διαχείριση των βιομηχανικών διεργασιών είναι κρίσιμη στον σύγχρονο κόσμο. Το SIMATIC HMI Panel και το WinCC Unified αποτελούν κεντρικά εργαλεία σε αυτή την προσπάθεια, προσφέροντας λύσεις για την οπτικοποίηση, τον έλεγχο και την παρακολούθηση των διαδικασιών.

Το SIMATIC HMI Unified Basic Panel MTP700 Basic είναι μια συσκευή ανθρώπου-μηχανής (HMI) που σχεδιάστηκε για την αλληλεπίδραση μεταξύ του χειριστή και της διαδικασίας. Σε συνδυασμό με το WinCC Unified, προσφέρει μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα για την ανάπτυξη, την προσαρμογή και την υλοποίηση συστημάτων ελέγχου που ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες απαιτήσεις της βιομηχανίας.

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρέχει τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για την αποτελεσματική χρήση αυτών των εργαλείων στην οπτικοποίηση και διαχείριση των διεργασιών, διασφαλίζοντας την αξιοπιστία, την ευκολία χρήσης και τη βελτιστοποίηση της παραγωγής.

**3.1 Οπτικοποίηση διαδικασίας**

Λόγω του ότι οι διαδικασίες παραγωγής γίνονται όλο και πιο πολύπλοκες και οι απαιτήσεις για τη λειτουργικότητα των μηχανών και των εγκαταστάσεων αυξάνονται, οι χειριστές χρειάζονται ένα ισχυρό εργαλείο για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των εγκαταστάσεων παραγωγής. Ένα σύστημα HMI (διεπαφή ανθρώπου-μηχανής) αντιπροσωπεύει τη διεπαφή μεταξύ ανθρώπου (χειριστή) και διεργασίας (μηχανή/εγκατάσταση). Είναι ο ελεγκτής που στην πραγματικότητα ελέγχει τη διαδικασία. Ως εκ τούτου, υπάρχει μια διεπαφή μεταξύ του χειριστή και του WinCC (στη συσκευή HMI) και μια διεπαφή μεταξύ του WinCC και του ελεγκτή.

Οι βασικοί πίνακες SIMATIC HMI και το WinCC εκτελούν τις ακόλουθες εργασίες:

Προβολή διεργασιών με απλή δομή οθόνης	Η διαδικασία απεικονίζεται στη συσκευή HMI. Η οθόνη στη συσκευή HMI ενημερώνεται όταν αλλάζει η κατάσταση μιας διεργασίας, για παράδειγμα. Μια διεργασία μπορεί να εμφανίζεται με σαφή δομημένο τρόπο σε πολλαπλές οθόνες.
Επικοινωνία με διεργασίες	Ο χειριστής μπορεί να επικοινωνεί με τη διεργασία μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη. Για παράδειγμα, ο χειριστής μπορεί να ορίσει ένα σημείο ρύθμισης για τον ελεγκτή ή να εκκινήσει έναν κινητήρα.
Έξοδος συναγερμών	Όταν εμφανίζονται κρίσιμες καταστάσεις της διεργασίας, όπως π.χ. όταν γίνεται υπέρβαση ενός καθορισμένου ορίου, ενεργοποιείται αυτόματα ένας συναγερμός.



Αρχειοθέτη ση τιμών διεργασίας και συναγεριμών	Το σύστημα HMI μπορεί να καταγράφει συναγεριμούς και τιμές διεργασίας. Με αυτόν τον τρόπο, μπορείτε να τεκμηριώσετε το ιστορικό της διεργασίας. Ως αποτέλεσμα, μπορείτε αργότερα να έχετε πρόσβαση σε παλαιότερα δεδομένα παραγωγής.
Τεκμηρίωση τιμών διεργασίας και συναγεριμών	Το σύστημα HMI μπορεί να εκτυπώσει συναγεριμούς και τιμές διεργασίας ως αναφορές. Αυτό σας επιτρέπει να εξάγετε δεδομένα παραγωγής στο τέλος μιας βάρδιας, για παράδειγμα.
Διαχείριση παραμέτρων διεργασίας και μηχανής σε συνταγές	Το σύστημα HMI μπορεί να αποθηκεύει παραμέτρους για διεργασίες και μηχανές σε συνταγές. Για παράδειγμα, μπορείτε να μεταφέρετε αυτές τις παραμέτρους από τη συσκευή HMI στον ελεγκτή σε ένα βήμα, προκειμένου να μεταβείτε στην παραγωγή σε μια διαφορετική έκδοση προϊόντος.
Διαχείριση χρηστών	Στις συσκευές μπορούν να εκχωρηθούν ορισμένα δικαιώματα, περιορίζοντας έτσι τις πιθανές εισόδους χειριστή για συγκεκριμένους χρήστες [18][19].

## 3.2 SIMATIC HMI Unified Basic Panel MTP700 Unified

### 3.2.1 Περιγραφή συσκευής

Η σειρά προϊόντων SIMATIC HMI Unified Basic Panels περιλαμβάνει πάνελ με κουμπιά και οθόνες αφής, που επιτρέπουν την εισαγωγή εντολών από τον χειριστή είτε μέσω πληκτρολογίου είτε μέσω της οθόνης αφής. Αυτά τα πάνελ είναι σχεδιασμένα για να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών αναγκών, όπως περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα.

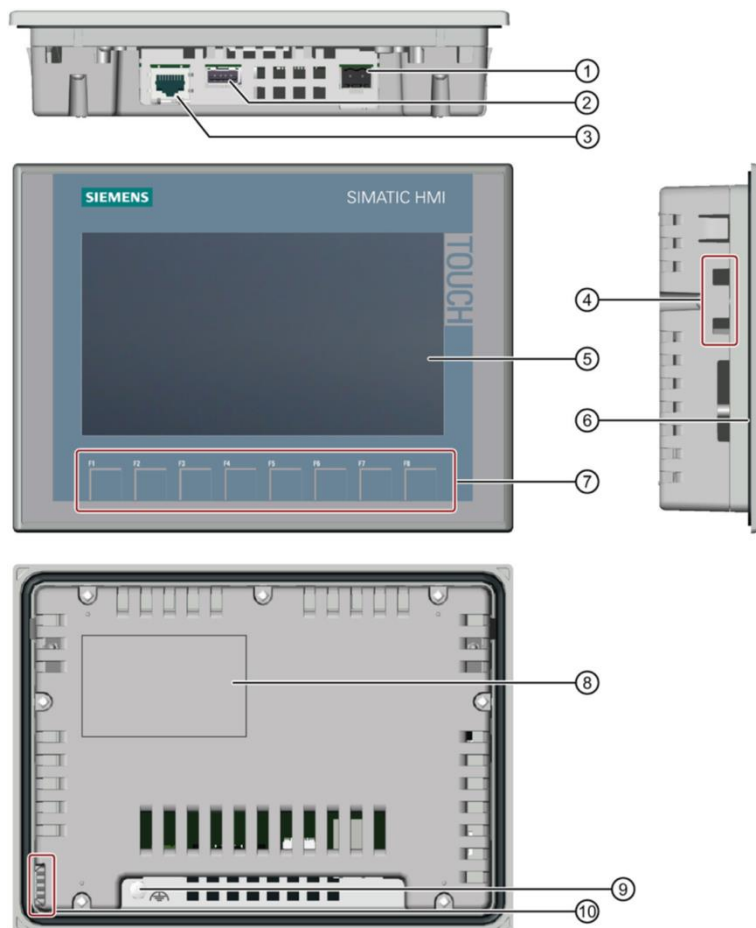
Σε αυτή την ενότητα, οι διάφορες δυνατότητες και λειτουργίες των SIMATIC HMI Unified Basic Panels παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα το MTP700 Unified.



Εικόνα 69: MTP700 Unified

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/1430607?pdti=pi&dl=en&lc=en-GR>

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων  
3.2.2 Σχεδιασμός του MTP700 Unified για PROFINET



Εικόνα 70: Σχεδιασμός του MTP700 Unified

- ① Σύνδεση για παροχή ρεύματος
- ② Διεπαφή USB για συσκευή μαζικής αποθήκευσης USB ή ποντίκι USB
- ③ Διεπαφή PROFINET
- ④ Εσοχές για κλιπ τοποθέτησης
- ⑤ Οθόνη/οθόνη αφής
- ⑥ Φλάντζα τοποθέτησης
- ⑦ Πλήκτρα λειτουργιών
- ⑧ Πινακίδα αξιολόγησης
- ⑨ Σύνδεση για λειτουργική γείωση
- ⑩ Οδηγός για ταινία σήμανσης

### 3.2.3 Memory concept

Οι συσκευές HMI μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ακόλουθη μνήμη:

- Εσωτερική μνήμη
- Μαζική αποθήκευση USB στη διασύνδεση USB

#### Εσωτερική μνήμη

Εδώ αποθηκεύονται τα ακόλουθα δεδομένα:

- Λειτουργικό σύστημα
- Αρχείο έργου

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

- Κλειδιά άδειας χρήσης
- Διαχείριση χρηστών
- Συνταγές

### Μαζική αποθήκευση USB στη διεπαφή USB

Εδώ μπορούν να αποθηκευτούν τα ακόλουθα δεδομένα:

- Λειτουργικό σύστημα για ενημέρωση
- Αρχείο έργου ως αντίγραφο ασφαλείας
- Διαχείριση χρήστη ως αντίγραφο ασφαλείας
- Συνταγές ως αντίγραφο ασφαλείας
- Λογισμικό αποκατάστασης για επαναφορά στις εργοστασιακές ρυθμίσεις μέσω USB
- Κλειδιά άδειας χρήσης για μεταφορά στον πίνακα
- Πιστοποιητικά για επικοινωνία μέσω διαδικτύου

## **3.3 WinCC Unified programming software**

Το λογισμικό WinCC Unified περιλαμβάνεται στο TIA Portal ως αναπόσπαστο μέρος του STEP 7 Unified ή του STEP 7 Professional και λειτουργεί ως εργαλείο προγραμματισμού για το ακόλουθο σύστημα οπτικοποίησης:

Με το WinCC Unified, υπάρχουν οι παρακάτω λειτουργίες για τη δημιουργία συστημάτων HMI:

- Διαμόρφωση υλικού και εκχώρηση παραμέτρων
- Καθορισμός επικοινωνίας και δημιουργία σύνδεσης με PLC
- Δημιουργία και διάταξη οθονών με ιεραρχική δομή
- Δημιουργία εσωτερικών και εξωτερικών ετικετών (tags)
- Δημιουργία συναγερμών και απεικόνιση συναγερμών
- Δημιουργία και απεικόνιση καταγραφών ως τάσεις και σε πίνακες
- Δημιουργία συνταγών και απεικόνιση συνταγών
- Δημιουργία και εκτύπωση αναφορών
- Δοκιμή, θέση σε λειτουργία και υπηρεσία με λειτουργίες λειτουργίας/διαγνωστικών
- Τεκμηρίωση [20]

### **3.3.1 Hardware configuration**

Το hardware configuration περιλαμβάνει τις διατάξεις διαμόρφωσης, που αποτελούνται από το υλικό του αυτοματισμού, τις περιφερειακές συσκευές στο σύστημα διαύλου PROFINET και το υλικό για την οπτικοποίηση. Η διαμόρφωση των δικτύων καθορίζει την επικοινωνία μεταξύ των διάφορων υλικών στοιχείων. Τα επιμέρους υλικά στοιχεία εισάγονται από καταλόγους στη διαμόρφωση υλικού.

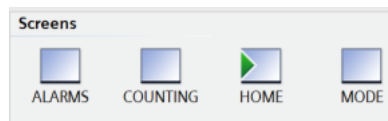
Το υλικό των συστημάτων αυτοματισμού SIMATIC S7-1200 αποτελείται από τον ελεγκτή (CPU), τα σήματα εισόδου και εξόδου (SM), τα επικοινωνιακά μοντέλα (CM) και άλλα ειδικά μοντέλα.

Τα σήματα εισόδου και εξόδου καθώς και οι περιφερειακές συσκευές συνδέουν τα δεδομένα εισόδου και εξόδου της διεργασίας που πρόκειται να αυτοματοποιηθεί και να οπτικοποιηθεί στο σύστημα αυτοματισμού.

Η διαμόρφωση υλικού επιτρέπει τη λήψη λύσεων αυτοματισμού και οπτικοποίησης στο σύστημα αυτοματισμού, ενώ ο ελεγκτής έχει πρόσβαση στα συνδεδεμένα σήματα εισόδου και εξόδου.

### 3.3.2 Σχεδιασμός της δομής της οθόνης

Μετά την επιλογή μιας συσκευής για την οπτικοποίηση, πρέπει να σχεδιαστεί η δομή της οθόνης. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να συγκεντρωθούν, να ομαδοποιηθούν και να δομηθούν οι πληροφορίες που πρόκειται να εμφανιστούν. Από αυτή τη διαδικασία θα πρέπει να προκύψει μια δομή οθόνης, όπως αυτή που φαίνεται στο Σχήμα 2. Το σημείο εισόδου στη δομή της οθόνης εξασφαλίζεται πάντα από μια "κύρια οθόνη" (root screen).

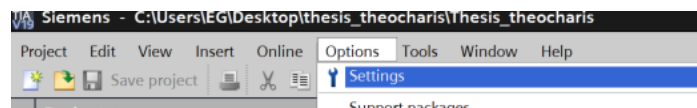


Εικόνα 71: Δομή οθονών

### 3.3.3 Βασικές ρυθμίσεις για το WinCC Unified Basic στην TIA Portal

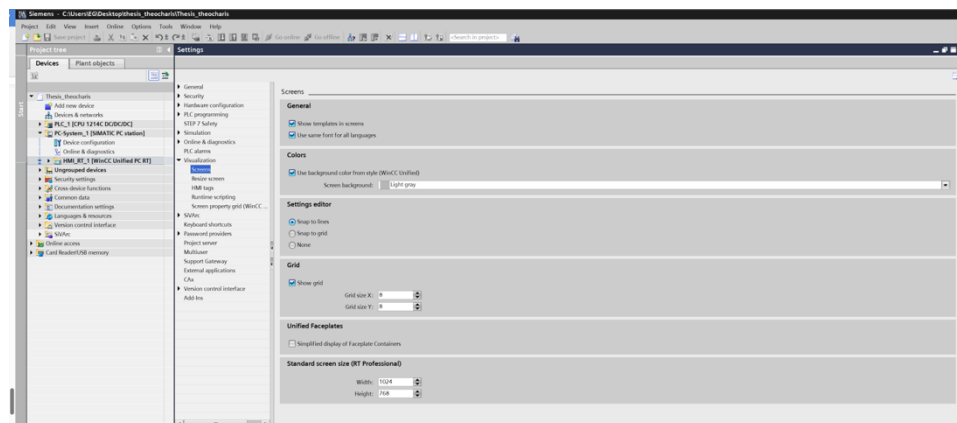
Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει προσαρμοσμένες προεπιλογές για ορισμένες ρυθμίσεις στο TIA Portal. Η μέθοδος για την πραγματοποίηση των ρυθμίσεων για την οπτικοποίηση παρουσιάζεται εδώ.

- ➔ Στην προβολή Project (Έργο), κλικ στην εντολή μενού → «Options» (Επιλογές) και στη συνέχεια → «Settings» (Ρυθμίσεις).



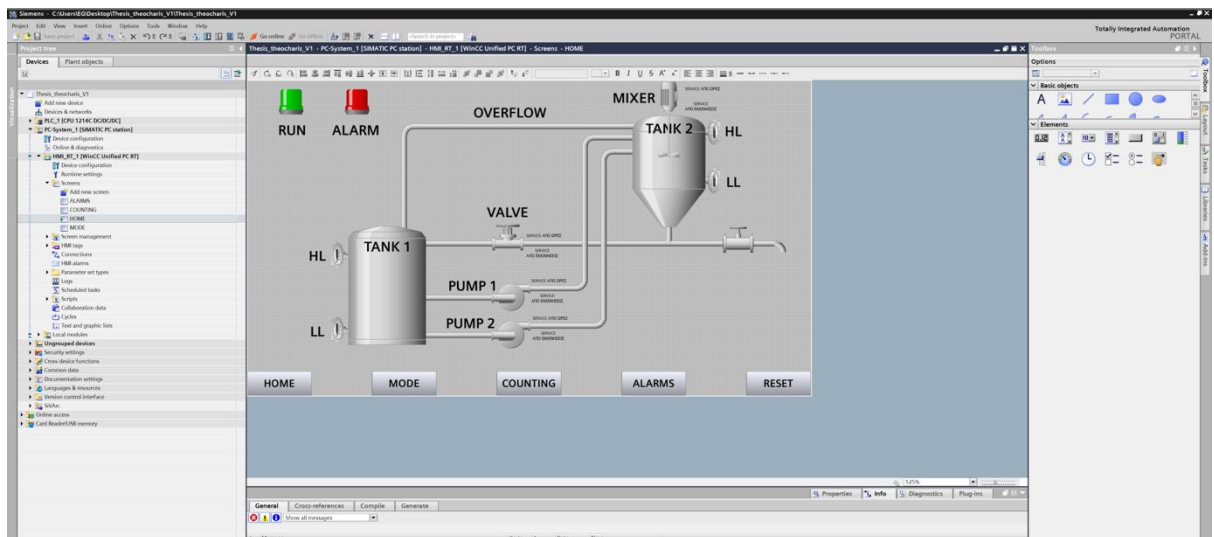
Εικόνα 72: Settings

- ➔ Στο στοιχείο «Οπτικοποίηση» των Ρυθμίσεων, γίνεται επιλογή των επιθυμητών προεπιλογών για το σχεδιασμό της διεπαφής χρήστη.



Εικόνα 73: Διεπαφή χρήστη

### 3.3.4 WinCC user interface



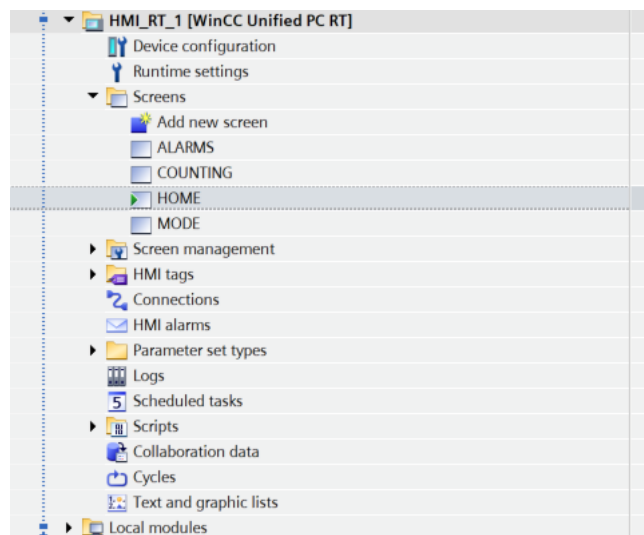
Εικόνα 74: User interface

### 3.3.5 Project tree

Το project tree αποτελεί το κεντρικό σημείο ελέγχου για τη διαχείριση του έργου. Όλα τα επιμέρους τμήματα και όλοι οι διαθέσιμοι επεξεργαστές ενός έργου εμφανίζονται σε μια δενδροειδή δομή στο παράθυρο έργου και μπορούν να ανοίξουν από εκεί.

Κάθε επεξεργαστής αντιστοιχίζεται σε ένα σύμβολο, το οποίο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να αναγνωρίσετε τα αντίστοιχα αντικείμενα. Στο παράθυρο έργου εμφανίζονται μόνο τα στοιχεία που υποστηρίζονται από τη συγκεκριμένη συσκευή HMI.

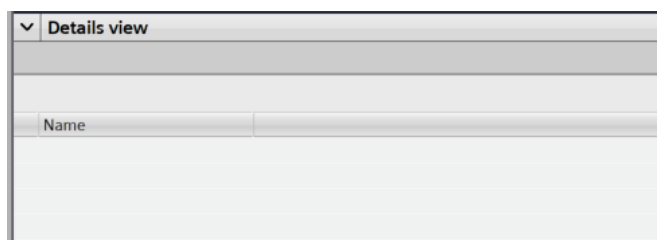
Στο παράθυρο έργου, δίνεται πρόσβαση στις ρυθμίσεις της συσκευής HMI.



Εικόνα 75: Παράθυρο έργου

### 3.3.6 Details view

Το Details view εμφανίζει το περιεχόμενο ή άλλες πληροφορίες για τα αντικείμενα που έχουν επιλεγεί στο project tree.

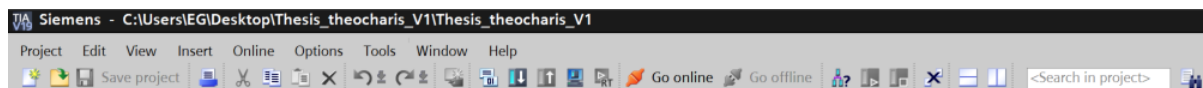


Εικόνα 76: Details view

### 3.3.7 Menu bar & buttons

Τα menu bars και buttons παρέχουν πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες που χρειάζεστε για τη διαμόρφωση της συσκευής HMI. Όταν είναι ενεργός ένας αντίστοιχος επεξεργαστής, οι εντολές μενού και οι γραμμές εργαλείων που αφορούν τον συγκεκριμένο επεξεργαστή είναι ορατές.

Όταν ο δείκτης του ποντικιού μετακινείται πάνω από μια εντολή, εμφανίζεται μια αντίστοιχη συμβουλή εργαλείων για κάθε λειτουργία.



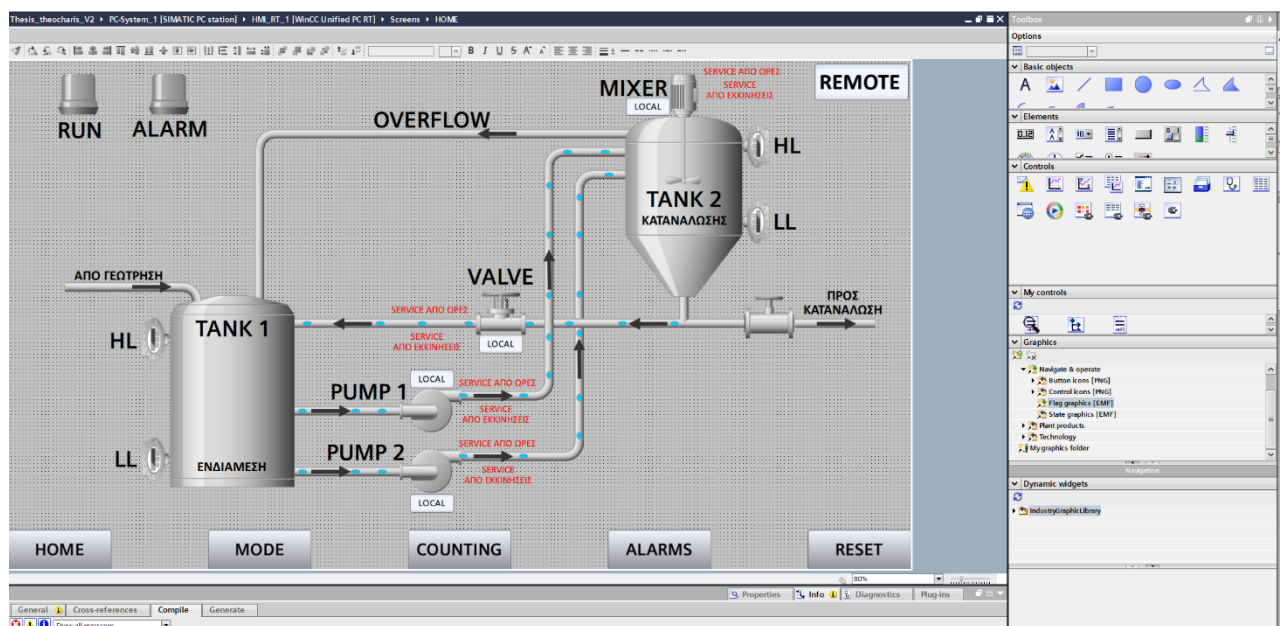
Εικόνα 77: Menu bar & buttons

### 3.3.8 Περιοχή εργασίας

Τα αντικείμενα του έργου επεξεργάζονται στην περιοχή εργασίας. Όλα τα άλλα στοιχεία του WinCC είναι τοποθετημένα στα όρια της περιοχής εργασίας.

Τα δεδομένα του έργου μπορούν επίσης να επεξεργαστούν εδώ είτε σε μορφή πίνακα (π.χ. ετικέτες) είτε γραφικά (π.χ. οθόνες διεργασιών).

Μια γραμμή εργαλείων βρίσκεται στην κορυφή της περιοχής εργασίας. Για παράδειγμα, εδώ μπορεί να γίνει επιλογή της μορφοποίησης, όπως τη γραμματοσειρά και το χρώμα της γραμματοσειράς, καθώς και λειτουργίες όπως περιστροφή, στοίχιση κ.λπ.

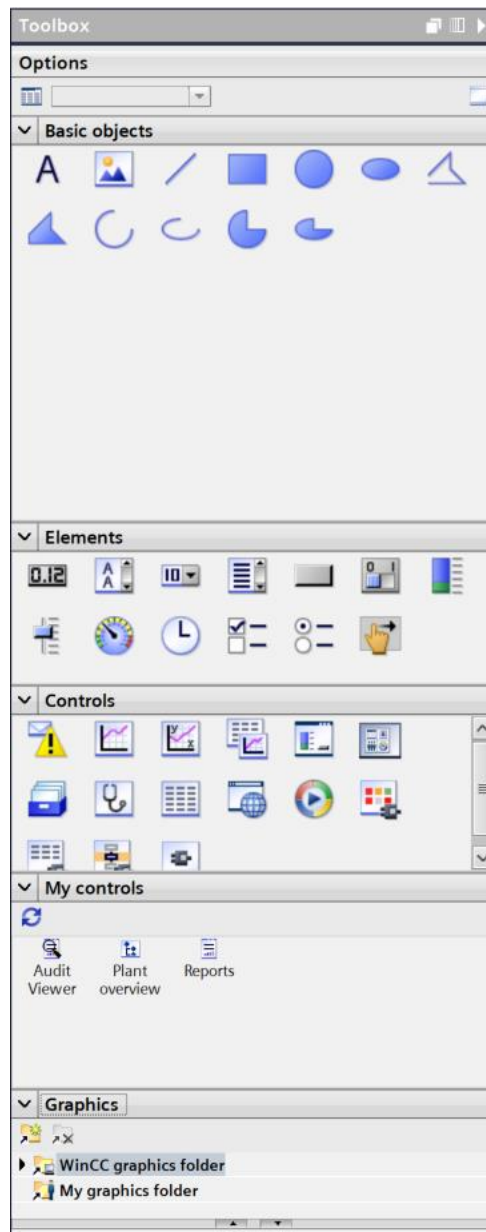


Εικόνα 78: Περιοχή εργασίας

### 3.3.9 Toolbox

Στο toolbox, υπάρχει μια επιλογή αντικειμένων που μπορεί να εισαχθεί στις οθόνες, όπως γραφικά αντικείμενα και χειριστήρια. Επιπλέον, το παράθυρο εργαλειοθήκης περιέχει βιβλιοθήκες με έτοιμα γραφικά αντικείμενα και συλλογές από πρότυπα οθονών (faceplates).

Τα αντικείμενα μεταφέρονται στην περιοχή εργασίας χρησιμοποιώντας τη λειτουργία drag & drop.



Εικόνα 79: Toolbox

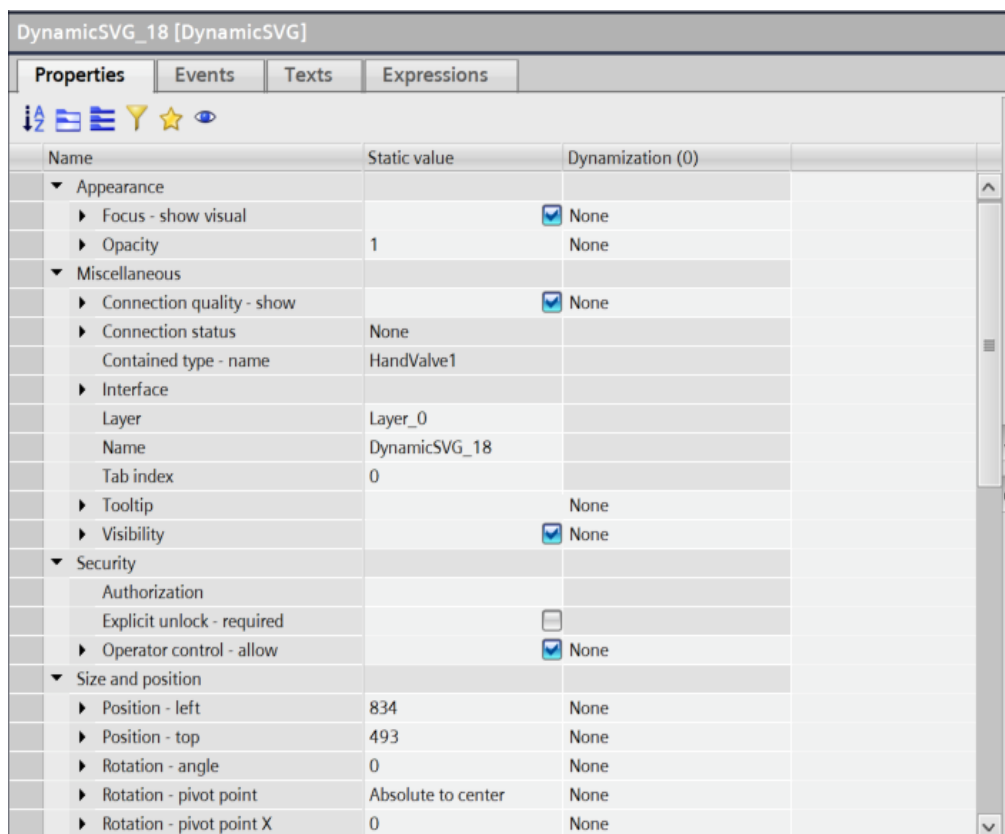
### 3.3.10 Παράθυρο ιδιοτήτων

Στο παράθυρο ιδιοτήτων, γίνεται επεξεργασία των ιδιοτήτων των αντικειμένων που έχουν επιλεγεί στην περιοχή εργασίας, όπως το χρώμα των αντικειμένων της οθόνης. Το παράθυρο αυτό είναι διαθέσιμο μόνο σε συγκεκριμένους επεξεργαστές.

Το παράθυρο ιδιοτήτων εμφανίζει επίσης τις ιδιότητες του επιλεγμένου αντικειμένου, οργανωμένες κατά κατηγορία. Οι αλλαγές στις τιμές εφαρμόζονται μόλις γίνει έξοδος από το πεδίο εισαγωγής. Εάν εισαγάγετε μια μη έγκυρη τιμή, αυτή επισημαίνεται με χρώμα. Το tooltip παρέχει πληροφορίες σχετικά με το έγκυρο εύρος τιμών, για παράδειγμα.

Οι κινούμενες εικόνες (π.χ. αλλαγή χρώματος κατά την αλλαγή κατάστασης σήματος στο PLC) και τα συμβάντα (π.χ. αλλαγή οθόνης όταν απελευθερώνεται ένα κουμπί) διαμορφώνονται επίσης για ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Κωνσταντίνος Θεοχάρης

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων ένα επιλεγμένο αντικείμενο στο παράθυρο ιδιοτήτων. Επιπλέον, εδώ μπορούν να διαχειριστούν πολύγλωσσα κείμενα.



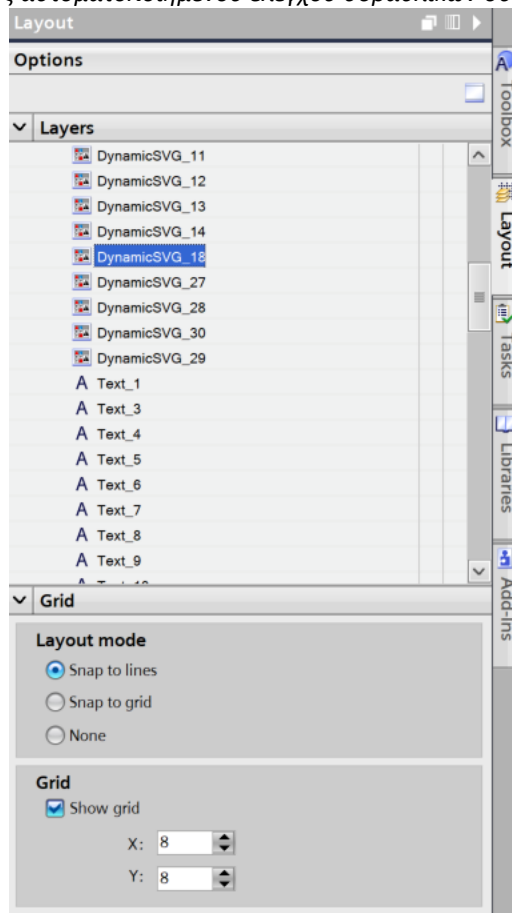
Εικόνα 80: Properties window

### 3.3.11 Additional tabs

Οι ρυθμίσεις της περιοχής εργασίας, όπως η επιλογή επιπέδων και οι λειτουργίες του πλέγματος, μπορούν να γίνουν στο παράθυρο "Διάταξη" (Layout).

Οι κινούμενες εικόνες, οι οδηγίες, οι εργασίες και οι βιβλιοθήκες του επιλεγμένου αντικειμένου μπορούν να επιλεγούν μέσω άλλων καρτελών.

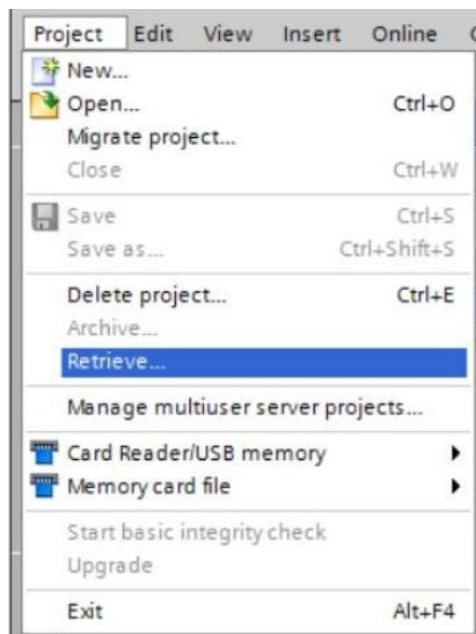




Εικόνα 81: Layout

### 3.4 Ανάκτηση ενός υπάρχοντος έργου

Για την ανάκτηση ενός υπάρχοντος έργου, πρέπει να γίνει η επιλογή του αντίστοιχου αρχείου από την προβολή έργου κάτω από το → Έργο → Ανάκτηση. Γίνεται επιβεβαίωση της επιλογή κάνοντας κλικ στο Open.

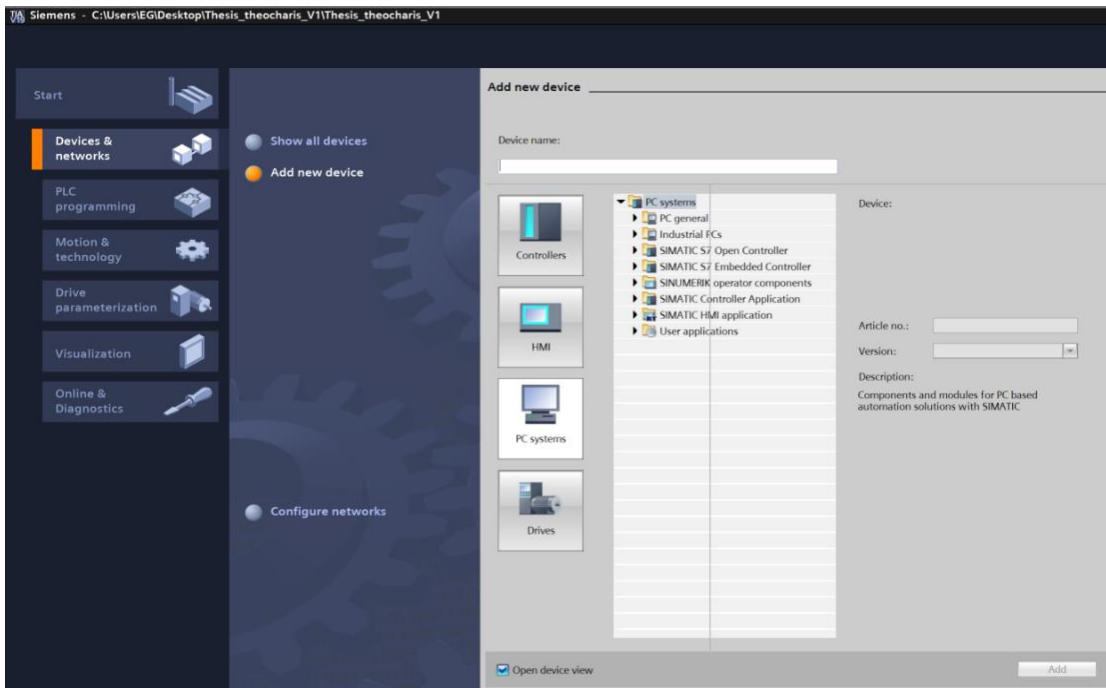


Εικόνα 82: Window for retrieving project

Στη συνέχεια, μπορεί να επιλεγεί ο κατάλογος-στόχος στον οποίο θα αποθηκευτεί το ανακτηθέν έργο. Επιβεβαίωση της επιλογής με το «OK». (→ Κατάλογος-στόχος ... →OK)

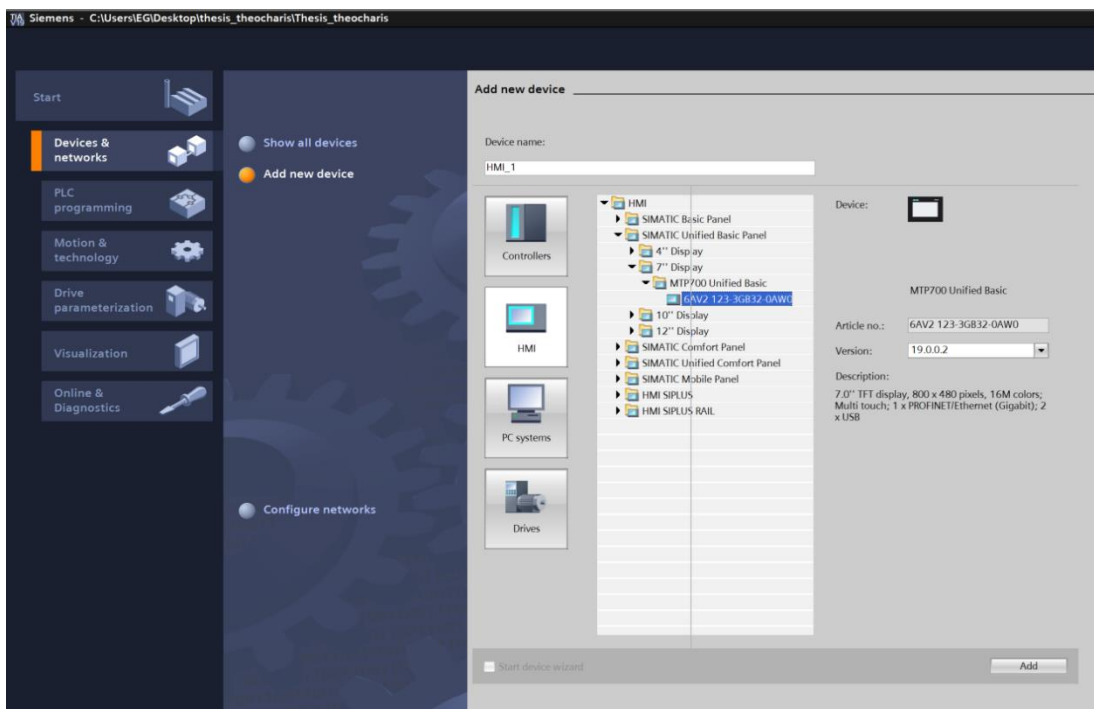
### 3.5 Προσθήκη SIMATIC HMI MTP700 Unified Basic

Για τη δημιουργία ενός νέου πίνακα στο έργο, Portal view. → «Devices & Networks» και → «Add new device» (Προσθήκη νέας συσκευής) στην Portal.



Εικόνα 83: Window for adding SIMATIC HMI MTP700 Unified Basic

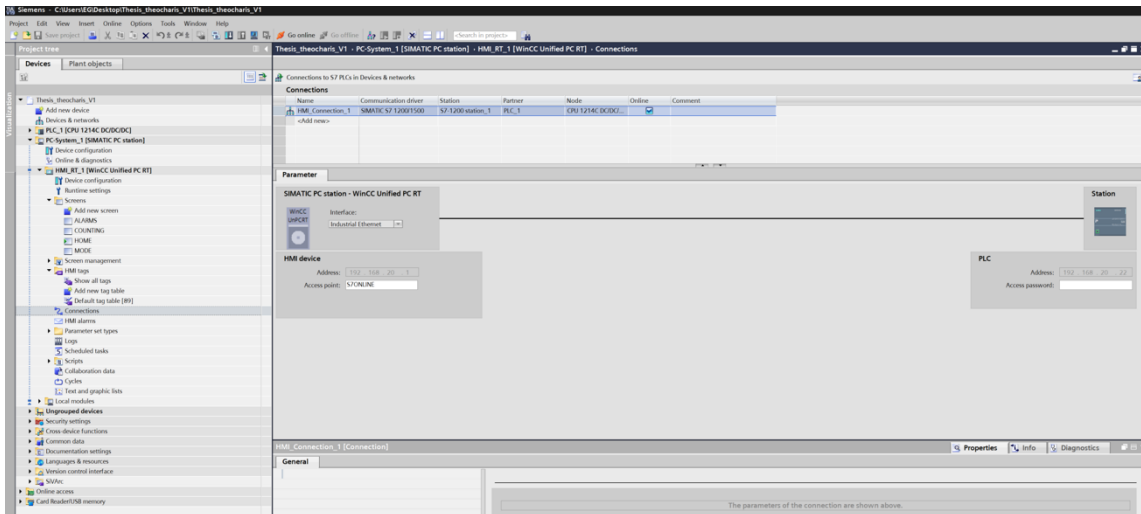
Στη συνέχεια, → «HMI» → «SIMATIC Unified Basic Panel» → «7» Display» → “MTP700 Unified Basic” ως παραλλαγή συσκευής και τον σωστό αριθμό παραγγελίας του πίνακα - εδώ, π.χ. ® 6AV2 123-3GB32-0AW0.



Εικόνα 84: Window for adding SIMATIC HMI MTP700 Unified Basic

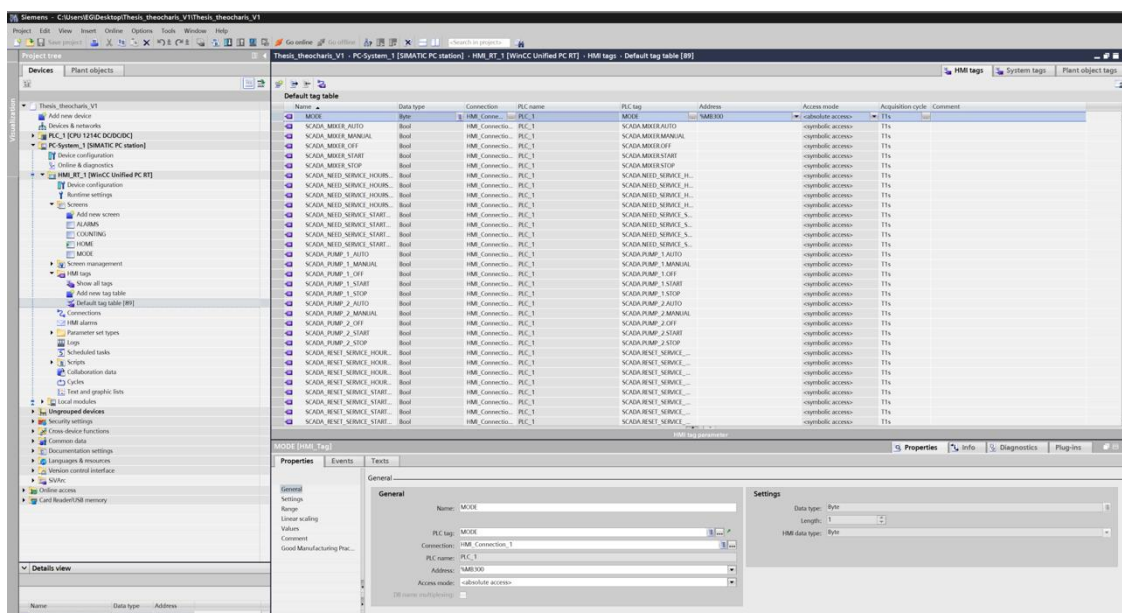
### 3.6 Connections and HMI tags

Πριν τη λήψη της διαμόρφωσης στον πίνακα MTP700 Unified Basic, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος της σύνδεσης με τη CPU 1214C. Για να γίνει αυτό, διπλό κλικ στο «Connections» στο → «HMI\_RT\_1[Wincc Unified PC RT]». Στην προβολή που εμφανίζεται, πρέπει να ξαναγίνει έλεγχος στις διευθύνσεις IP και στις ρυθμίσεις σύνδεσης. Είναι επίσης σημαντικό να είναι επιλεγμένο το πλαίσιο ελέγχου Online για τη σύνδεση.



Εικόνα 85: Window of connections

➔ Για τη μετάβαση στα HMI tags, πρέπει να γίνει διπλό κλικ στον → "Προεπιλεγμένο πίνακα ετικετών" στον φάκελο → "Ετικέτες HMI" κάτω από το → " HMI\_RT\_1[Wincc Unified PC RT]". Όλες οι ετικέτες που δημιουργήθηκαν με drag & drop έχουν εισαχθεί εδώ.

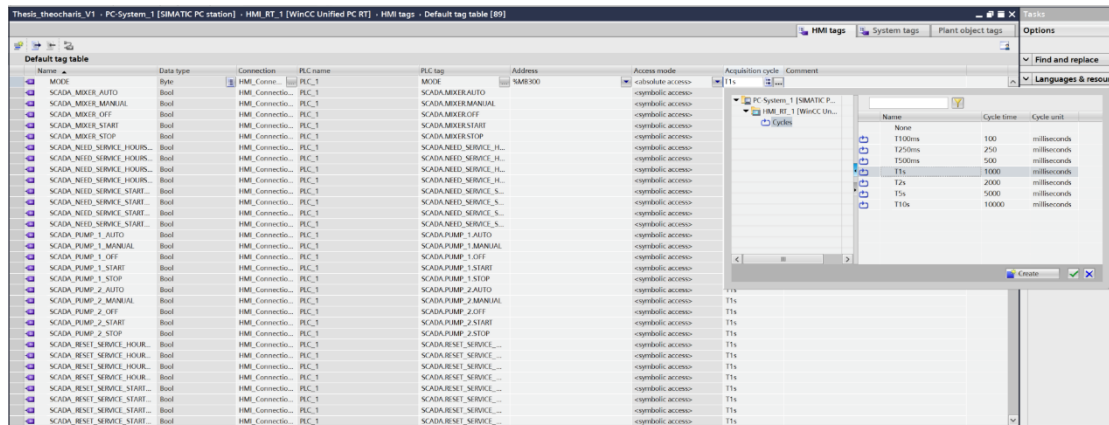


Εικόνα 86: HMI tags

➔ Στον default tag table, μπορεί να γίνει έλεγχος σε ποιες ετικέτες έχει πρόσβαση η CPU 1214C. Μπορούν επίσης να γίνουν και άλλες ρυθμίσεις.

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

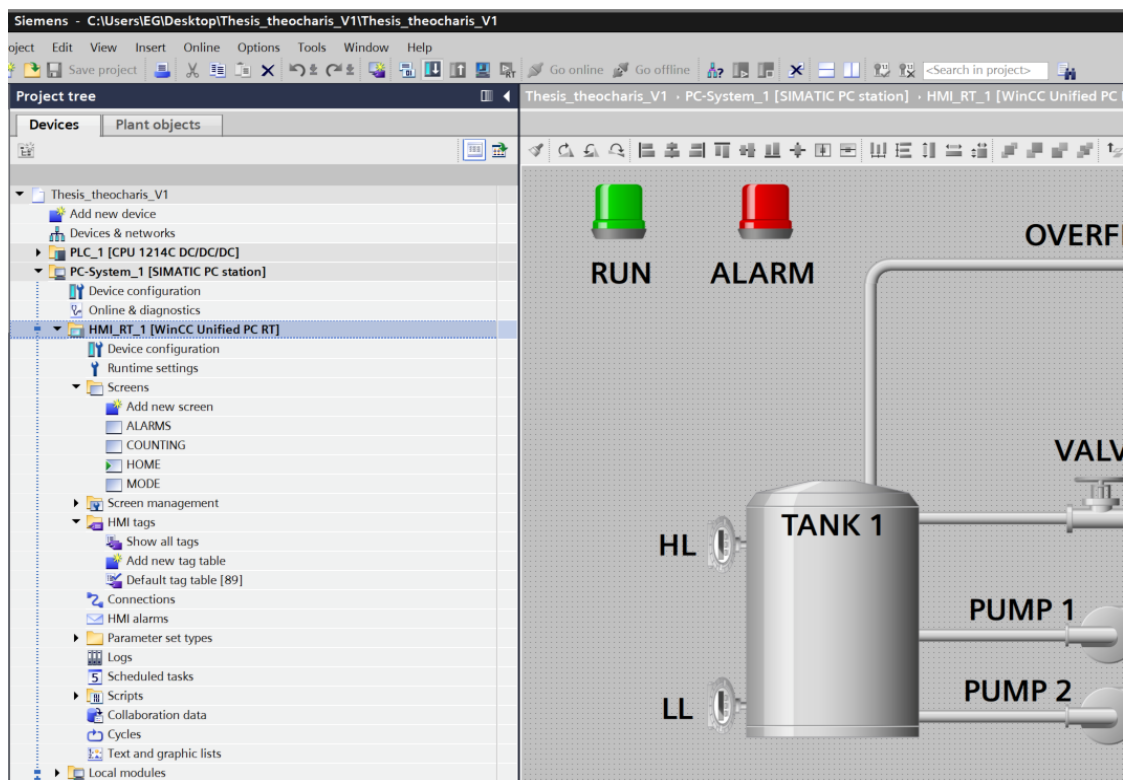
Ο «κύκλος απόκτησης» των ετικετών μπορεί να επιταχυνθεί από 1 δευτερόλεπτο έως 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Για το σκοπό αυτό, κλικ στο πεδίο επιλογής και διπλό κλικ σε ένα νέο κύκλο απόκτησης → «1s» για να την επιλογή του.



Εικόνα 87: HMI tags

### 3.7 Downloading the CPU and panel

- ➔ Πριν γίνει η λήψη του έργου στην CPU και το πάνελ, πρέπει να γίνει εκ νέου μεταγλώττιση της CPU και του πάνελ και αποθήκευση του έργου.
- ➔ Μετά από επιτυχή μεταγλώττιση, ολόκληρος ο ελεγκτής με το δημιουργημένο πρόγραμμα, συμπεριλαμβανομένης της διαμόρφωσης υλικού, όπως περιγράφηκε προηγουμένως σε προηγούμενα modules, μπορεί να ληφθεί.
- ➔ Για να γίνει η οπτικοποίηση στον πίνακα, χρειάζεται να πραγματοποιηθεί επανάληψη της ίδιας διαδικασίας. Επιλογή το → φάκελο «" HMI\_RT\_1[Wincc Unified PC RT]"» και κλικ στο κουμπί «Download to device».



Εικόνα 88: Download device

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

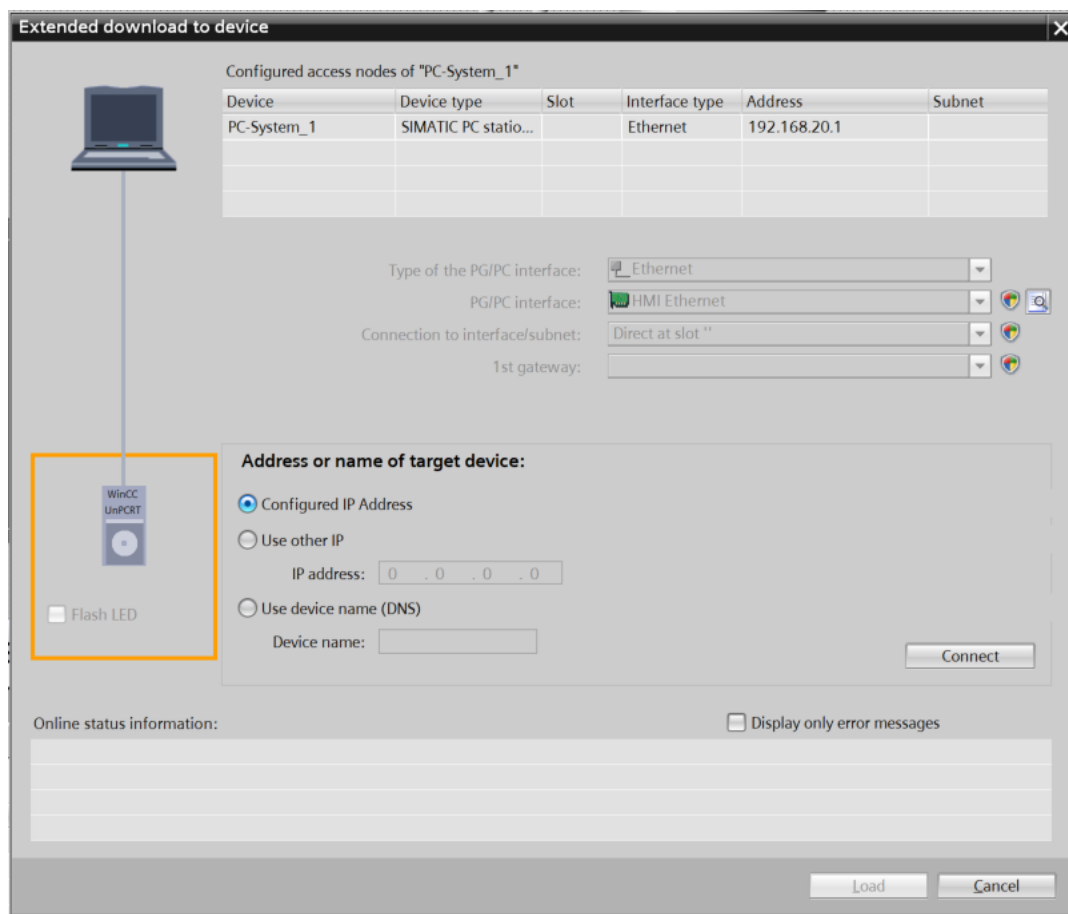
→ Ανοίγει ο διαχειριστής για τη ρύθμιση των ιδιοτήτων σύνδεσης (Εκτεταμένη λήψη). Πρώτα, πρέπει να επιλεγεί σωστά η διεπαφή. Αυτό γίνεται σε τρία βήματα:

→ Τύπος διεπαφής PG/PC → PN/IE


→ Διεπαφή PG/PC → εδώ, π.χ. HMI Ethernet


→ Σύνδεση με διεπαφή/υποδίκτυο ® "PN/IE\_1"

Πρέπει να επιλεγεί το πεδίο → «Show all compatible devices» και να ξεκινήσει η αναζήτηση συσκευών στο δίκτυο κάνοντας κλικ στο κουμπί <<start search>>



Εικόνα 89: Window for searching compatible devices

→ Εάν ο πίνακας εμφανίζεται στη λίστα «Compatible devices in target subnet», πρέπει να επιλεγεί και να ξεκινήσει η λήψη. (→Device type SIMATIC HMI → "  ")

→ Πρώτα βγαίνει μια προεισκόπηση. Επιβεβαίωση στην προτροπή → «Overwrite all» και στη συνέχεια κλικ στο 

## 4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Πειραματική εφαρμογή

### 4.1 Περιγραφή πειραματικής εφαρμογής

Η πειραματική εφαρμογή περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Δύο δεξαμενές νερού, που έχουν από δύο όργανα στάθμης ON/OFF (φλοτέρ) για την ανίχνευση ύπαρξης νερού σε αυτές.
- Δύο αντλίες όπου μεταφέρουν το νερό από την μία δεξαμενή (την κάτω) στην άλλη δεξαμενή (την επάνω).
- Μία βάνα για την μεταφορά του νερού από την επάνω δεξαμενή στην κάτω.
- Έναν αναδευτήρα για την ανάμειξη του χλωρίου στην επάνω δεξαμενή.

Η πειραματική εφαρμογή εξομοιώνει μέρος ενός συστήματος τηλεμετρίας όπου η κάτω δεξαμενή (καλούμενη ως Ενδιάμεση Δ/Ξ) γεμίζει με φυσική ροή από μία πηγή. Το νερό πρέπει να μεταφερθεί στην επάνω δεξαμενή (καλούμενη ως Δ/Ξ Κατανάλωσης) όπου στη συνέχεια με φυσική ροή τροφοδοτεί με νερό έναν οικισμό.

Για την σωστή χρήση του εξοπλισμού και την εξοικονόμηση ενέργειας το παραπάνω σύστημα θα υλοποιεί τα παρακάτω σενάρια λειτουργίας:

Το σύστημα με βάση την επιλογή του χειριστή της εγκατάστασης μπορεί να είναι στις παρακάτω καταστάσεις:

- REMOTE → Αυτόματη λειτουργία (βάση των σεναρίων που ακολουθούν).
- OFF → Εκτός λειτουργίας (για την συντήρηση ή επισκευή στοιχείων του συστήματος)
- LOCAL → Χειροκίνητη λειτουργία (με ευθύνη του χειριστή απενεργοποιούνται όλα τα σενάρια λειτουργίας και ενεργοποιούνται οι δύο αντλίες για την μεταφορά του νερού από την κάτω δεξαμενή στην επάνω).

#### Αυτόματη λειτουργία

Κατά την αυτόματη λειτουργία πρέπει πάντα να έχουμε την επάνω δεξαμενή με νερό για χρήση από τον οικισμό υλοποιώντας τα εξής:

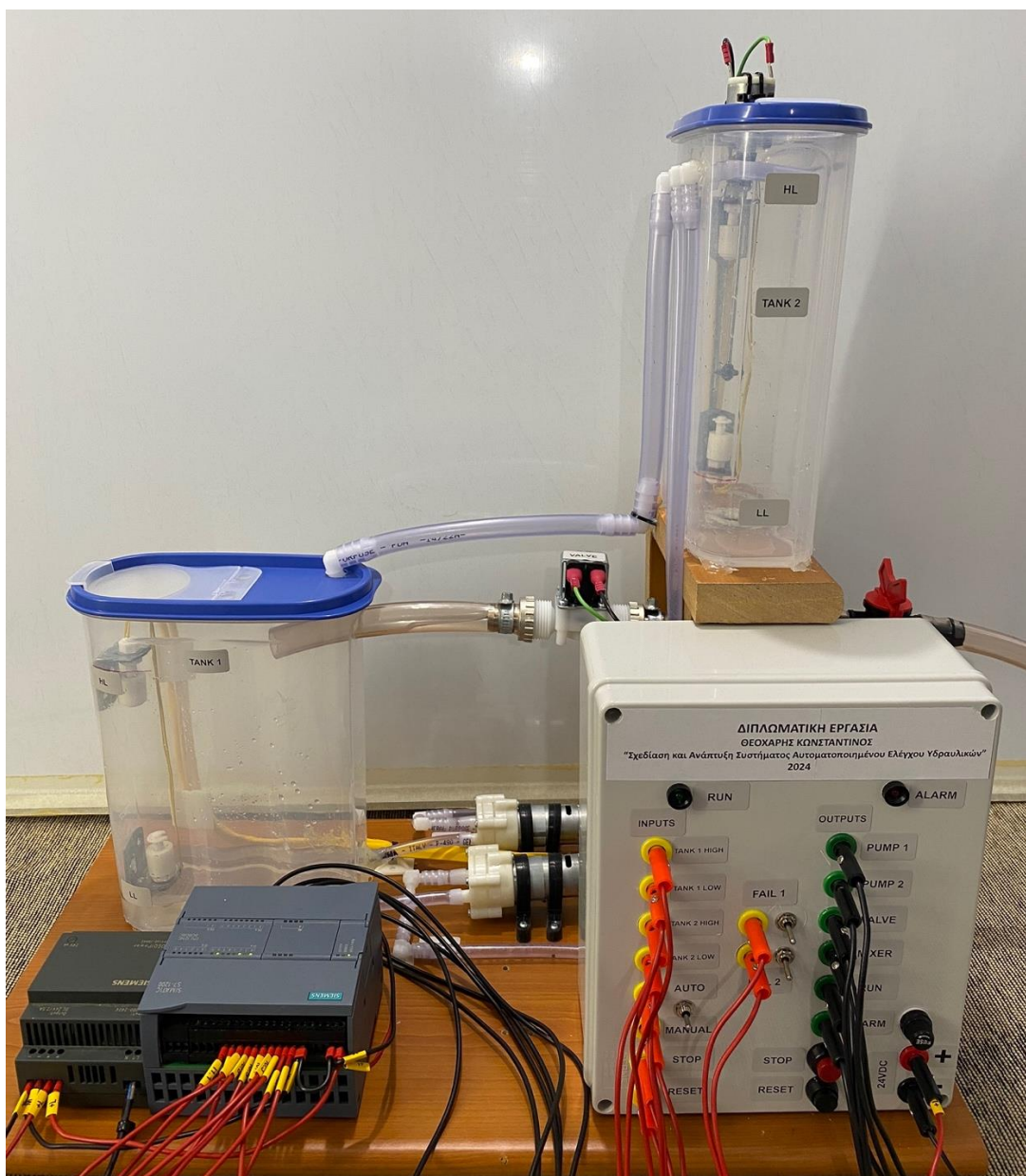
- Εάν δεν έχουμε σήμα από το αισθητήριο “LOW” της Δ/Ξ Κατανάλωσης για 2sec (συνεχόμενα), ενεργοποιούμε μία αντλία (αυτή που έχει τις λιγότερες ώρες λειτουργίας και δεν έχει βλάβη).
- Εάν έχουμε σήμα από το αισθητήριο “HIGH” της Δ/Ξ Κατανάλωσης για 3sec (συνεχόμενα) κλείνουμε την ή τις αντλίες που λειτουργούν.
- Εάν είναι ενεργοποιημένη μία αντλία για 30sec και δεν έχουμε σήμα από το αισθητήριο “HIGH” της Δ/Ξ Κατανάλωσης εντολοδοτούμε και την δεύτερη αντλία (εάν δεν έχει βλάβη). Εάν με την ταυτόχρονη λειτουργία των δύο αντλιών περάσουν 10sec και δεν έχουμε σήμα από το αισθητήριο “HIGH” της Δ/Ξ Κατανάλωσης τότε απενεργοποιούμε και τις δύο αντλίες και ενεργοποιούμε την ένδειξη “ALARM”. Σε αυτή την περίπτωση η αυτόματη λειτουργία αρχίζει πάλι από την αρχή με το πάτημα του μπουτόν “RESET”.
- Η λυχνία “RUN” γίνεται ON όταν λειτουργεί μία αντλία ενώ αναβοσβήνει με ρυθμό 0.5/0.5sec όταν λειτουργούν ταυτόχρονα και οι δύο αντλίες.
- Ο αναδευτήρας λειτουργεί με χρονοπρόγραμμα ON/OFF, όπου η διάρκεια του ON και του OFF θα δίνονται από το SCADA σε seconds.
- Η “BANA” εντολοδοτείται από τον χειριστή μέσα από το SCADA για το άδειασμα και τον καθαρισμό της δεξαμενής.

### Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

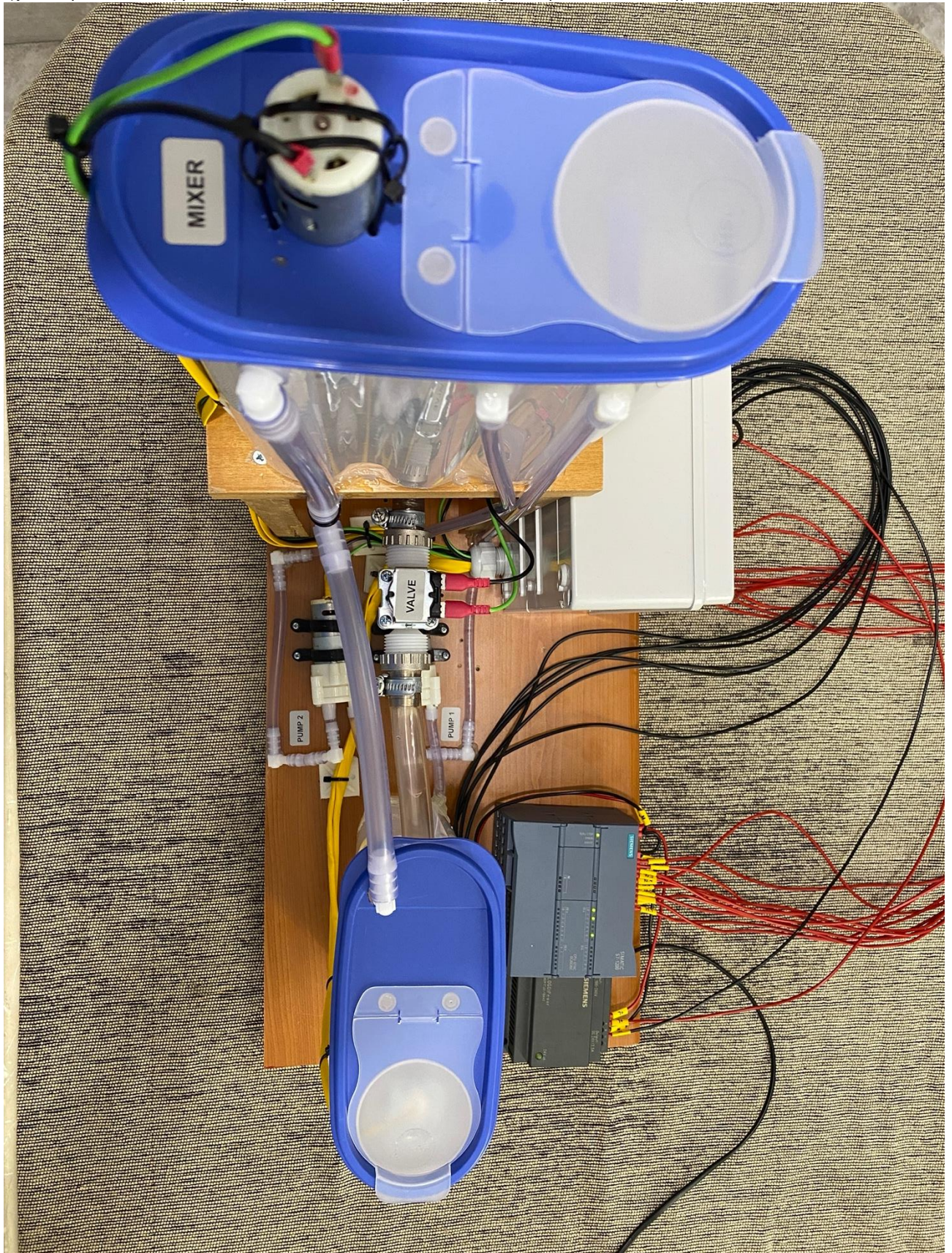
- Για την εξορθολογισμένη χρήση των αντλιών (ισοκατανομής της φθοράς) θα πρέπει να γίνεται ωρομέτρηση των ωρών λειτουργίας των αντλιών και όταν απαιτείται η λειτουργία μίας αντλίας θα ενεργοποιείται αυτή με τις λιγότερες ώρες λειτουργίας.
- Εκτός από την ωρομέτρηση θα γίνεται και καταμέτρηση των εκκινήσεων κάθε αντλίας έτσι ώστε μετά από κάποιον αριθμό ωρών λειτουργίας ή εκκινήσεων να υλοποιείται συντήρηση της κάθε αντλίας.
- Στο SCADA θα απεικονίζονται όλα τα στοιχεία ελέγχου σε μιμικό διάγραμμα, θα υπάρχει η δυνατότητα χειρισμού των στοιχείων και απεικονίσεις όλων των απαραίτητων παραμέτρων.
- Ένδειξη των Alarms όταν έχει γεμίσει η Δ/Ξ Κατανάλωσης, όταν έχει FAIL 1 και όταν έχει FAIL 2.

### Περιορισμοί - Προστασία

- Για την ενεργοποίηση οποιασδήποτε αντλίας πρέπει η Ενδιάμεση Δ/Ξ να έχει νερό δηλαδή να έχουμε σήμα από το αισθητήριο “LOW” για τουλάχιστον 2sec.
- Εάν ο χειριστής πατήσει το μπουτόν “STOP” τότε σταματά οποιαδήποτε λειτουργία μέχρι να πατήσει ο χειριστής το μπουτόν “RESET”.



Εικόνα 90: Πειραματική διάταξη



Εικόνα 91: Πειραματική εφαρμογή





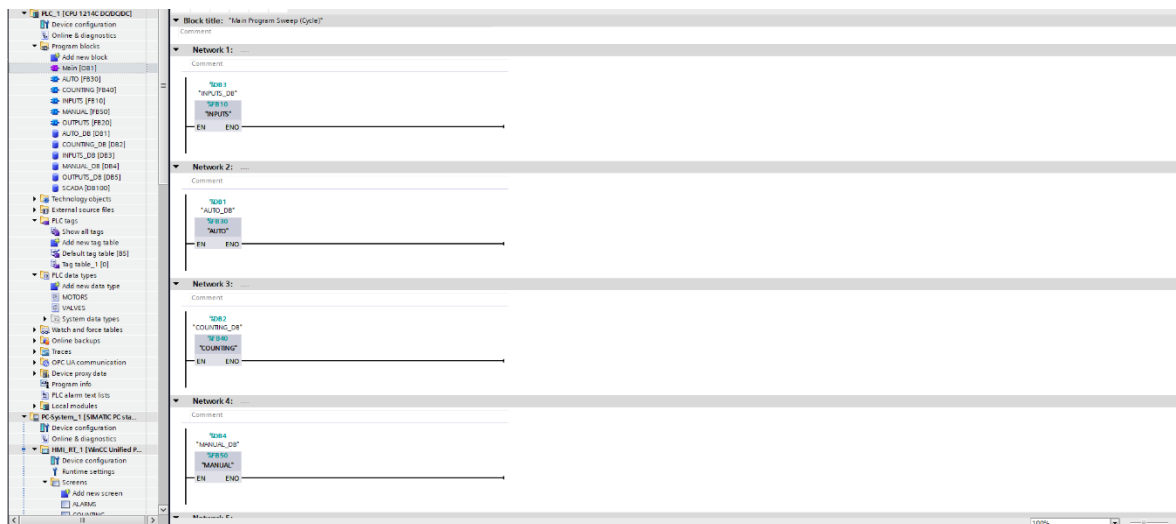
Εικόνα 92: Πειραματική εφαρμογή

## 4.2 Ηλεκτρολογικό σχέδιο της πειραματικής εφαρμογής

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο της πειραματικής εφαρμογής παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α

## 4.3 Προγραμματισμός PLC

Αρχικά όσον αφορά το κομμάτι του PLC για να πραγματοποιηθούν τα παραπάνω σενάρια δημιουργείται ένα main block (OB1) στο οποίο θα τρέξει ο κώδικας των FB που θα δημιουργηθούν.

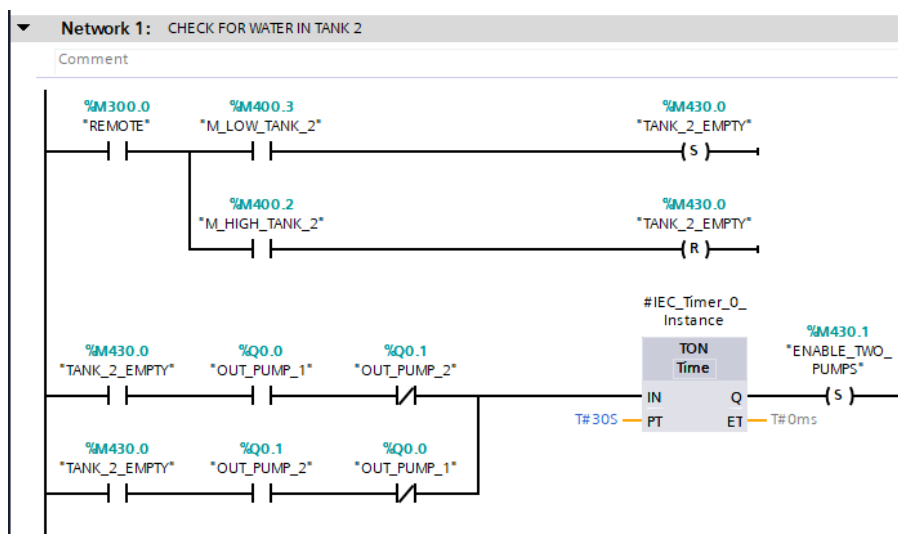


Εικόνα 93: OB1 (main) program της πειραματικής εφαρμογής

Τα function block (FB) του προγράμματος είναι τα παρακάτω:

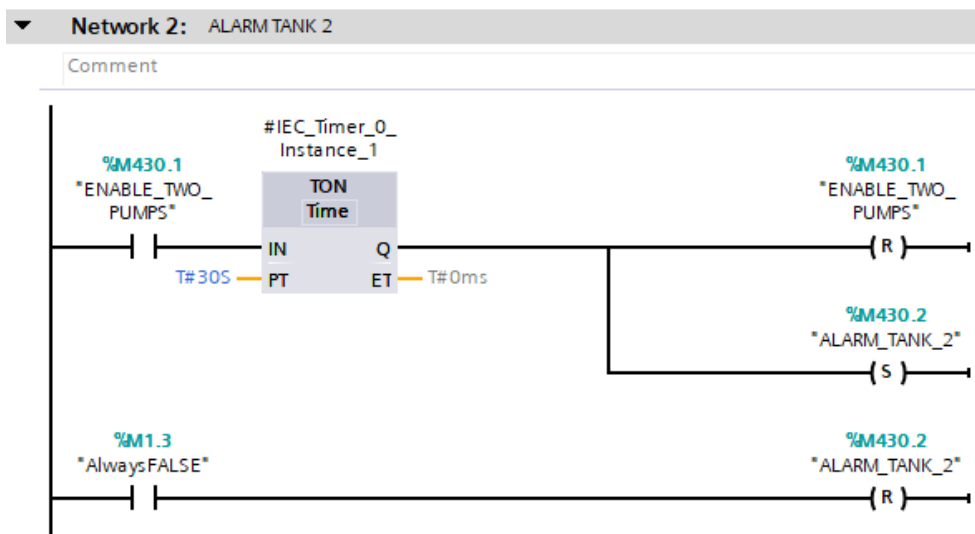
- 1<sup>ο</sup> AUTO[FB30], περιλαμβάνει τον κώδικα για την αυτόματη λειτουργία του συστήματος όταν βρίσκεται σε κατάσταση AUTO.

Το Network 1 (Εικόνα 94) περιέχει τον κώδικα που ελέγχει αν η δεξαμενή κατανάλωσης (TANK 2) έχει νερό, σε περίπτωση που είναι άδεια για συνεχόμενα 30s δίνεται η εντολή και στις δύο αντλίες να της στείλουν νερό από την ενδιάμεση δεξαμενή (TANK 1).



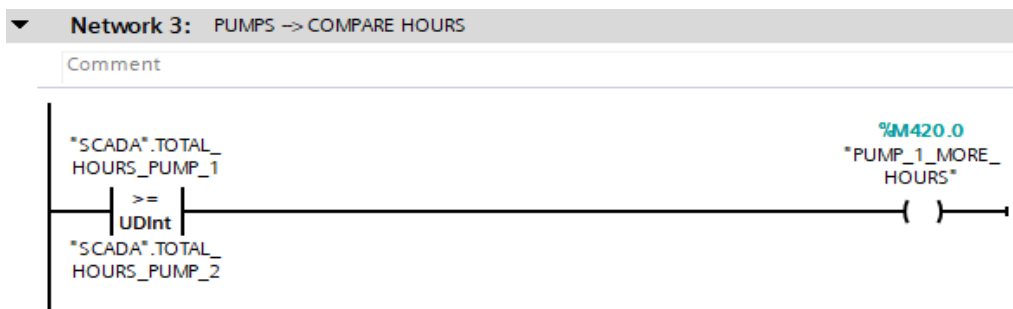
Εικόνα 94: Network 1 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 2 (Εικόνα 95) περιέχεται ο κώδικας όπου σε περίπτωση που έχουν περάσει 30s ενώ δουλεύουν και οι δύο αντλίες να δώσει σφάλμα καθώς και να σταματήσουν οι δυο αντλίες να λειτουργούν.



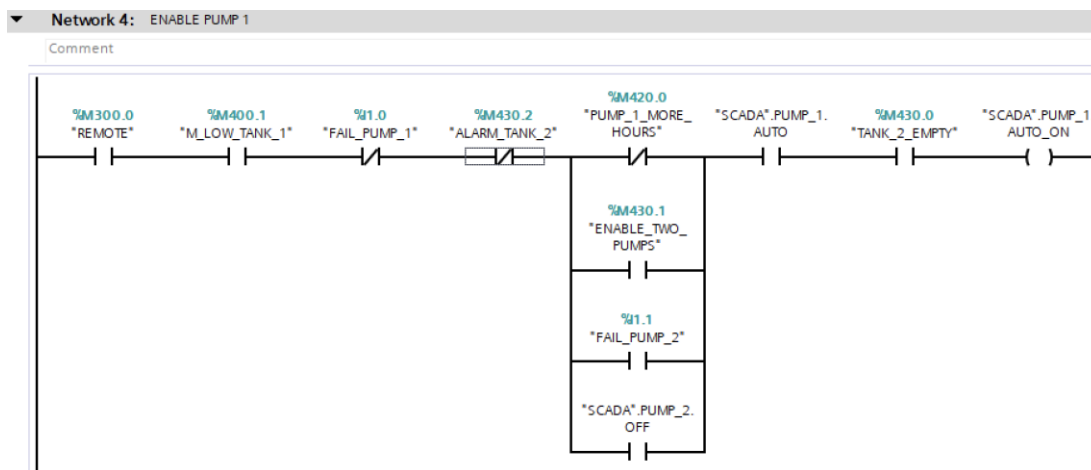
Εικόνα 95: Network 2 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 3 (Εικόνα 96) είναι ο κώδικας όπου γίνεται η σύγκριση ποια αντλία έχει δουλέψει τις πιο πολλές ώρες.



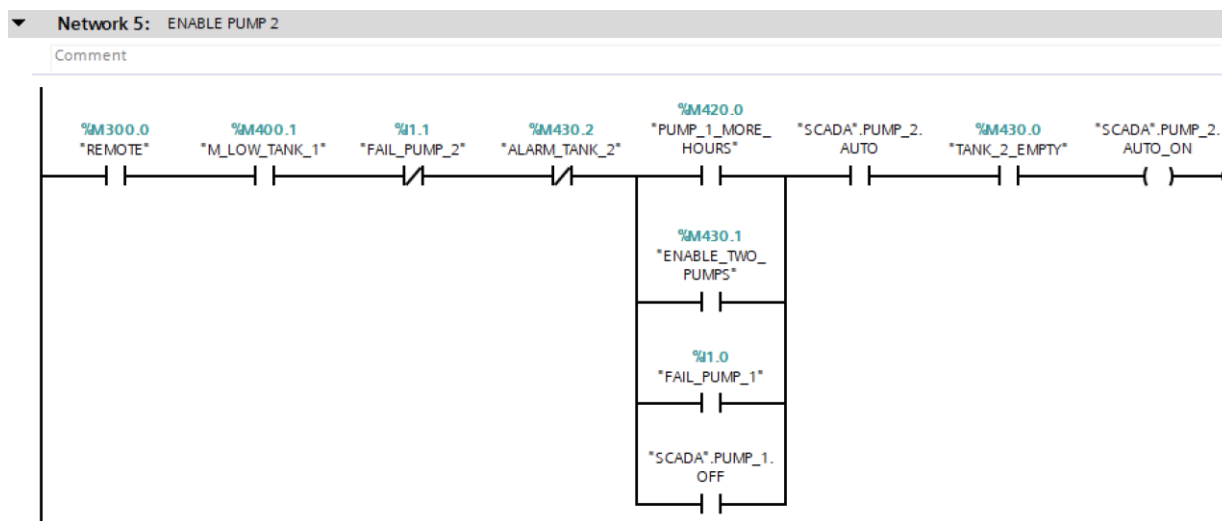
Εικόνα 96: Network 3 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 4 (Εικόνα 97) περιέχεται ο κώδικας όπου θα ξεκινάει να δουλεύει η αντλία 1 αυτόματη κατάσταση.



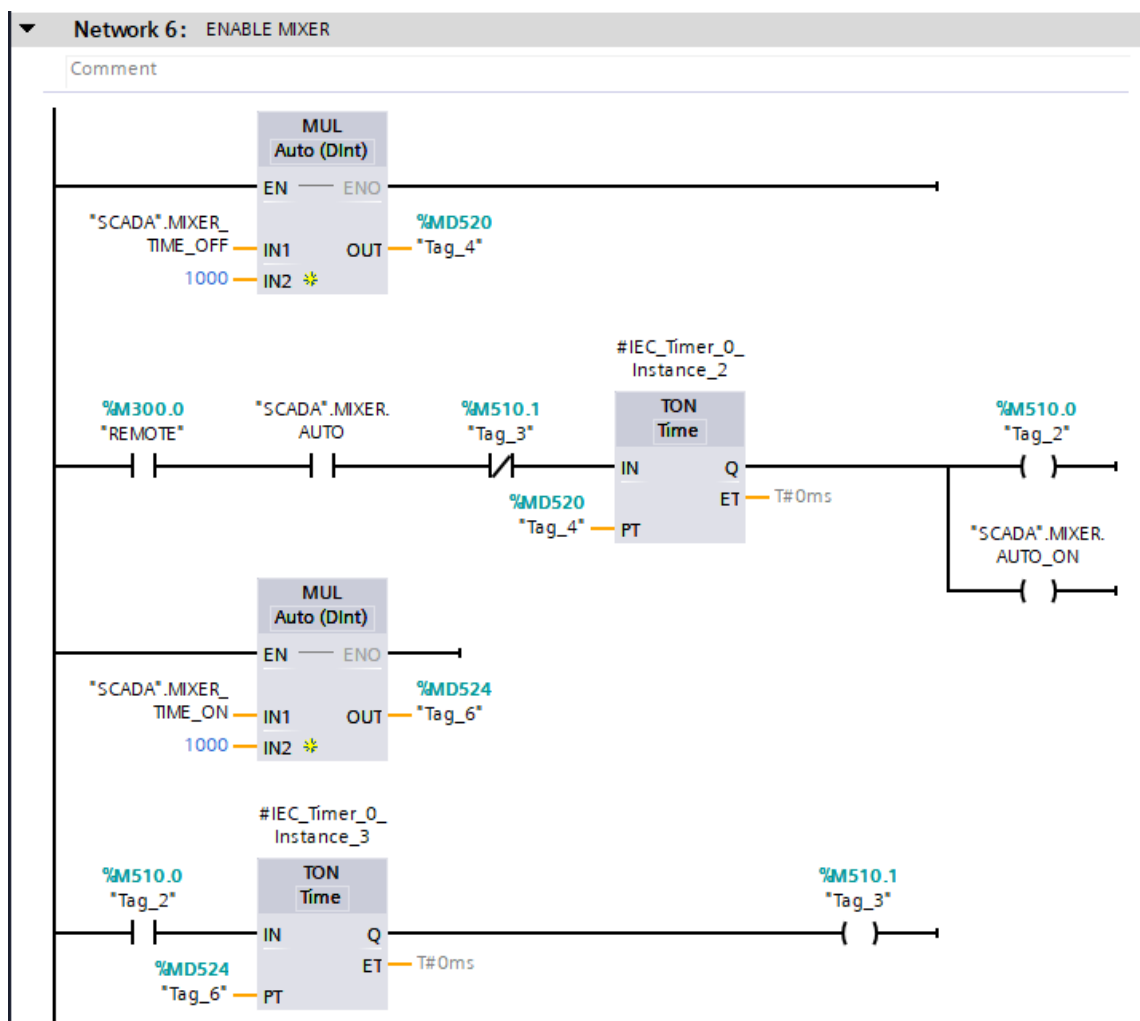
Εικόνα 97: Network 4 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 5 (Εικόνα 98) περιέχεται ο κώδικας όπου θα ξεκινάει να δουλεύει η αντλία 2 στην αυτόματη κατάσταση.



Εικόνα 98: Network 5 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής

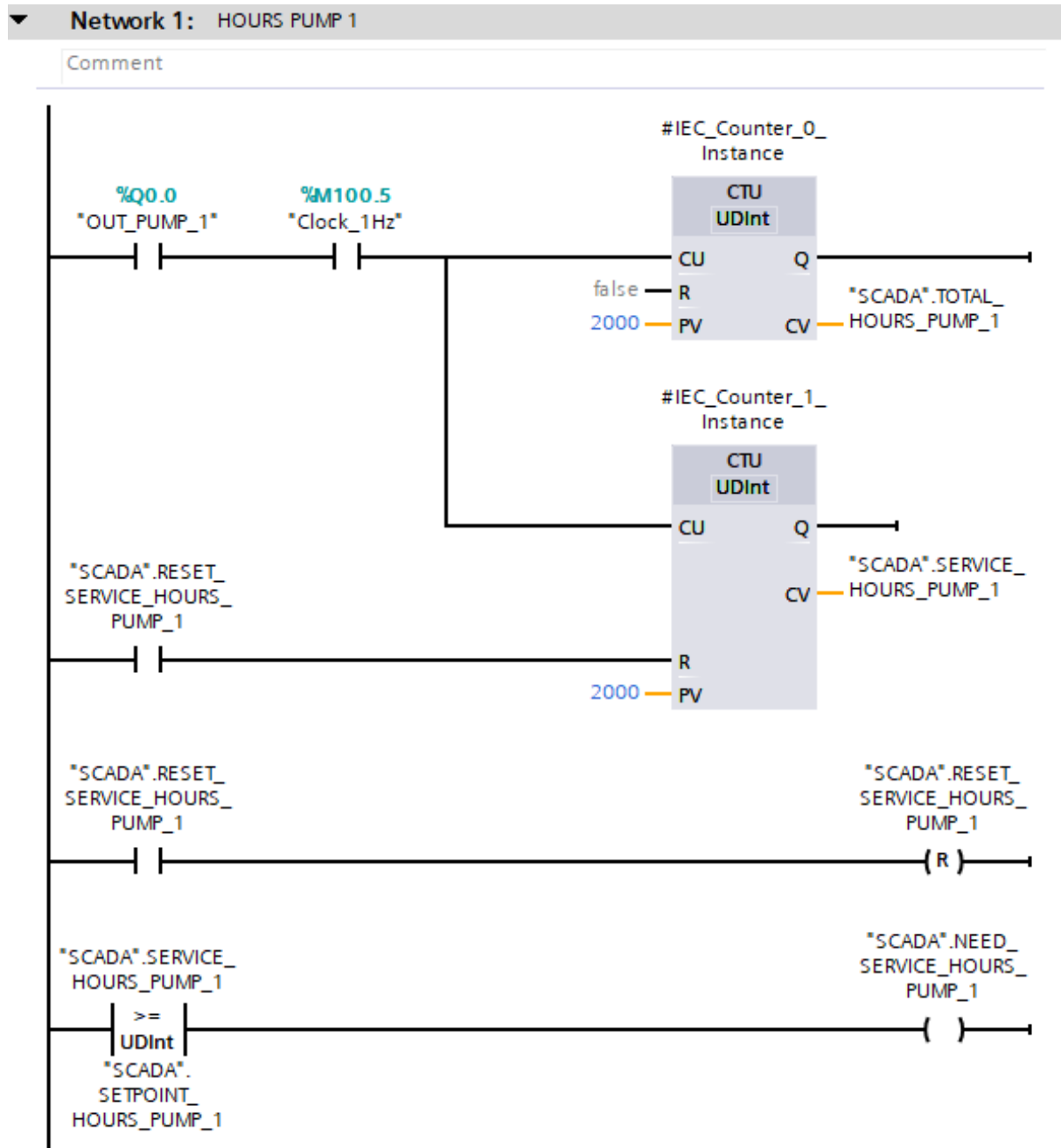
Στο Network 6 (Εικόνα 99) περιέχεται ο κώδικας όπου θα ξεκινάει να δουλεύει το μίξερ στην αυτόματη κατάσταση.



Εικόνα 99: Network 6 του AUTO[FB30] της πειραματικής εφαρμογής

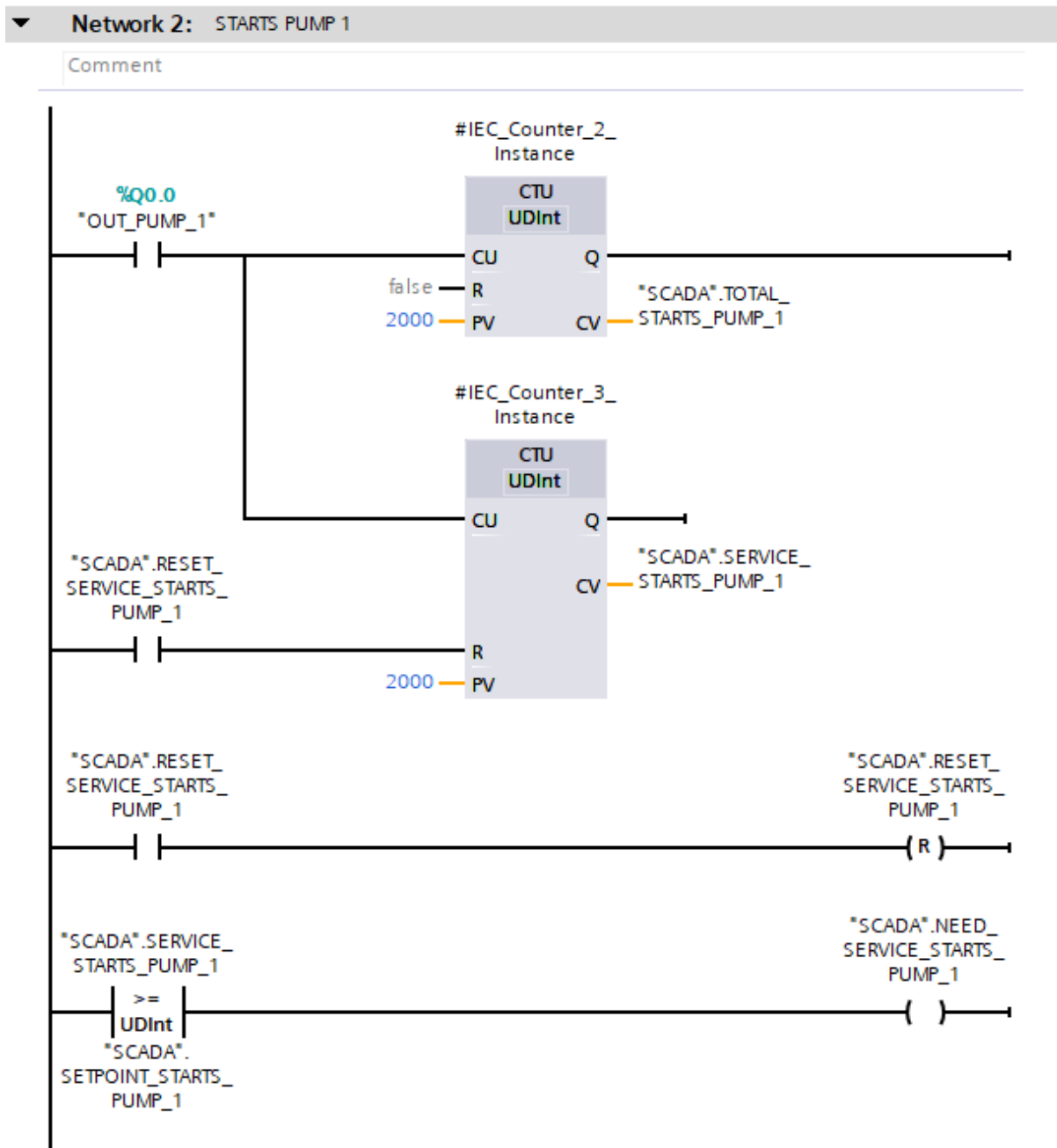
2<sup>ο</sup> FB COUNTING[FB40], αφορά τα σενάρια όπου γίνονται οι καταμετρήσεις των εκκινήσεων και των ωρών λειτουργίας.

Στο Network 1 (Εικόνα 100) αφορά τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των ωρών λειτουργίας της αντλίας 1 καθώς και ό,τι αφορά το service της αντλίας 1 ως προς τις ώρες λειτουργίας.



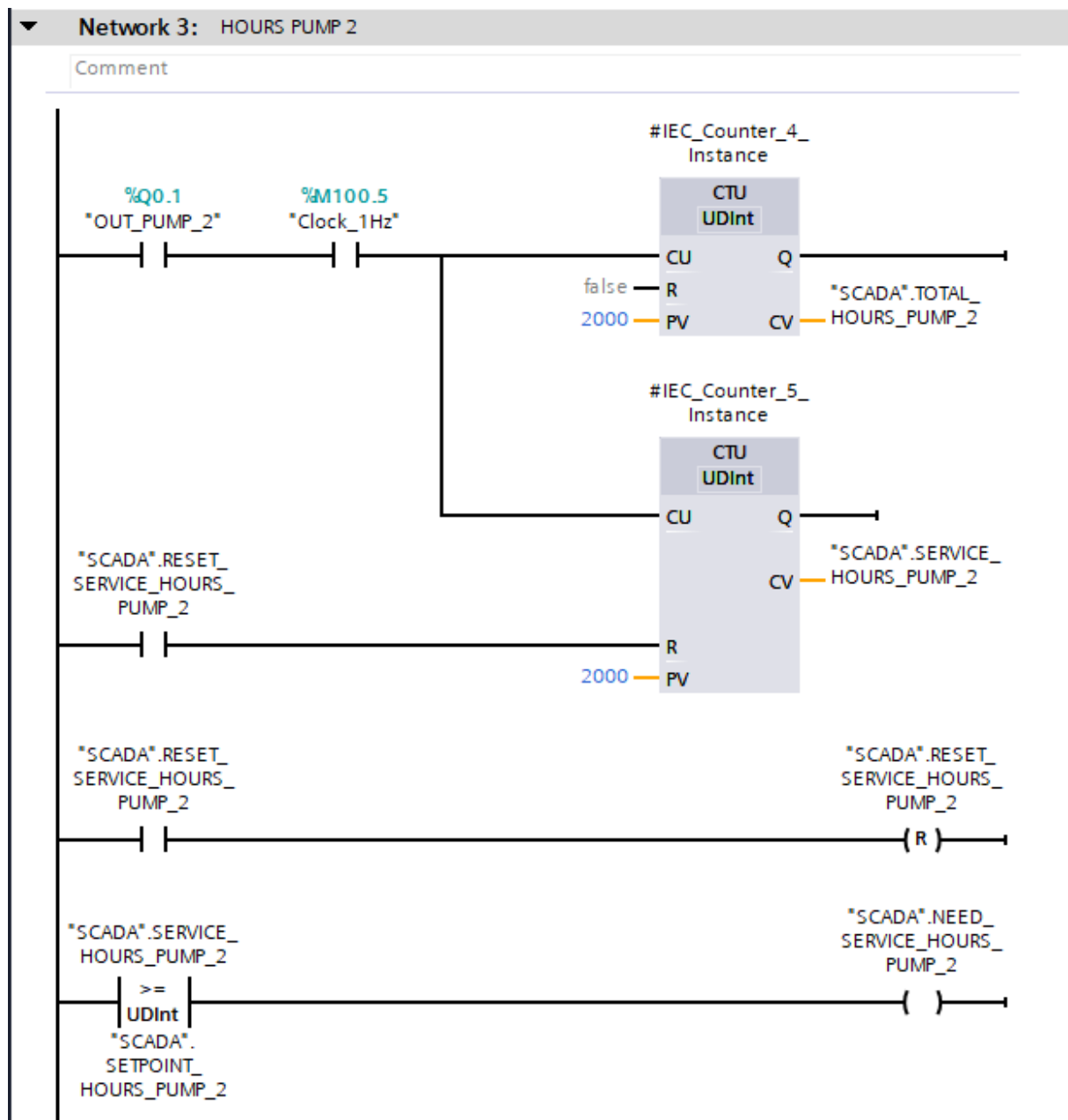
Εικόνα 100: Network 1 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 2 (Εικόνα 101) αφορά τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των εκκινήσεων λειτουργίας της αντλίας 1 καθώς και ό,τι αφορά το service της αντλίας 1 ως προς τις εκκινήσεις λειτουργίας.



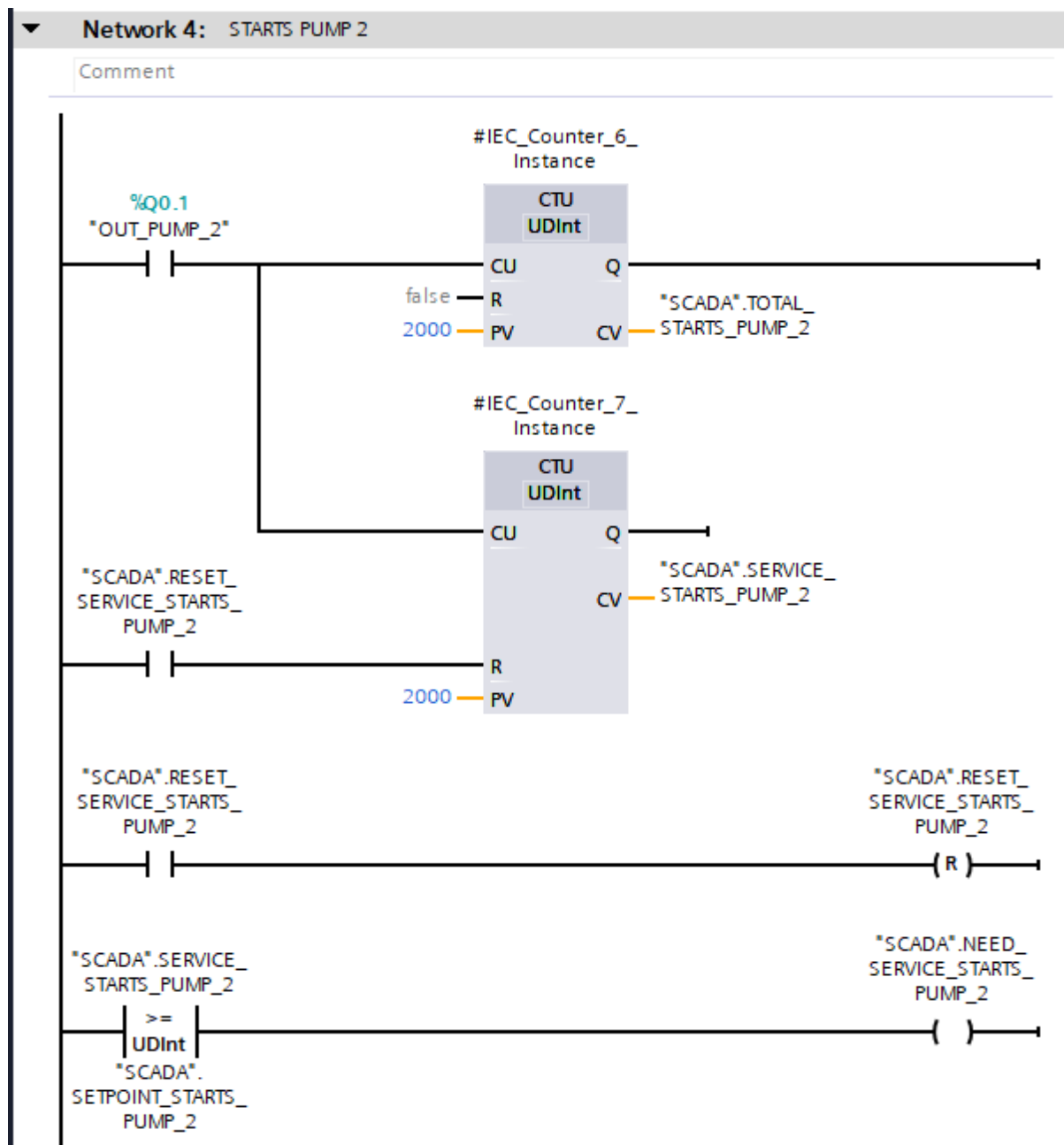
Εικόνα 101: Network 2 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 3 (Εικόνα 102) περιέχει τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των ωρών λειτουργίας της αντλίας 2 καθώς και ό,τι αφορά το service της αντλίας 2 ως προς τις ώρες λειτουργίας.



Εικόνα 102: Network 3 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

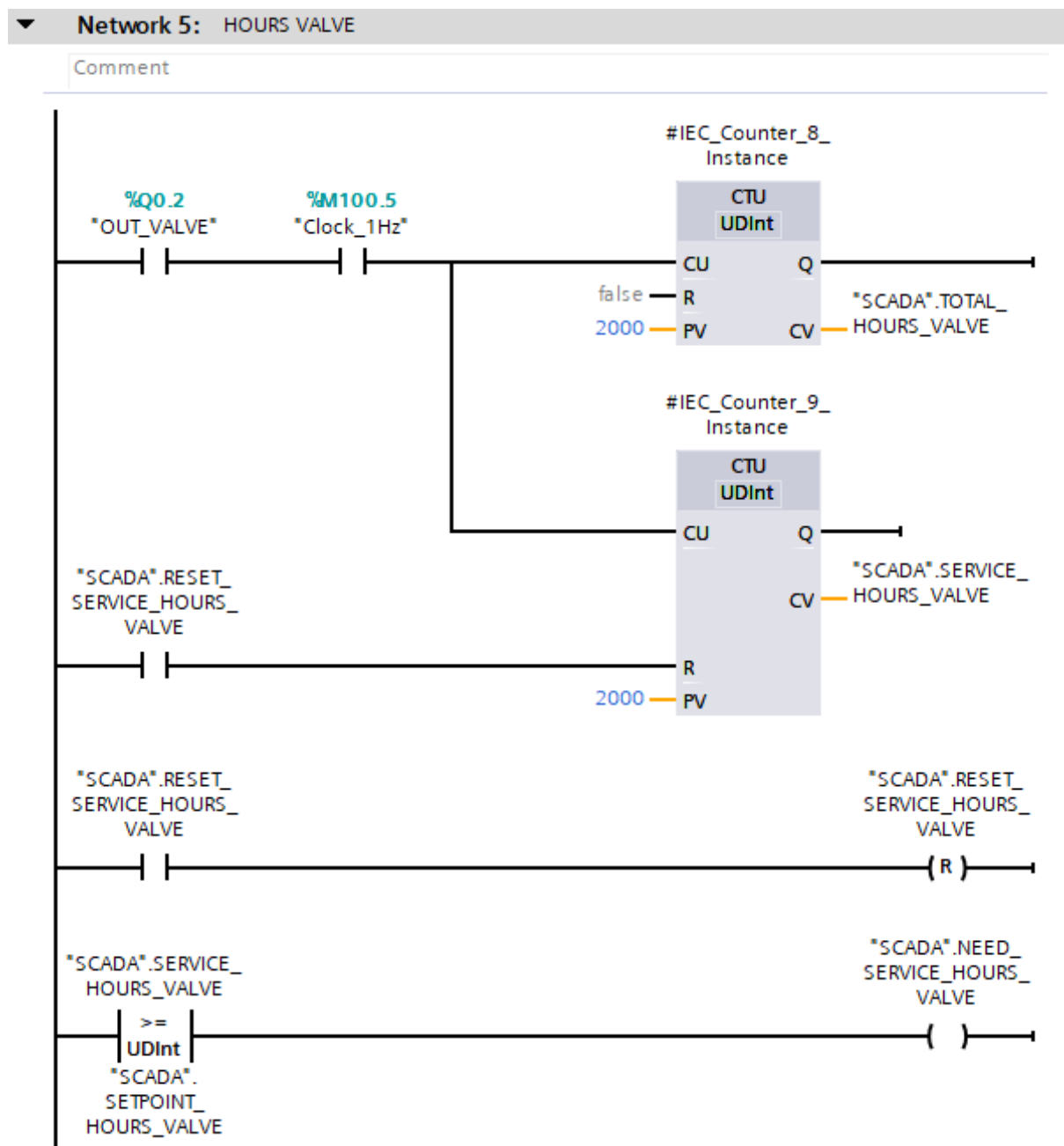
Το Network 4 (Εικόνα 103) αφορά τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των εκκινήσεων λειτουργίας της αντλίας 2 καθώς και ό,τι αφορά το service της αντλίας 2 ως προς τις εκκινήσεις λειτουργίας.



Εικόνα 103: Network 4 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

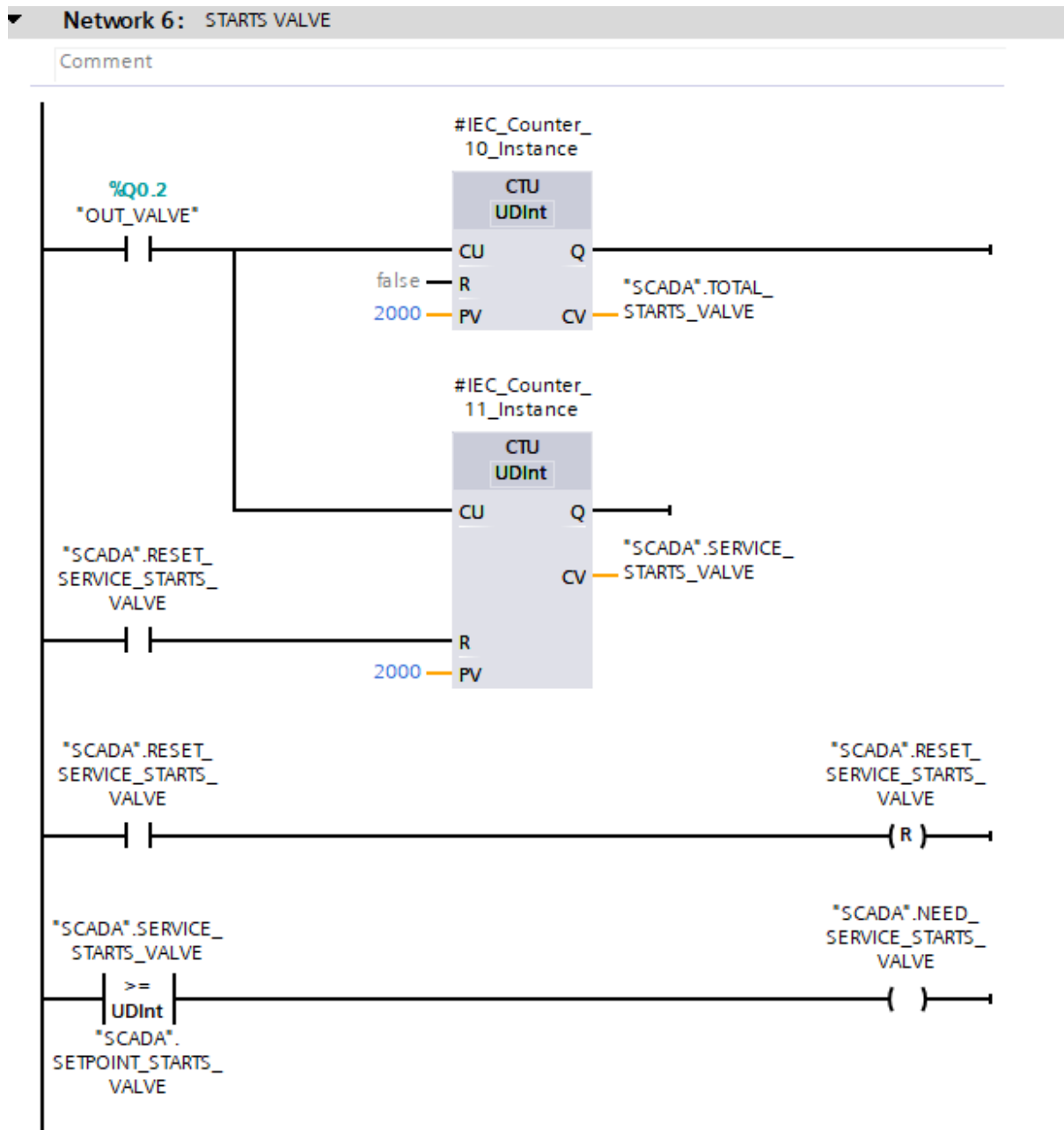


Το Network 5 (Εικόνα 104) περιέχει τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των ωρών λειτουργίας της βάνας καθώς και ό,τι αφορά το service της βάνας ως προς τις ώρες λειτουργίας.



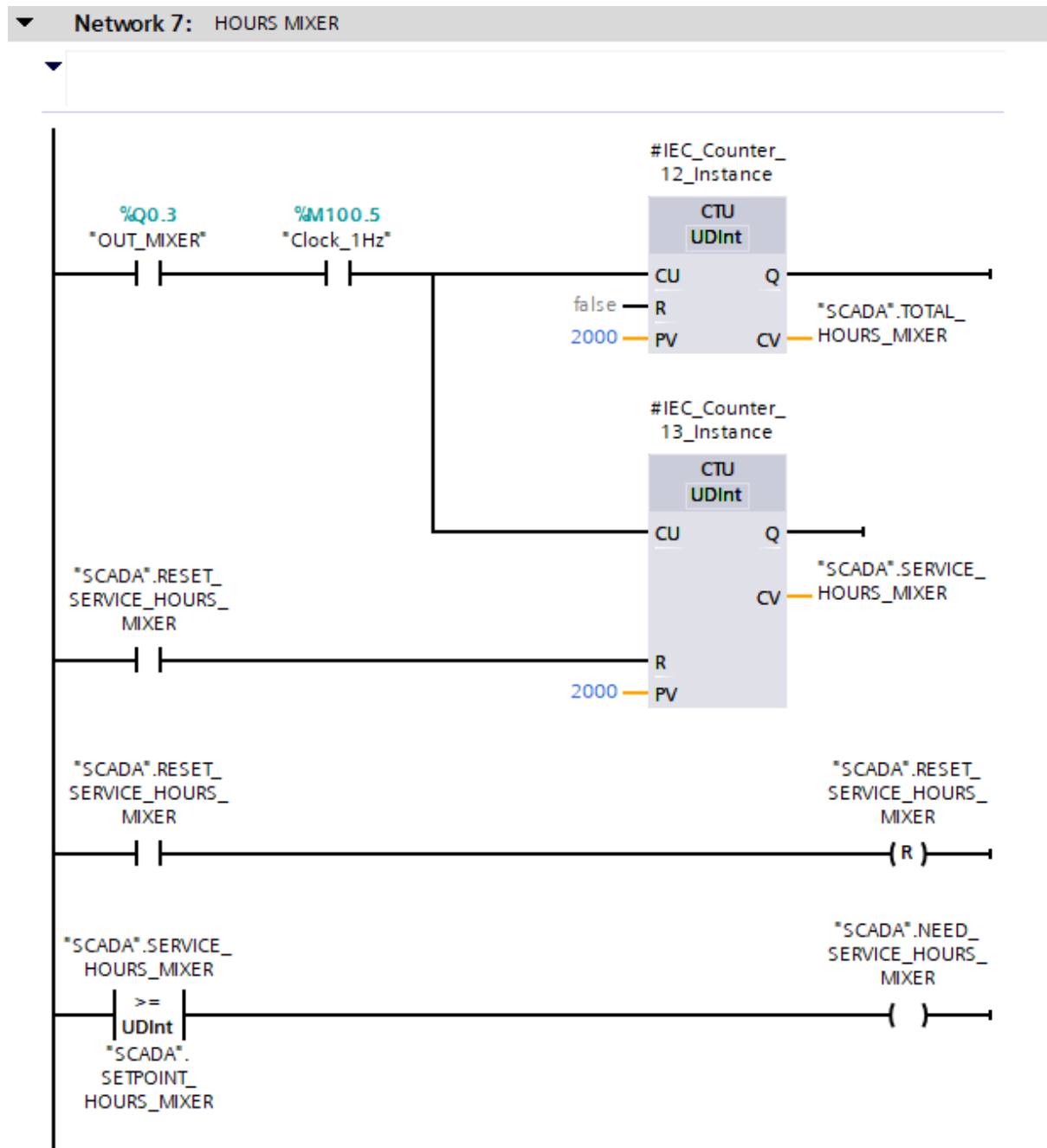
Εικόνα 104: Network 5 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 6 (Εικόνα 105) αφορά τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των εκκινήσεων λειτουργίας της βάνας καθώς και ό,τι αφορά το service της βάνας ως προς τις εκκινήσεις λειτουργίας.



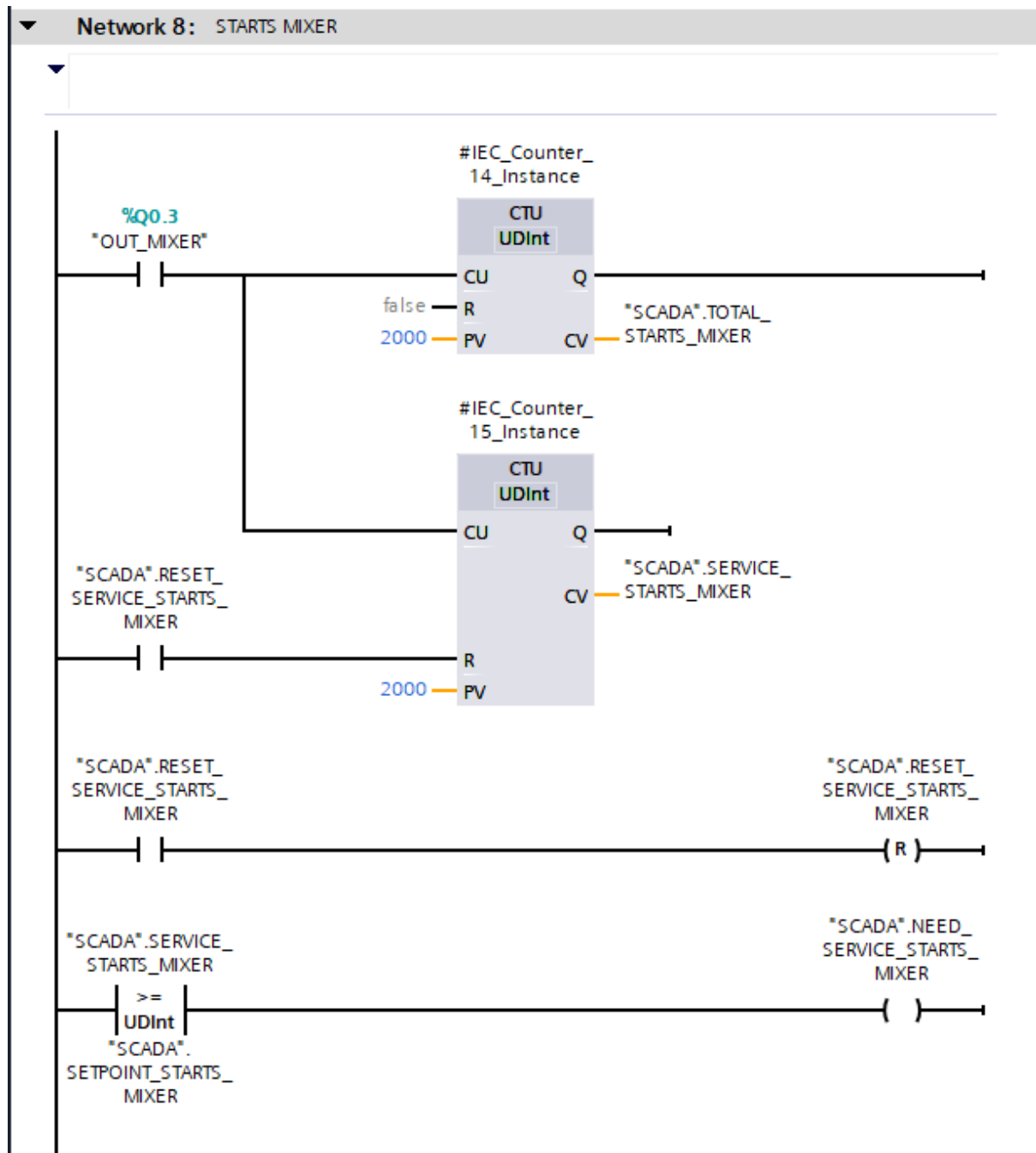
Εικόνα 105: Network 6 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 7 (Εικόνα 106) περιέχει τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των ωρών λειτουργίας του μιξερ καθώς και ό,τι αφορά το service του μιξερ ως προς τις ώρες λειτουργίας.



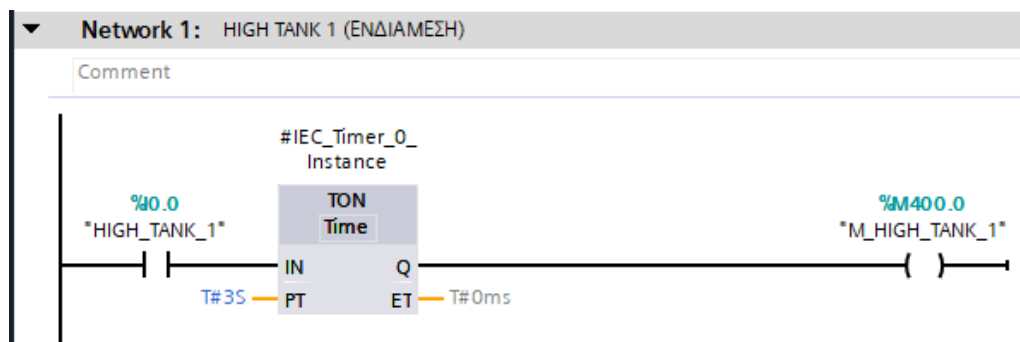
Εικόνα 106: Network 7 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 8 (Εικόνα 107) περιέχει τον κώδικα που ασχολείται με την καταμέτρηση των εκκινήσεων λειτουργίας του mixer καθώς και ό,τι αφορά το service του mixer ως προς τις εκκινήσεις λειτουργίας.



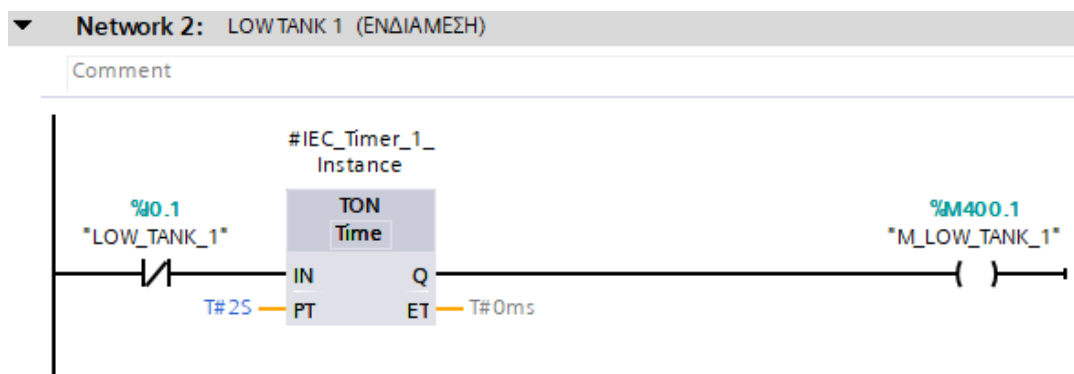
Εικόνα 107: Network 8 του COUNTING[FB40] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 1 (Εικόνα 108) αφορά την καταγραφή της υψηλής στάθμης στην ενδιάμεση δεξαμενή (TANK 1).



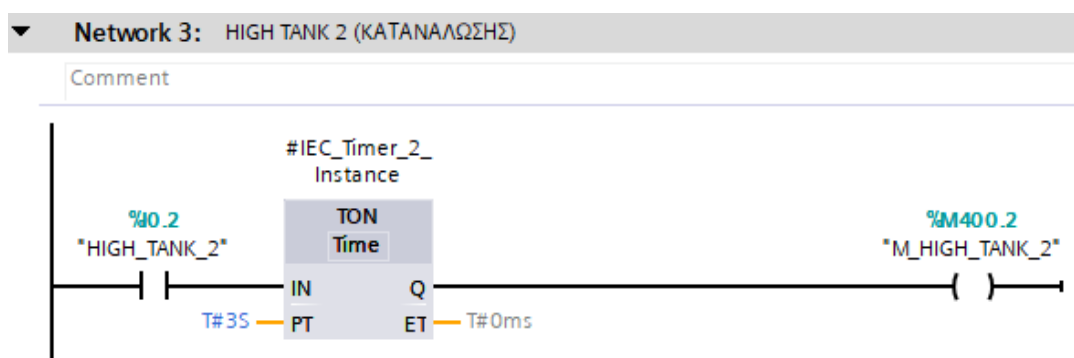
Εικόνα 108: Network 1 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 2 (Εικόνα 109) αφορά την καταγραφή της χαμηλής στάθμης στην ενδιάμεση δεξαμενή (TANK 1).



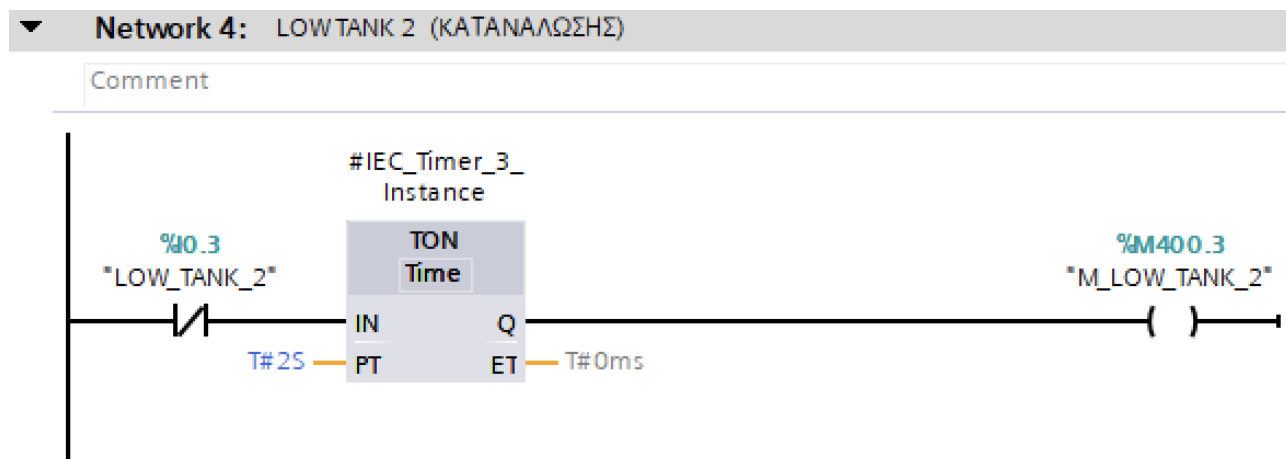
Εικόνα 109: Network 2 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 3 (Εικόνα 110) περιέχει αφορά την καταγραφή της υψηλής στάθμης στην δεξαμενή κατανάλωσης (TANK 2).



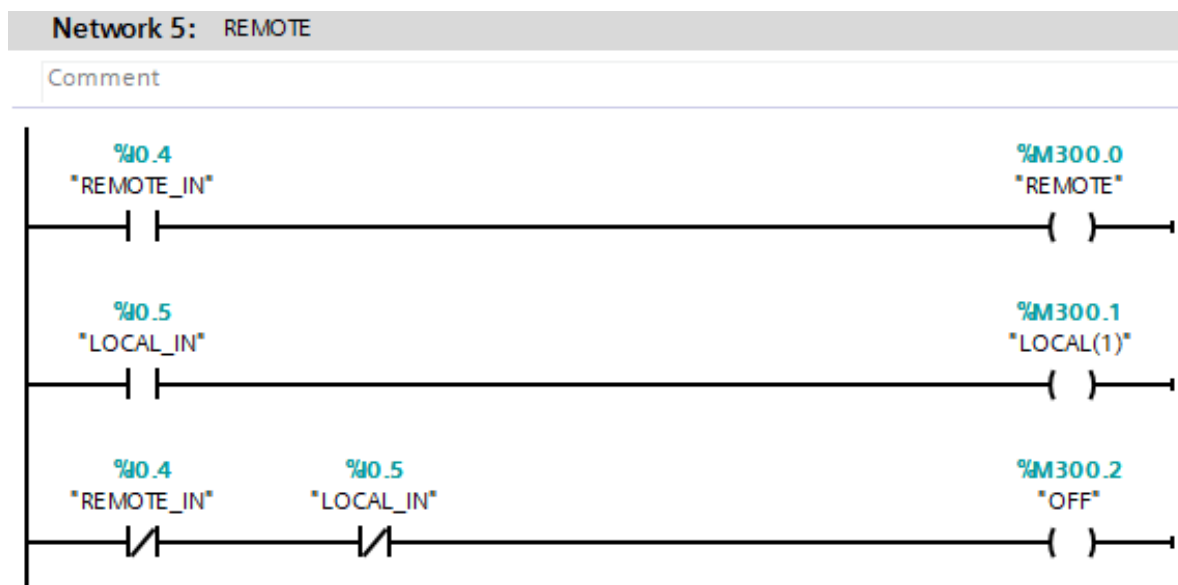
Εικόνα 110: Network 3 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 4 (Εικόνα 111) περιέχει την καταγραφή της χαμηλής στάθμης στην δεξαμενή κατανάλωσης (TANK 2).



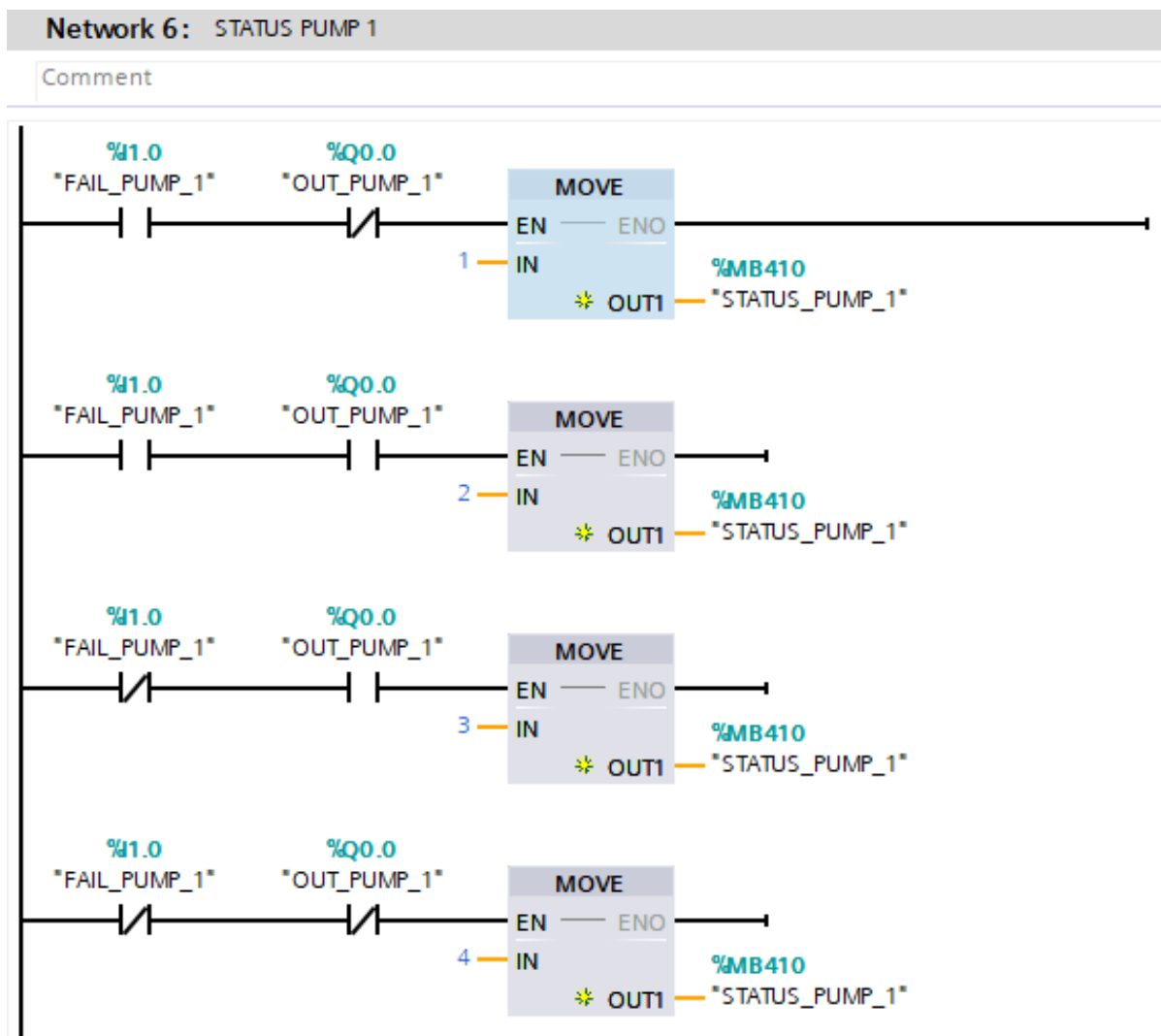
Εικόνα 111: Network 4 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 5 (Εικόνα 112) περιέχεται ο κώδικας στον οποίον δημιουργείται η επιλογή αν το σύστημα θα είναι σε remote ή local ή off.



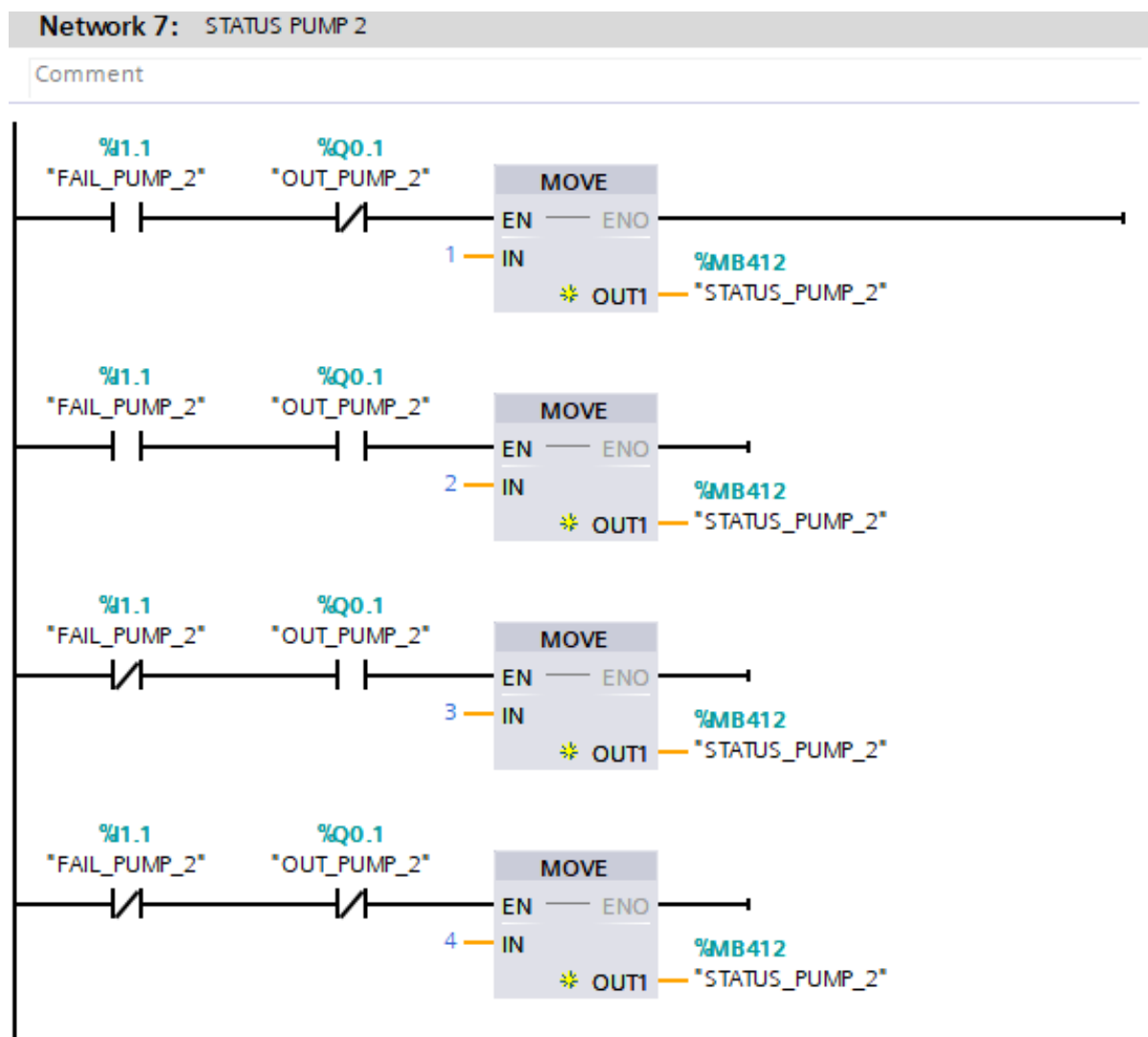
Εικόνα 112: Network 5 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 6 (Εικόνα 113) βρίσκεται ο κώδικας στον οποίο καθορίζεται σε τι κατάσταση θα είναι η αντλία 1 ανάλογα αν θα υπάρχει βλάβη ή όχι.



Εικόνα 113: Network 6 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

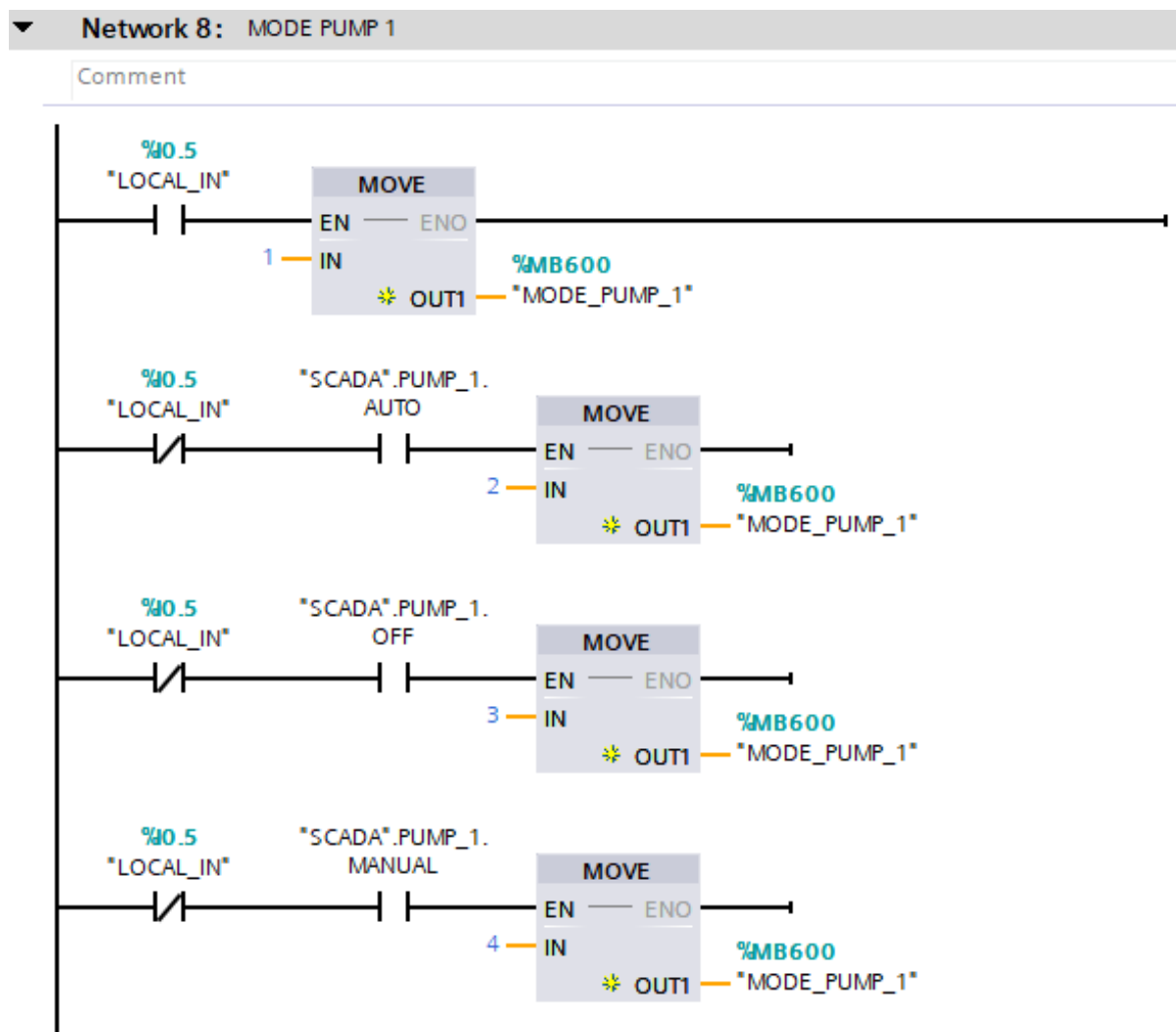
Στο Network 7 (Εικόνα 114) βρίσκεται ο κώδικας στον οποίο καθορίζεται σε τι κατάσταση θα είναι η αντλία 2 ανάλογα αν θα υπάρξει βλάβη ή όχι.



Εικόνα 114: Network 7 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

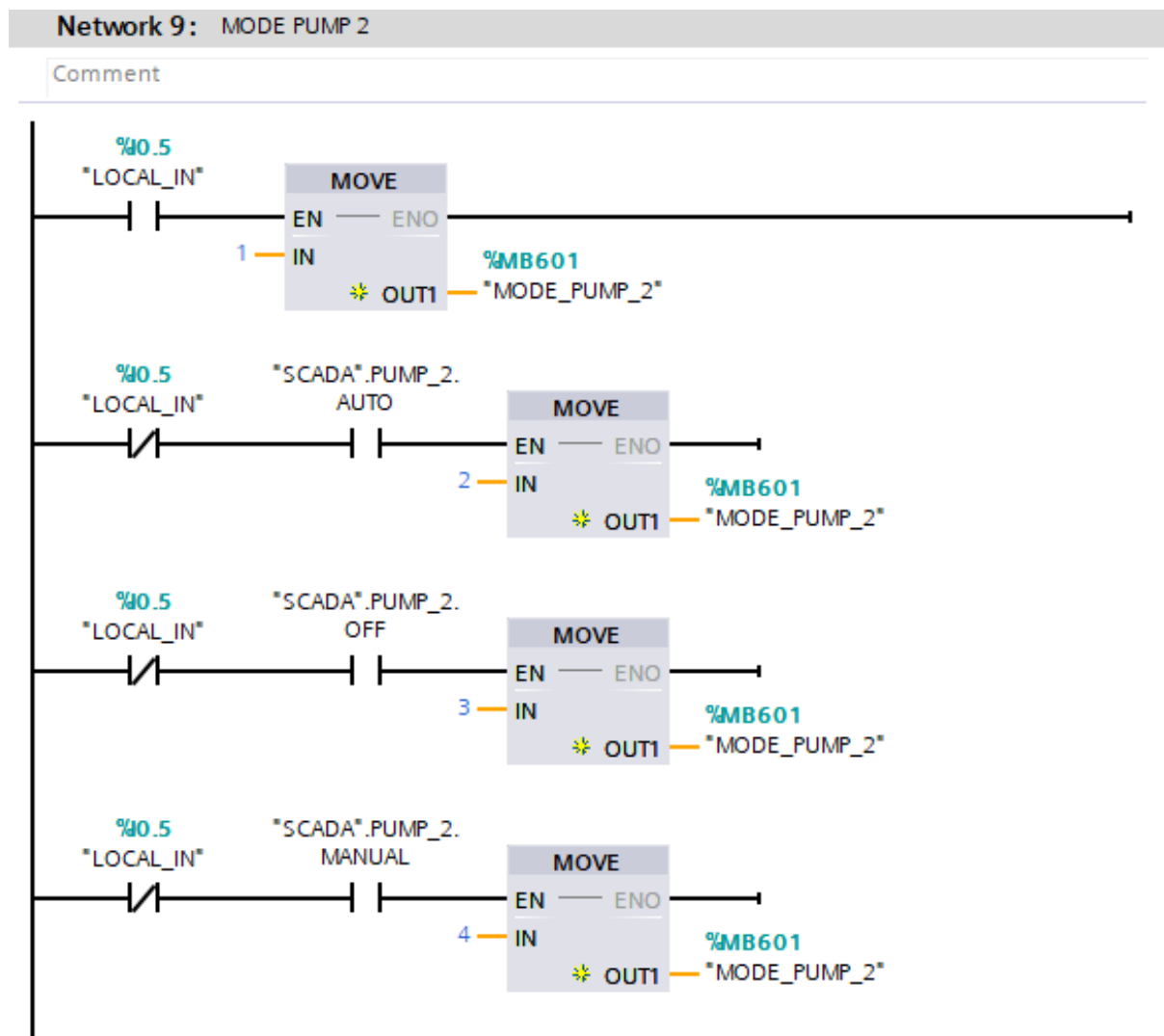


Στο Network 8 (Εικόνα 115) είναι ο κώδικας στον οποίον καθορίζεται αν η ένδειξη της αντλίας 1 θα δείχνει ότι είναι σε ηρεμία ή local ή auto ή off.



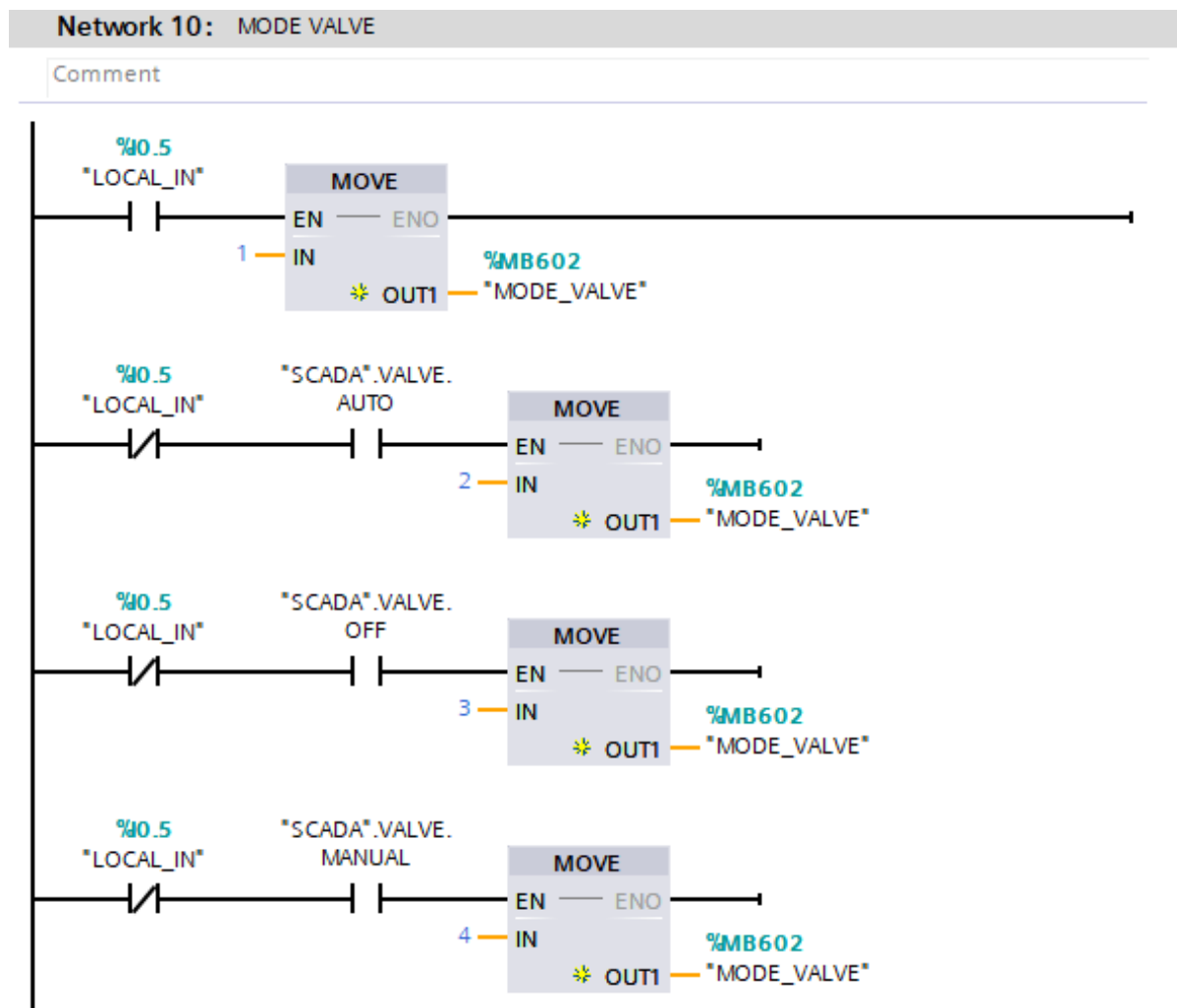
Εικόνα 115: Network 8 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 9 (Εικόνα 116) είναι ο κώδικας στον οποίον καθορίζεται αν η ένδειξη της αντλίας 2 θα δείχνει ότι είναι σε ηρεμία ή local ή auto ή off.



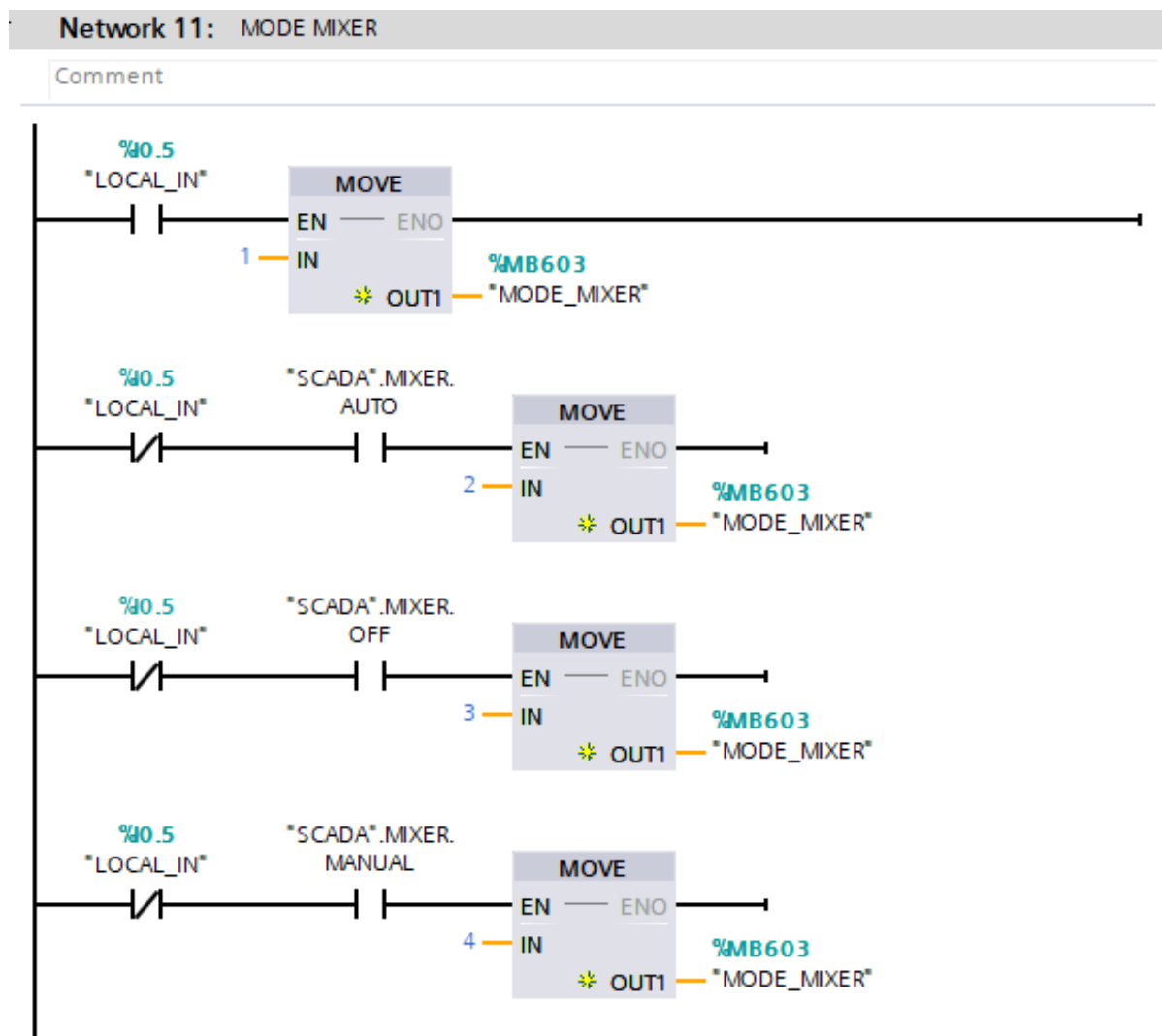
Εικόνα 116: Network 9 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 10 (Εικόνα 117) είναι ο κώδικας στον οποίον καθορίζεται αν η ένδειξη της βάνας θα δείχνει ότι είναι σε ηρεμία ή local ή auto ή off.

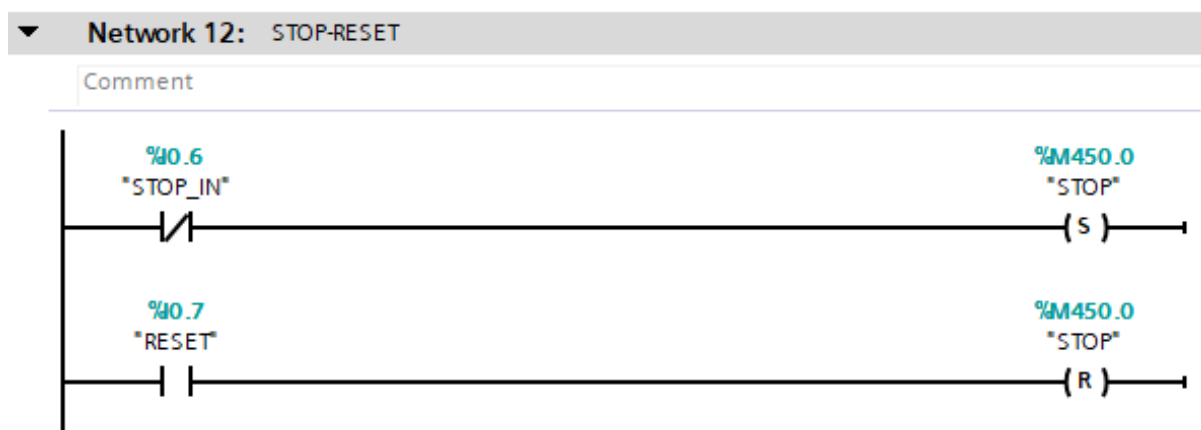


Εικόνα 117: Network 10 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 11 (Εικόνα 118) είναι ο κώδικας στον οποίον καθορίζεται αν η ένδειξη του mixer θα δείχνει ότι είναι σε ηρεμία ή local ή auto ή off.



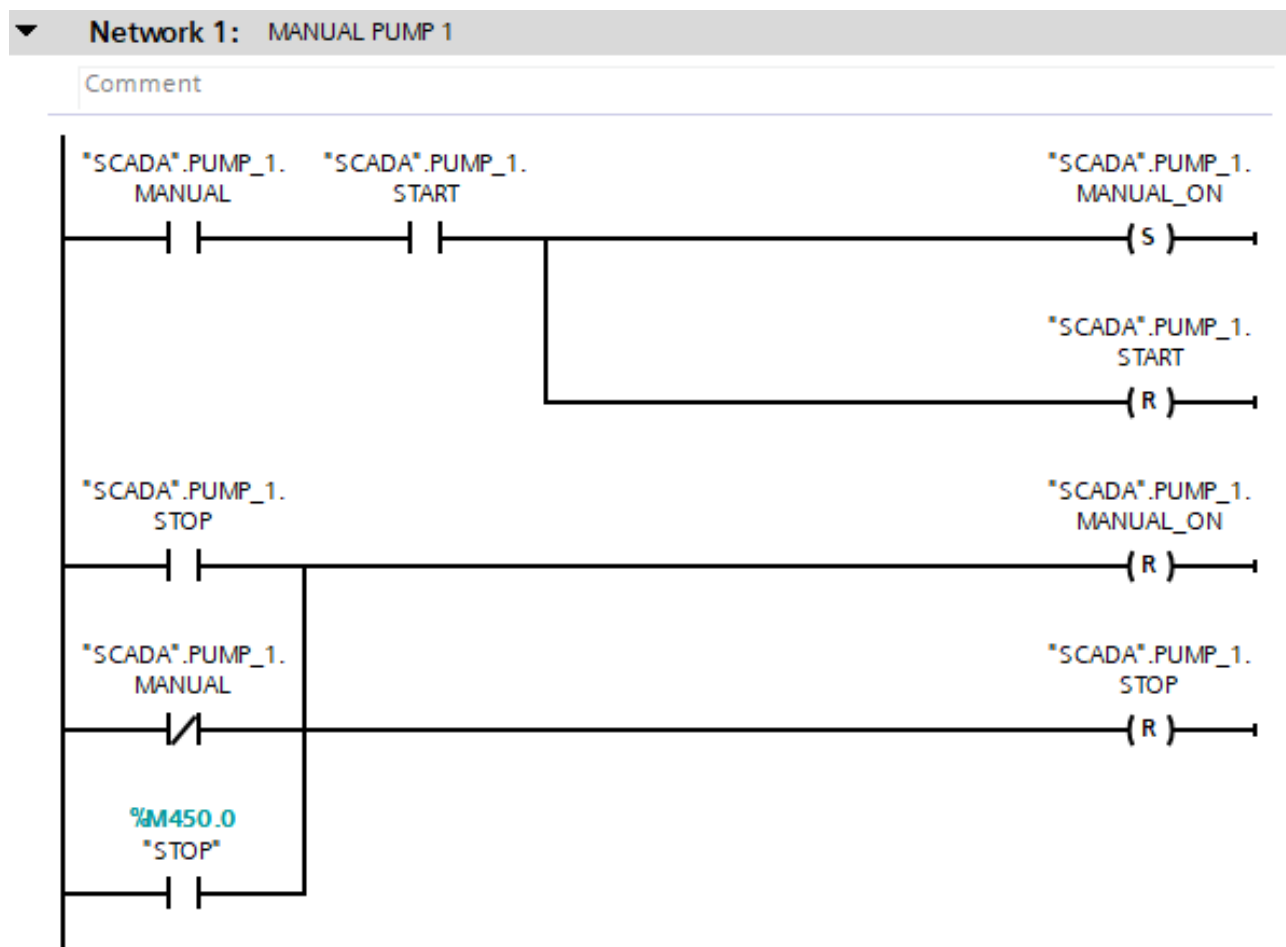
Εικόνα 118: Network 11 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής  
Στο Network 12 (Εικόνα 119) είναι ο κώδικας για το STOP – RESET.



Εικόνα 119: Network 12 του INPUTS[FB10] της πειραματικής εφαρμογής

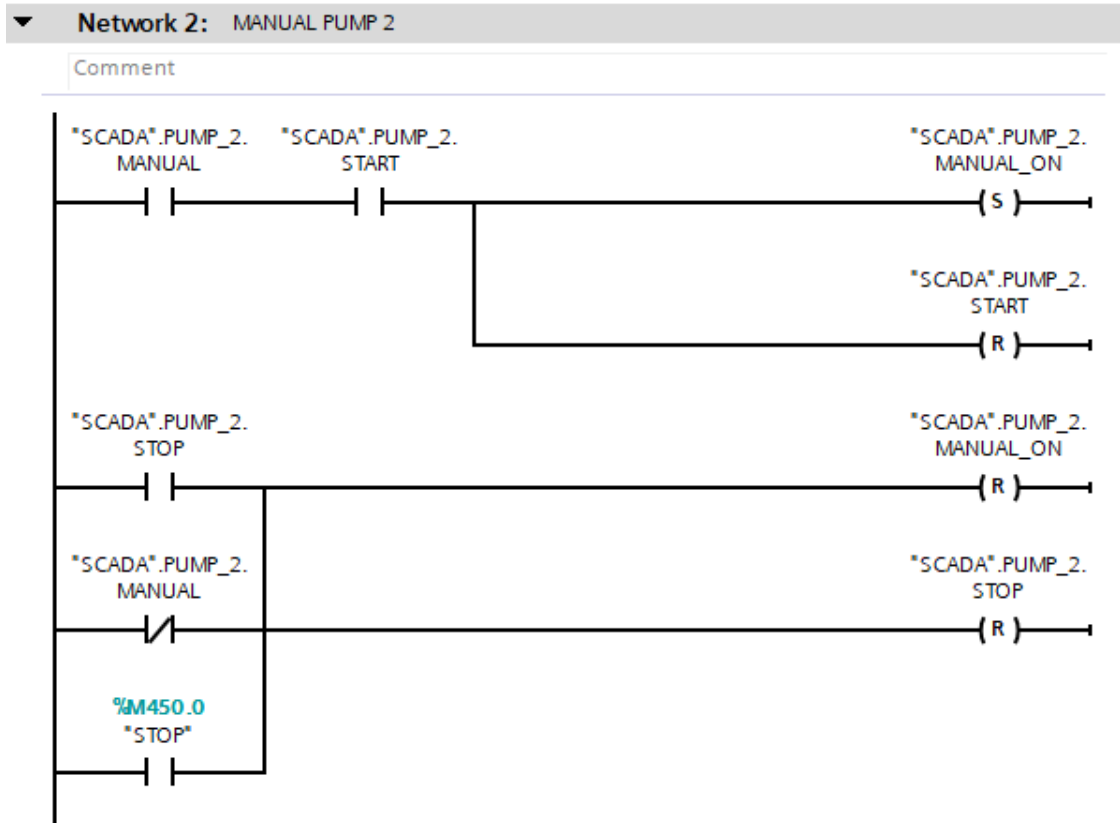
4<sup>ο</sup> FB MANUAL[FB50] αφορά τα σενάρια όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση «MANUAL» δηλαδή σε χειροκίνητη λειτουργία

Το Network 1 (Εικόνα 120) Το πρώτο network αφορά τον κώδικα της χειροκίνητης λειτουργίας της αντλίας 1.



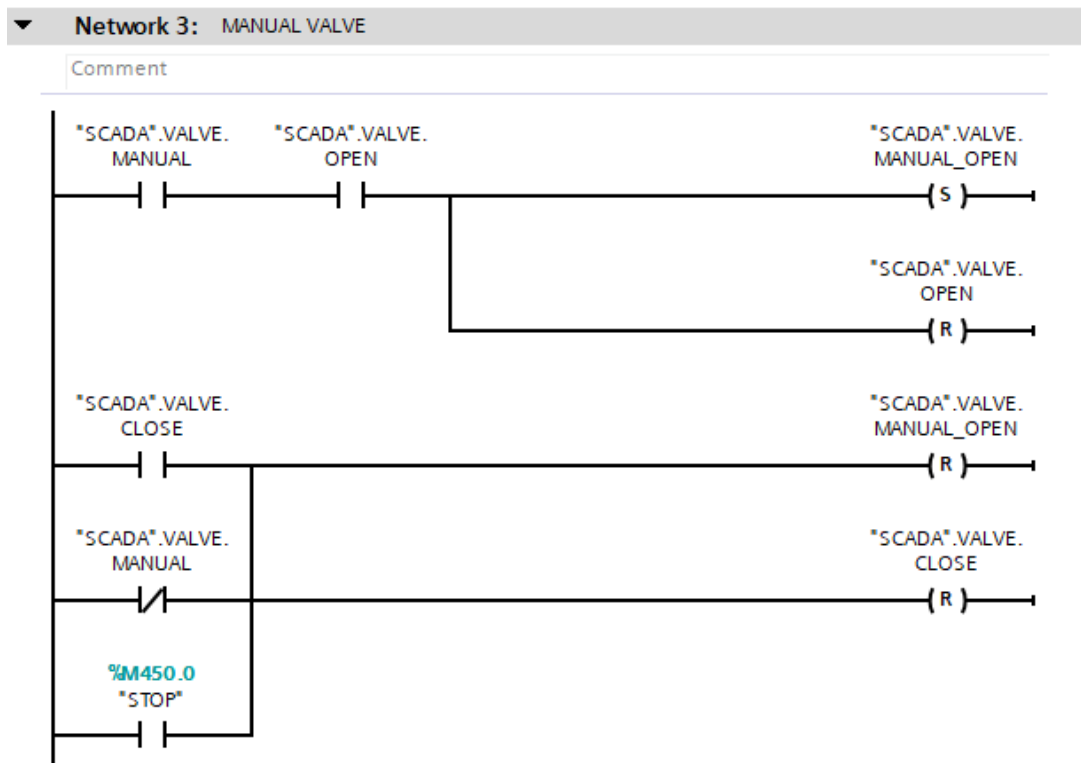
Εικόνα 120: Network 1 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων  
 Το Network 2 (Εικόνα 121) αφορά τον κώδικα της χειροκίνητης λειτουργίας της αντλίας 2.



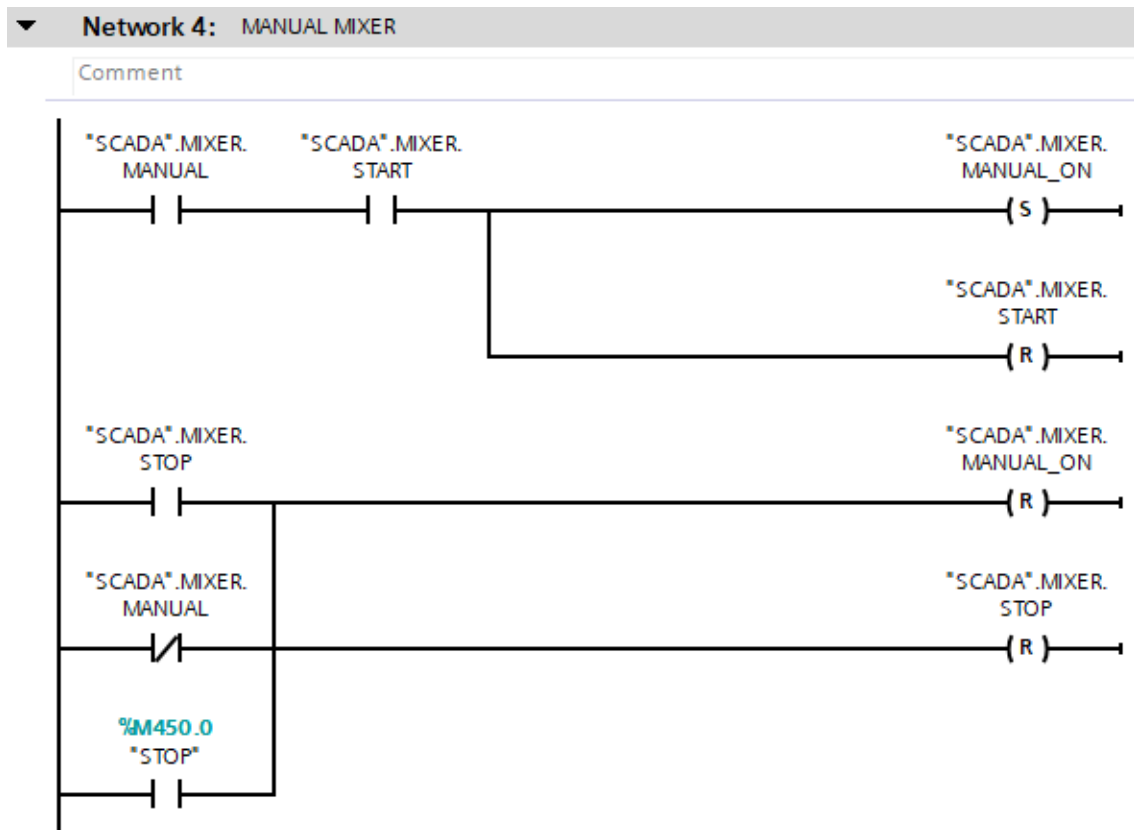
Εικόνα 121: Network 2 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 3 (Εικόνα 122) αφορά τον κώδικα της χειροκίνητης λειτουργίας της βάνας.



Εικόνα 122: Network 3 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής

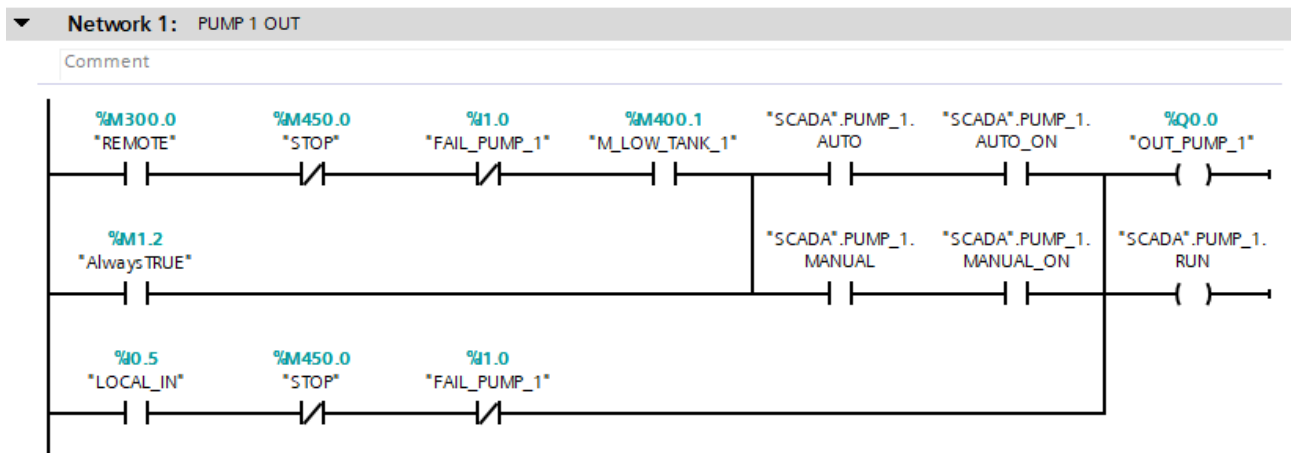
Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων  
 Το Network 4 (Εικόνα 123) αφορά τον κώδικα της χειροκίνητης λειτουργίας του mixer.



Εικόνα 123: Network 4 του MANUAL [FB50] της πειραματικής εφαρμογής

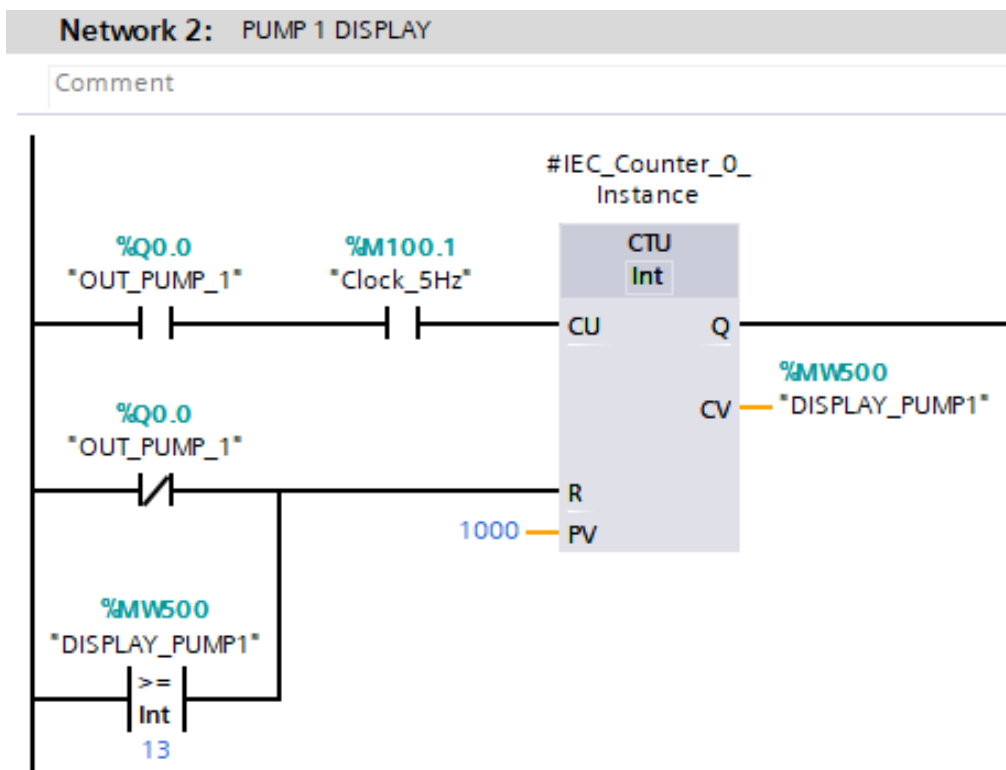
5<sup>ο</sup> FB,OUTPUTS[FB20], αφορά όλες τις εξόδους που έχει ο κώδικας

Το Network 1 (Εικόνα 124) περιέχει τον κώδικά στον οποίο προγραμματίζεται η λειτουργία της αντλίας 1.



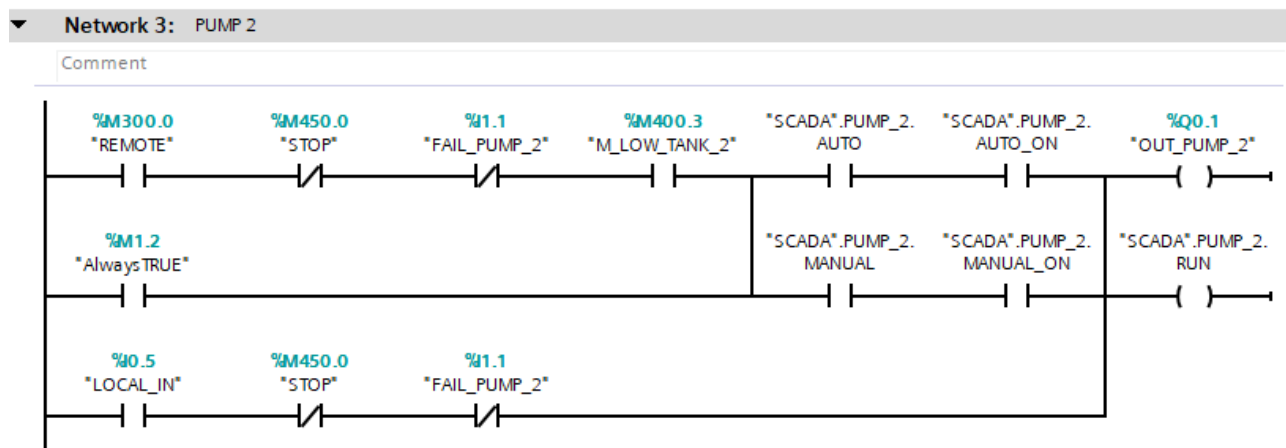
Εικόνα 124: Network 1 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων  
 Στο Network 2 (Εικόνα 125) περιέχεται ο κώδικας που καθορίζει την ένδειξη της λειτουργίας της αντλίας 1.



Εικόνα 125: Network 2 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

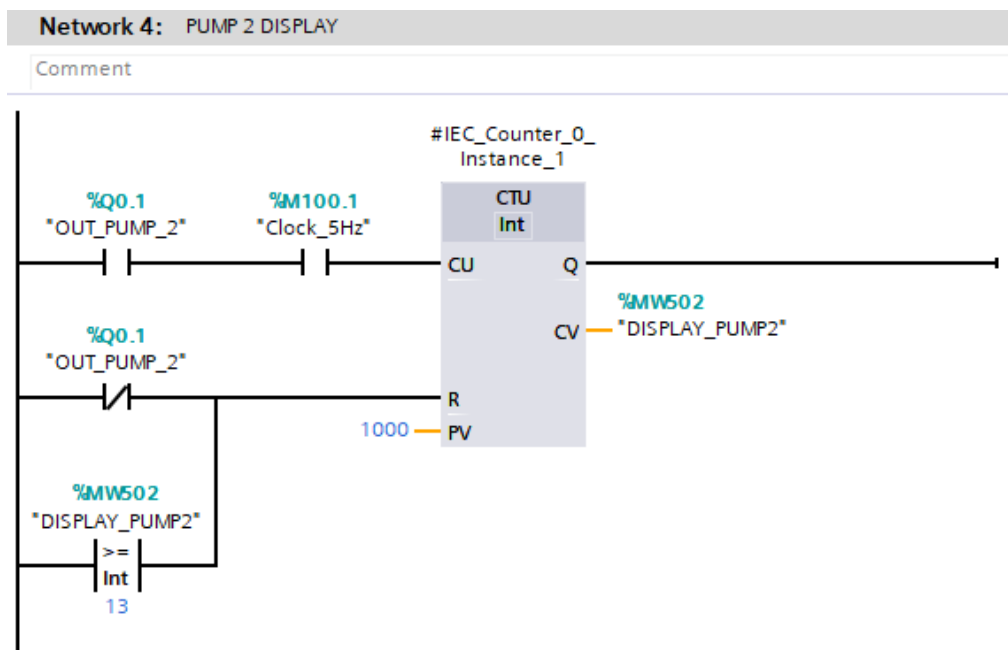
Το Network 3 (Εικόνα 126) περιέχει τον κώδικά στον οποίο προγραμματίζεται η λειτουργία της αντλίας 2.



Εικόνα 126: Network 3 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

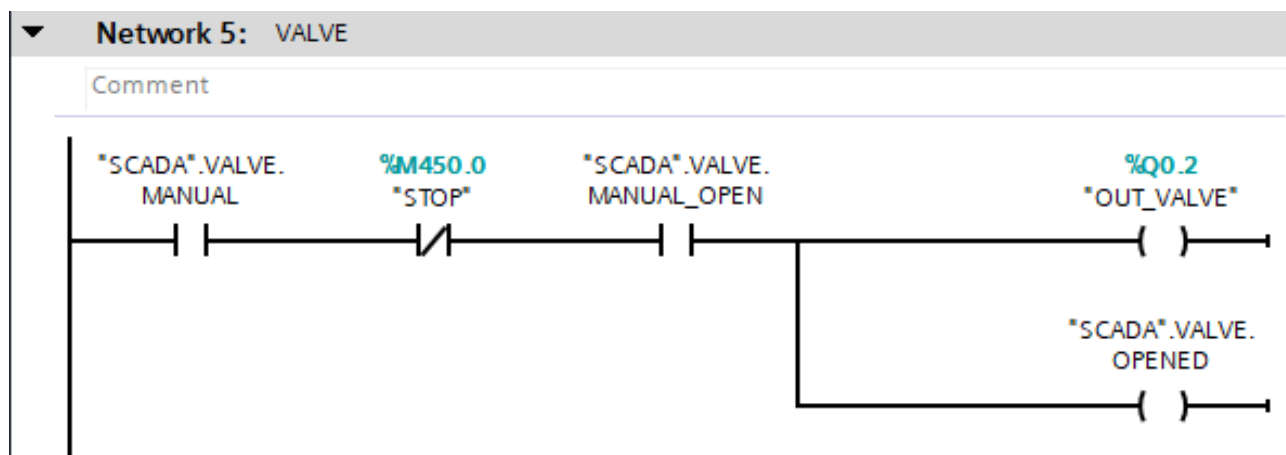


Στο Network 4 (Εικόνα 127) περιέχεται ο κώδικας που καθορίζει την ένδειξη της λειτουργίας της αντλίας 2.



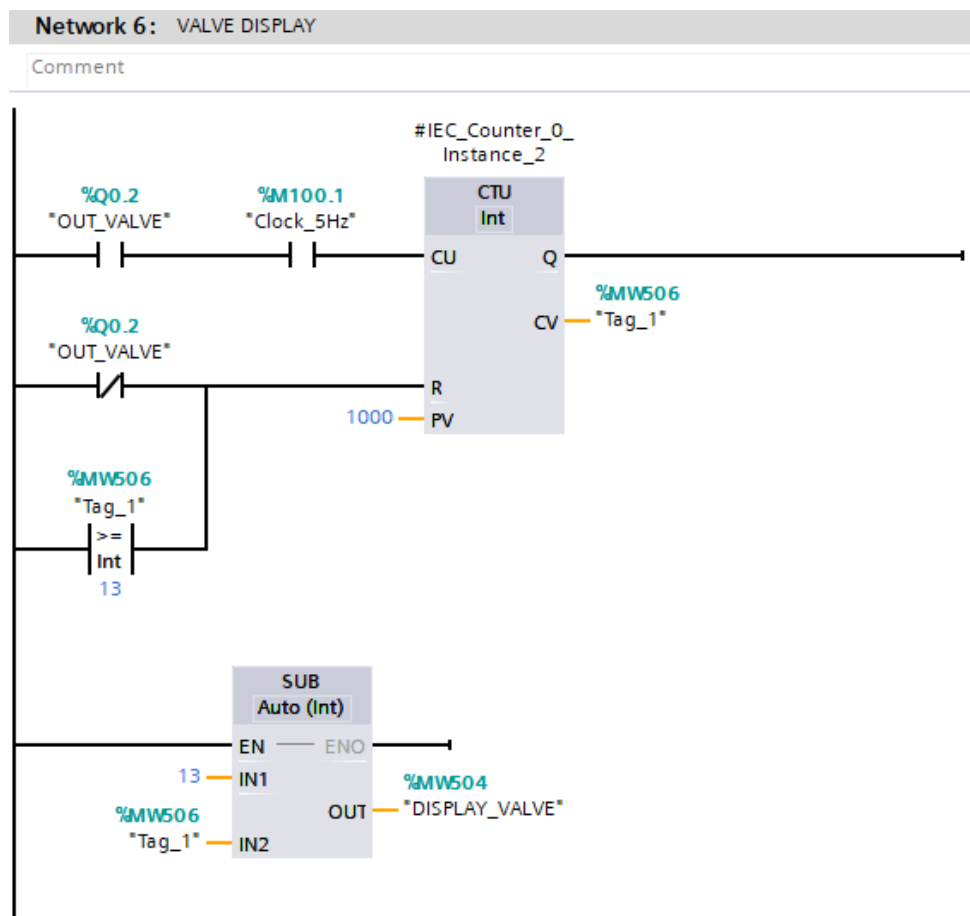
Εικόνα 127: Network 4 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 5 (Εικόνα 128) περιέχει τον κώδικά στον οποίο προγραμματίζεται η λειτουργία της βάννας.



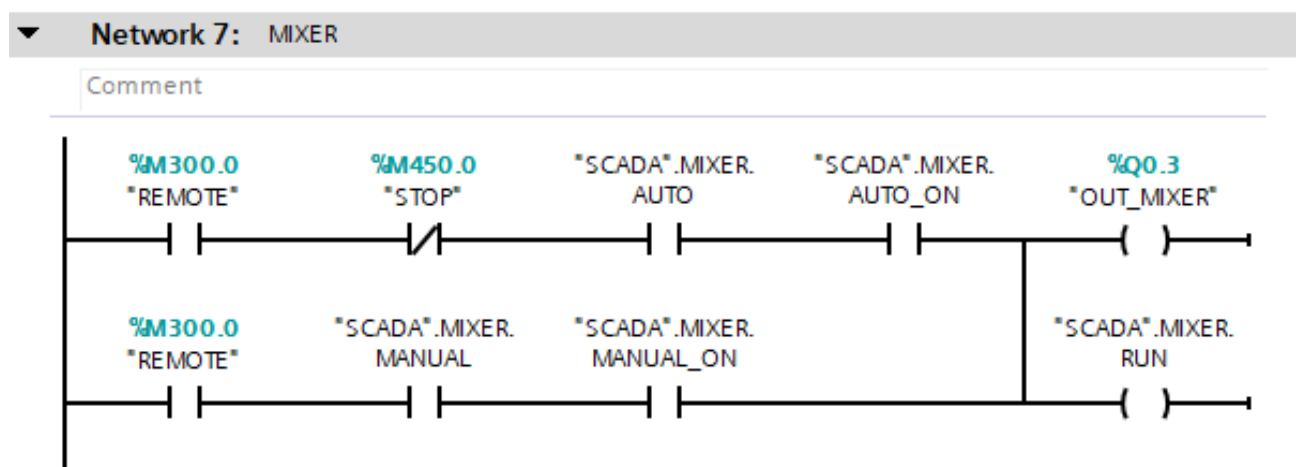
Εικόνα 128: Network 5 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων  
 Στο Network 6 (Εικόνα 129) περιέχεται ο κώδικας που καθορίζει την ένδειξη της λειτουργίας της βάνας.



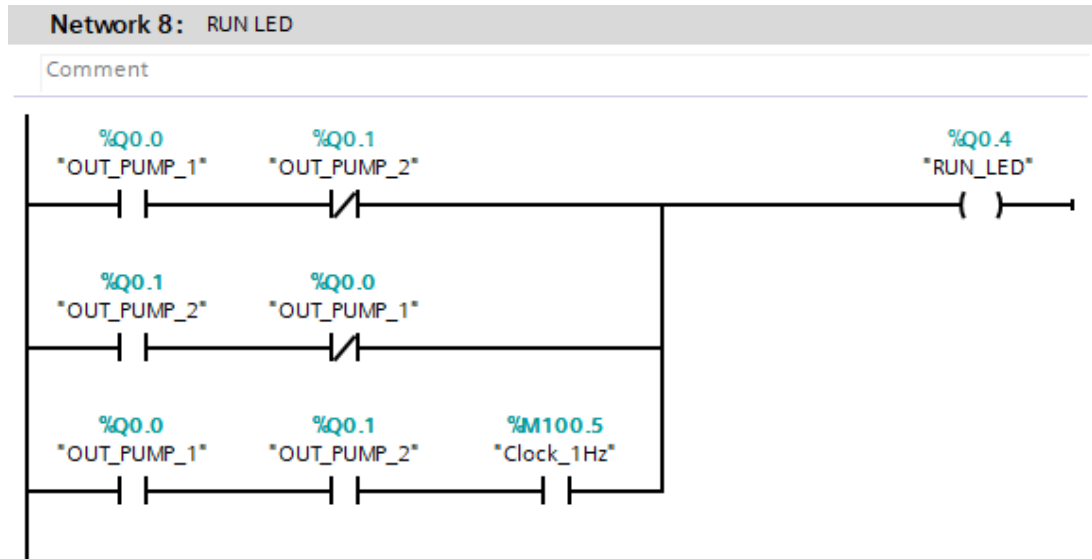
Εικόνα 129: Network 6 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Το Network 6 (Εικόνα 130) περιέχει τον κώδικά στον οποίο προγραμματίζεται η λειτουργία του mixer.



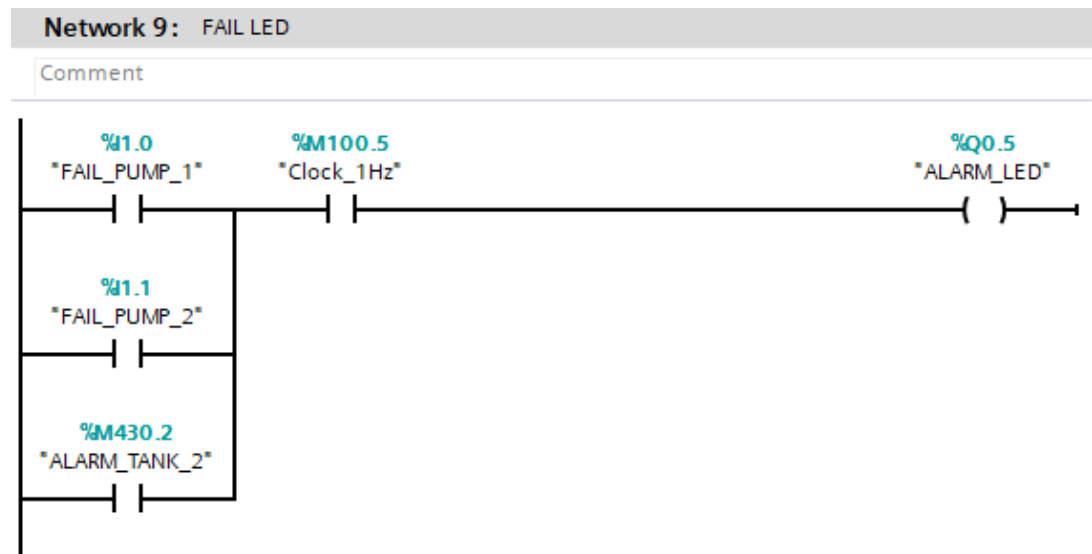
Εικόνα 130: Network 7 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 8 (Εικόνα 131) είναι ο κώδικας που καθορίζει πότε θα ανάψει το λαμπάκι του RUN.



Εικόνα 131: Network 8 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Στο Network 9 (Εικόνα 132) είναι ο κώδικας που καθορίζει πότε θα ανάψει το λαμπάκι του FAIL.



Εικόνα 132: Network 9 του OUTPUTS [FB20] της πειραματικής εφαρμογής

Διεύθυνση	Περιγραφή
I0.0	HIGH_TANK_1
I0.1	LOW_TANK_1
I0.2	HIGH_TANK_2
I0.3	LOW_TANK_2
I0.4	REMOTE_IN
I0.5	LOCAL_IN
I0.6	STOP_IN
I0.7	RESET
I1.0	FAIL_PUMP_1
I1.1	FAIL_PUMP_2
Q0.0	OUT_PUMP_1
Q0.1	OUT_PUMP_2
Q0.2	OUT_VALVE
Q0.3	OUT_MIXER
Q0.4	RUN_LED
Q0.5	ALARM_LED
Q0.6	
Q0.7	

Παράλληλα με το γράψιμο του κώδικα δημιουργήθηκαν από κάθε FB ένα αντίστοιχο DB που περιέχει τους timer του αντίστοιχου FB. Επίσης δημιουργήθηκε ξεχωριστά το DB SCADA[DB100] για τις ανάγκες του SCADA.

Thesis\_theocharis\_V2 ▸ PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC] ▸ Program blocks ▸ SCADA [DB100]

Keep actual values Snapshot Copy snapshots to start values Load start values

SCADA								
	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	PUMP_1	"MOTORS"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	PUMP_2	"MOTORS"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	MIXER	"MOTORS"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	VALVE	"VALVES"		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	TOTAL_HOURS_PUMP...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	TOTAL_HOURS_PUMP...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	TOTAL_HOURS_MIXER	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	TOTAL_HOURS_VALVE	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	TOTAL_STARTS_PUMP...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	TOTAL_STARTS_PUMP...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	TOTAL_STARTS_MIXER	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	TOTAL_STARTS_VALVE	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	SERVICE_HOURS_PUM...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	SERVICE_HOURS_PUM...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	SERVICE_HOURS_MIXER	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	SERVICE_HOURS_VALVE	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	SERVICE_STARTS_PUM...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	SERVICE_STARTS_PUM...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	SERVICE_STARTS_MIXER	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	SERVICE_STARTS_VALVE	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	SETPOINT_HOURS_PU...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	SETPOINT_HOURS_PU...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	SETPOINT_HOURS_MI...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	SETPOINT_HOURS_VA...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	SETPOINT_STARTS_PU...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	SETPOINT_STARTS_PU...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	SETPOINT_STARTS_MI...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	SETPOINT_STARTS_VA...	UDInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	RESET_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	RESET_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	RESET_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	RESET_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	RESET_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	RESET_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	RESET_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	RESET_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	NEED_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	NEED_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	NEED_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	NEED_SERVICE_HOUR...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	NEED_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	NEED_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	NEED_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	NEED_SERVICE_START...	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	MIXER_TIME_ON	DInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47	MIXER_TIME_OFF	DInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Εικόνα 133: SCADA [DB100] της πειραματικής εφαρμογής

Επίσης δημιουργήθηκαν και τα PLC tags που είναι βασικά οι μεταβλητές που αντιστοιχούν στις εισόδους, εξόδους και ενδιάμεσες μεταβλητές του προγράμματος PLC. Είναι πολύ σημαντικά για την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του προγράμματος, όπως τα I/O modules, οι συσκευές πεδίου (αισθητήρες, ενεργοποιητές) και το SCADA σύστημα. Τα PLC tags χρησιμοποιούνται επίσης για τη σύνδεση με το σύστημα **SCADA**, όπου οι τιμές τους εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο ή χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και έλεγχο της εγκατάστασης. Στο TIA Portal, υπάρχει ένας **Tag Table Manager**, ο οποίος βοηθά στην οργάνωση, αναζήτηση και φιλτράρισμα των tags. Μπορείς να προσθέσεις νέα tags και να ορίσεις τύπους δεδομένων, διευθύνσεις και αρχικές τιμές. Οι PLC tags συνδέονται με τις φυσικές διευθύνσεις των εισόδων/εξόδων του PLC, είτε πρόκειται για ψηφιακές, είτε για αναλογικές διευθύνσεις. Αυτή η αντιστοίχιση γίνεται στο Hardware Configuration του TIA Portal.

Στην προκειμένη περίπτωση τα PLC tags δημιουργήθηκαν κατά την παραγωγή του κώδικα κατευθείαν μέσα από τα FB.

Thesis\_theocharis\_V2 > PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] > PLC tags > Default tag table [85]

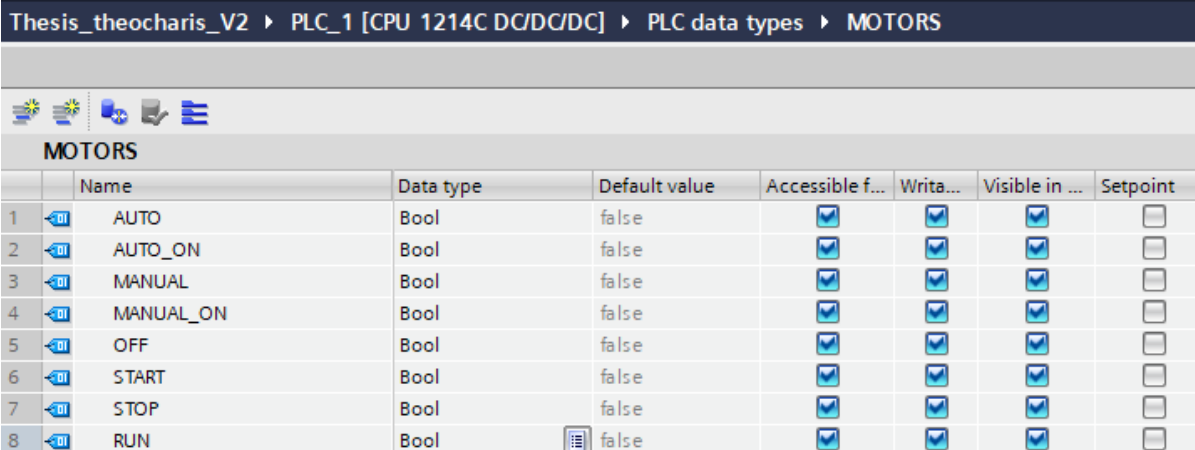
Default tag table

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...
1	HIGH_TANK_1	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	LOW_TANK_1	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	HIGH_TANK_2	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	OUT_PUMP_1	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	System_Byte	Byte	%MB1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	FirstScan	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Clock_Byte	Byte	%MB100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Clock_10Hz	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Clock_5Hz	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Clock_2Hz	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Clock_1Hz	Bool	%M100.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	REMOTE_IN	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	FAIL_PUMP_1	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	M_HIGH_TANK_1	Bool	%M400.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	STOP_IN	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	M_LOW_TANK_2	Bool	%M400.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	LOW_TANK_2	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	FAIL_PUMP_2	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	OUT_PUMP_2	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	OUT_MIXER	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	OUT_VALVE	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	M_LOW_TANK_1	Bool	%M400.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	M_HIGH_TANK_2	Bool	%M400.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	LOCAL_IN	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	REMOTE	Bool	%M300.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	LOCAL(1)	Bool	%M300.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	OFF	Bool	%M300.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	MODE	Byte	%MB300	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	STATUS_PUMP_1	Byte	%MB410	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	STATUS_PUMP_2	Byte	%MB412	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38	PUMP_1_MORE_HOURS	Bool	%M420.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
39	TANK_2_EMPTY	Bool	%M430.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40	ENABLE_TWO_PUMPS	Bool	%M430.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
41	ALARM_TANK_2	Bool	%M430.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
42	RUN_LED	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
43	ALARM_LED	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
44	DISPLAY_PUMP1	Int	%MW500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
45	DISPLAY_PUMP2	Int	%MW502	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
46	DISPLAY_VALVE	Int	%MW504	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
47	Tag_1	Int	%MW506	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
48	Tag_2	Bool	%M510.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
49	Tag_3	Bool	%M510.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
50	Tag_4	DInt	%MD520	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
51	Tag_5	Time	%MD20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
52	Tag_6	DInt	%MD524	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
53	MODE_PUMP_1	Byte	%MB600	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
54	MODE_PUMP_2	Byte	%MB601	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
55	MODE_VALVE	Byte	%MB602	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
56	MODE_MIXER	Byte	%MB603	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Εικόνα 134: PLC tags της πειραματικής εφαρμογής

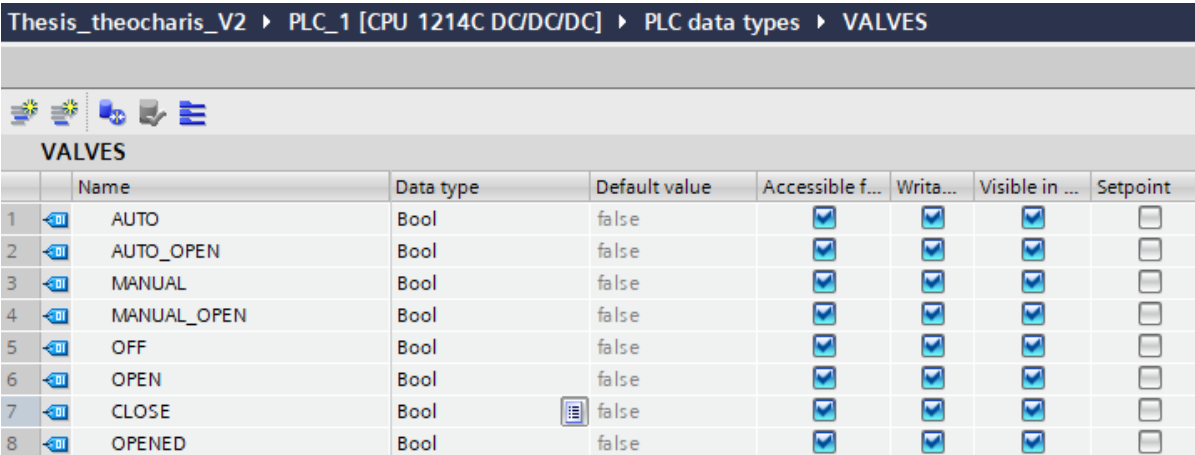
Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

Τέλος για την ολοκλήρωση του κομμάτι του plc δημιουργήθηκαν τα plc data types τα οποία χρησιμοποιώντας ως data type στο SCADA[DB100]. Η επιλογή αυτή επιτρέπει καλύτερη οργάνωση και διαχείριση των μεταβλητών του προγράμματος.



	Name	Data type	Default value	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
1	AUTO	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	AUTO_ON	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	MANUAL	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	MANUAL_ON	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	OFF	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	START	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	STOP	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	RUN	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Εικόνα 135: PLC data types «MOTORS» της πειραματικής εφαρμογής

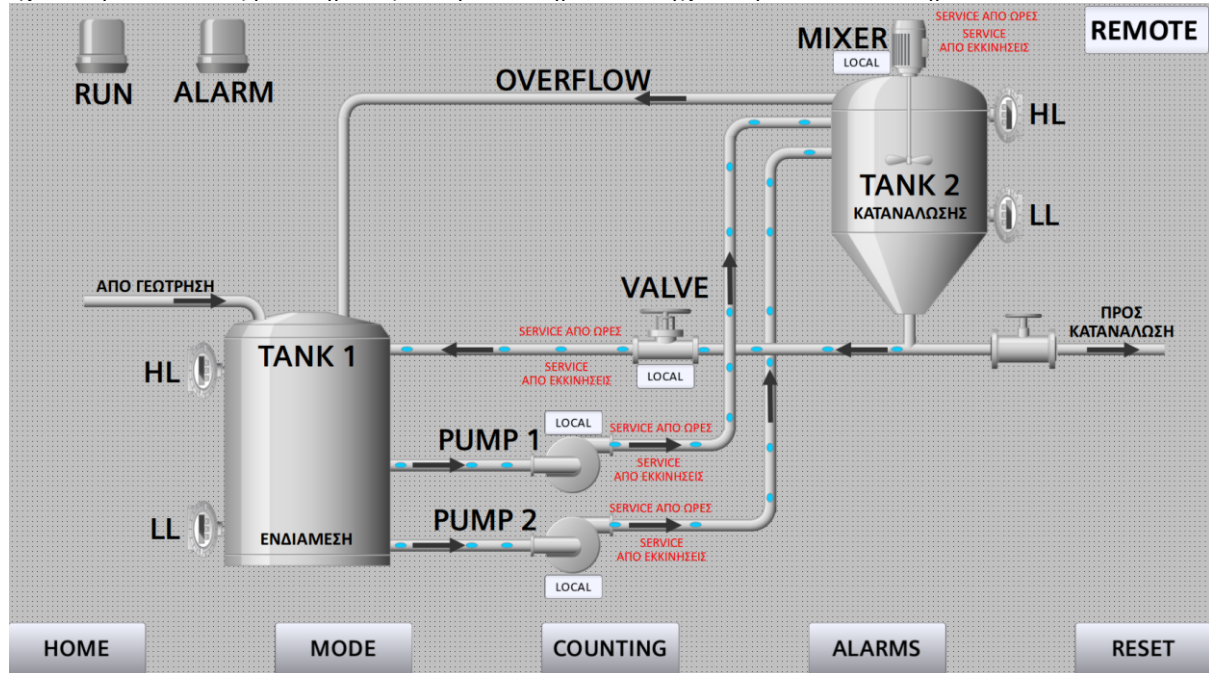


	Name	Data type	Default value	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
1	AUTO	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	AUTO_OPEN	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	MANUAL	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	MANUAL_OPEN	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	OFF	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	OPEN	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	CLOSE	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	OPENED	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Εικόνα 136: PLC data types «VALVES» της πειραματικής εφαρμογής

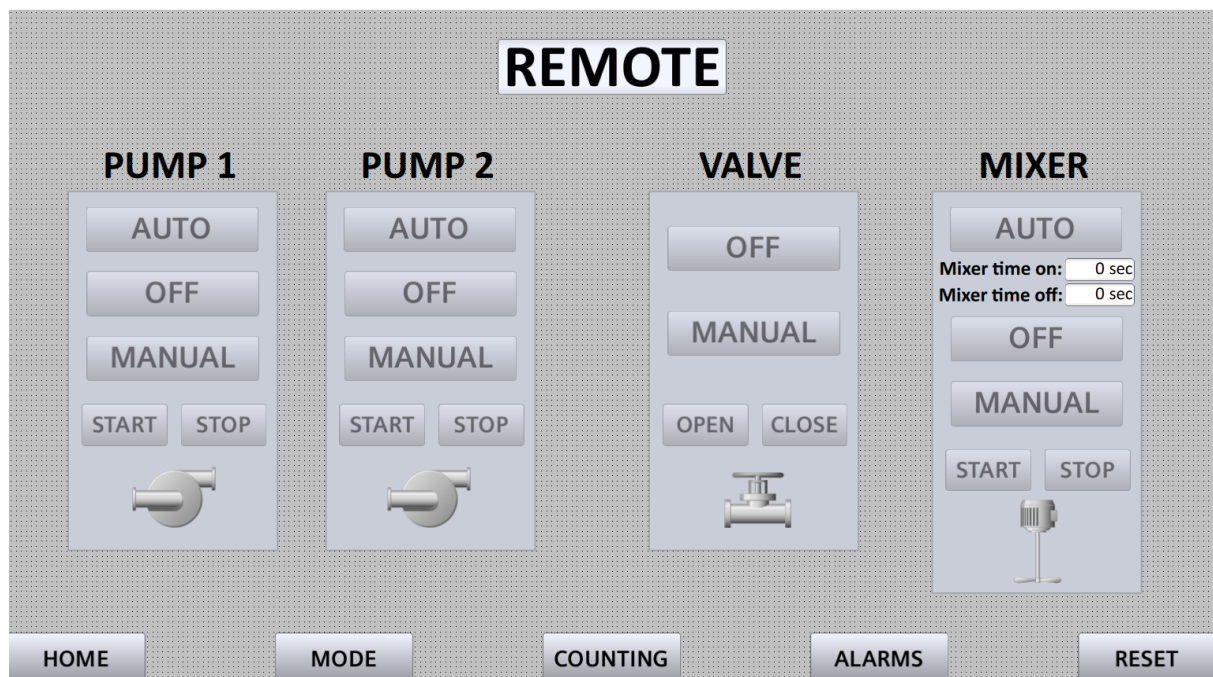
#### 4.4 Προγραμματισμός SCADA

Αρχικά γίνεται η δημιουργία των οθονών που θα κάνει χρήση ο χειριστής. Η root screen είναι η HOME στην οποία αναδεικνύεται γραφικά η πειραματική μακέτα.



Εικόνα 137: HOME screen της πειραματικής εφαρμογής

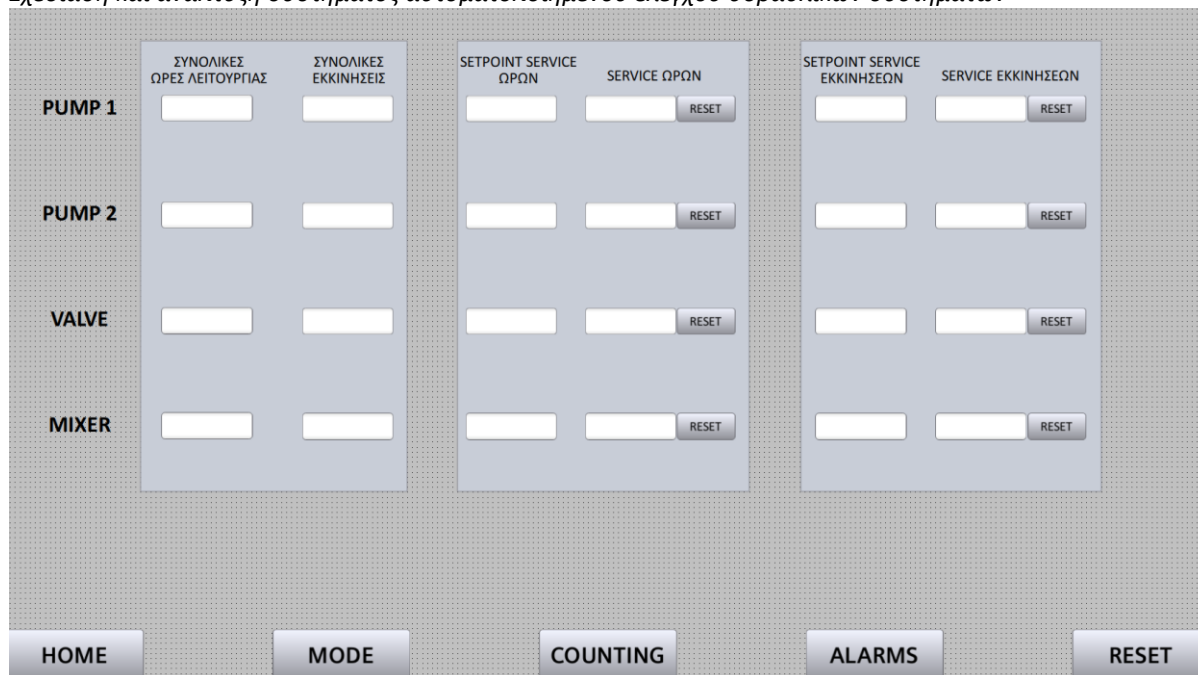
Στη συνέχεια είναι η οθόνη MODE όπου θα γίνονται οι χειρισμοί των οργάνων.



Εικόνα 138: MODE screen της πειραματικής εφαρμογής

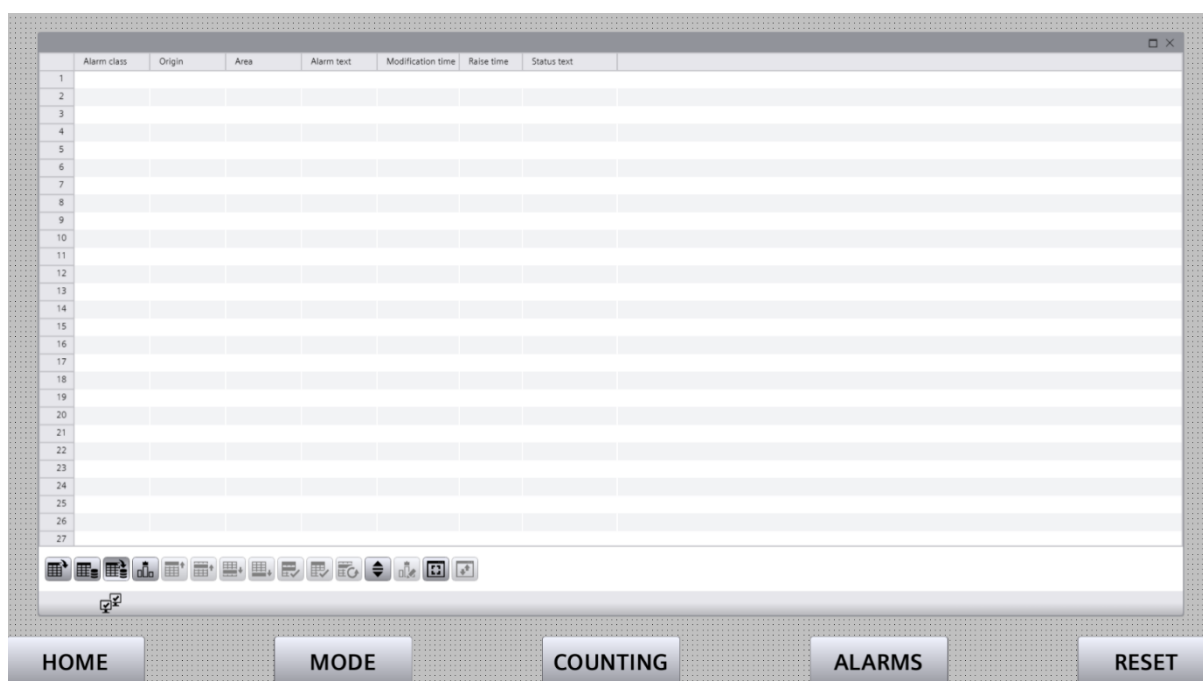
Επίσης δημιουργήθηκε οθόνη COUNTING για τις ανάγκες της συντήρησης όπου γίνεται οι καταμέτρηση των ωρών και των εκκινήσεων των οργάνων.





Εικόνα 139: COUNTING screen της πειραματικής εφαρμογής

Και τέλος είναι η οθόνη ALARMS που δείχνει τα alarms του συστήματος.



Εικόνα 140: ALARM screen της πειραματικής εφαρμογής

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τα HMI tags για να συνδέουν το **HMI** (Human-Machine Interface) με το **PLC**, επιτρέποντας στο χειριστή να παρακολουθεί και να αλληλεπιδρά με δεδομένα του PLC μέσω γραφικών διεπαφών (π.χ. οθόνες, γραφήματα, κουμπιά). Τα HMI tags αντιπροσωπεύουν τις μεταβλητές του PLC και επιτρέπουν την απεικόνιση ή τον έλεγχο των τιμών τους μέσω της οθόνης του HMI.

## Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

Thesis\_theocharis\_V2 > PC-System\_1 [SIMATIC PC station] > HMI\_RT\_1 [WinCC Unified PC RT] > HMI tags > Default tag table [114]

Default tag table								
Name	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address	Access mode	Acquisition cycle	
ALARM_LED	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	ALARM_LED		<symbolic access>	T100ms	
ALARM_TANK_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	ALARM_TANK_2		<symbolic access>	T1s	
DISPLAY_PUMP1	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	DISPLAY_PUMP1		<symbolic access>	T100ms	
DISPLAY_PUMP2	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	DISPLAY_PUMP2		<symbolic access>	T100ms	
DISPLAY_VALVE	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	DISPLAY_VALVE		<symbolic access>	T100ms	
FAIL_PUMP_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAIL_PUMP_1		<symbolic access>	T1s	
FAIL_PUMP_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	FAIL_PUMP_2		<symbolic access>	T1s	
HIGH_TANK_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	HIGH_TANK_2		<symbolic access>	T1s	
HMI_Tag_1	Int	<Internal tag>		<Undefined>			T1s	
M_HIGH_TANK_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	M_HIGH_TANK_1		<symbolic access>	T1s	
M_HIGH_TANK_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	M_HIGH_TANK_2		<symbolic access>	T1s	
M_LOW_TANK_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	M_LOW_TANK_1		<symbolic access>	T1s	
M_LOW_TANK_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	M_LOW_TANK_2		<symbolic access>	T1s	
MODE	Byte	HMI_Connectio...	PLC_1	MODE	%MB300	<absolute access>	T1s	
MODE_MIXER	Byte	HMI_Connectio...	PLC_1	MODE_MIXER		<symbolic access>	T1s	
MODE_PUMP_1	Byte	HMI_Connectio...	PLC_1	MODE_PUMP_1		<symbolic access>	T1s	
MODE_PUMP_2	Byte	HMI_Connectio...	PLC_1	MODE_PUMP_2		<symbolic access>	T1s	
OUT_MIXER	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	OUT_MIXER		<symbolic access>	T1s	
OUT_PUMP_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	OUT_PUMP_1		<symbolic access>	T1s	
OUT_PUMP_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	OUT_PUMP_2		<symbolic access>	T1s	
OUT_VALVE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	OUT_VALVE		<symbolic access>	T1s	
RUN_LED	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	RUN_LED		<symbolic access>	T100ms	
SCADA_MIXER_AUTO	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.AUTO		<symbolic access>	T1s	
SCADA_MIXER_MANUAL	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.MANUAL		<symbolic access>	T1s	
SCADA_MIXER_OFF	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.OFF		<symbolic access>	T1s	
SCADA_MIXER_START	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.START		<symbolic access>	T1s	
SCADA_MIXER_STOP	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.STOP		<symbolic access>	T1s	
SCADA_MIXER_TIME_OFF	DInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.TIME_OFF		<symbolic access>	T1s	
SCADA_MIXER_TIME_ON	DInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.MIXER.TIME_ON		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_HOURS_MIXER	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_HOURS_PUMP_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_HOURS_PUMP_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_HOURS_VALVE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_STARTS_MIXER	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_STARTS_PUMP_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_STARTS_PUMP_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_NEED_SERVICE_STARTS_VALVE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.NEED_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_1_AUTO	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_1.AUTO		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_1_MANUAL	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_1.MANUAL		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_1_OFF	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_1.OFF		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_1_START	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_1.START		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_1_STOP	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_1.STOP		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_2_AUTO	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_2.AUTO		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_2_MANUAL	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_2.MANUAL		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_2_OFF	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_2.OFF		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_2_START	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_2.START		<symbolic access>	T1s	
SCADA_PUMP_2_STOP	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.PUMP_2.STOP		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_HOURS_MIXER	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_HOURS_PUMP_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_HOURS_PUMP_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_HOURS_VALVE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_H...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_STARTS_MIXER	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_STARTS_PUMP_1	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_STARTS_PUMP_2	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_RESET_SERVICE_STARTS_VALVE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.RESET_SERVICE_S...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SERVICE_HOURS_MIXER	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SERVICE_HOURS...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SERVICE_HOURS_PUMP_1	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SERVICE_HOURS...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SERVICE_HOURS_PUMP_2	UDInt	HMI_Conne...	PLC_1	SCADA.SERVICE_HOU...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SETPPOINT_HOURS_VALVE	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SETPOINT_HOURS...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SETPPOINT_STARTS_MIXER	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SETPOINT_START...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SETPPOINT_STARTS_PUMP_1	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SETPOINT_START...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SETPPOINT_STARTS_PUMP_2	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SETPOINT_START...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_SETPPOINT_STARTS_VALVE	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.SETPOINT_START...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_HOURS_MIXER	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_HOURS...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_HOURS_PUMP_1	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_HOURS_P...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_HOURS_PUMP_2	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_HOURS_P...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_HOURS_VALVE	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_HOURS_V...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_STARTS_MIXER	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_STARTS...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_STARTS_PUMP_1	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_STARTS_P...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_STARTS_PUMP_2	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_STARTS_P...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_TOTAL_STARTS_VALVE	UDInt	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.TOTAL_STARTS_V...		<symbolic access>	T1s	
SCADA_VALVE_CLOSE	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.VALVE.CLOSE		<symbolic access>	T1s	
SCADA_VALVE_MANUAL	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.VALVE.MANUAL		<symbolic access>	T1s	
SCADA_VALVE_OFF	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.VALVE.OFF		<symbolic access>	T1s	
SCADA_VALVE_OPEN	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1	SCADA.VALVE.OPEN		<symbolic access>	T1s	
SCREENS	Int	<Internal tag>		<Undefined>			T1s	
STATUS_PUMP_1	Byte	HMI_Connectio...	PLC_1	STATUS_PUMP_1		<symbolic access>	T1s	
STATUS_PUMP_2	Byte	HMI_Conne...	PLC_1	STATUS_PUMP_2		<symbolic access>	T1s	

Εικόνα 141: HMI tags της πειραματικής εφαρμογής

Επίσης για το κομμάτι του scada δημιουργήθηκαν και τα HMI alarms. Τα **HMI alarms** είναι μια βασική λειτουργία του HMI (Human-Machine Interface), η οποία επιτρέπει την παρακολούθηση και διαχείριση συμβάντων που προκύπτουν σε ένα σύστημα αυτοματισμού. Οι συναγερμοί (alarms) ειδοποιούν τους χειριστές όταν συμβεί μια ανεπιθύμητη κατάσταση ή όταν οι τιμές κάποιας παραμέτρου ξεπερνούν καθορισμένα όρια. Τα **HMI alarms** επιτρέπουν στο χειριστή να εντοπίζει προβλήματα σε πραγματικό χρόνο, να προλαμβάνει ζημιές και να βελτιώνει την αποδοτικότητα του συστήματος μέσω της συνεχούς ανάλυσης των δεδομένων των συναγερμών.

Thesis\_theocharis\_V2 > PC-System\_1 [SIMATIC PC station] > HMI\_RT\_1 [WinCC Unified PC RT] > HMI alarms

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge...	Connection of t...	Acknowledgme...	Ackn...	Acknowledg...	Connection stat...
1	PUMP_1	FAULT PUMP 1.	Alarm	FAIL_PUMP_1	0	HMI_Connectio...	<No tag>	0		
2	PUMP 2	FAULT PUMP 2.	Alarm	FAIL_PUMP_2	0	HMI_Connectio...	<No tag>	0		
3	TANK 2	FAULT TANK 2	Alarm	ALARM_TAN...	0	HMI_Connectio...	<No tag>	0		

Εικόνα 142: HMI alarms της πειραματικής εφαρμογής

Επιπροσθέτως στην παρούσα πειραματική εφαρμογή δημιουργήθηκαν text and graphic lists.

Thesis\_theocharis\_V2 > PC-System\_1 [SIMATIC PC station] > HMI\_RT\_1 [WinCC Unified PC RT] > Text and graphic lists

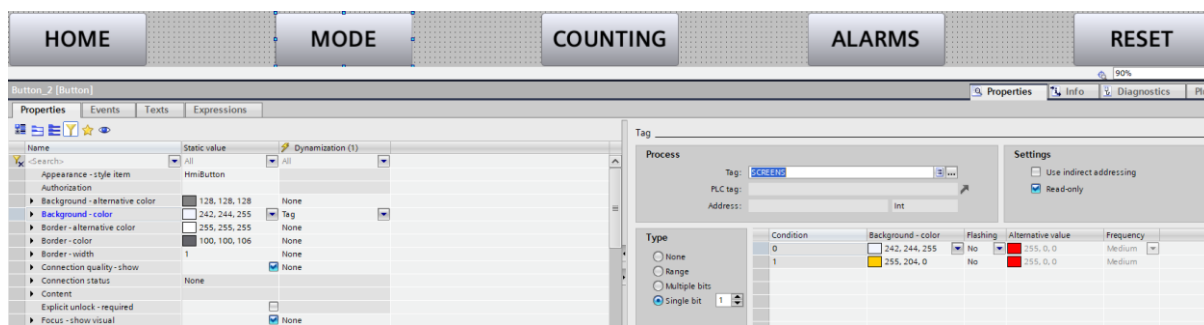
Name	Selection	Comment
MODE	Value/Range	
STATUS	Value/Range	
SystemTextList_AllenBradleyEIPAlarmTextListColl...	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_1	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_10	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_2	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_3	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_4	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_5	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_6	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_7	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_8	Value/Range	
SystemTextList_ConfigErrorAlarmTextLibrary_9	Value/Range	
SystemTextList_MitsubishiQAlarmTextListCollecti...	Value/Range	
SystemTextList_MitsubishiMCAAlarmTextListCollec...	Value/Range	
SystemTextList_OmronEIPAlarmTextListCollectio...	Value/Range	
SystemTextList_RuntimeCollaborationFailureRea...	Value/Range	
SystemTextList_S7PlusAlarmTextListCollection_1	Value/Range	
SystemTextList_StdModbusRTUAlarmTextListColle...	Value/Range	
SystemTextList_StdModbusTCPAlarmTextListColle...	Value/Range	
<Add new>		

Default	Value	Name	Text
<input type="radio"/>	1	Text_list_entry_1	LOCAL
<input type="radio"/>	2	Text_list_entry_2	AUTO
<input type="radio"/>	3	Text_list_entry_3	OFF
<input type="radio"/>	4	Text_list_entry_4	MANUAL
	<Add new>		

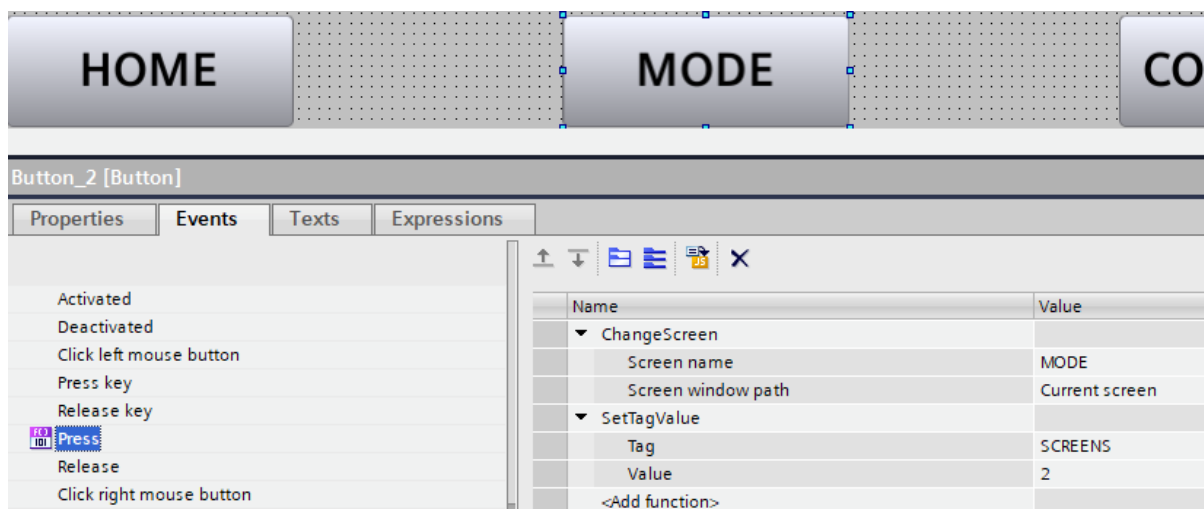
Εικόνα 143: Text and graphic lists της πειραματικής εφαρμογής

Στη συνέχεια στο κομμάτι του Scada γίνεται ο προγραμματισμός των γραφικών. Για αρχή έχουμε την εναλλαγή από την μία οθόνη σε άλλη και την αλλαγή του χρώματος στο button που αναγράφεται το όνομα της οθόνης όπου βρίσκεται ο χειριστής. Αυτό πραγματοποιείται διαλέγοντας το button, στα properties τοποθετείται το HMI tag «SCREENS» στο background-color. Στη συνέχεια επιλέγουμε το single bit και διαμορφώνουμε τα χρώματα ανάλογα με τις συνθήκες. Όταν γίνεται «1» σημαίνει πως ενεργοποιείται.



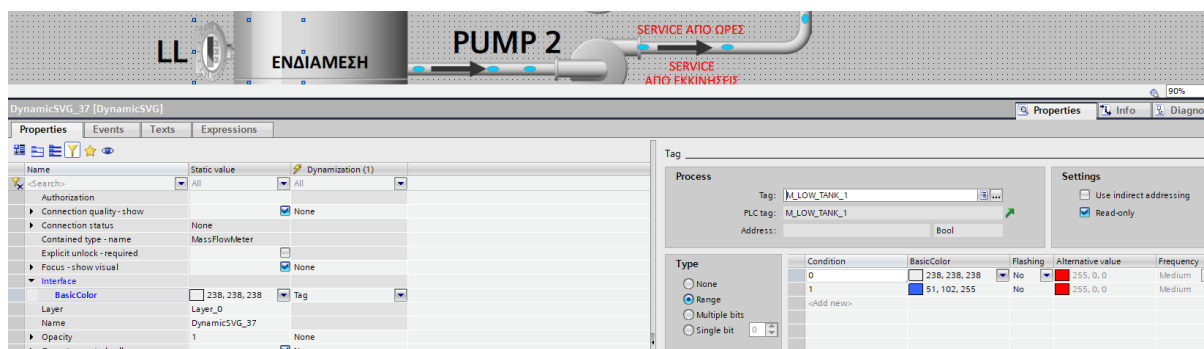
Εικόνα 144: Properties

Για την εναλλαγή των οθονών διαμορφώνουμε στα events την επιλογή press με το παρακάτω τρόπο.



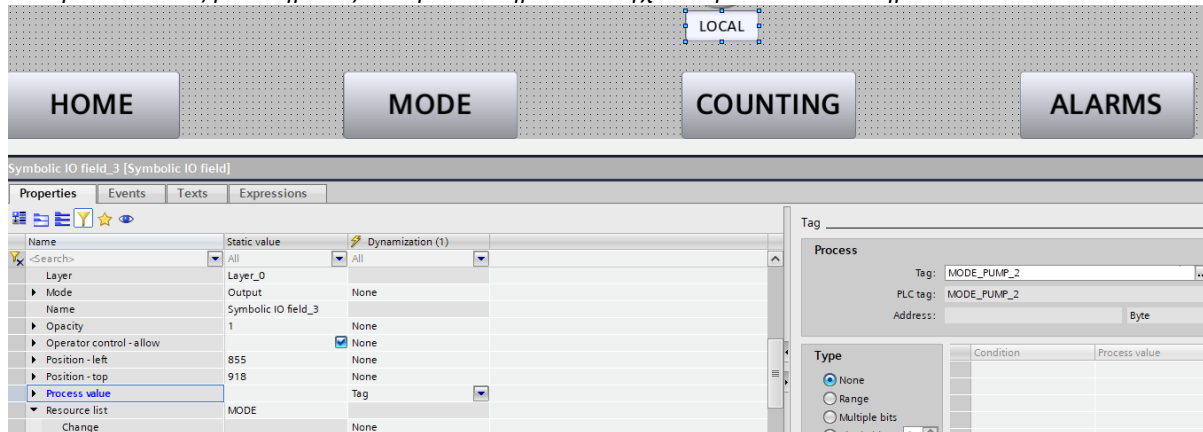
Εικόνα 145: Events

Ο προγραμματισμός του χρώματος σε ένα όργανο πραγματοποιείται από τα properties βάζοντας το ανάλογο HMI tag στο Interface->Basic color. Στη συνέχεια γίνεται η διαμόρφωση του χρώματος ανάλογα με τη συνθήκη από την επιλογή range.



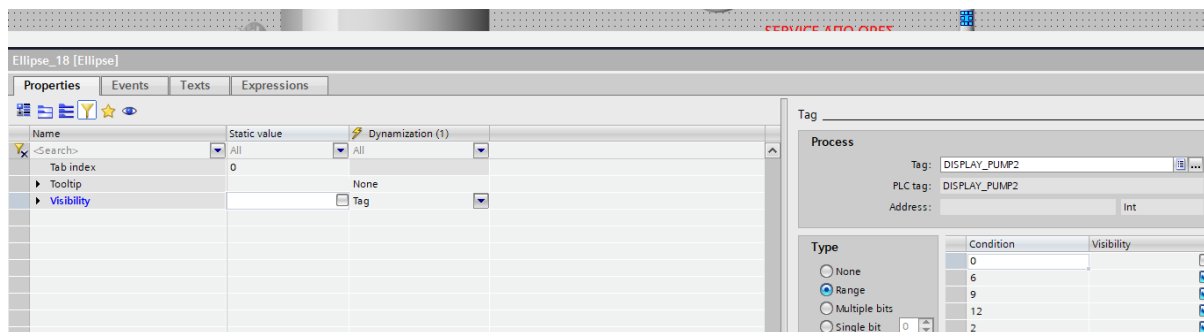
Εικόνα 146: Properties

Η ανάδειξη του mode που βρίσκεται το όργανο γίνεται μέσω ενός IO field. Στο IO field αυτό τοποθετούμε στο process value το ανάλογο HMI tag και στο resource list την ανάλογη text list.



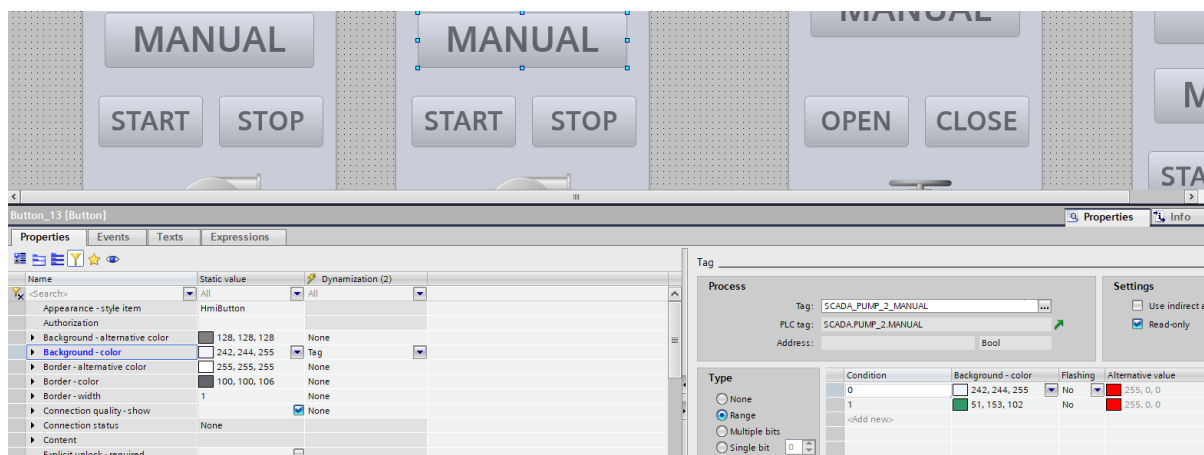
Εικόνα 147: Properties

Για τον προγραμματισμό της κίνησης των μπλε κουκίδων γίνεται τοποθετώντας το ανάλογο HMI tag στο visibility και διαμορφώνοντας στο range τα conditions που θα είναι visible.



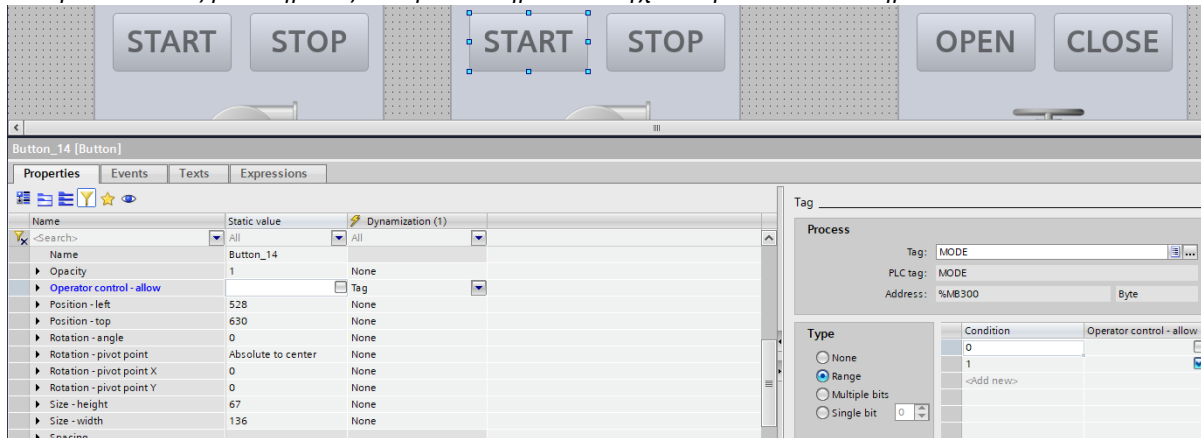
Εικόνα 148: Properties

Επιπροσθέτως για τον προγραμματισμό των button στην οθόνη MODE και COUNTING προκειμένου να εκτελούν την επιθυμητή κίνηση γίνεται τοποθετώντας το αντίστοιχο HMI tag στο Background-color και ρυθμίζοντας τις συνθήκες στο range για την αλλαγή του χρώματος του button.



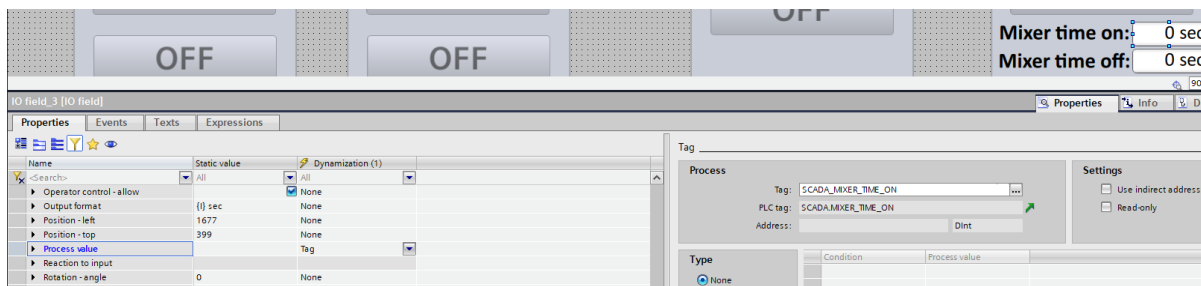
Εικόνα 149: Properties

Συγχρόνως χρειάζεται να τοποθετηθεί το αντίστοιχο HMI tag στο operator control-allow.



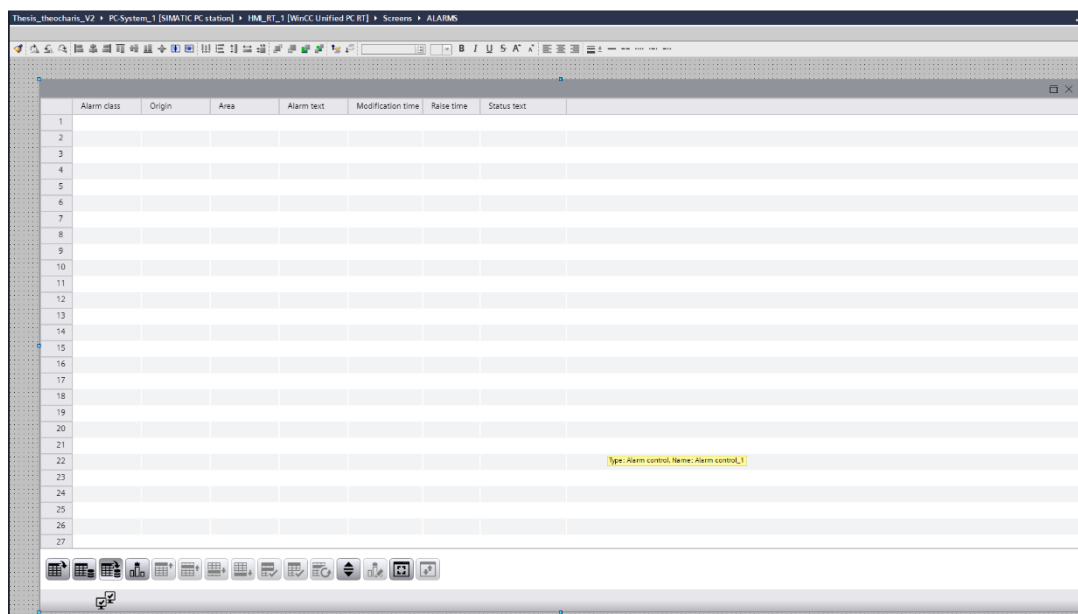
Εικόνα 150: Properties

Για την ρύθμιση του χρόνου λειτουργίας του mixer όταν αυτό βρίσκεται στην αυτόματη λειτουργία καθώς και στη ρύθμιση των service ωρών και service εκκινήσεων χρησιμοποιείται ένα io field και σε αυτό τοποθετείται το αντίστοιχο HMI tag στο process value.



Εικόνα 151: Properties

Τέλος για το κομμάτι του scada η απεικόνιση των alarms γίνεται τοποθετώντας ένα alarm control στην οθόνη «ALARMS» αφού πρώτα έχει γίνει το configuration των HMI alarms.



Εικόνα 152: Alarm control

## 5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο : Επίλογος

### 5.1 Σύνοψη εργασίας

#### Κατασκευαστικά και Πρακτικά Βήματα:

Για την υλοποίηση της πειραματικής εφαρμογής, έπρεπε αρχικά να εξασφαλιστεί η κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή. Τα κατασκευαστικά και πρακτικά βήματα περιλάμβαναν τα εξής:

1. **Εγκατάσταση των δύο δεξαμενών νερού:** Χρήση δύο δεξαμενών νερού, μία κάτω (Ενδιάμεση Δεξαμενή) και μία πάνω (Δεξαμενή Κατανάλωσης). Κάθε δεξαμενή εξοπλίστηκε με δύο όργανα στάθμης τύπου ON/OFF (φλοτέρ), για την ανίχνευση της στάθμης του νερού σε διαφορετικά ύψη. Τα αισθητήρια "LOW" και "HIGH" τοποθετήθηκαν στις κατάλληλες θέσεις ώστε να παρέχουν σήμα για τη στάθμη του νερού.
2. **Εγκατάσταση αντλιών και βάνας:** Τοποθέτηση δύο αντλιών οι οποίες μεταφέρουν το νερό από την κάτω δεξαμενή στην επάνω. Παράλληλα, εγκαταστάθηκε μία βάνα που ελέγχεται από το σύστημα SCADA για να επιτρέπει την επιστροφή του νερού από την επάνω δεξαμενή στην κάτω όταν χρειάζεται, κυρίως για λόγους συντήρησης ή καθαρισμού.
3. **Αναδευτήρας:** Στην επάνω δεξαμενή τοποθετήθηκε ένας αναδευτήρας για την ανάμειξη χλωρίου στο νερό. Αυτός ο αναδευτήρας ρυθμίστηκε να λειτουργεί περιοδικά, ανάλογα με το χρονοπρόγραμμα που θα δίνεται μέσω του συστήματος SCADA.
4. **Κατασκευή πίνακα ελέγχου:** Για τη σωστή λειτουργία του συστήματος, δημιουργήθηκε ένας πίνακας ελέγχου στον οποίο έγιναν οι εξής ενέργειες:
  - Τρύπημα για διακόπτες, φωτάκια και μπόρνες: Άνοιγμα τρυπών στον πίνακα για την τοποθέτηση των απαραίτητων διακοπών, λυχνιών ένδειξης και μπόρνες, ώστε να γίνουν οι συνδέσεις.
  - Σωστή συνδεσμολογία: Πραγματοποιήθηκε προσεκτική συνδεσμολογία των καλωδίων μεταξύ των ρελέ, των μπόρνων και των κλεμμένων συνδέσεων, για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του συστήματος και η αποφυγή βραχυκυκλωμάτων.
5. **Ηλεκτρολογική Συνδεσμολογία:** Για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος και την τροφοδοσία των αντλιών και των άλλων μηχανικών μερών, δημιουργήθηκε κατάλληλη ηλεκτρολογική εγκατάσταση που συνδέθηκε με τους αυτοματισμούς και τα αισθητήρια. Όλες οι συνδέσεις πραγματοποιήθηκαν προσεκτικά για να αποφευχθούν βραχυκυκλώματα και να διασφαλιστεί η ασφάλεια κατά τη λειτουργία.

#### Προγραμματιστικά Βήματα:

1. **Προγραμματισμός Αυτοματισμού μέσω PLC:** Ο πυρήνας του συστήματος ελέγχου στηρίχθηκε σε ένα PLC Simatic S71200, το οποίο προγραμματίστηκε ώστε να υλοποιεί τα απαιτούμενα σενάρια λειτουργίας, όπως αυτά περιγράφονται στην αυτόματη λειτουργία. Το πρόγραμμα του PLC προσαρμόστηκε έτσι ώστε:
  - Να λαμβάνει σήματα από τα φλοτέρ των δεξαμενών και να ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τις αντλίες ανάλογα με τη στάθμη του νερού.
  - Να παρακολουθεί τις ώρες λειτουργίας των αντλιών και να επιλέγει αυτή με τις λιγότερες ώρες για εξισορρόπηση της φθοράς.
  - Να ενσωματώνει λογική ασφάλειας και συναγερμών, όπως η ενεργοποίηση του "ALARM" σε περίπτωση βλάβης και η διακοπή των αντλιών όταν τα αισθητήρια δεν ανταποκρίνονται όπως πρέπει.

- 2. Ανάπτυξη Μιμικού Διαγράμματος στο SCADA:** Το σύστημα SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) προγραμματίστηκε για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της διαδικασίας. Δημιουργήθηκε ένα μιμικό διάγραμμα που απεικονίζει τις δεξαμενές, τις αντλίες, τη βάνα και τον αναδευτήρα. Ο χειριστής μπορεί να παρακολουθεί την κατάσταση του συστήματος σε πραγματικό χρόνο και να επεμβαίνει εάν χρειαστεί, είτε μέσω αυτόματου είτε μέσω χειροκίνητου ελέγχου (REMOTE/LOCAL).
- 3. Λειτουργία Χρονοδιαγράμματος για Αναδευτήρα:** Ένα ιδιαίτερο τμήμα του προγραμματισμού αφορούσε τον αναδευτήρα της επάνω δεξαμενής, ο οποίος προγραμματίστηκε να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Το SCADA παρέχει τη δυνατότητα ρύθμισης της διάρκειας λειτουργίας του αναδευτήρα καθώς και του χρόνου αναμονής.
- 4. Εφαρμογή σεναρίων ασφαλείας και περιορισμών:** Το σύστημα προγραμματίστηκε με αυστηρούς περιορισμούς για να διασφαλίζει τη σωστή λειτουργία και την προστασία του εξοπλισμού. Για παράδειγμα, οι αντλίες ενεργοποιούνται μόνο εάν υπάρχει αρκετό νερό στην Ενδιάμεση Δεξαμενή, ενώ υπάρχει προστασία από λειτουργία χωρίς νερό και συναγερμοί που ενημερώνουν τον χειριστή σε περίπτωση σφάλματος.
- 5. Έλεγχος Βαλβίδας:** Η βάνα της επάνω δεξαμενής μπορεί να ανοιγοκλείσει μέσω του SCADA για τη διαδικασία άδειασματος και καθαρισμού. Το σύστημα εξασφαλίζει ότι ο χειριστής έχει πλήρη έλεγχο της διαδικασίας και ότι το νερό δεν διαρρέει ανεξέλεγκτα από τη δεξαμενή.

Με αυτά τα βήματα, η πειραματική εφαρμογή σχεδιάστηκε ώστε να επιτύχει τη μέγιστη αποδοτικότητα και ασφάλεια στη διαχείριση του νερού, ενώ παράλληλα να παρέχει την απαραίτητη ευελιξία στον χειριστή για την προσαρμογή της λειτουργίας σύμφωνα με τις ανάγκες της εγκατάστασης.

## 5.2 Προβλήματα – Επίλυση

Κατά την υλοποίηση της πειραματικής εφαρμογής, συναντήθηκαν διάφορα προβλήματα τα οποία έπρεπε να αντιμετωπιστούν για να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του συστήματος. Με την επίλυση αυτών των προβλημάτων, το σύστημα λειτούργησε αποτελεσματικά και χωρίς περαιτέρω εμπόδια, διασφαλίζοντας τη σωστή και ενεργειακά αποδοτική λειτουργία της πειραματικής εφαρμογής.

Παρακάτω περιγράφονται τα σημαντικότερα προβλήματα που προέκυψαν και τους τρόπους με τους οποίους επιλύθηκαν:

- 1. Περιορισμός ρεύματος από το PLC (0,5A):** Ένα από τα πρώτα προβλήματα που προέκυψαν ήταν ότι το PLC μπορούσε να εντολοδοτεί συσκευές με ρεύμα μέχρι 0,5A, ενώ οι αντλίες, η βάνα και ο αναδευτήρας απαιτούσαν περισσότερο από 0,5A για να λειτουργήσουν σωστά. Για τη λύση αυτού του ζητήματος, έγινε η εγκατάσταση ρελέ μέσα στον πίνακα ελέγχου. Τα ρελέ αυτά μπορούσαν να εντολοδοτούν συσκευές με ρεύμα μέχρι 10A, το οποίο ήταν αρκετό για τις αντλίες, τη βάνα και τον αναδευτήρα. Έτσι, διασφαλίστηκε ότι το PLC μπορούσε να διαχειριστεί σωστά τη λειτουργία των συσκευών χωρίς να υπερφορτώνεται.
- 2. Πρόβλημα υπερκατανάλωσης ρεύματος από τον αναδευτήρα:** Ένα άλλο πρόβλημα που προέκυψε ήταν με τον αναδευτήρα. Κατά τη λειτουργία του, παρατηρήθηκε ότι τραβούσε περισσότερο ρεύμα από το τροφοδοτικό που διέθετα, το οποίο μπορούσε να υποστηρίξει μέχρι 2,5A. Ο αναδευτήρας υπερέβαινε αυτή την τιμή, με αποτέλεσμα να καίγεται η ασφάλεια



του συστήματος. Για τη διόρθωση αυτού του ζητήματος, αντικαταστάθηκε ο αναδευτήρας με έναν μικρότερο, που είχε χαμηλότερη κατανάλωση ρεύματος, συμβατή με την ισχύ του τροφοδοτικού. Έτσι, διασφαλίστηκε η ασφαλής και συνεχής λειτουργία του συστήματος χωρίς υπερφόρτωση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

3. **Διαρροές στους σωλήνες νερού:** Κατά την αρχική εγκατάσταση του συστήματος, παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν διαρροές στους σωλήνες που μετέφεραν το νερό μεταξύ των δεξαμενών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του συστήματος και την απώλεια νερού. Για την διευθέτηση του προβλήματος των διαρροών, έγινε εφαρμογή σιλικόνης στις συνδέσεις των σωλήνων, εξασφαλίζοντας στεγανότητα και αποτροπή μελλοντικών διαρροών. Με αυτήν την παρέμβαση, το σύστημα νερού λειτουργεί πλέον χωρίς απώλειες και η μεταφορά του νερού μεταξύ των δεξαμενών γίνεται αποτελεσματικά.
4. **Πρόβλημα με την Ηλεκτροβάνα:** Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της πειραματικής διάταξης, ένα από τα προβλήματα που εντοπίστηκε αφορούσε την ηλεκτροβάνα του συστήματος. Στην αρχική της κατάσταση, η ηλεκτροβάνα δεν λειτουργούσε όπως αναμενόταν, καθώς η ροή του νερού ήταν πολύ αργή και ανεπαρκής για τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Παρότι η βαλβίδα ενεργοποιούνταν, η ποσότητα του νερού που περνούσε ήταν περιορισμένη, γεγονός που επηρέαζε τη συνολική απόδοση του συστήματος. Για την επίλυση του προβλήματος, η ηλεκτροβάνα αποσυναρμολογήθηκε ώστε να διαπιστωθεί η αιτία του προβλήματος. Μετά την ανάλυση της κατασκευής της, διαπιστώθηκε ότι χρειαζόταν προσαρμογή για να ανταποκριθεί στις ανάγκες του συστήματος ύδρευσης της συγκεκριμένης εφαρμογής. Πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες ρυθμίσεις, όπως η βελτίωση της ροής μέσω του μηχανισμού της βαλβίδας, και μετά την επανασυναρμολόγηση η ροή του νερού βελτιώθηκε σημαντικά, επιτρέποντας τη σωστή λειτουργία του συστήματος.

### 5.3 Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα

Στις παρακάτω παρατηρήσεις και συμπεράσματα αναδεικνύεται η σημασία της προσεκτικής σχεδίασης και υλοποίησης του αυτοματοποιημένου συστήματος διαχείρισης νερού, καθώς και η αποτελεσματικότητα των λύσεων που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που προέκυψαν κατά τη διαδικασία υλοποίησης

1. Η εγκατάσταση των δεξαμενών και των αισθητήρων στάθμης λειτούργησε αποτελεσματικά, επιτρέποντας την αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της στάθμης του νερού. Η επιλογή φλοτέρ τύπου ON/OFF εξασφάλισε την απλή και αξιόπιστη ανίχνευση της στάθμης.
2. Η ενσωμάτωση της τηλεμετρίας στα συστήματα ελέγχου ύδρευσης παρείχε τη δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης και άμεσης απόκρισης σε μεταβολές των λειτουργικών παραμέτρων. Μέσω της απομακρυσμένης παρακολούθησης, διευκολύνθηκε ο εντοπισμός προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο και η προσαρμογή των λειτουργιών των αντλιών και των βαλβίδων με τρόπο που να εξασφαλίζεται η μέγιστη απόδοση του συστήματος. Αυτό οδήγησε σε σημαντική μείωση των απωλειών νερού και βελτιστοποίηση της κατανομής των πόρων.
3. Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας των αντλιών μέσω της τηλεμετρίας και της αυτόματης ρύθμισης των συστημάτων ελέγχου είχε άμεσο αντίκτυπο στην **εξοικονόμηση ενέργειας**. Με τη χρήση προηγμένων αλγορίθμων, επιτεύχθηκε η ελαχιστοποίηση των περιττών ενεργοβόρων λειτουργιών και η εξασφάλιση της καλής λειτουργίας των αντλιών σε βέλτιστες συνθήκες. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε, όχι μόνο συνέβαλε στη μείωση του κόστους λειτουργίας, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Η εργασία κατέδειξε τη σημασία της προσεκτικής σχεδίασης και υλοποίησης αυτοματοποιημένων συστημάτων διαχείρισης νερού. Η εφαρμογή του SCADA και η ορθολογική χρήση των αυτοματισμών μέσω PLC όχι μόνο βελτίωσαν τη λειτουργία, αλλά και εξασφάλισαν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Η διαδικασία επίλυσης προβλημάτων ενίσχυσε την ανθεκτικότητα του συστήματος και την ικανότητα προσαρμογής σε αναπάντεχες καταστάσεις.

Γενικότερα, η εργασία αυτή απέδειξε την αξία της τηλεμετρίας ως εργαλείο βελτιστοποίησης συστημάτων ελέγχου και εξοικονόμησης ενέργειας, αναδεικνύοντας παράλληλα τη σημασία του προγραμματισμού PLC και SCADA στη σύγχρονη βιομηχανία. Ειδικότερα, για το εκπονούντα αυτή την εργασία, η εμπειρία αυτή αποτελεί μια πολύτιμη βάση για περαιτέρω ανάπτυξη δεξιοτήτων και γνώσεων στον τομέα των συστημάτων αυτοματισμού και της απομακρυσμένης διαχείρισης συστημάτων και εφαρμογών.

#### **5.4 Προτάσεις μελλοντικής εξέλιξης**

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται προτάσεις μελλοντικής εξέλιξης του συστήματος διαχείρισης νερού, με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας, της ασφάλειας και της βιωσιμότητας της λειτουργίας του.

##### ***Ενσωμάτωση Λογισμικού προσομοίωσης δικτύου όπως το WATERGEMS***

Το WATERGEMS είναι πρόγραμμα μαθηματικής επίλυσης μέσω H/Y, της υδραυλικής συμπεριφοράς και ποιότητας του νερού μέσα σε δίκτυα αγωγών υπό πίεση. Το WATERGEMS αντιμετωπίζει το δίκτυο ως ένα σύστημα που αποτελείται από κόμβους (σημεία σύνδεσης, αγωγών), αντλίες, υδραυλικής δεξαμενές και (γεωτρήσεις, δεξαμενές συνάντησης αγωγούς, βαλβίδες λειτουργίας, αποθήκευσης υδροφορείς πηγές, κτλ), τον κόμβο, την στάθμη του νερού σε κάθε δεξαμενή, την περιεκτικότητα χλωρίου ή άλλης χημικής ουσίας συντηρητικής ή όχι, στο δίκτυο, και τον χρόνο παραμονής του νερού σε κάθε θέση του δικτύου, κατά την διάρκεια μιας περιόδου προσομοίωσης στην οποία οι παραπάνω τιμές μεταβάλλονται.

Το WATERGEMS εξομοιώνει το δίκτυο διανομής νερού με μια συλλογή συνδέσμων (links), που ενώνονται μεταξύ τους στα άκρα τους τα οποία αντίστοιχα ονομάζονται κόμβοι (nodes), σύνδεσμοι θεωρούνται οι αγωγοί

Οι κόμβοι, εκτός από σημεία σύνδεσης αγωγών μπορεί να είναι:

- Σημεία κατανάλωσης νερού (κόμβοι ζήτησης)
- Σημεία εισόδου του νερού
- Δεξαμενές
- Αντλίες
- Βαλβίδες

Το WATERGEMS χρησιμοποιεί μία από τις τρεις γνωστές σχέσεις υπολογισμού των απωλειών ενέργειας: των Hazen - Williams, των Darcy - Weisbach ή των Chezy -Manning. Το μοντέλο μεταβολής της 24ωρης ζήτησης συντάσσεται βάσει της συνήθους μεταβολής της ζήτησης, λαμβανομένων υπόψη και των τοπικών συνθηκών κάθε φορά [21].

##### ***Ενσωμάτωση Τεχνολογίας IoT***

Εφαρμογή Internet of Things (IoT) με τη χρήση έξυπνων αισθητήρων για τη διασύνδεση και την παρακολούθηση της λειτουργίας του συστήματος σε πραγματικό χρόνο. Οι αισθητήρες θα

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων παρακολουθούν τις πιέσεις, τις στάθμες του νερού και τις χημικές αναλύσεις, μεταφέροντας δεδομένα στο SCADA για άμεσο έλεγχο και ανάλυση.

### ***Βελτιστοποίηση Ενεργειακής Κατανάλωσης με Inverter Soft Starter***

Εγκατάσταση inverter soft starters για τις αντλίες και τον αναδευτήρα. Αυτές οι συσκευές θα επιτρέψουν την ομαλή εκκίνηση των κινητήρων, μειώνοντας τις αιχμές ρεύματος και την καταπόνηση του εξοπλισμού. Επιπλέον, η ρύθμιση ταχύτητας των αντλιών θα επιτρέπει την προσαρμογή της παροχής νερού ανάλογα με τις πραγματικές ανάγκες του συστήματος, οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

### ***Δημιουργία Δικτύου Τεχνητής Νοημοσύνης (AI)***

Ανάπτυξη αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης για τη ανάλυση ιστορικών δεδομένων και την πρόβλεψη αναγκών κατανάλωσης νερού. Οι αλγόριθμοι αυτοί θα μπορούν να προσαρμόζουν τη λειτουργία των αντλιών και των βαλβίδων, βελτιστοποιώντας τη ροή και ελαχιστοποιώντας τις απώλειες.

### ***Χρήση Τεχνολογίας LoRa για Απομακρυσμένη Παρακολούθηση***

Εφαρμογή της τεχνολογίας LoRa (Long Range) για τη δημιουργία ενός δικτύου απομακρυσμένης παρακολούθησης των αισθητήρων. Αυτή η τεχνολογία θα επιτρέψει τη μεταφορά δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, εξασφαλίζοντας τη συνεχή παρακολούθηση και έλεγχο του δικτύου, ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές.

### ***Εκπαίδευση και Ενημέρωση Προσωπικού***

Στρατηγικές εκπαίδευσης και πιστοποίησης του προσωπικού για τη χρήση νέων τεχνολογιών και συστημάτων, διασφαλίζοντας ότι οι χειριστές είναι ενημερωμένοι για τις καλύτερες πρακτικές και τις τεχνολογικές εξελίξεις.

Αυτές οι προτάσεις θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ένα πιο αποδοτικό, ασφαλές και βιώσιμο σύστημα διαχείρισης νερού, αξιοποιώντας τις σύγχρονες τεχνολογίες και καινοτομίες για τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης και λειτουργικότητας του συστήματος.

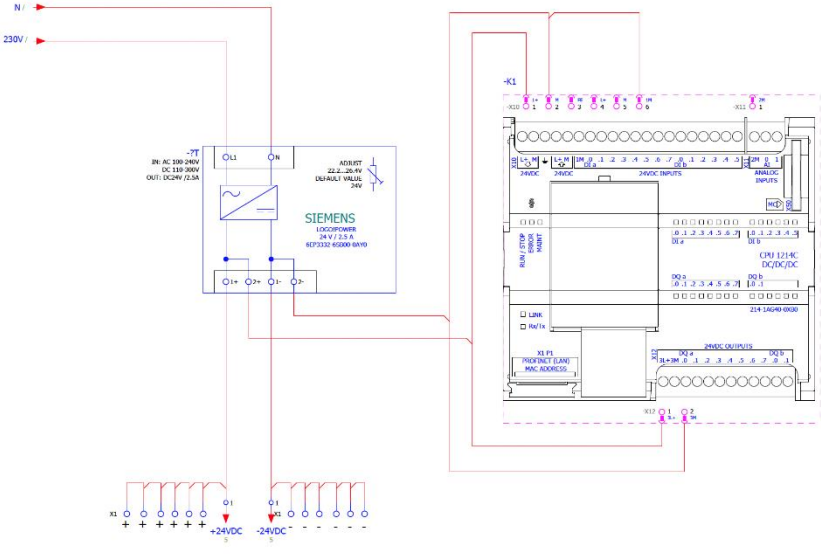
## Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

- [1] Βιομηχανική Πληροφορική και Αυτοματισμός, Διονύσης Κανδρής και Αναστασία Βελώνη, Εκδόσεις Τζιόλα, 2023, ISBN: 9786182210376.
- [2] <http://www.automatica.gr/En/downloads/telemetry-for-water-networks.pdf>
- [3] [https://www.arriana.gr/images/diakiryxeis/2018/promithia\\_systimatos\\_vletiosis\\_eksygchronismo\\_u/%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%A1%CE%A4%CE%97%CE%9C%CE%91\\_6-%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3\\_%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%](https://www.arriana.gr/images/diakiryxeis/2018/promithia_systimatos_vletiosis_eksygchronismo_u/%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%A1%CE%A4%CE%97%CE%9C%CE%91_6-%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%95%CE%A3_%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%94%CE%99%CE%91%CE%93%CE%A1%CE%91%)
- [4] [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/233/109736233/att\\_879853/v1/WinCC\\_BasicOptions\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/233/109736233/att_879853/v1/WinCC_BasicOptions_en-US_en-US.pdf)
- [5] <https://www.bentley.com/software/openflows-water-1/>
- [6] <https://ideeapedia.edu.gr/wordpress/vasikes-arches-ilektrismou/>
- [7] <https://www.bestprice.gr/faq/793/poia-einai-ta-pleonekthmata-mias-gennhtrias-inverter.html>
- [8] <https://www.sciencedirect.com/book/9780081026151/electric-motors-and-drives>
- [9] <https://blog.se.com/industry/machine-and-process-management/2020/05/11/benefits-of-soft-starters-all-you-need-to-know/>
- [10] <https://www.scribd.com/document/680895286/LoRa-and-LoRaWAN-A-Tech-Overview-Downloadable-1>
- [11] [https://www.researchgate.net/publication/297731094\\_LoRa\\_for\\_the\\_Internet\\_of\\_Things](https://www.researchgate.net/publication/297731094_LoRa_for_the_Internet_of_Things)
- [12] Ελεγκτές Προγραμματιζόμενης Λογικής SIEMENS S7-1200, Σημειώσεις μαθήματος ‘Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί – PLC’, Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.
- [13] Programmable Logic Controllers: Principles and Applications. John W. Webb, Ronald A. Reis, Mc Graw Hill, 2002, ISBN: 978-8120323087.
- [14] Automation and Control Systems, S. C. Tripathi **9789380298337** (ISBN-13), and **9380298331** (ISBN-10)
- [15] "Introduction to PLCs and Programming" Συγγραφέας: Gary Dunning, ISBN **978-1401884260** (2006 edition)
- [16] "Advanced PLC Programming" Συγγραφέας: David L. Poirier ISBN 978-1-925823-79-0
- [17] <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/109759862?c=32794600331&lc=en-US#:~:text=STEP%20%20provides%20the%20following,symbols%20used%20in%20Boolean%20algebra>
- [18] <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fe7ffa96-7714-43c4-a4da-dc98315e6079/dffa-i10492-001.pdf>
- [19] Siemens. (2008). SIMATIC WinCC flexible Runtime Software.
- [20] Siemens. (n.d.). WinCC SCADA.
- [21] [https://eopcw.com/assets/stores/Software%20Application%20in%20WRIE/lecturenote\\_45221121Introduction\\_to\\_WaterGEMS\(1\).pdf](https://eopcw.com/assets/stores/Software%20Application%20in%20WRIE/lecturenote_45221121Introduction_to_WaterGEMS(1).pdf)

# Παράρτημα Α

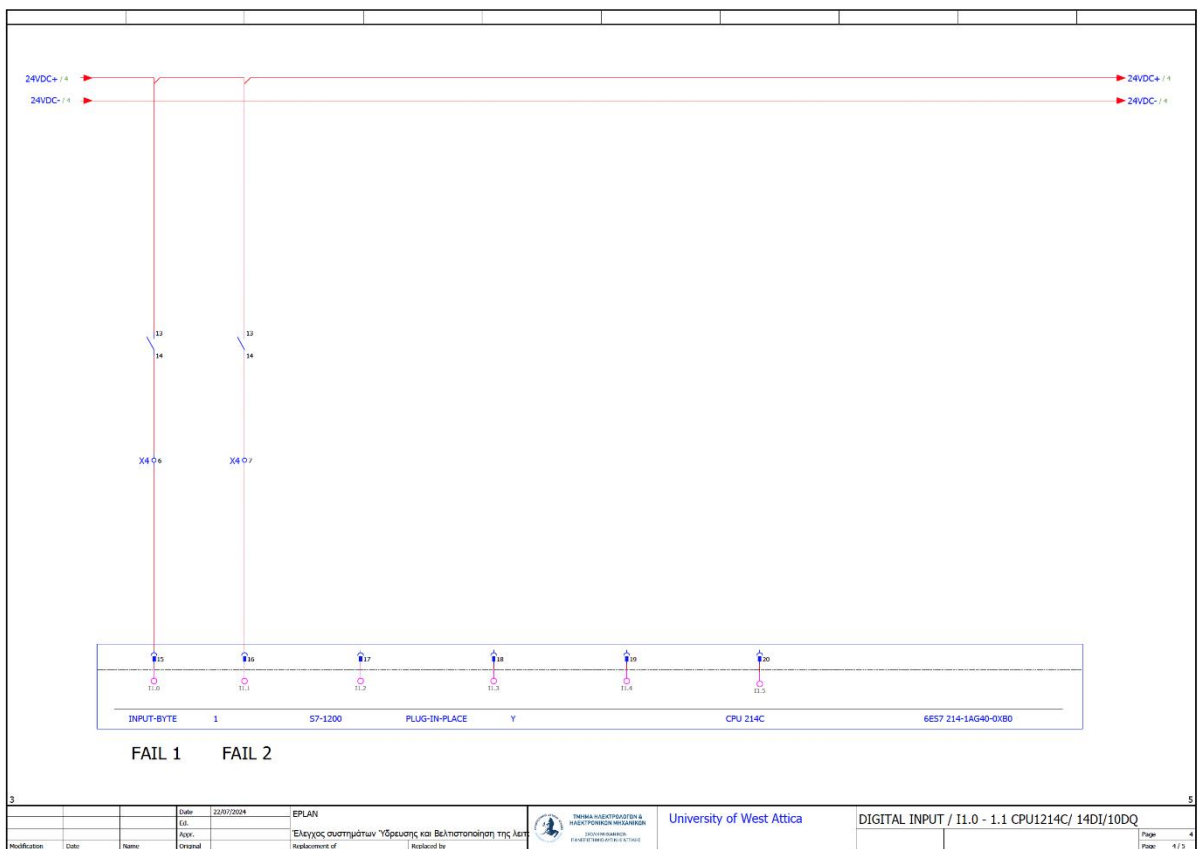
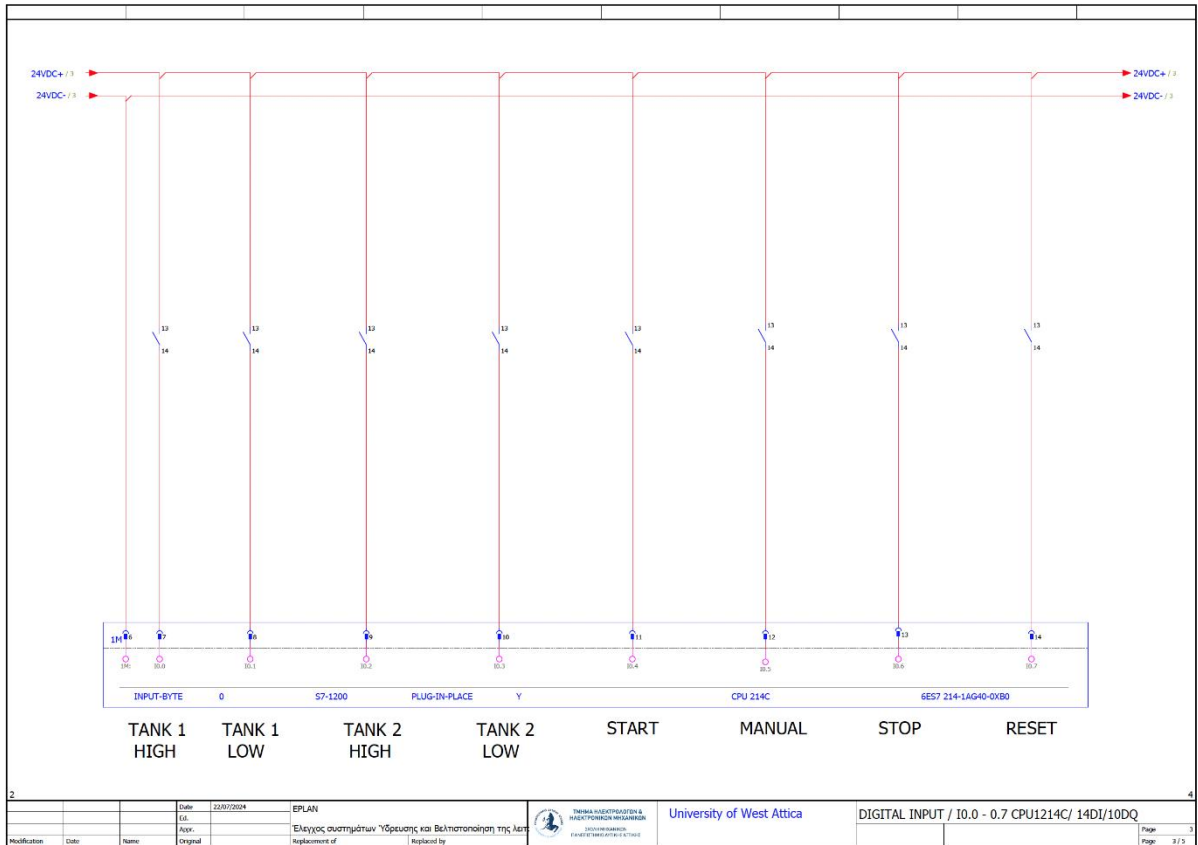
Παρακάτω δίνεται το ηλεκτρολογικό σχέδιο της πειραματικής εφαρμογής που σχεδιάστηκε με το πρόγραμμα Eplan.

	<b>ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ &amp; ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ</b> ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	<b>University of West Attica</b> Department of Electrical & Electronic Engineering Thevon 250, Egaleo, P.O. Box 122 44			
<p><b>Project name:</b> Έλεγχος συστημάτων Ύδρευσης και Βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους</p>					
<p><b>Project description:</b> Έλεγχος συστημάτων Ύδρευσης και Βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους</p> <p><b>Creator:</b> KONSTANTINOS THEOCHARIS</p>					
<p><b>Created on:</b> 14/07/2024</p> <p><b>Edit date:</b> 22/07/2024</p> <p style="text-align: right;"><b>Number of pages:</b> 5</p>					
Modification	Date	Name	Original	Replacement of	Replaced by
	14/07/2024		EPLAN	Έλεγχος συστημάτων Ύδρευσης και Βελτιστοποίηση της Λειτουργίας τους	



Modification	Date	Name	Original	Replacement of	Replaced by
	22/07/2024		EPLAN	Έλεγχος συστημάτων Ύδρευσης και Βελτιστοποίηση της Λειτουργίας τους	

Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων



Σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος αυτοματοποιημένου ελέγχου υδραυλικών συστημάτων

