ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

IIOT AND BIG DATA IN INDUSTRY 4.0

GATHER, DISPLAY AND EVALUATE DATA

Διπλωματική Εργασία

του

Πουαρίδη Κωνσταντίνου

Θεσσαλονίκη, 06/2018

IIOT AND BIG DATA IN INDUSTRY 4.0

GATHER, DISPLAY AND EVALUATE DATA.

Πουαρίδης Κωνσταντίνος

Πτυχίο Μηχανικού Πληροφορικής – Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης 2014

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής
Ψάννης Κωνσταντίνος

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 26/06/2018

ΨΑΝΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	ΜΑΡΓΑΡΙΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	ΚΑΣΚΑΛΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
.....	.....	.....

ΠΟΥΑΡΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

.....

Περίληψη

Ο κόσμος της τεχνολογίας βιομηχανικού αυτοματισμού είναι στην αρχή μιας νέας εποχής καινοτομίας με την ονομασία Industry 4.0. Το παγκόσμιο σύγχρονο βιομηχανικό σύστημα ενώνει τη δύναμη των μηχανών, της πληροφορικής, της ανάλυσης, της συνδεσιμότητας, των cyber-physical συστημάτων, του IoT, των αυτοματισμών, των Cloud συστημάτων και της ανταλλαγής δεδομένων. Industry 4.0 είναι μια επανάσταση με κατεύθυνση τον ψηφιακό κόσμο των ψηφιακών εργοστασίων και των έξυπνων προϊόντων. Το IoT συνέδεσε τον κόσμο των μηχανών προσθέτοντας δυνατότητα επικοινωνίας κάθε συσκευής με άλλες συσκευές ή πρόσβαση στο Internet. Τα Big Data σε αυτά τα συστήματα δημιουργούν νέους ορίζοντες από ευκαιρίες. Σε αυτή την εργασία θα περάσουμε από τα στάδια λήψης (Sensors), αποθήκευσης, απεικόνισης (Scada) και αξιολόγησης των δεδομένων.

Λέξεις Κλειδιά: IoT, Industry 4.0, Big Data, Cloud, SCADA, Sensors

Abstract

The world of industrial automation technology is at the beginning of a new era of innovation called Industry 4.0. The global modern industrial system unites the power of machines, IT, analysis, connectivity, cyber-physical systems, IoT, automation, Cloud systems and data exchange. Industry 4.0 is a revolution in the digital world of digital factories and smart products. IoT has connected the world of machines by adding every device's ability to communicate with other devices or Internet access. Big Data in these systems creates new horizons of opportunities. In this paper we will go through the stages of acquiring (Sensor), storing, displaying (Scada) and evaluating sensor's data.

Keywords: IoT, Industry 4.0, Big Data, Cloud, SCADA, Sensors

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη στήριξη που μου έδωσαν όλον αυτό τον καιρό καθώς και τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την καθοδήγηση που μου έδωσε.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην εταιρεία **Intelligent Automation Control System A.E** όπου εργάζομαι για την κατανόηση και τη βοήθεια που μου έδειξαν την περίοδο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Ένα ακόμη ευχαριστώ προς την εταιρεία **Wonderware της Schneider Electric** καθώς μου παρείχε τις άδειες χρήσης για τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την διπλωματική εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το **Πανεπιστήμιο Μακεδονίας** για την χορήγηση Server για τη δημιουργία και φιλοξενία των εφαρμογών.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή 1
1.1 Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος 1
1.2 Σκοπός – Στόχος 1
1.3 Διάρθρωση μελέτης 1
2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση – Θεωρητικό Υπόβαθρο 2
2.1 Industry 4.0 2
2.2 Κατανοώντας το Internet of Things (IoT) 3
2.3 Διασυνδεσιμότητα μεταξύ Industry 4.0 και IoT 5
2.4 Προαπαιτούμετα της IoT τεχνολογίας 7
2.5 Προκλήσεις του IoT στο Industry 4.0 8
2.6 Industry 4.0 και Big Data 9
2.7 Προκλήσεις των Big Data στο Industry 4.0 10
2.7.1 Απόκτηση Δεδομένων 10
2.7.2 Μετασχηματισμός Δεδομένων 12
2.7.3 IoT δεδομένα 12
2.7.4 Πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο 15
2.7.5 Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα 16
2.7.6 Ανάλυση δεδομένων 16
2.7.7 Απεικόνιση δεδομένων 16
3. Μεθοδολογία – Εφαρμογές 17
3.1 Εγκατάσταση Προγραμμάτων 17
3.2 Εφαρμογή No.1 28
3.2.1 Εγκατάσταση επιπλέον προγραμμάτων 29
3.2.2 Παραμετροποίηση Hitachi OPC Server 31
3.2.3 Παραμετροποίηση OPC Link 32
3.2.4 Παραμετροποίηση InTouch (Access Names) 36
3.2.5 Παρατηρήσεις εφαρμογής No.1 38
3.3 Εφαρμογή No.2 39
3.3.1 Παραμετροποίηση προσομοιωτή ModSim 40
3.3.2 Παραμετροποίηση OI Server (MBTCP) 41
3.3.3 Δημιουργία εφαρμογής (InTouch – WindowMaker) 45

3.3.4 Παραμετροποίηση συλλογής δεδομένων σε Historian Server 46
3.4 Εφαρμογή No.3 56
3.4.1 Παραμετροποίηση Application Server 56
3.4.2 Απεικόνιση δεδομένων στην εφαρμογή 58
3.5 Ανάλυση – Αξιολόγηση δεδομένων 60
3.5.1 Wonderware Historian Client 60
3.5.2 Wonderware InSight 61
3.5.3 Excel – Historian Client Add-in 63
3.6 Wonderware SmartGlance 64
4. Επίλογος 66
4.1 Μελλοντικές επεκτάσεις 66
Παράρτημα Α - Κώδικας PLC1 – Εφαρμογή No1 67
Παράρτημα Β – Κώδικας PLC2 – Εφαρμογή No1 129
Παράρτημα Γ – Κώδικας επιστροφής δεδομένων σε βάση SQL 191
Παράρτημα Δ – Κώδικας Mixer – Εφαρμογή No2 – Open Source 192
Παράρτημα Ε – Εφαρμογή No3 – IDE 203
Βιβλιογραφία 206

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Στάδια βιομηχανικής επανάστασης 3
Εικόνα 2 Μοντέλο ενοποίησης του IoT στο Industry 4.0 6
Εικόνα 3 Βιομηχανικά Big Data 10
Εικόνα 4 Big Data - Μοντέλο αυτοματισμού 11
Εικόνα 5 Industry 4.0 βασισμένο σε μοντέλο αυτοκινητοβιομηχανίας 13
Εικόνα 6 Industrial Internet of Things (Πηγή [22]) 15
Εικόνα 7 Εγκατάσταση Microsoft .NET Framework 3.5 SP1 17
Εικόνα 8 Επιλογή τύπου εγκατάστασης 18
Εικόνα 9 Επιλογή Installation Role 18
Εικόνα 10 Εμφάνιση προγραμμάτων προς εγκατάσταση 19
Εικόνα 11 Επιλογή γλώσσας 19
Εικόνα 12 Αποδοχή Terms of Service 20
Εικόνα 13 Δημιουργία Offnode Account 20
Εικόνα 14 Εγκατάσταση SQL Server 21
Εικόνα 15 Προγράμματα προς εγκατάσταση 21
Εικόνα 16 Παραμετροποίηση Historian Server Connection 23
Εικόνα 17 Παραμετροποίηση Security Users 24
Εικόνα 18 Παραμετροποίηση Search Index 25
Εικόνα 19 Παραμετροποίηση License Server 26
Εικόνα 20 Τέλος Εγκατάστασης 27
Εικόνα 21 Hitachi PLC 29
Εικόνα 22 Τοπολογία σύνδεσης PLC - Εφαρμογή No.1 29
Εικόνα 23 InTouch WindowMaker - InTouch IDE (Εφαρμογή No.1) 30
Εικόνα 24 Control Editor - Hitachi PLC programming 30
Εικόνα 25 Hitachi OPC Server 31
Εικόνα 26 Hitachi OPC Server – Configuration 32
Εικόνα 27 OPC Link 32
Εικόνα 28 OPC Link - Topic Definition 33
Εικόνα 29 InTouch (Access Names) 36
Εικόνα 30 Προσομοιωτής ModSim 40
Εικόνα 31 Ρυθμίσεις ModSim 40

Εικόνα 32 Ενεργή λειτουργία του ModSim – Επιλογή MODBUS TCP/IP 41
Εικόνα 33 SMC (System Management Console) 41
Εικόνα 34 Ρυθμίσεις MBTCP 42
Εικόνα 35 Ρυθμίσεις ονοματολογίας σημάτων 44
Εικόνα 36 InTouch WindowMaker - InTouch IDE (Εφαρμογή No.2) 45
Εικόνα 37 Εφαρμογή No.2 - Access Name 45
Εικόνα 38 Εφαρμογή No.2 – HistData 46
Εικόνα 39 Wonderware Historian Server 46
Εικόνα 40 Εισαγωγή των Tag από την εφαρμογή 47
Εικόνα 41 Επιτυχής εισαγωγή των Tag για καταγραφή 51
Εικόνα 42 Επιλογή Tag για αποθήκευση στο Cloud 55
Εικόνα 43 Επιτυχής ρύθμιση αποστολής στο Cloud 55
Εικόνα 44 Ρυθμίσεις Application Server 56
Εικόνα 45 Γραφικό περιβάλλον Application Server 57
Εικόνα 46 Wonderware Historian Client 60
Εικόνα 47 Multitag Historian Client 61
Εικόνα 48 Wonderware InSight (Local) 62
Εικόνα 49 Wonderware InSight (Cloud) 62
Εικόνα 50 Wonderware InSight - A.I 63
Εικόνα 51 Wonderware InSight - A.I (2) 63
Εικόνα 52 Excel - Historian Client Add-in (1) 64
Εικόνα 53 Excel - Historian Client - Add-in (2) 64
Εικόνα 54 Wonderware SmartGlance 65
Εικόνα 55 Wonderware SmartGlance (2) 65
Εικόνα 56 MES pyramid 66

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Σύγκριση μεταξύ εργοστασίου του σήμερα με εργοστάσιο του Industry 4.0 .. 7
Πίνακας 2 Σύγκριση των διαφορετικών τεχνολογιών επικοινωνίας στο IoT 14

1. Εισαγωγή

1.1 Πρόβλημα – Σημαντικότητα του θέματος

Η ιδέα για την διπλωματική εργασία προήλθε από την ανάγκη εκσυγχρονισμού που έχουν οι επιχειρήσεις στον βιομηχανικό τομέα. Στις μέρες μας υπάρχει μεγάλη ανάγκη για μεγαλύτερο αυτοματισμό διαδικασιών παραγωγής, καλύτερο τρόπο παρακολούθησης των συστημάτων αυτοματισμού καθώς και αποθήκευση όλων αυτών των δεδομένων για περαιτέρω επεξεργασία. Όλα τα παραπάνω θα μας οδηγήσουν στην εποχή του Industry 4.0.

1.2 Σκοπός – Στόχος

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι να δείξουμε τα βήματα που πρέπει να γίνουν για μια εφαρμογή, δηλαδή το στάδιο λήψης δεδομένων, αποθήκευσης, απεικόνισης και ανάλυσης αυτών έτσι ώστε να οδηγηθούμε σιγά σιγά στην εποχή του Industry 4.0.

Θα περάσουμε τα 3 από τα 5 στάδια διασύνδεσης (μέχρι δηλαδή να μπορεί να γίνει η σύνδεση με συστήματα MES).

Θα δημιουργήσουμε 3 εφαρμογές, όπου στην κάθε μια θα δείξουμε και κάτι διαφορετικό. Η πρώτη εφαρμογή αφορά την μετατροπή κάποιων PLC σε “Smart” δηλαδή πλήρως αυτοματοποιημένα βάση τιμών από αισθητήρες.

Στη δεύτερη εφαρμογή θα προσομοιώσουμε μια γραμμή παραγωγής όπου θα δεχόμαστε τα σήματα από τους αισθητήρες και θα λειτουργεί αυτοματοποιημένα. Αυτή η εφαρμογή θα δημιουργηθεί με το πρότυπο του “Situational Awareness” που αφορά την απεικόνιση της πληροφορίας.

Η τελευταία εφαρμογή θα προσομοιώνει μικρής κλίμακας “Smart Industry / City” όπου θα λαμβάνουμε πληροφορία από αισθητήρες και το διαδίκτυο και βάση αυτών θα εκτελούνται κάποιες διεργασίες.

Τέλος θα δείξουμε τρόπους με τους οποίους θα μπορούμε να κάνουμε ανάλυση αυτών των πληροφοριών.

1.3 Διάρθρωση μελέτης

Στο Κεφάλαιο 2 θα κάνουμε μια βιβλιογραφική επισκόπηση πάνω στο θέμα Industry 4.0 όπου θα δούμε για το IIoT, Big Data και διασυνδεσιμότητα. Στο Κεφάλαιο 3 θα δείξουμε τις παραμετροποιήσεις που γίνανε για κάθε εφαρμογή καθώς και τους τρόπους ανάλυσης των δεδομένων.

2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση – Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Industry 4.0

Το Industry 4.0 έχει προσελκύσει πολυάριθμες προσεγγίσεις από ακαδημαϊκούς ερευνητές και επαγγελματίες του κλάδου από τότε που η κυβέρνηση της Γερμανίας ανακοίνωσε το Industry 4.0 ως μια από τις βασικές στρατηγικές υψηλής τεχνολογίας το 2011 [17]. Ο βασικός στόχος αυτής της ιδέας είναι να προωθήσει ΄΄έξυπνες μηχανές΄΄ χωρίς ανθρώπινη συνείδηση [23].

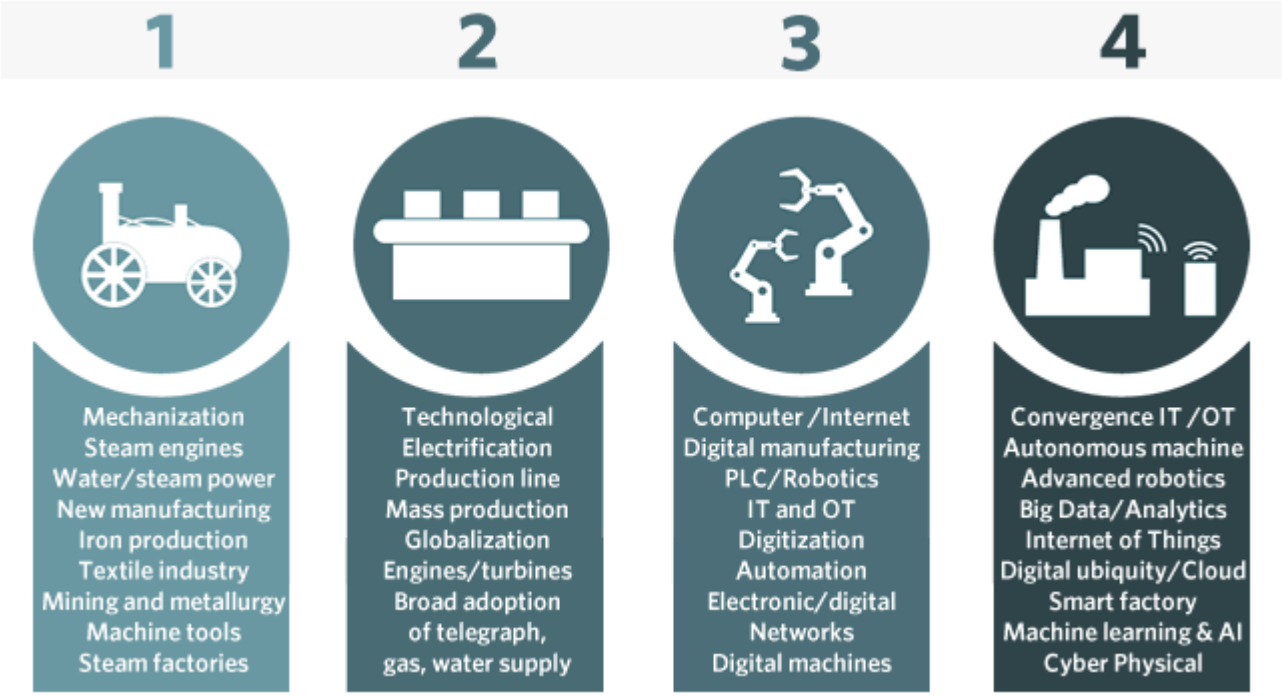
Το Industry 4.0 ακολουθεί την ιστορία των τριών βιομηχανικών επαναστάσεων. Στην πρώτη επανάσταση το 1780 είχαμε τη χρήση ατμομηχανών στα εργοστάσια. Το 1870 η μαζική παραγωγή η οποία βασιζόταν στον καταμερισμό της εργασίας μαζί με τη παρουσία του ηλεκτρισμού μας οδήγησε στην δεύτερη επανάσταση. Το 1960 τα ενσωματωμένα συστήματα και η τεχνολογία της πληροφορίας οδήγησε τις βιομηχανίες στην τρίτη επανάσταση της ψηφιοποίησης. Η τέταρτη επανάσταση (Industry 4.0) βασίζεται σε συστήματα αυτοματισμού, ανταλλαγή δεδομένων, cloud, κυβερνο-φυσικά συστήματα (CPS), Big Data, AI και IoT.

Για την επίτευξη του Industry 4.0 βασικό ρόλο έχουν τα συστήματα λήψης δεδομένων. Αυτά είναι που μας δίνουν απευθείας πρόσβαση στις ελεγχόμενες διαδικασίες οι οποίες είναι συνδεδεμένες με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLCs), συστήματα ελέγχου, εποπτείας και απόκτησης δεδομένων (SCADA), διανεμημένα συστήματα (DCS), συστήματα εκτέλεσης κατασκευής (MES) και ERP.

Τέλος το Industry 4.0 βασίζεται σε τέσσερις αρχές σχεδιασμού:

- ***Interoperability (Διαλειτουργικότητα):*** Η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ CPS με συσκευές IoT. Ενσωματώνει τα κλασσικά συστήματα με τα σύγχρονα μοντέλα.
- ***Visualization (Εικονικοποίηση):*** Η εικονικοποίηση των φυσικών διεργασιών που παρακολουθούνται από CPS.
- ***Decentralization (Αποκέντρωση):*** Η ικανότητα των CPS να λαμβάνουν ανεξάρτητα αποφάσεις χωρίς κάποιο κεντρικό έλεγχο.
- ***Realtime Capability (Ικανότητα πραγματικού χρόνου):*** Η ικανότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων για την ανίχνευση βλάβης καθώς και αναζήτηση

εναλλακτικών λύσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος για αύξηση της παραγωγικότητας. [33]



Εικόνα 1 Στάδια βιομηχανικής επανάστασης

2.2 Κατανοώντας το Internet of Things (IoT)

Το Internet of Things (IoT) μπορεί να οριστεί ως ένα οικοσύστημα διασυνδεδεμένων, μοναδικών αναγνωρισμένων φυσικών συσκευών και λογισμικών που έχουν τη δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων με άλλες συσκευές μέσω δικτύου με περιορισμένη ανθρώπινη παρέμβαση. Το Internet of Things Global Standards Initiative (IoT-GSI) ορίζει το IoT ως ΄΄μια παγκόσμια υποδομή για μια κοινωνία πληροφορίας, επιτρέποντας την παροχή προηγμένων υπηρεσιών μέσω διασύνδεσης (φυσικών και εικονικών) πραγμάτων που βασίζονται σε υπάρχουσες και εξελισσόμενες διαλειτουργικές πληροφορίες και τεχνολογίες΄΄[14].

Μπορούμε να απεικονίσουμε το IoT ως μια απρόσκοπτη διασύνδεση του φυσικού κόσμου με τον εικονικό κόσμο γύρω μας [7]. Η τεχνολογία IoT παρέχει τη δυνατότητα να διαχειριζόμαστε και να παρακολουθούμε φυσικά αντικείμενα απομακρυσμένα μέσω δικτύου. Αυτή η δυνατότητα, σε συνδυασμό με την συνεχή διασύνδεση των ετερογενών συσκευών, ανοίγει τις πόρτες για μια νέα κατηγορία εφαρμογών. Οι φυσικές συσκευές που μπορούν να είναι διασυνδεδεμένες ποικίλλουν

από μικροσκοπικά ηλεκτρονικά ενσωματωμένα σε προϊόντα μέχρι μεγάλα αυτοματοποιημένα κτίρια, οχήματα και οτιδήποτε μεταξύ αυτών.

Μια εφαρμογή IoT βασίζεται σε ένα σύνολο από αισθητήρες, ενεργοποιητές, συσκευές παρακολούθησης όπως ετικέτες RFID σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας, επιτρέποντας τη συνεργασία μεταξύ όλων αυτών για την επίτευξη κοινών στόχων. Υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για τη χρήση του IoT στις βιομηχανίες [20]. Το Industrial Internet Consortium (IIC) περιλαμβάνει περισσότερες από 250 εταιρείες-μέλη [10].

Οι εφαρμογές του IoT εμφανίζονται σε διάφορους κλάδους όπως βιομηχανία, γεωργία, υγεία, στην παρακολούθηση κυκλοφορίας κ.α. Αυτό φαίνεται και από τον αριθμό των δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων με αντικείμενο το IoT. Μια έρευνα του Web of Science έδειξε ότι ο αριθμός των δημοσιεύσεων στο διαδίκτυο αυξήθηκε από 0 έως 6836 μεταξύ 2006 και 2016. Εκτιμάται ότι το IoT θα φτάσει τις 100δις συσκευές το 2020 [29].

Στο σημερινό παγκόσμιο ανταγωνιστικό περιβάλλον οι κατασκευαστικές εταιρείες προσπαθούν συνεχώς να βελτιώνουν την ανταγωνιστικότητά τους όσον αφορά την τιμή του προϊόντος, την αποδοτικότητα της διαδικασίας παραγωγής, το κόστος κτλ. Οι νέες τεχνολογίες όπως το IoT παίζουν καίριο ρόλο στην διατήρηση της ανταγωνιστικότητας των εταιρειών ενώ παράλληλα ικανοποιούν τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των καταναλωτών.

Το IoT έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον κατασκευαστικό βιομηχανικό κλάδο [8] δημιουργώντας νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας, αισθητήρες και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές μέσα σε μια γραμμή παραγωγής μπορούν αυτόνομα να ανταλλάσσουν πληροφορίες και αυτό να οδηγήσει σε διαδικασίες οι οποίες μπορούν ολοκληρωθούν από μόνες τους με τη λήψη έξυπνων αποφάσεων. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται πολλές νέες ευκαιρίες όπου οι πόροι μπορούν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο προσφέροντας μεγαλύτερη ασφάλεια και απόδοση.

Μερικά ακόμη παραδείγματα χρήσης του IoT είναι ότι μας δίνει τη δυνατότητα να προβλέπουμε πιθανές βλάβες, να ορίζουμε διαδικασίες αυτοδιάγνωσης καθώς και προγραμματισμένες διαδικασίες παραγωγής [9]. Οι χρήστες καθώς και οι χειριστές θα είναι σε θέση να συνδέονται απομακρυσμένα μέσω Internet στα συστήματα του

Industry 4.0 [28]. Π.χ η τεχνολογία IoT μας έχει δώσει τη δυνατότητα να συνδεόμαστε απομακρυσμένα σε αισθητήρες που μας δίνουν κάποιες μετρήσεις και βάση αυτών να πραγματοποιήσουμε την αντίστοιχη ενέργεια στις διάφορες βιομηχανικές, γεωργικές ή περιβαλλοντικές εφαρμογές [25].

Επίσης θα είναι πιθανό να προσφέρουμε Smart City Services, όπως ελεγχόμενο δίκτυο νερού, ηλεκτροδότησης, διάφορες μετρήσεις, έξυπνα κτήρια, έξυπνα μέσα μαζικής μεταφοράς, έξυπνα εργοστάσια και όλα αυτά σε πραγματικό χρόνο [25, 27, 18].

Τέλος το IoT θα μας προσφέρει ΄΄έξυπνα συστήματα΄΄ τα οποία θα μπορούν να συγχρονίζουν και να αναλύουν τις πληροφορίες που συλλέγονται [11]. Οι δύο αυτές τεχνολογίες (Industry 4.0 και IoT) θα προσφέρουν μια κοινή υποδομή η οποία θα ανοίξει το δρόμο για έξυπνα αυτοδιοικούμενα συστήματα.

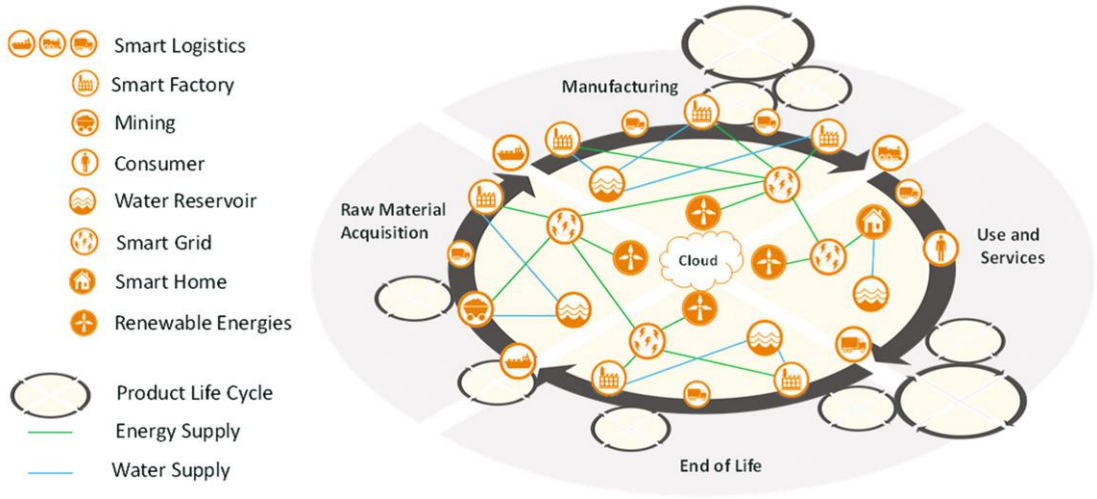
Αυτή η πολλά υποσχόμενη ιδέα οδήγησε σε διάφορες παγκόσμιες πρωτοβουλίες όπως “the Fourth Industrial Revolution” στη Γερμανία (Industry 4.0), “Factory of the Future” στην Ευρωπαϊκή Ένωση και “Made in China 2025”.

2.3 Διασυνδεσιμότητα μεταξύ Industry 4.0 και IoT

Το Industry 4.0 είναι μια ιδέα που προτάθηκε στη Γερμανία το 2011. Η Γερμανία καθώς είναι μια ΄΄υπερδύναμη΄΄ στο κατασκευαστικό και παραγωγικό βιομηχανικό χώρο αποφάσισε να ξεκινήσει την υλοποίηση του Industry 4.0 με σκοπό η χώρα αυτή να γίνει ένα κέντρο υψηλής τεχνολογίας μέχρι το 2025.

Η Γερμανική κυβέρνηση πιστεύει πως η μετάβαση στο Industry 4.0 θα βοηθήσει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο 21^{ος} αιώνας. Το Industry 4.0 θα παρέχει πληροφορίες και επικοινωνία για ΄΄έξυπνα συστήματα΄΄ [13]. Τα ΄΄έξυπνα συστήματα΄΄ τα οποία περιλαμβάνουν: ΄΄έξυπνες πόλεις΄΄, ΄΄έξυπνα εργοστάσια΄΄, ΄΄έξυπνα δίκτυα΄΄ έχουν γίνει η επιτομή της σύγχρονης τεχνολογίας.

Τα ΄΄έξυπνα συστήματα΄΄ τα οποία είναι μια από τις πτυχές του Industry 4.0 θα φέρουν τεράστιες αλλαγές στον βιομηχανικό τομέα [Εικόνα 2]. Πρόσφατες αναφορές δείχνουν ότι οι οικονομικές επιπτώσεις στην γερμανική βιομηχανία θα είναι αύξηση της ακαθάριστης αξίας 267 δις ευρώ έως το 2025 μετά την εισαγωγή και εφαρμογή του Industry 4.0.



Εικόνα 2 Μοντέλο ενοποίησης του IoT στο Industry 4.0

Ωστόσο θα υπάρχει ανάγκη για απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ όλων αυτών των ΄΄έξυπνων συστημάτων΄΄. Το IoT θα παρέχει την απαιτούμενη υποδομή για την επικοινωνία μεταξύ του αυξημένου αριθμού αισθητήρων και συστημάτων. Θα χρησιμοποιηθεί το IPv6 καθώς παρέχει μοναδικό αριθμό διευθύνσεων 2^{128}. Επομένως κάθε ΄΄έξυπνη συσκευή΄΄ θα έχει μοναδική διεύθυνση IP [13, 32]. Το IPv6 θα επιτρέψει την απεριόριστη προσθήκη συσκευών στο Internet που είναι η ιδέα πίσω από την έννοια του IoT.

Αν εφαρμόσουμε την ίδια ιδέα σε περιβάλλον παραγωγής, θα επιτρέψει τους κατασκευαστές συστημάτων αυτοματισμού να ενσωματώσουν ένα τεράστιο αριθμό αισθητήρων, ελεγκτών και προϊόντων κάτω από μια κοινή πλατφόρμα.

Η ενσωμάτωση του IoT στο Industry 4.0 θα απαιτεί ένα λογισμικό επίπεδο το οποίο θα μετατρέπει τις φυσικές συνθήκες παραγωγής καθώς και τα συστήματα παραγωγής σε ευφυή αντικείμενα. Το επίπεδο αυτό απαιτείτε από τους αισθητήρες. Γίνονται πολυάριθμες έρευνες για τη δημιουργία αυτού του λογισμικού επιπέδου το οποίο θα είναι ικανό να μετατρέπει τα μηχανικά εξαρτήματα σε ευφυή αντικείμενα [12].

Η επιτυχής υλοποίηση του Industry 4.0 εξαρτάται από το είδος των τεχνολογιών του IoT που εφαρμόζονται αυτή τη στιγμή στον κόσμο της πληροφορικής. Επί του παρόντος υπάρχουν ορισμένες τεχνολογίες που έχουν καταστήσει δυνατή τη μετατροπή των φυσικών αντικειμένων σε ευφυή πράγματα. Σε αυτές τις τεχνολογίες περιλαμβάνονται τα Radio Frequency Identification (RFID), Internet Protocol (IP),

Electronic Product Code (EPC), Barcode, Wireless Fidelity (Wi-Fi), Bluetooth, ZigBee, Near Field Communication (NFC) και οι ενεργοποιητές [18].

Αυτές οι τεχνολογίες καθώς και άλλες που αναπτύσσονται θα καθορίσουν το πώς θα εφαρμοστεί το Industry 4.0. Οι τεχνολογίες IoT θα βοηθήσουν επίσης τους προγραμματιστές να αναπτύξουν εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανικά συστήματα αυτοματισμού, όπως συστήματα αναγνώρισης ταυτότητας, συνεργαζόμενες ΄΄συνειδητές υπηρεσίες΄΄ κ.α.

Οι υπηρεσίες συγκέντρωσης πληροφοριών θα χρησιμοποιούν την τεχνολογίας του IoT όπως το ZigBee που μπορεί να συλλέγει δεδομένα από αισθητήρες, να τα επεξεργάζεται και να τα μεταδίδει σε μια επιθυμητή εφαρμογή. Οι ΄΄συνειδητές υπηρεσίες΄΄ παίρνουν αποφάσεις βασιζόμενες στα συλλεγόμενα δεδομένα.

Η τεχνολογία IoT θα διασφαλίσει ότι τα συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν στο Industry 4.0 θα είναι χαμηλού κόστους και θα έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος. Επίσης θα προκαλέσει τεράστιες αλλαγές στο Industry 4.0. Μια σύγκριση ενός εργοστασίου στη βιομηχανία του σήμερα με εργοστάσιο του Industry 4.0 βλέπουμε στον πίνακα 1. [32, 6, 19]

Πίνακας 1 Σύγκριση μεταξύ εργοστασίου του σήμερα με εργοστάσιο του Industry 4.0

	Data source	Today's factory		Industry4.0	
		Attributes	Technologies	Attributes	Technologies
Component	Sensor	Precision	Smart sensor and fault detection	Self-aware Self-predict	Degradation monitoring & remaining useful life prediction
Machine	Controller	Producibility & performance	Condition-based monitoring & diagnostics	Self-aware Self-predict Self-compare	Up time with predictive health monitoring
Production system	Networked system	Productivity & OEE	Lean operations: work and waste reduction	Self-configure Self-maintain Self-organize	Worry-free productivity

2.4 Προαπαιτούμετα της IoT τεχνολογίας

Αυτή η ενότητα περιγράφει τους παράγοντες που πρέπει να εξετάσουν οι επαγγελματίες IT κατά την εφαρμογή του IoT, οι οποίοι είναι σημαντικοί για την

υιοθέτηση του Industry 4.0. Η επιτυχής υλοποίηση του Industry 4.0 θα εξαρτηθεί από την τρέχουσα IoT υποδομή που υπάρχει στον κόσμο της πληροφορικής.

Θα υπάρξει η ανάγκη για ένα ανοιχτό και διαλειτουργικό σύστημα Cloud. Τα ανοιχτά συστήματα Cloud θα εξασφαλίσουν στους χρήστες την ελευθερία να μετακινούνται από ένα δημόσιο σε ένα ιδιωτικό σύστημα Cloud και αντίστροφα. Οι IoT εφαρμογές πρέπει να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, θα πρέπει να είναι ευέλικτες και διαθέσιμες ανά πάσα στιγμή.

Θα υπάρξει ανάγκη για hardware που αποτελείται από αισθητήρες, ενεργοποιητές, κάμερες IP, CCTV και ενσωματωμένα συστήματα. Επίσης θα χρειαστεί να υπάρξουν εργαλεία πληροφορικής που θα μπορούν να χειριστούν την ανάλυση των δεδομένων τόσο στα συστήματα Cloud αλλά και σε Big Data.

Οι επαγγελματίες IT θα πρέπει να επιβάλουν μηχανισμούς που θα παρέχουν προστασία δεδομένων, δεδομένου ότι το IoT θα συνδέσει πολλές συσκευές στο Ίντερνετ και έτσι θα υπάρξει πληθώρα συλλογή δεδομένων από διάφορες εφαρμογές. Αυτό θα δημιουργήσει ανησυχίες ως προς την προστασία όλων αυτών των δεδομένων, το οποίο είναι κάτι που πρέπει να αντιμετωπιστεί.

Ακόμη εκτιμάται τόσο για τις εφαρμογές όσο και για και για τις συσκευές ότι θα πρέπει να έχουν χαρακτηριστικά όπως αξιοπιστία, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ασφάλεια, απλότητα χρήσης, προσαρμόσιμο σύστημα επικοινωνίας, εύκολη ενσωμάτωση σε υπάρχοντα συστήματα καθώς και υποστήριξη για βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Επομένως οι επαγγελματίες IT θα πρέπει να εξετάσουν τις προαναφερθείσες προϋποθέσεις και να συνεργαστούν με τους ανθρώπους της βιομηχανίας καθώς θα είναι αυτοί όπου με τη χρήση των συστημάτων τους θα διαμορφώσουν το Industry 4.0 [4].

2.5 Προκλήσεις του IoT στο Industry 4.0

Αυτή η ενότητα περιγράφει τις προκλήσεις που θα αντιμετωπίσει η τεχνολογία και οι εφαρμογές του IoT στο Industry 4.0.

Η πρώτη από αυτές είναι η έλλειψη μιας τυποποιημένης αρχιτεκτονικής. Επί του παρόντος υπάρχουν πολλές αρχιτεκτονικές IoT που έχουν προταθεί, όπως οι αρχιτεκτονικές που εκδόθηκαν από το European FP7, ITU, IoT Forum, Qian Xiaocong,

Zhang Jidong Architecture, Kun Han, Shurong Liu, Dacheng Zhang και Ying Hans Architectures [26, 29]. Οι δύο πιο κοινές αρχιτεκτονικές που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο είναι οι IoT-A και IIR-A. Οι ακαδημαϊκοί ερευνητές καθώς και οι άνθρωποι της βιομηχανίας κάνουν περισσότερες προσπάθειες για αν αναπτύξουν άλλες αρχιτεκτονικές όπως υποδεικνύεται σε αυτές τις δημοσιεύσεις [21, 5]. Επίσης εκτιμάται ότι το 2020 θα υπάρξουν πάνω από 100δις συσκευές συνδεδεμένες στο Ίντερνετ οι οποίες θα απαιτούν ομαλή διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων συστημάτων [29].

Άλλες προκλήσεις περιλαμβάνουν την ετερογένεια και τους διαφορετικούς κύκλους ζωής. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πιστεύεται ότι στην επόμενη δεκαετία δισεκατομμύρια συσκευές θα συνδεθούν στο Ίντερνετ. Είδαμε επίσης ότι υπάρχει μια προσπάθεια από τους ανθρώπους της βιομηχανίας να αναπτυχθεί ένα IoT πρότυπο που θα είναι σε θέση να δεχθεί νέες συσκευές με ομαλό και ευέλικτο τρόπο (Plug & Play).

Ακόμη μια πρόκληση σχετίζεται με τον όγκο των δεδομένων που παράγονται από τον τεράστιο αριθμό αισθητήρων και συσκευών. Όλα αυτά τα δεδομένα χρειάζονται ένα ικανό σύστημα αποθήκευσης, παρακολούθησης και ανάλυσης έτσι ώστε να έχουμε χρήσιμες πληροφορίες. Παρόλα αυτά χρειάζεται μεγάλη προσοχή με την ασφάλεια αυτών των δεδομένων [4].

Οι επαγγελματίες IT θα πρέπει να λάβουν υπόψιν ότι οι εφαρμογές IoT θα λειτουργούν σε ετερογενές περιβάλλον που αποτελείται από συσκευές που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά αλλά και πολλούς πιθανούς κατασκευαστές.

Τέλος έχουμε δει πως το Industry 4.0 απαιτεί έξυπνα εργαλεία ανάλυσης των δεδομένων για την επιτυχημένη λήψη της πληροφορίας.

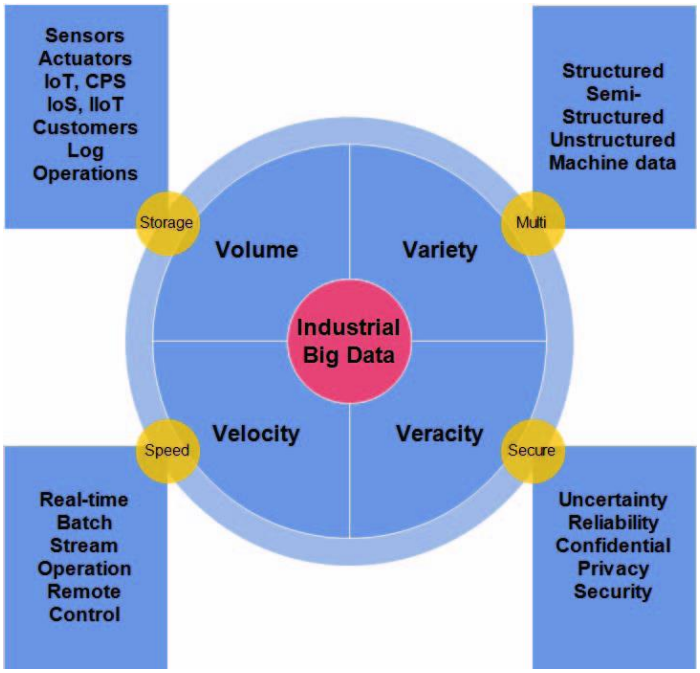
2.6 Industry 4.0 και Big Data

Ο βιομηχανικός αυτοματισμός γίνεται όλο και πιο σύνθετος και τα δεδομένα που παράγονται μεταβάλλονται σε Big Data. Ρομπότ, CPS, αισθητήρες, ενεργοποιητές, διακόπτες, βιομηχανικούς υπολογιστές, PLCs και τα βιομηχανικά δίκτυα είναι η κύριες πηγές των Big Data στο Industry 4.0.

Τα Big Data είναι η έννοια των δεδομένων όπου είναι δύσκολο να συγκεντρωθούν, να αποθηκευτούν, να διαχειριστούν και να επεξεργαστούν με κλασικά εργαλεία και τεχνολογίες. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες τα Big Data στο χώρο της

βιομηχανίας έχουν αυξηθεί σε τεράστιο βαθμό σε διάφορους τομείς και αυξάνονται εκθετικά. Το 2011, ο όγκος των δεδομένων που δημιουργήθηκε στον κόσμο ήταν 1,8ZB και αυτό θα διπλασιάζετε κάθε περίπου 2 χρόνια στο εγγύς μέλλον [2].

Το Industry 4.0 είναι ένα μείγμα σύγχρονων έξυπνων τεχνολογιών και συστημάτων. Αυτός ο συνδυασμός δημιουργεί κατακλυσμό από δεδομένα τα οποία είναι δύσκολο να διαχειριστούν με παραδοσιακά εργαλεία και αλγορίθμους. Επομένως η ανάλυσή τους γίνεται με εργαλεία που είναι σχεδιασμένα για Big Data. Στην εικόνα 3 μπορούμε να δούμε τα 4 V's των βιομηχανικών Big Data.



Εικόνα 3 Βιομηχανικά Big Data

2.7 Προκλήσεις των Big Data στο Industry 4.0

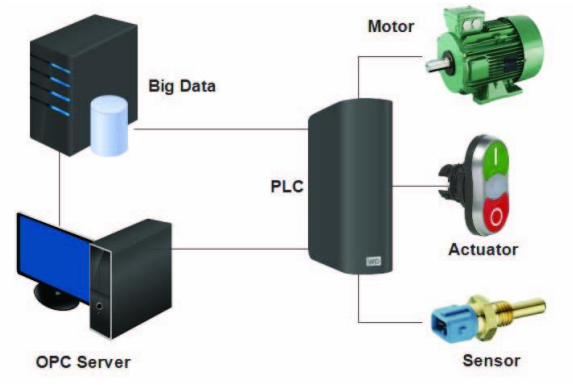
Τα Big Data έχουν πολλές προκλήσεις σε διαφορετικά συστήματα αλλά στην παρούσα έρευνα θα επικεντρωθούμε στις προκλήσεις του Industry 4.0.

2.7.1 Απόκτηση Δεδομένων

Ένα σύστημα SCADA έχει τη δυνατότητα της απόκτησης και παρουσίασης όλων των δεδομένων από τις συσκευές αυτοματισμού. Αυτές οι συσκευές είναι οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές και τα PLCs.

Η απόκτηση δεδομένων είναι μια μεγάλη πρόκληση στο Industry 4.0 λόγο των πολλών διαφορετικών τεχνολογιών, μηχανών, είδη από αισθητήρες, συσκευών IoT και

διαφορετικών δικτύων επικοινωνίας. Οι αισθητήρες, ενεργοποιητές και τα PLCs είναι οι κύριες πηγές των δεδομένων που παράγονται στη βιομηχανία. Στην εικόνα 4 μπορούμε να δούμε μια διεργασία εκκίνησης/σταματημού ενός κινητήρα, το πώς είναι συνδεδεμένος με έναν αισθητήρα θερμοκρασίας ο οποίος κάνει την ανίχνευση και την προωθεί στο PLC το οποίο είναι προγραμματισμένο να ενεργοποιεί τον διακόπτη εκκίνησης/σταματημού (ενεργοποιητής) του κινητήρα.



Εικόνα 4 Big Data - Μοντέλο αυτοματισμού

Οι τρεις αυτές συσκευές αναλύονται παρακάτω:

1) ***Αισθητήρας:*** Είναι η συσκευή η οποία μετατρέπει μια φυσική αλλαγή σε ηλεκτρικό σήμα. Το σήμα αυτό προωθείται στο PLC για περαιτέρω ενέργειες. Οι αισθητήρες παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων στη βιομηχανία. Οι περισσότερες μηχανές έχουν αισθητήρες οι οποίοι παίρνουν μετρήσεις από το εξωτερικό περιβάλλον της μηχανής π.χ αισθητήρας θερμοκρασίας για την ίδια τη μηχανή αλλά και του χώρου που βρίσκεται. Αυτές οι μετρήσεις είναι πάρα πολύ χρήσιμες για διάφορες αναλύσεις καθώς βοηθούν στην λήψη αποφάσεων. Η απόκτηση δεδομένων από αισθητήρες αποτελεί μια πρόκληση στο Industry 4.0 για μελλοντικές προβλέψεις προβλημάτων σε μηχανές και ανεύρεση εναλλακτικών λύσεων εκ των προτέρων.

2) ***Ενεργοποιητές:*** Οι ενεργοποιητές λαμβάνουν ηλεκτρικά σήματα από τα PLC και τα μετατρέπουν σε φυσικές ενέργειες. Η αυτόματη εκκίνηση μιας μηχανής είναι ένα απλό παράδειγμα χρήσης ενός ενεργοποιητή που είναι συνδεδεμένος σε ένα PLC. Ακόμη και σε αυτή τη περίπτωση έχουμε παραγωγή μεγάλου όγκου δεδομένων στη βιομηχανία από τους ενεργοποιητές.

3) ***PLC:*** Τα PLC είναι οι κυριότερες συσκευές στο Industry 4.0 [1]. Σαν είσοδο δέχονται σήματα από αισθητήρες και σαν έξοδο έχουν σήματα προς διάφορους ενεργοποιητές. Τα PLC είναι προγραμματιζόμενες μονάδες όπου έχουν αποθηκευμένες οδηγίες για τη διαδικασία της αυτοματοποίησης και παίρνουν αποφάσεις ανάλογα με τα δεδομένα που δέχονται σαν είσοδο από τους αισθητήρες. Ένα εργοστάσιο έχει πάρα πολλά PLC ανάλογα με τις διαδικασίες αυτοματισμού που χρειάζεται. Οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές και τα PLC κατασκευάζονται από διαφορετικούς προμηθευτές και δημιουργούν ετερογενή δεδομένα τα οποία είναι μια μεγάλη πρόκληση για τα Big Data στη βιομηχανία.

2.7.2 Μετασχηματισμός Δεδομένων

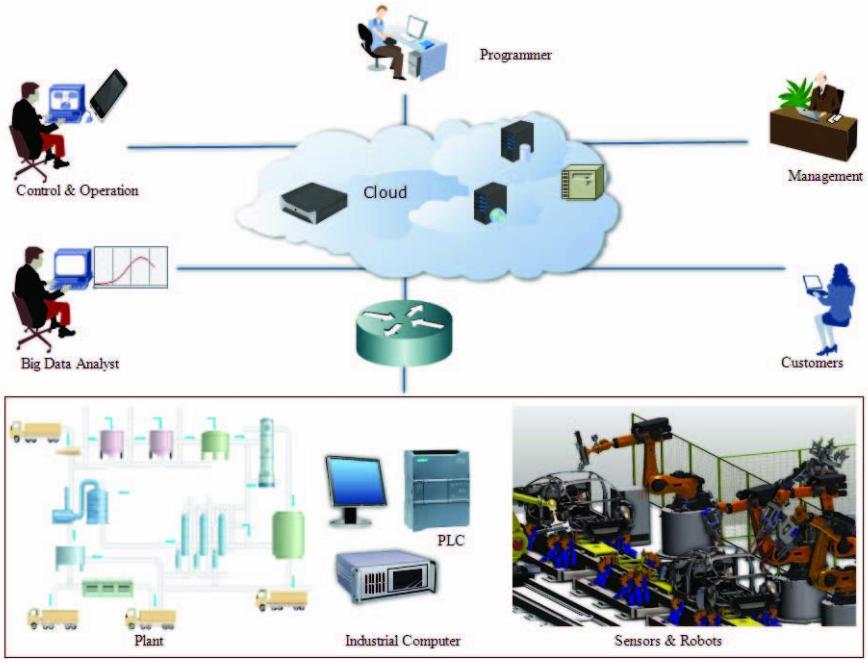
Τα δεδομένα που παράγονται στις βιομηχανίες είναι κατά κύριο λόγο δεδομένα μηχανών. Τα PLC λαμβάνουν και παράγουν φυσικά δεδομένα από ηλεκτρικά σήματα. Όλα αυτά τα ετερογενή δεδομένα που παράγονται αν μετασχηματιστούν σε διαχειρίσιμα δεδομένα θα μπορούμε να προβλέψουμε την βλάβη μιας μηχανής από παλαιότερα αποθηκευμένα δεδομένα. Επίσης θα πρέπει να μετασχηματιστούν και σε μια μορφή κατανοητής πληροφορίας για τους χειριστές των μηχανημάτων. Η χρήση της έξυπνης τεχνολογίας στο Industry 4.0 πρέπει να μετασχηματίζει τα δεδομένα σε διάφορες μορφές και για διάφορες συσκευές. Η διατήρηση της πληροφορίας και των δεδομένων πριν αλλά και μετά τον μετασχηματισμό αποτελεί μια πρόκληση στο Industry 4.0.

2.7.3 IoT δεδομένα

Το IoT είναι ένα παράδειγμα δικτύωσης όπου τα κυβερνοφυσικά συστήματα που αποτελούνται από αυτόματους αισθητήρες, ενεργοποιητές και ενσωματωμένα συστήματα συνδέονται με τον φυσικό κόσμο συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου για υποστήριξη σε πραγματικό χρόνο, ασφάλεια, ιδιοτικότητα και επιδόσεις υψηλού επιπέδου [16]. Το IoT έχει μεγάλες δυνατότητες στον τομέα της μεταποίησης [31]. Στο Industry 4.0 όλες οι φυσικές συσκευές που βρίσκονται μέσα σε εργοστάσια θα πρέπει να είναι συνδεδεμένες με τον εξωτερικό κόσμο και να μοιράζονται δεδομένα.

Τα κυβερνοφυσικά συστήματα, οι έξυπνες συσκευές, τα βιομηχανικά όργανα, οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές, οι OPC Server είναι παραδείγματα IoT συσκευών που

παράγουν ετερογενή δεδομένα. Στην εικόνα 5 φαίνεται η ενσωμάτωση διαφορετικών φυσικών συσκευών με την αρχιτεκτονική του Cloud στο Industry 4.0.



Εικόνα 5 Industry 4.0 βασισμένο σε μοντέλο αυτοκινητοβιομηχανίας

Τα δεδομένα που συλλέγονται από τις παρακάτω τεχνολογίες του IoT παίζουν σημαντικό ρόλο στο Industry 4.0:

1) ***Radio-Frequency Identification (RFID):*** Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά πεδία για τη μεταφορά δεδομένων αλλά και την αυτόματη ανίχνευση αντικειμένων [3]. Αποτελείται από ετικέτες (tags) και αναγνώστες ετικετών (readers). Κάθε συσκευή έχει μια ετικέτα RFID με μοναδικό αριθμό. Ο αναγνώστης ανιχνεύει τα αντικείμενα με την ανάγνωση των ετικετών. Η αποθήκευση και η διαχείριση των δεδομένων RFID αποτελεί μια πρόκληση για τις μεγάλες επιχειρήσεις καθώς μόνο ορισμένα αντικείμενα και προϊόντα έχουν RFID ετικέτες.

2) ***Wireless Sensor Network (WSN):*** Το WSN είναι ένα δίκτυο από κατανεμημένους αυτόνομους κόμβους που συνδέονται με άλλους κόμβους μέσω ασύρματων αισθητήρων σε ένα περιορισμένο περιβάλλον [16, 30]. Ο κόμβος των αισθητήρων έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί με αυτοοργάνωση και να συνδέεται με άλλους

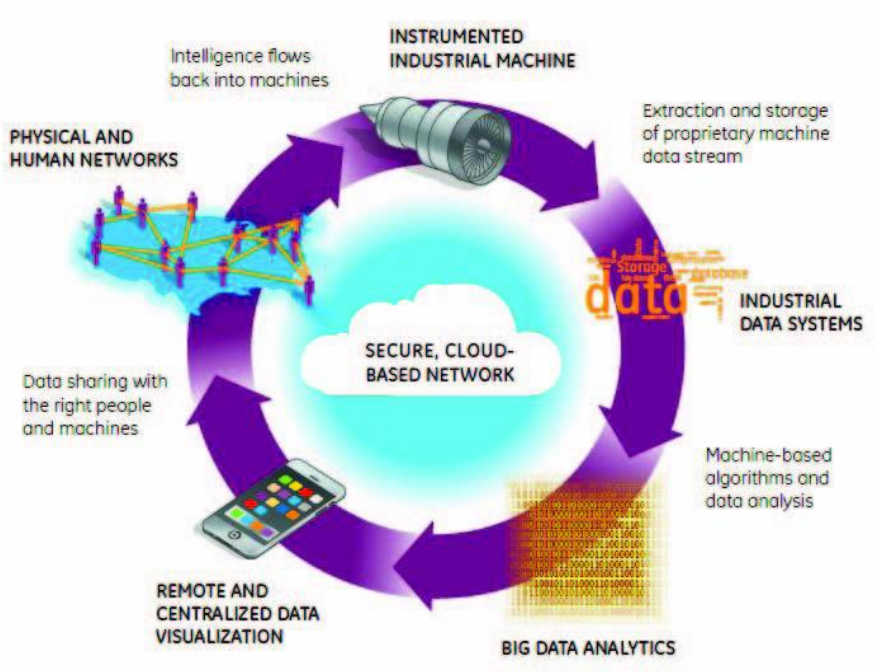
κόμβους για να μεταδώσει τα δεδομένα του πίσω στον κεντρικό σταθμό δικτύου. Μερικοί κόμβοι έχουν την ικανότητα να ελέγχουν ενεργοποιητές (φυσικές συσκευές) με την έννοια του αυτοματισμού. Τα WSN περιέχουν όλες τις πληροφορίες των κόμβων που διαθέτουν αισθητήρες και ενεργοποιητές, για την επικοινωνία και τη μεταφορά των εντολών τους. Ο πίνακας 2 συνοψίζει τις υπάρχουσες τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας που είναι κατάλληλες για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) [24, 15]. Η διατήρηση όλων αυτών των δεδομένων είναι μια από τις ανάγκες του Industry 4.0.

Πίνακας 2 Σύγκριση των διαφορετικών τεχνολογιών επικοινωνίας στο IoT

Technology	Range	Frequency	Power consumption	Data rate
NFC (IEC 18000-3)	Up to 0.2 m	13.56 MHz	Low (~50 mA)	Up to 424 Kb/s
Bluetooth LE (Bluetooth 4.2 Core Spec)	Up to 100 m	2.4 GHz	Low (~12.5 mA)	1 Mbps (Smart/ BLE)
Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g)	Up to 100 m (can be extended)	2.4 GHZ/5 GHz	Medium/High (~116 mA)	150–200 Mbps (download); up to 20 Mbps for upload
WiMAX	Up to 30 miles	2–11 GHz	High (Depends on range of coverage ~200 W)	Up to 83 Mbps (download); up to 46 Mbps (upload)
RFID	Distance driven by operating frequency: up to 200 m for active RFID	LF:125–134 kHz HF:13.56 MHz UHF:850–960 MHz	Low (Depends on operating frequency and tag type)	Up to 640 Kbps
Cellular (4G/LTE)	35 km max for GSM, 200 km max for HSPA	1900/2100 MHz	High (~184 mA)	3–10 Mbps (LTE)
Z Wave (ITU-T G. 9959)	30 m	900 MHz	Low (~2.5 mA)	Up to 100 Kbps
ZigBee (IEEE 802.15.4)	Up to 100 m	2.4 GHz	Low (<10 mW)	250 Kbps
EnOcean (IEC 14543-3)	Up to 300 m (outdoor) and 30 m (indoor)	315 MHz, 868 MHz, 902 MHz	Low (Stand By: 100 nA)	Up to 125 Kbps

3) ***Cloud Computing:*** Στη σημερινή εποχή η αποθήκευση, η υπολογιστική ισχύ, οι υποδομές, οι πλατφόρμες και τα λογισμικά μπορούν να προσφερθούν ως υπηρεσίες πληρώνοντας μόνο όσο τις χρησιμοποιούμε. Η υποδομή ως υπηρεσία (IaaS), η πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS) και το λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS) είναι τα 3 κύρια μοντέλα του cloud computing. Η αρχιτεκτονική του IoT Cloud computing παίζει σημαντικό ρόλο για τα IoT δεδομένα. Μπορούν να αποθηκεύονται στο Cloud και να είναι προσβάσιμα από οπουδήποτε και οποιονδήποτε με χρήση κάποιου Internet Browser ή λογισμικού.

4) ***Industrial Internet:*** Το βιομηχανικό διαδίκτυο, επίσης γνωστό ως βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων (IIoT), είναι το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) μόνο για τις βιομηχανίες, όπως φαίνεται στην εικόνα 6. Οι ΄΄έξυπνες΄΄ μηχανές συνδέουν τον βιομηχανικό κόσμο εσωτερικά και εξωτερικά, διευκολύνοντας την επικοινωνία με χρήση προηγμένου υλικού (Hardware) αλλά και λογισμικού (Software). Το IIoT ανοίγει νέους δρόμους για τα δεδομένα στο Industry 4.0 με τη χρήση αυτοματοποιημένων δεδομένων, αλγορίθμων πρόβλεψης και ανάλυσης δεδομένων του βιομηχανικού δικτύου.



Εικόνα 6 Industrial Internet of Things (Πηγή [22])

2.7.4 Πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο

Η πρόσβαση στα Big Data σε πραγματικό χρόνο (realtime) είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στο Industry 4.0. Τα συστήματα αισθητήρων, ενεργοποιητών καθώς και άλλες συσκευές χρειάζονται πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο. Για να έχουμε μια αποτελεσματική πρόβλεψη και ανίχνευση βλαβών με χρήση των Big Data θα πρέπει να έχουμε πρόσβαση στην πληροφορία όσο το δυνατόν συντομότερα. Το δίκτυό μας θα πρέπει να είναι γρήγορο και όχι υπερφορτωμένο.

Όταν γίνεται απομακρυσμένος έλεγχος των φυσικών συσκευών, εάν υπάρχει καθυστέρηση, τότε δημιουργείται πρόβλημα για όλες τις φυσικές συσκευές. Επομένως παρέχοντας πρόσβαση σε γρήγορο Internet με υψηλό bandwidth τα δεδομένα μας μπορούν να είναι προσβάσιμα σε πραγματικό χρόνο.

2.7.5 Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα

Η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα είναι οι δύο βασικές ανησυχίες στον κόσμο των Big Data. Ο ταχέως αναπτυσσόμενος όγκος ετερογενών δεδομένων στον Industry 4.0 και η μεταφορά των δεδομένων στο Cloud ολοένα και μεγαλώνει το ρίσκο στην ασφάλεια. Τα δεδομένα θα πρέπει να είναι ασφαλή από τις εξωτερικές απειλές. Ο κίνδυνος των βιομηχανικών δεδομένων είναι μεγαλύτερος από τα απλά δεδομένα λόγω του τηλεχειρισμού των φυσικών συσκευών.

Αν δεν είναι ασφαλής τότε είναι πιθανό κάποιος χάκερ να πάρει τον έλεγχο του φυσικού μηχανήματος λόγω του ότι στο Industry 4.0 τα πάντα είναι ελεγχόμενα μέσω Web portals.

Επομένως η ταυτοποίηση των δεδομένων και η ιδιωτικότητα είναι από τα βασικά προβλήματα στο Industry 4.0.

2.7.6 Ανάλυση δεδομένων

Η δημιουργία ετερογενών δεδομένων από διαφορετικές φυσικές συσκευές, χρειάζονται γρήγορη ανάλυση σε πραγματικό χρόνο. Τα μη ολοκληρωμένα δεδομένα είναι ένα πρόβλημα για να κάνουμε ανάλυση σε πραγματικό χρόνο οπότε χρειαζόμαστε αλγορίθμους που προ-επερξεργάζονται τα δεδομένα πριν από την ανάλυση.

Όσο συνεχίζουν και αυξάνονται τα δεδομένα με την παραγωγή, ο τρόπος με τον οποίο τα Big Data μπορούν να επεκτείνονται και να ακολουθούν αυτήν την εξέλιξη είναι μια πρόκληση.

2.7.7 Απεικόνιση δεδομένων

Η απεικόνιση των δεδομένων απαιτείται σε διάφορες περιπτώσεις στο Industry 4.0. Ο χειριστής που χειρίζεται τα μηχανήματα χρειάζεται να έχει μια οπτική μορφή των δεδομένων για τον έλεγχο των μηχανών. Για την ανίχνευση σφαλμάτων αλλά και για τον έλεγχο καλής λειτουργίας των μηχανών. Τα στελέχη των εταιρειών χρειάζονται διαφορετικές μορφές από αναφορές.

3. Μεθοδολογία – Εφαρμογές

Στην παρούσα εργασία θα δημιουργήσουμε τρεις ενδεικτικές εφαρμογές μικρής κλίμακας για να δείξουμε όλα τα στάδια λήψης (Sensors), αποθήκευσης, απεικόνισης (Scada) και αξιολόγησης των δεδομένων σε ένα περιβάλλον Industry 4.0. Θα γίνει χρήση λογισμικών της εταιρείας Wonderware (System Platform, InTouch, Historian, InSight, SmartGlance) καθώς και χρήση Hardware της εταιρείας Hitachi.

3.1 Εγκατάσταση Προγραμμάτων

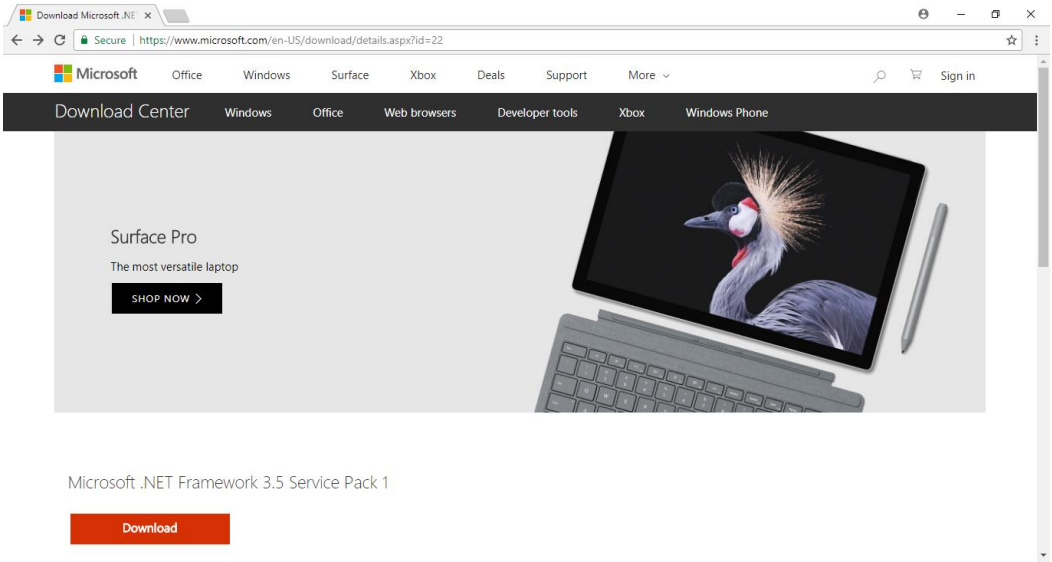
Για όλες τις εφαρμογές θα χρησιμοποιήσουμε προγράμματα της Wonderware και συγκεκριμένα το System Platform 2017 το οποίο περιλαμβάνει:

- Application Server
- Historian Server
- Historian Client
- InTouch

Επίσης θα πρέπει να γίνει η εγκατάσταση του Microsoft .NET Framework 3.5 SP1 καθώς και του Microsoft Office 2010 (32bit).

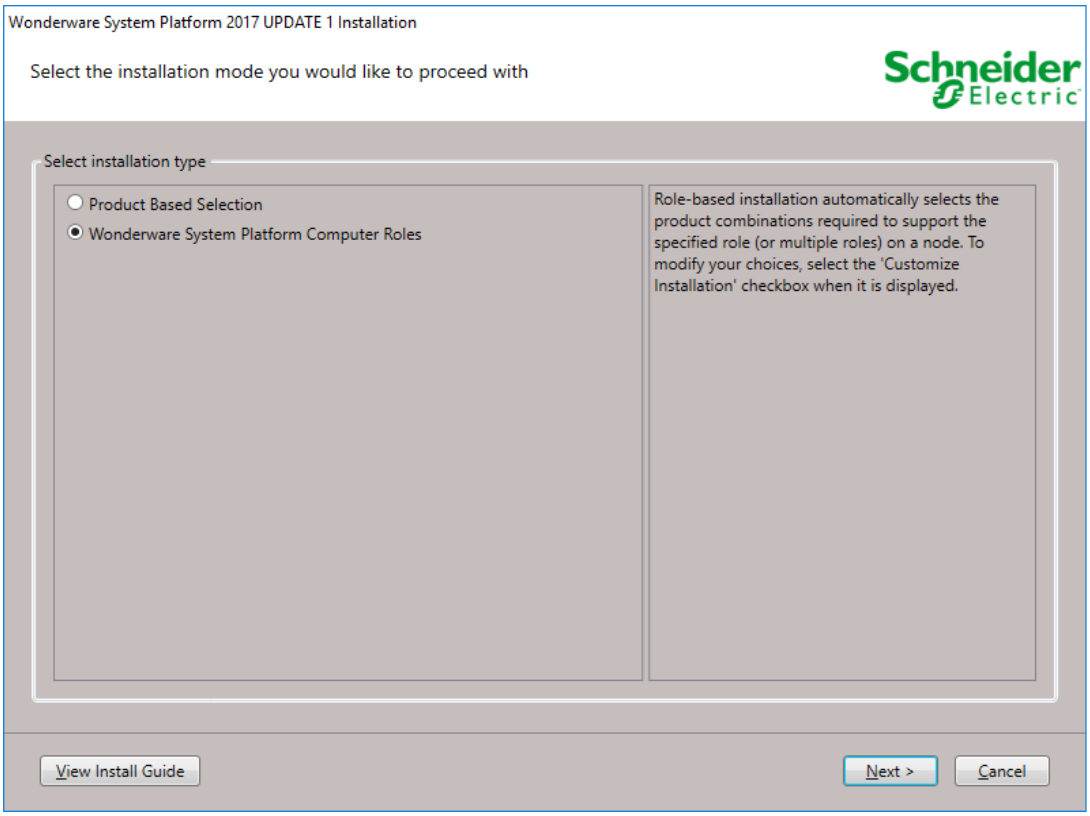
Βήματα εγκατάστασης:

1) Εγκατάσταση του Microsoft .NET Framework 3.5 SP1
   https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=25150

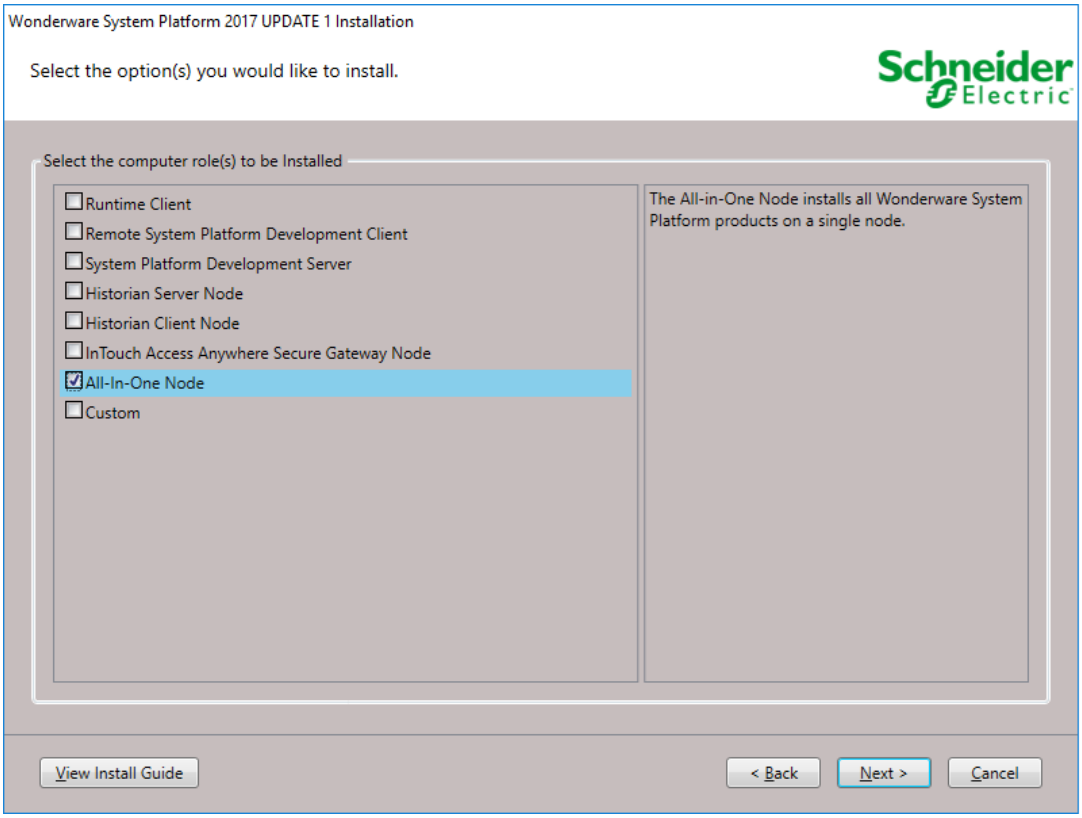


Εικόνα 7 Εγκατάσταση Microsoft .NET Framework 3.5 SP1

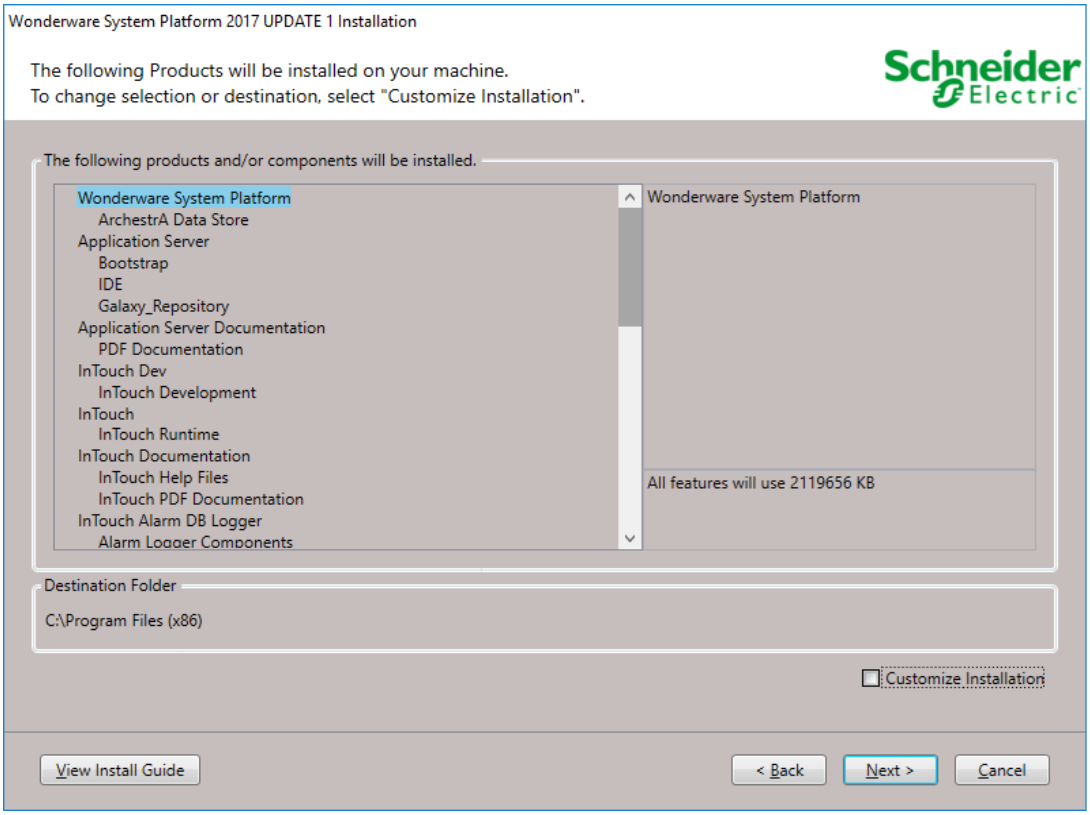
2) Εγκατάσταση του Wonderware System Platform 2017



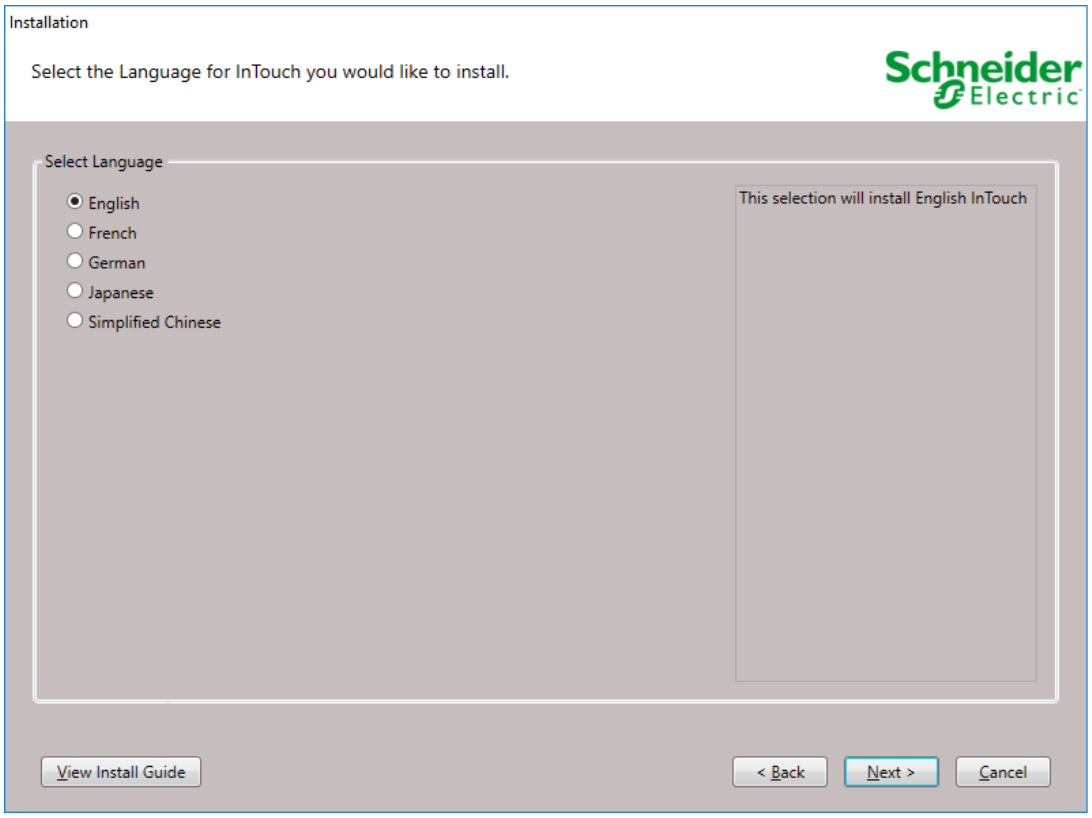
Εικόνα 8 Επιλογή τύπου εγκατάστασης



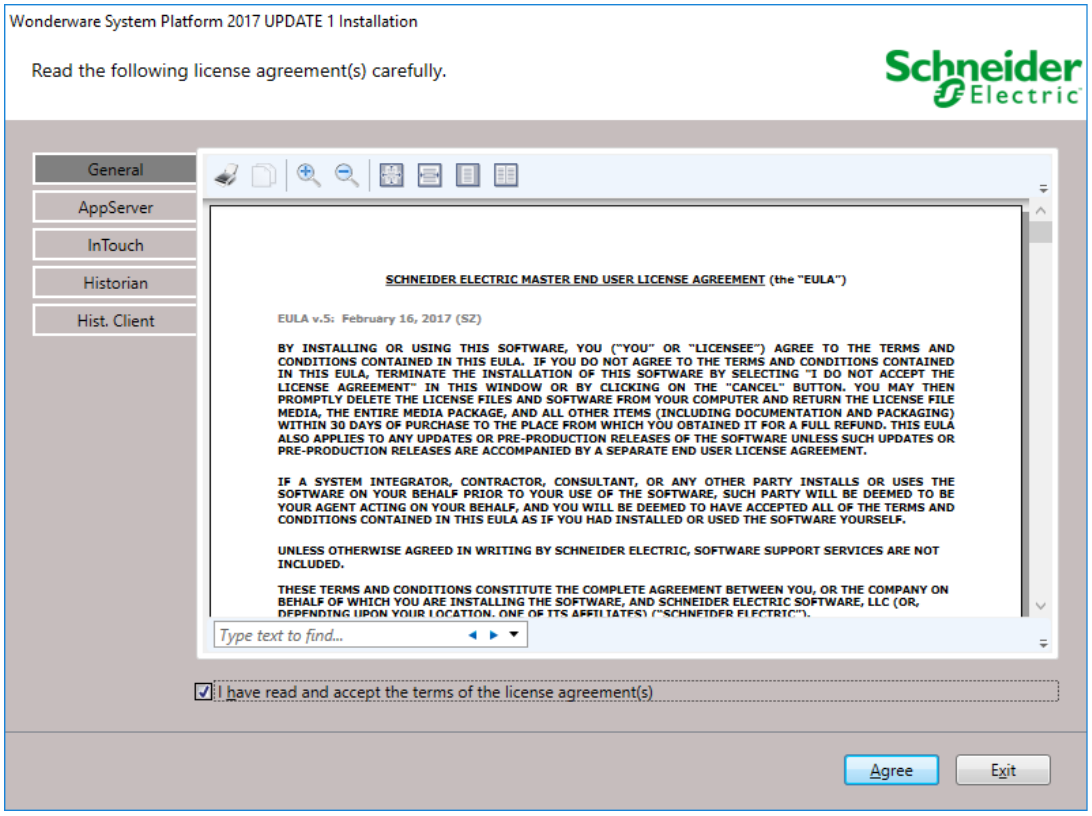
Εικόνα 9 Επιλογή Installation Role



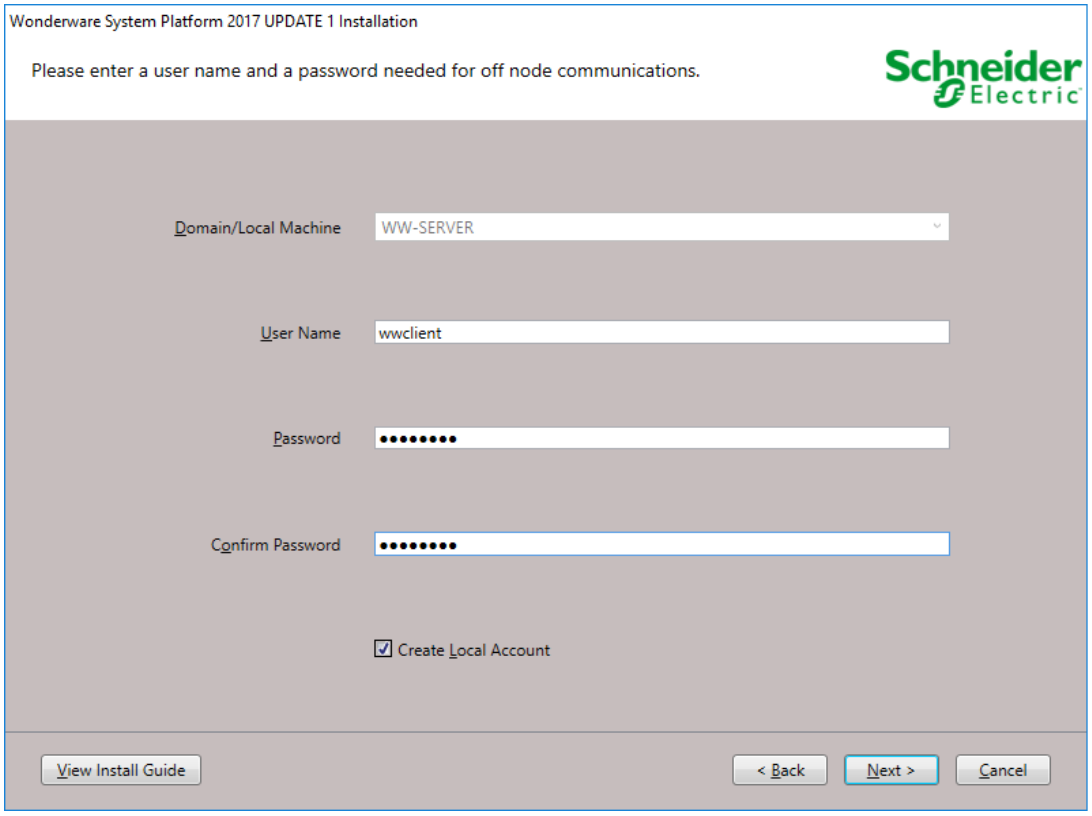
Εικόνα 10 Εμφάνιση προγραμμάτων προς εγκατάσταση



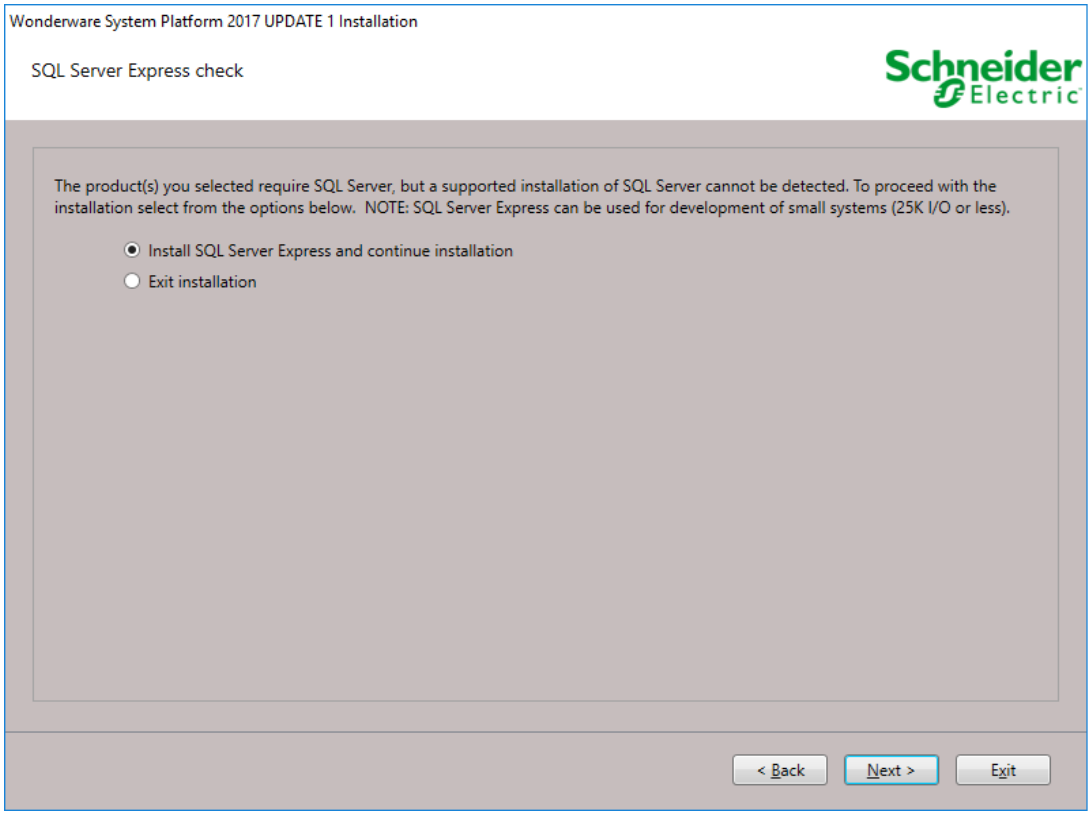
Εικόνα 11 Επιλογή γλώσσας



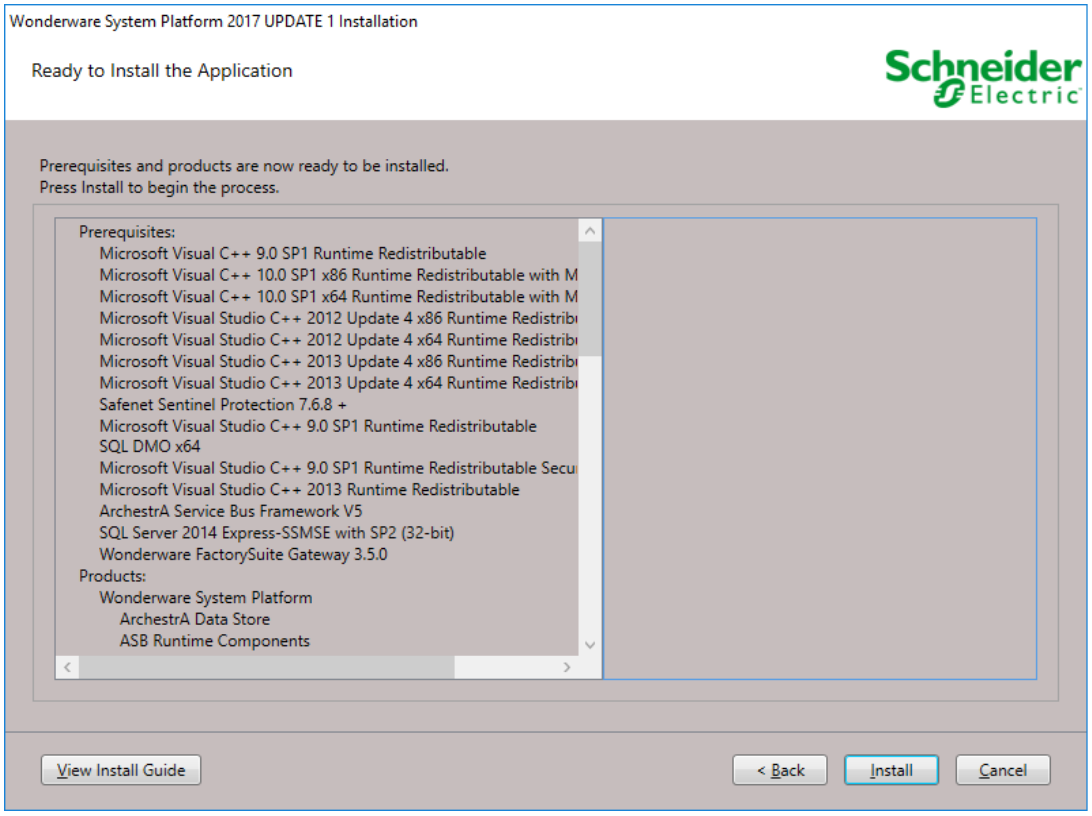
Εικόνα 12 Αποδοχή Terms of Service



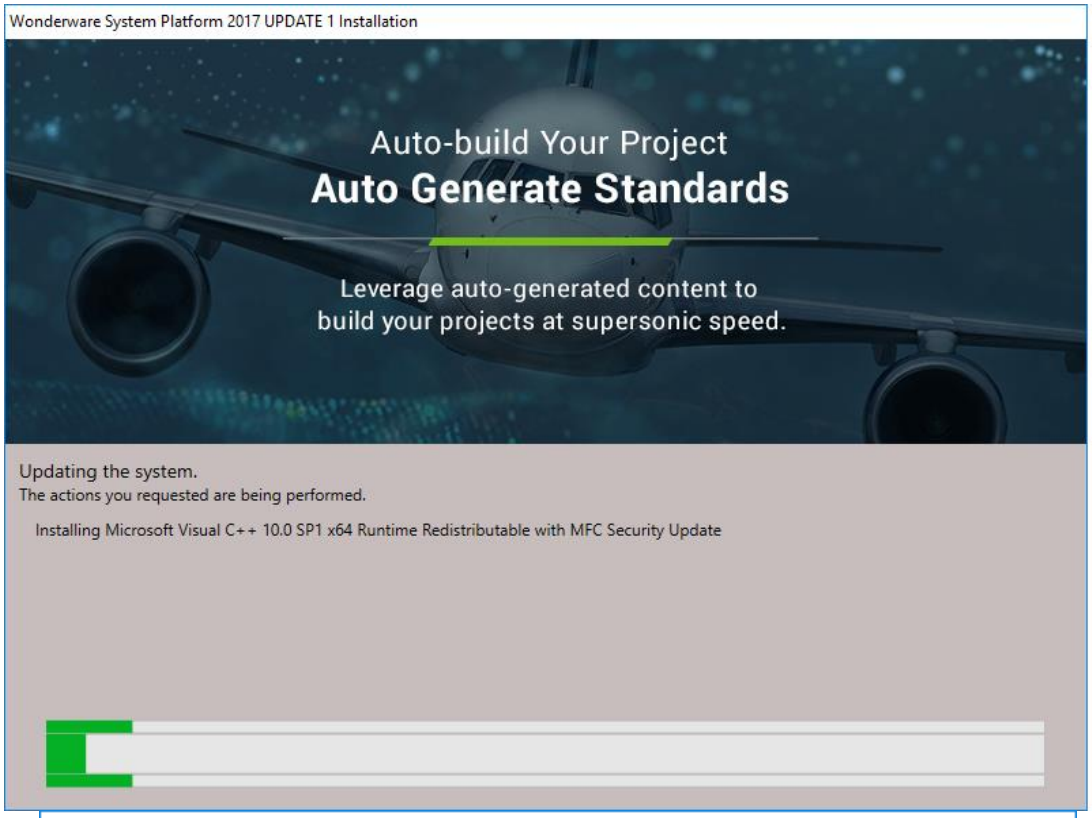
Εικόνα 13 Δημιουργία Offnode Account

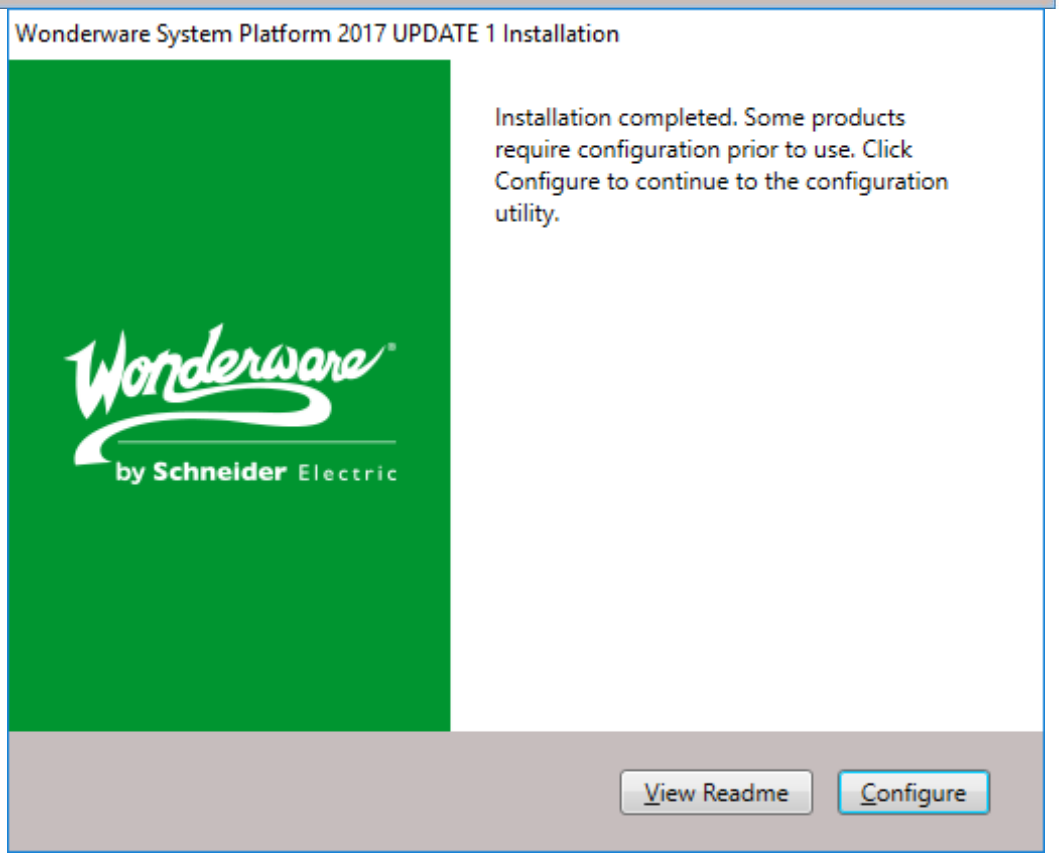


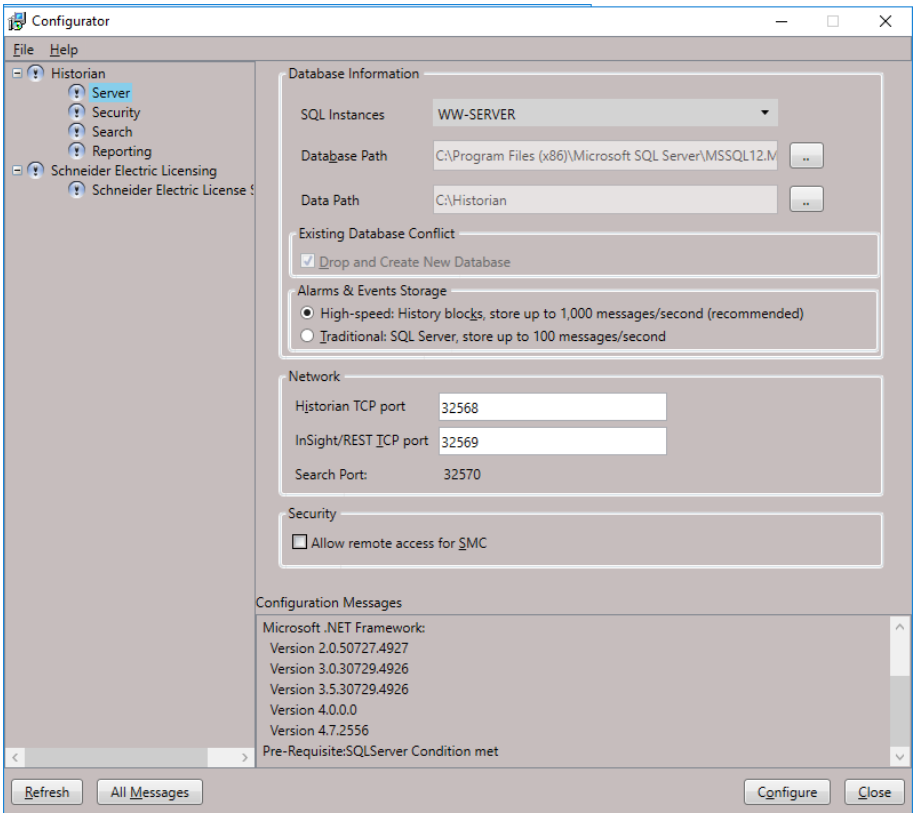
Εικόνα 14 Εγκατάσταση SQL Server



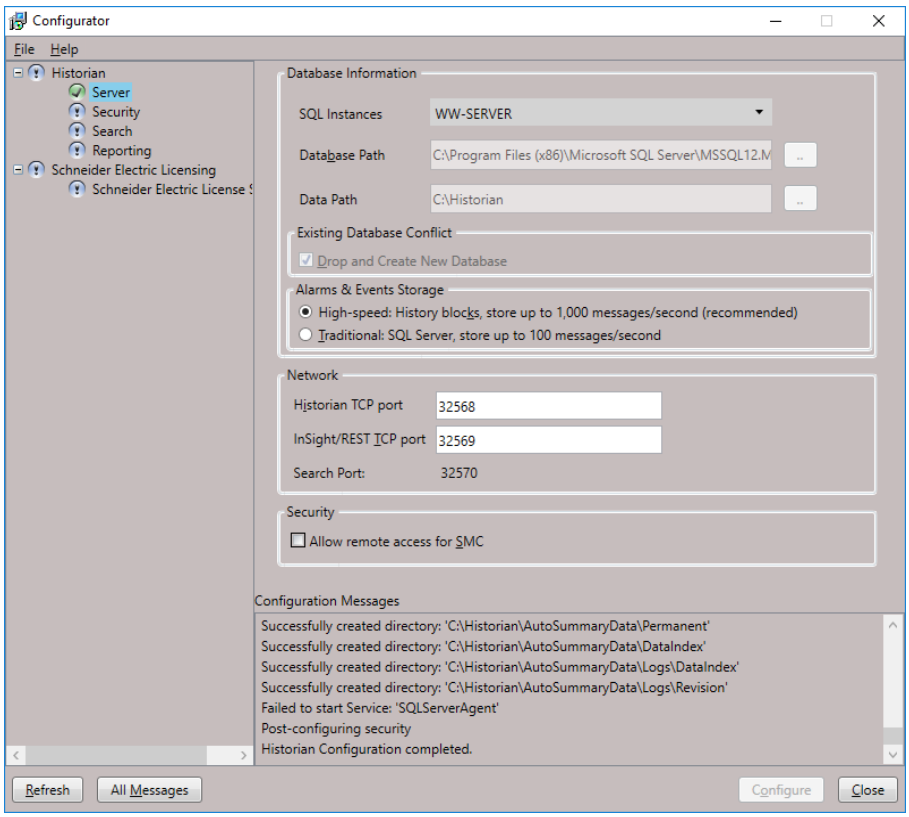
Εικόνα 15 Προγράμματα προς εγκατάσταση

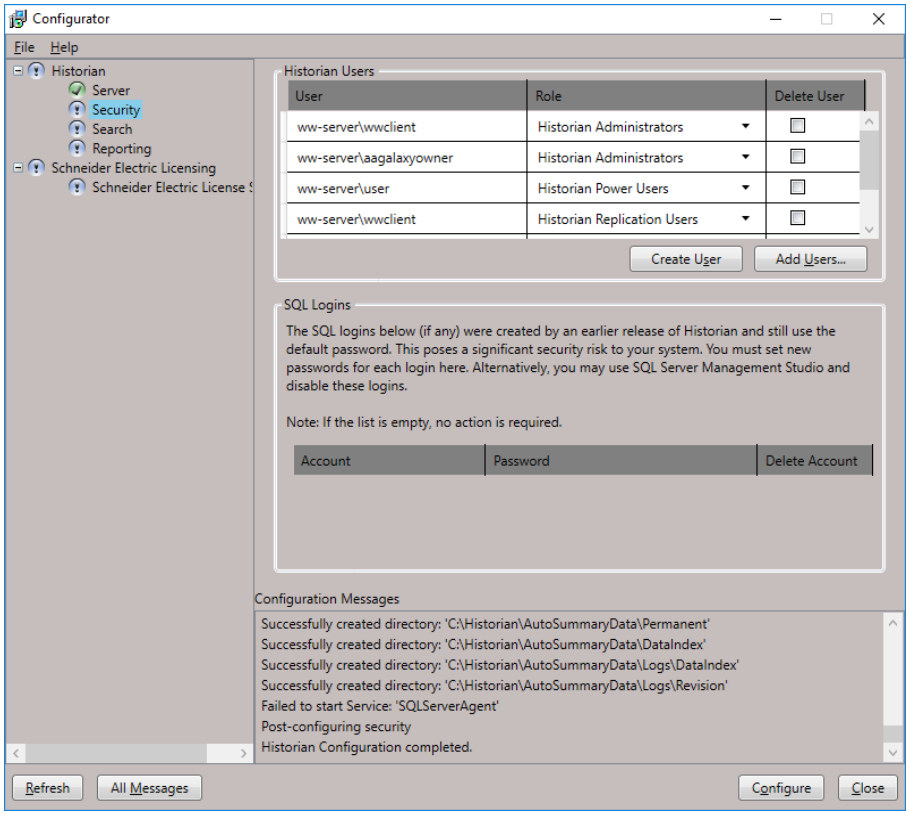

Wonderware System Platform 2017 UPDATE 1 Installation
Auto-build Your Project
Auto Generate Standards
Leverage auto-generated content to
build your projects at supersonic speed.
Updating the system.
The actions you requested are being performed.
Installing Microsoft Visual C++ 10.0 SP1 x64 Runtime Redistributable with MFC Security Update


Wonderware System Platform 2017 UPDATE 1 Installation
Installation completed. Some products require configuration prior to use. Click Configure to continue to the configuration utility.
Wonderware
by Schneider Electric
View Readme
Configure

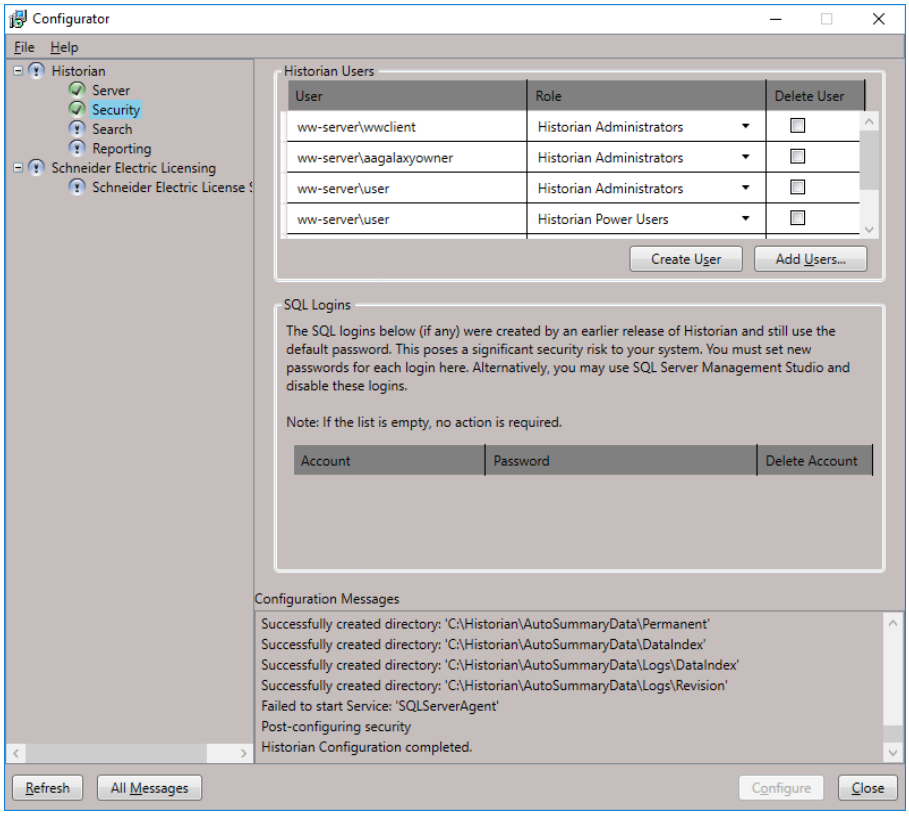


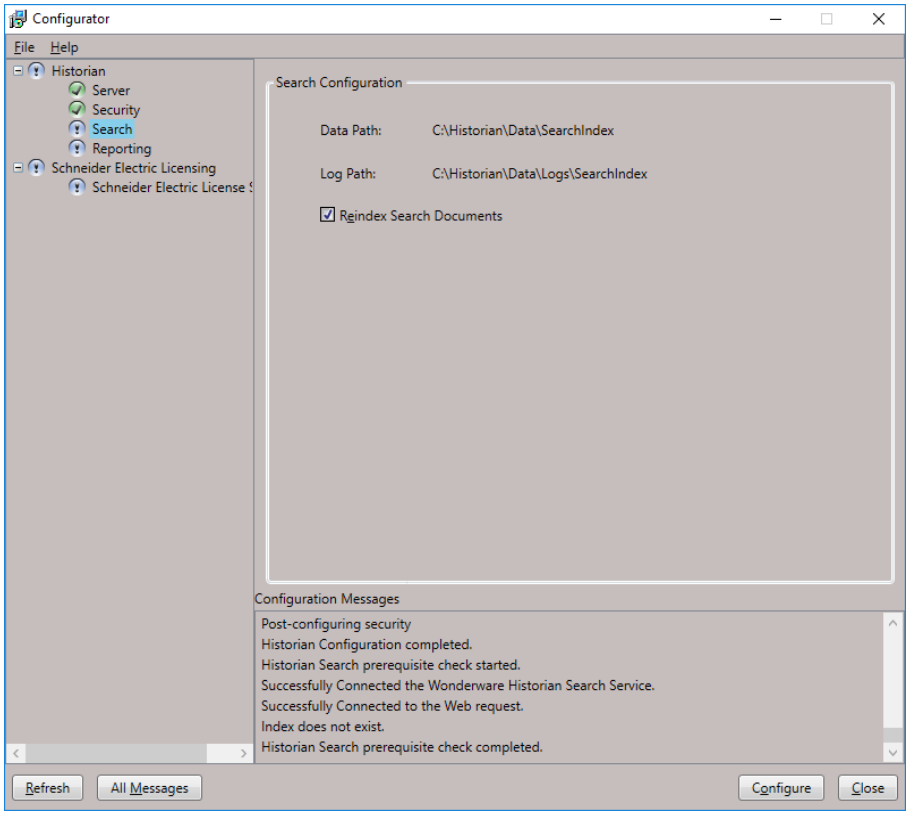
Εικόνα 16 Παραμετροποίηση Historian Server Connection



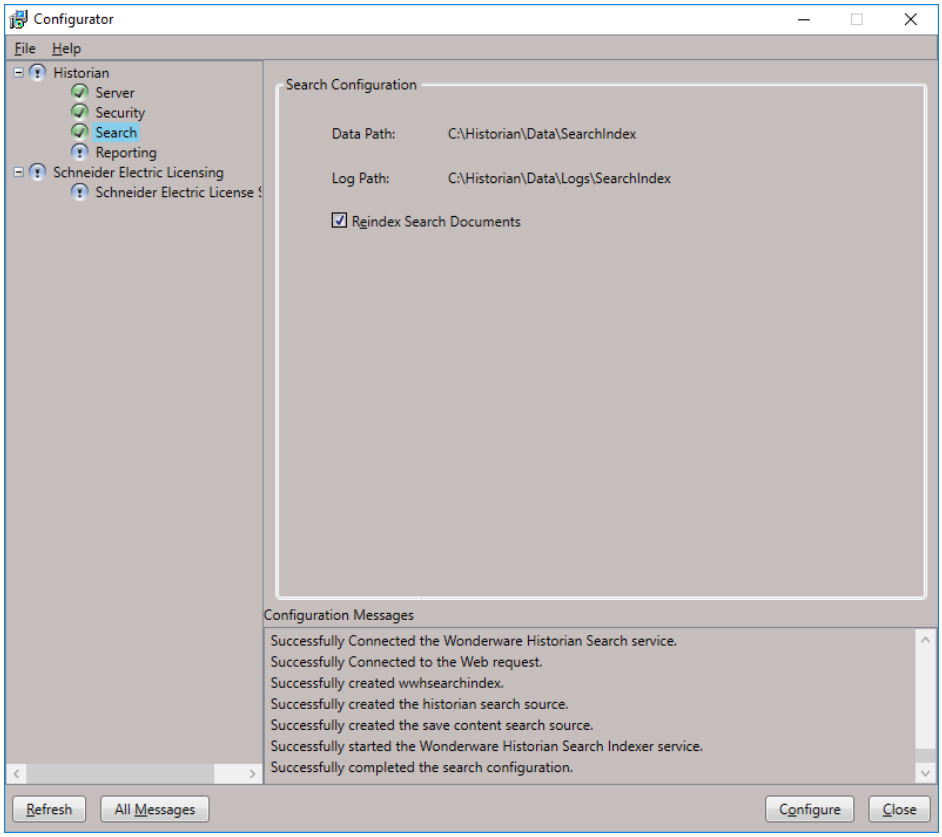


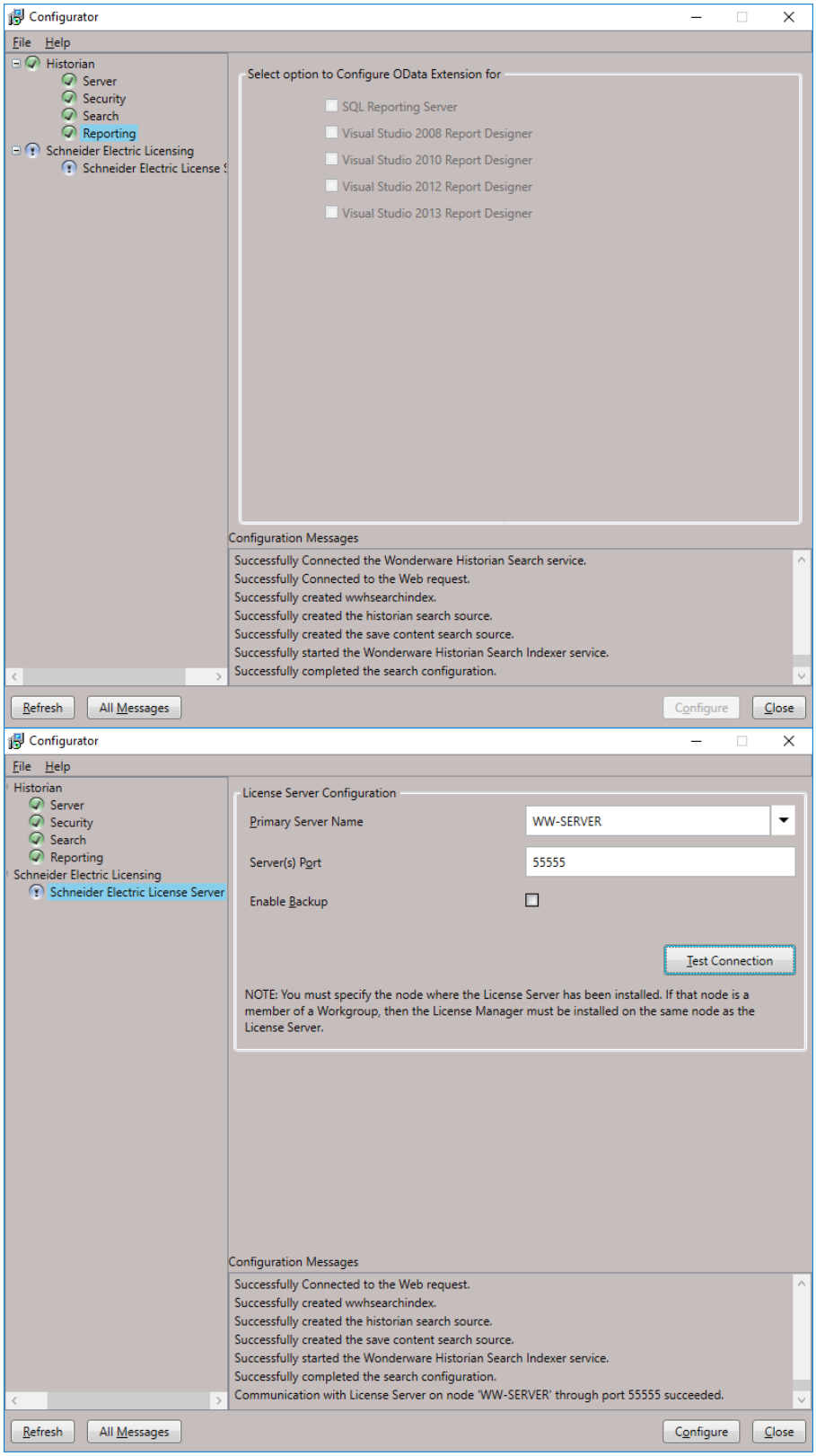
Εικόνα 17 Παραμετροποίηση Security Users



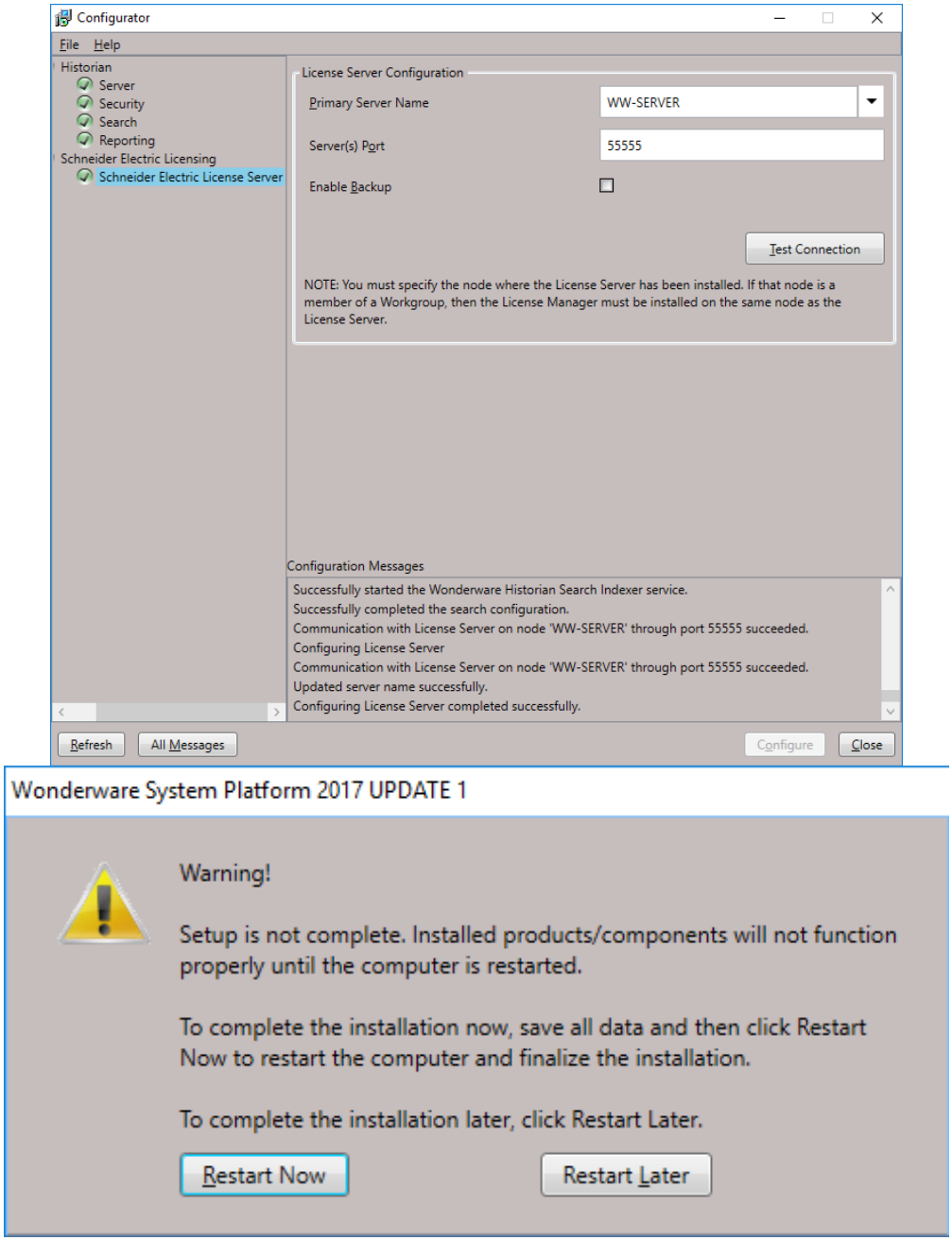


Εικόνα 18 Παραμετροποίηση Search Index





Εικόνα 19 Παραμετροποίηση License Server



Εικόνα 20 Τέλος Εγκατάστασης

3.2 Εφαρμογή No.1

Σενάριο

Την έχω φτιάξει για υδροηλεκτρικό σταθμό της ΔΕΗ. Μετράμε με ασύρματους και ενσύρματους αισθητήρες διάφορα σημεία στάθμης νερού. Έχουμε έναν αριθμό από τουρμπίνες οι οποίες ενεργοποιούνται για να μειώνετε η στάθμη στα σημεία που θέλουμε.

Προβλήματα:

1) Θέλανε να ενεργοποιούνται οι τουρμπίνες ανάλογα με τις ώρες χρήσης που μπορεί να είχε η καθεμία ή ανάλογα με το αν είναι διαθέσιμη ή όχι. Με το σύστημα που έστησα μειώθηκαν κατά πολύ τα έξοδα για συντηρήσεις των τουρμπινών και γίνεται πλέον καλύτερα ο προληπτικός έλεγχός τους.

2) Όταν χανόταν η επικοινωνία των PLC με τους υπολογιστές χάνανε δεδομένα παραγωγής και υπήρχε πολλές φορές η περίπτωση να πληρώσουν πρόστιμο είτε γιατί κάνανε περισσότερη παραγωγή από ότι είχε ζητηθεί, είτε κάνανε λιγότερη.

   Εδώ προγραμμάτισα τα PLC να καταγράφουν τις πληροφορίες στις μνήμες τους μέχρι να γίνει η αποκατάσταση της επικοινωνίας και στη συνέχεια να στέλνουν τα δεδομένα με σωστή χρονοσφραγίδα πίσω στη βάση για καταγραφή.

   Αυτό το κομμάτι της καταγραφής των δεδομένων απευθείας σε θέσεις μνήμης PLC ΔΕΝ την είχε υλοποιήσει κανείς μέχρι τώρα. Όλοι εφάρμοζαν την λύση του επόμενου επιπέδου που είναι στα PC.

3) Θέλανε σύστημα καταγραφής σφαλμάτων των μηχανών καθώς και το ποιος είχε βάρδια εκείνη τη στιγμή. Πολλές φορές δεν είχαν στοιχεία για πιο λόγο δεν πετυχαίναν τους στόχους παραγωγής διότι κάποια μηχανή ήταν εκτός λειτουργίας.

Στο παράδειγμά μου θα δείξω σε μικρή κλίμακα πως επιτυγχάνεται το παραπάνω.

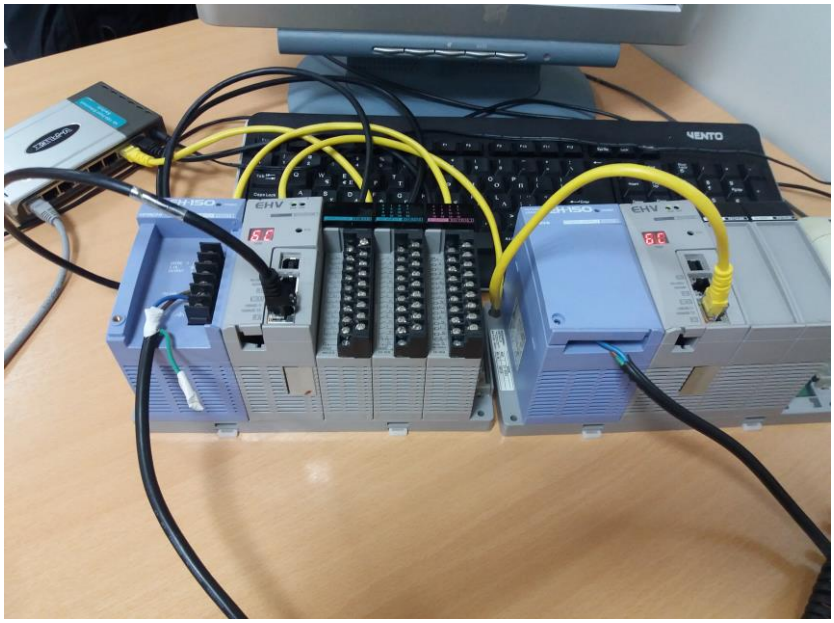
Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν:

1) Wonderware InTouch (SCADA)
2) OPC Link (Data Access Server – PLC)
3) Hitachi OPC Server
4) Hitachi PLC
5) Control Editor (Hitachi PLC programming)

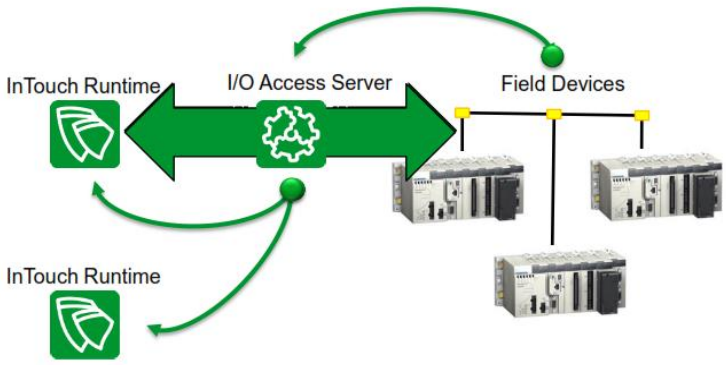
3.2.1 Εγκατάσταση επιπλέον προγραμμάτων

Σε αυτή την εφαρμογή θα χρειαστούμε να εγκαταστήσουμε 3 επιπλέον προγράμματα:

1) OPC Link – Είναι το πρόγραμμα το οποίο συνδέει τον Hitachi OPC Server με το λογισμικό της Wonderware. Δουλεύει ως γέφυρα για την επικοινωνία.
2) Hitachi OPC Server – Είναι το λογισμικό που επικοινωνεί με τα PLC για την συλλογή των δεδομένων
3) Control Editor (Hitachi PLC programming) – Είναι το λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουμε για να προγραμματίσουμε τα PLC. (Σημείωση: Δουλεύει μόνο σε Windows XP)

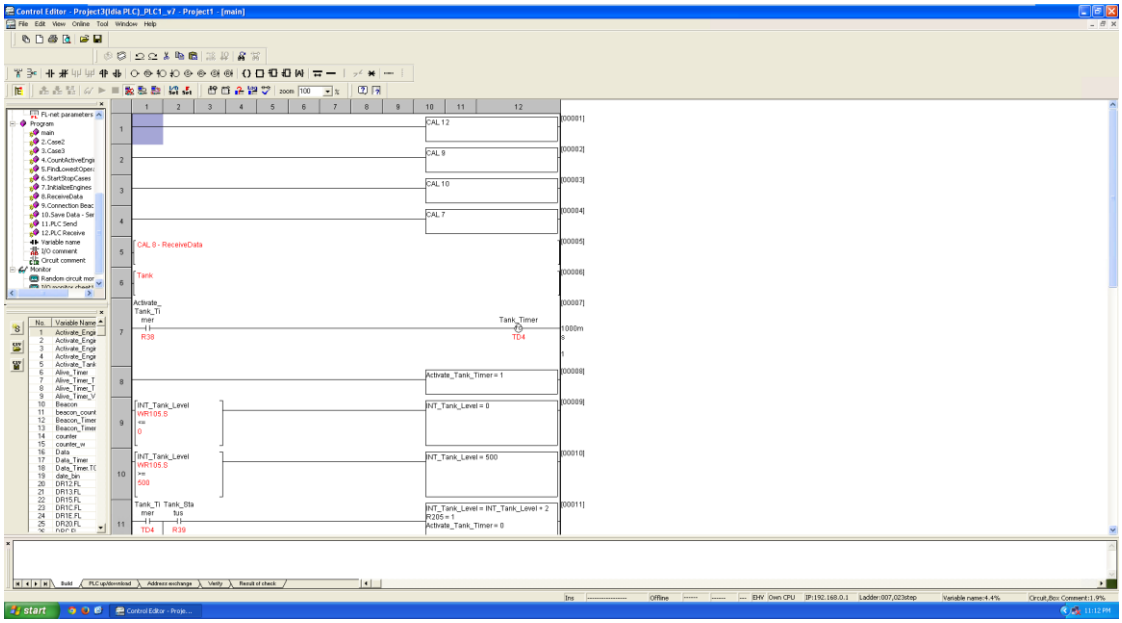


Εικόνα 21 Hitachi PLC



Εικόνα 22 Τοπολογία σύνδεσης PLC - Εφαρμογή No.1

Εικόνα 23 InTouch WindowMaker - InTouch IDE (Εφαρμογή No.1)



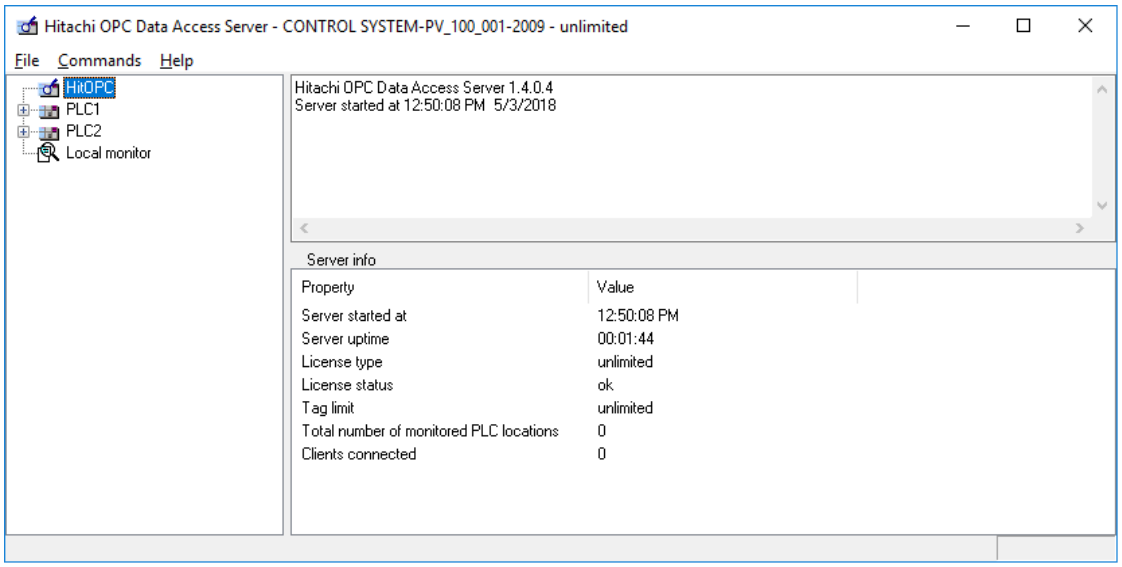
Εικόνα 24 Control Editor - Hitachi PLC programming

3.2.2 Παραμετροποίηση Hitachi OPC Server

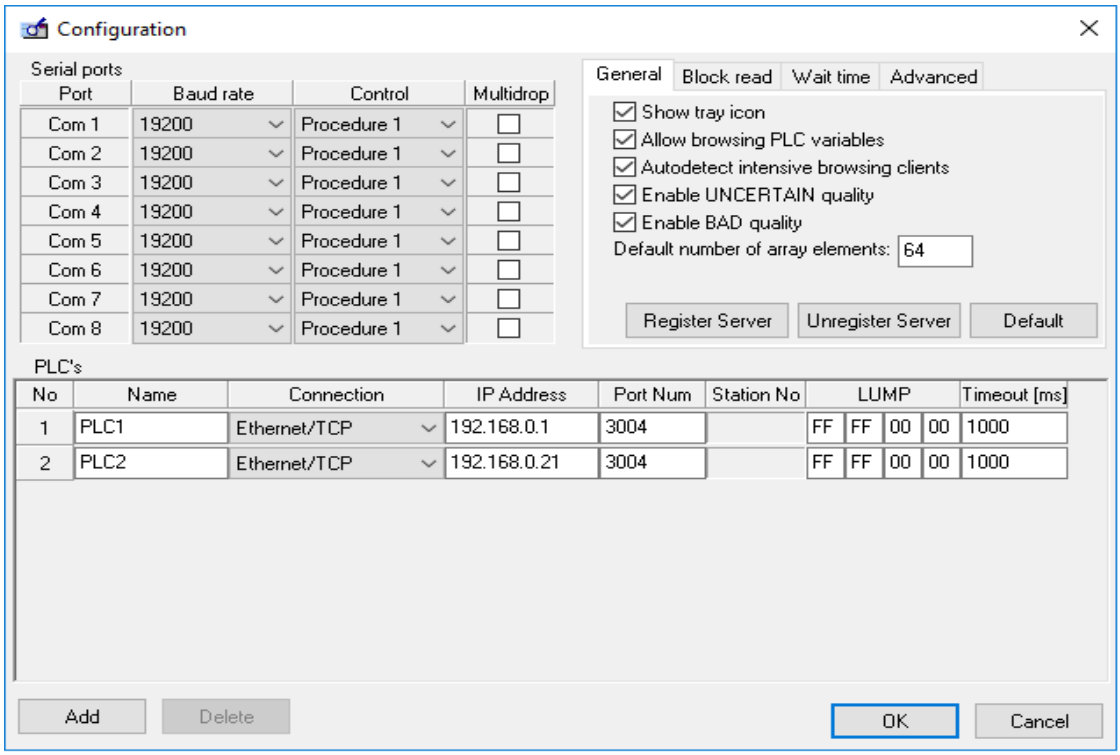
Εδώ θα κάνουμε την παραμετροποίηση του Hitachi OPC Server ο οποίος θα μας επιτρέψει να έχουμε επικοινωνία με τα PLC μέσω Ethernet. Τα PLC μας θα έχουν τις διευθύνσεις:

PLC1 – 192.168.0.2

PLC2 – 192.168.0.21



Εικόνα 25 Hitachi OPC Server

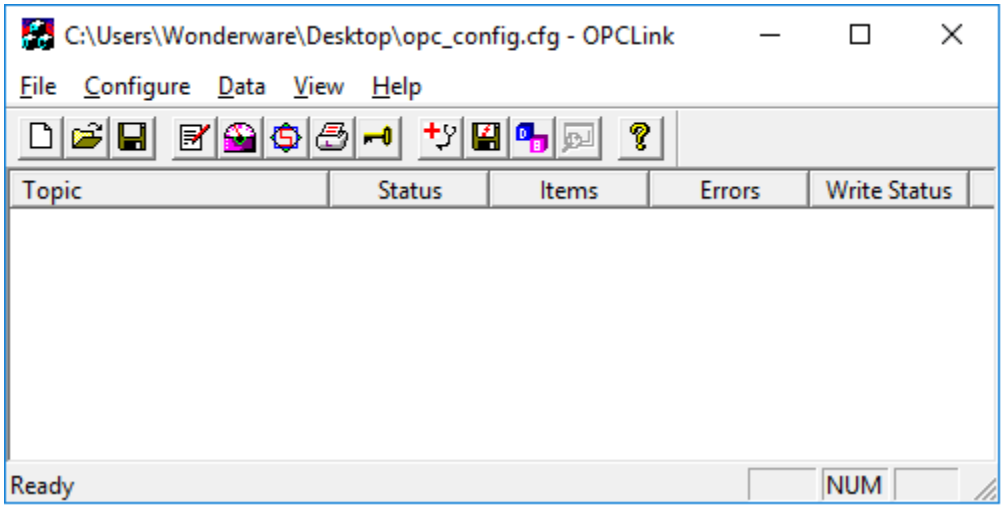


Εικόνα 26 Hitachi OPC Server – Configuration

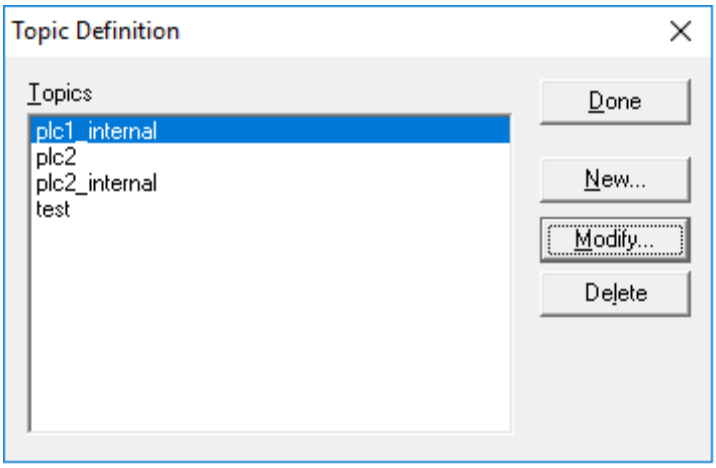
3.2.3 Παραμετροποίηση OPC Link

Εδώ θα κάνουμε την παραμετροποίηση του προγράμματος OPC Link το οποίο θα λειτουργήσει σαν γέφυρα επικοινωνίας μεταξύ των PLC και του λογισμικού της Wonderware.

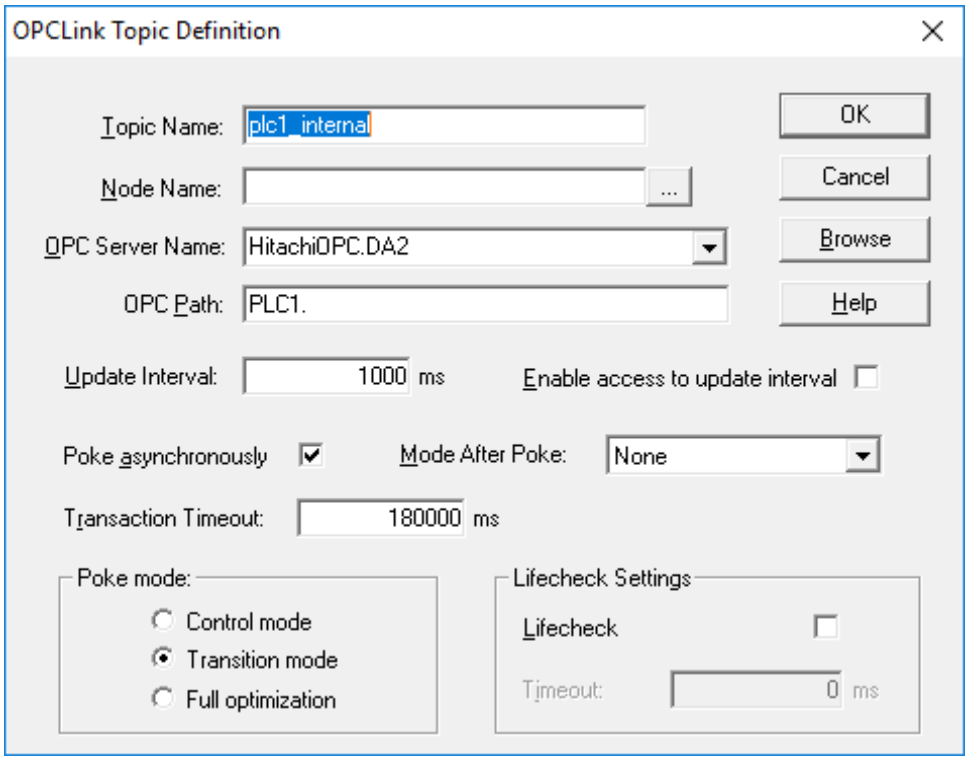
Θα πρέπει να δηλώσουμε “Topic” δηλαδή ένα όνομα όπου το λογισμικό μας θα πάει να ψάχνει για δεδομένα.

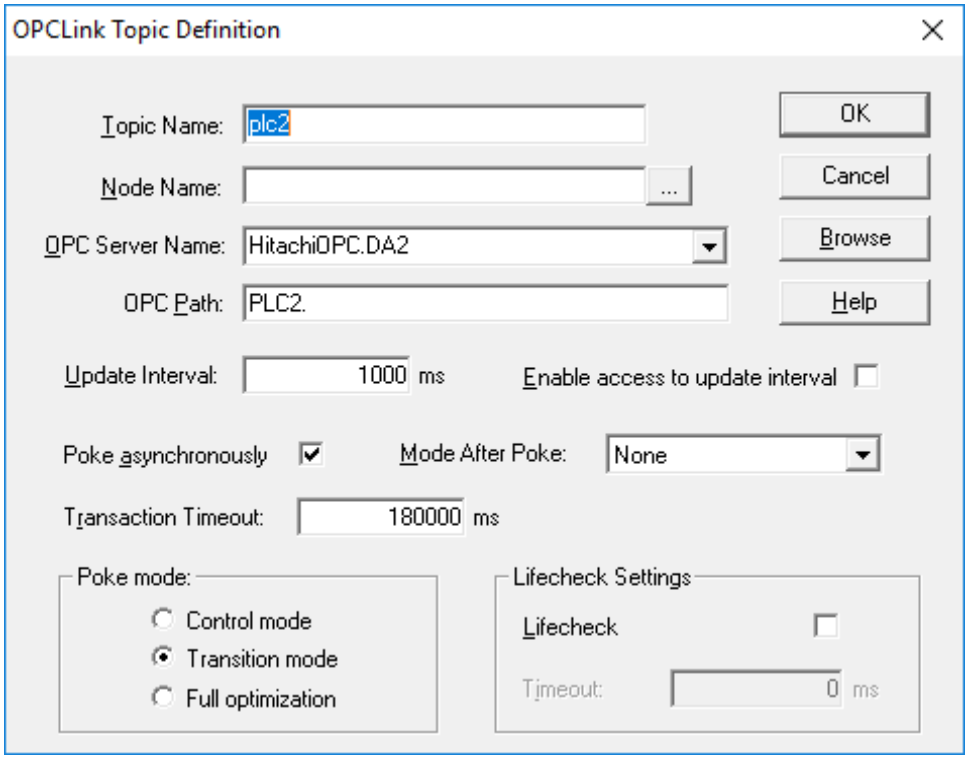


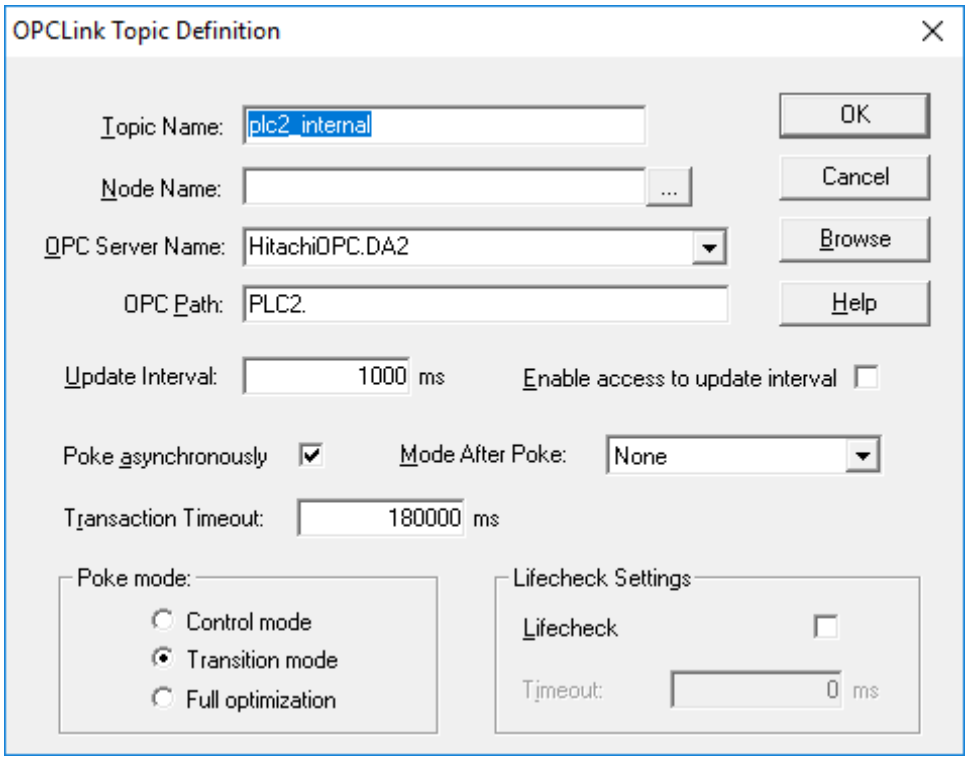
Εικόνα 27 OPC Link

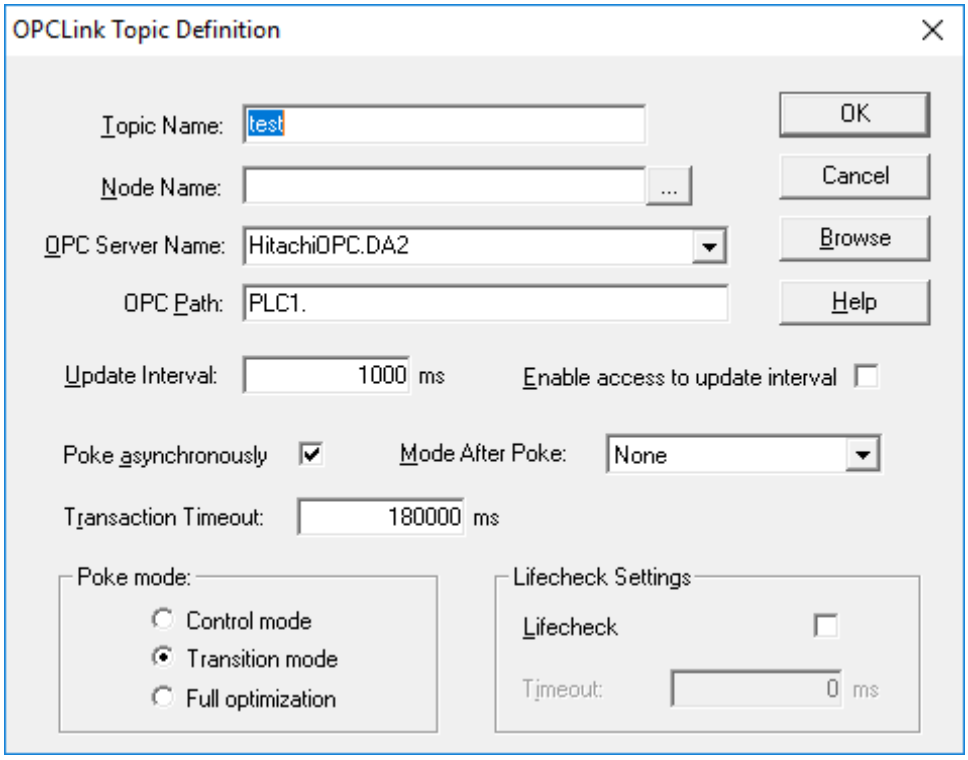


Εικόνα 28 OPC Link - Topic Definition



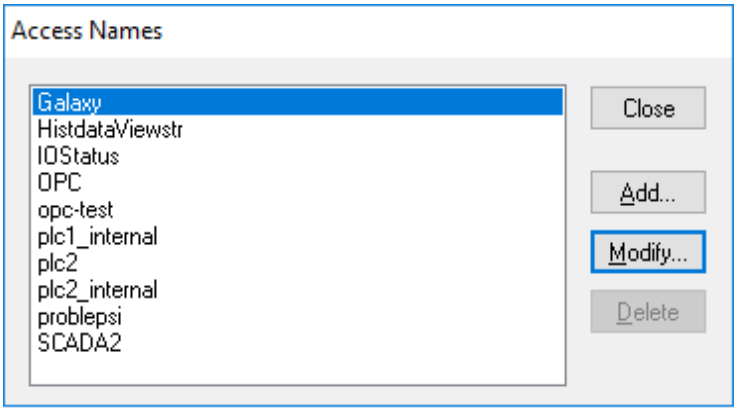

OPCLink Topic Definition
Topic Name:
plc2
OK
Node Name:
...
Cancel
OPC Server Name:
HitachiOPC.DA2
Browse
OPC Path:
PLC2.
Help
Update Interval:
1000
ms
Enable access to update interval
Poke asynchronously
Mode After Poke:
None
Transaction Timeout:
180000
ms
Poke mode:
Control mode
Transition mode
Full optimization
Lifecheck Settings
Lifecheck
Timeout:
0
ms


OPCLink Topic Definition
Topic Name:
plc2_internal
OK
Node Name:
...
Cancel
OPC Server Name:
HitachiOPC.DA2
Browse
OPC Path:
PLC2.
Help
Update Interval:
1000
ms
Enable access to update interval
Poke asynchronously
Mode After Poke:
None
Transaction Timeout:
180000
ms
Poke mode:
Control mode
Transition mode
Full optimization
Lifecheck Settings
Lifecheck
Timeout:
0
ms

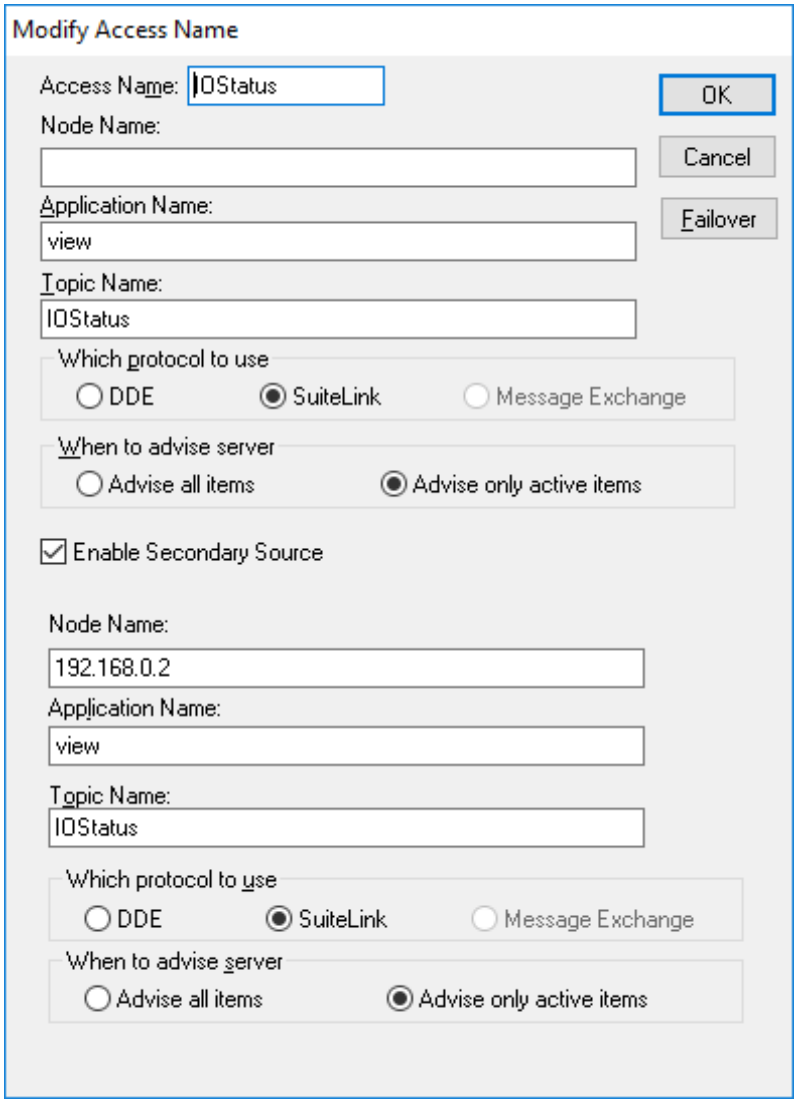

OPCLink Topic Definition
Topic Name:
test
Node Name:
...
OPC Server Name:
HitachiOPC.DA2
OPC Path:
PLC1.
OK
Cancel
Browse
Help
Update Interval:
1000
ms
Enable access to update interval
Poke asynchronously
Mode After Poke:
None
Transaction Timeout:
180000
ms
Poke mode:
Control mode
Transition mode
Full optimization
Lifecheck Settings
Lifecheck
Timeout:
0
ms

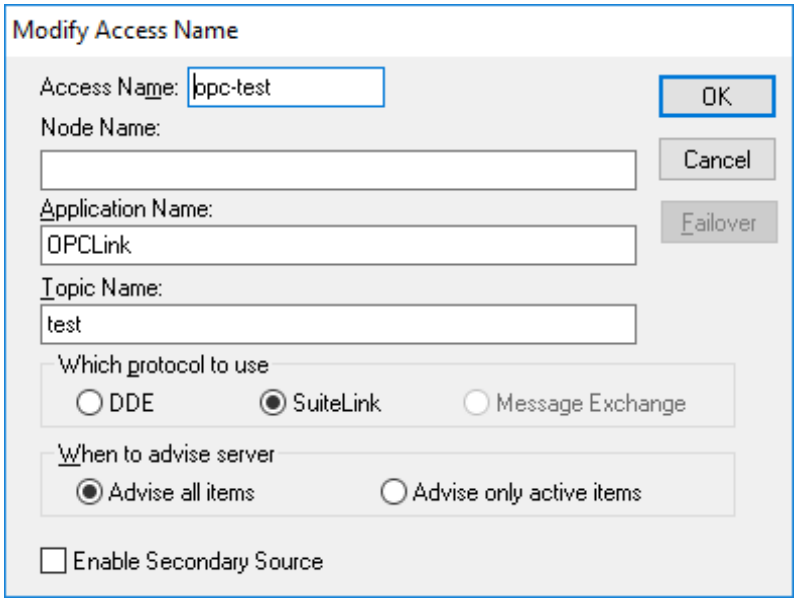
3.2.4 Παραμετροποίηση InTouch (Access Names)

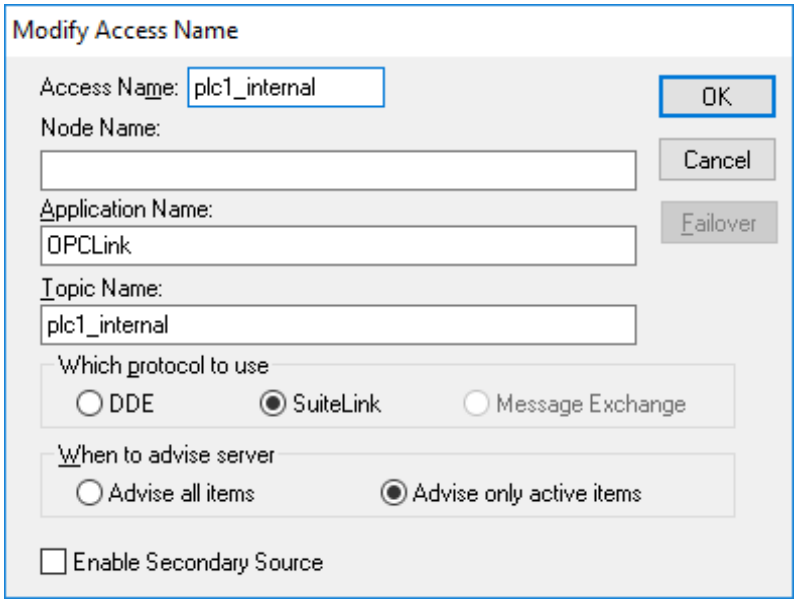
Εδώ θα ρυθμίσουμε το πρόγραμμα InTouch τις πηγές από όπου θα παίρνουμε τα δεδομένα μας.

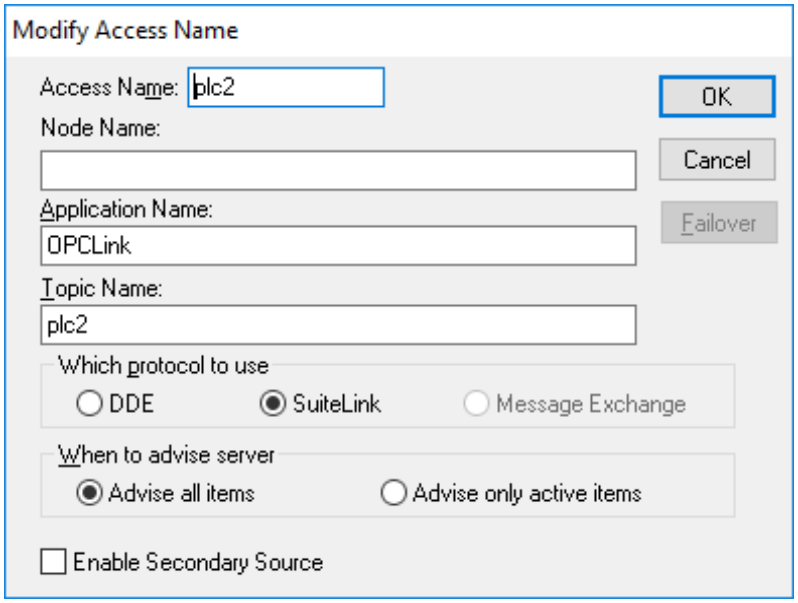


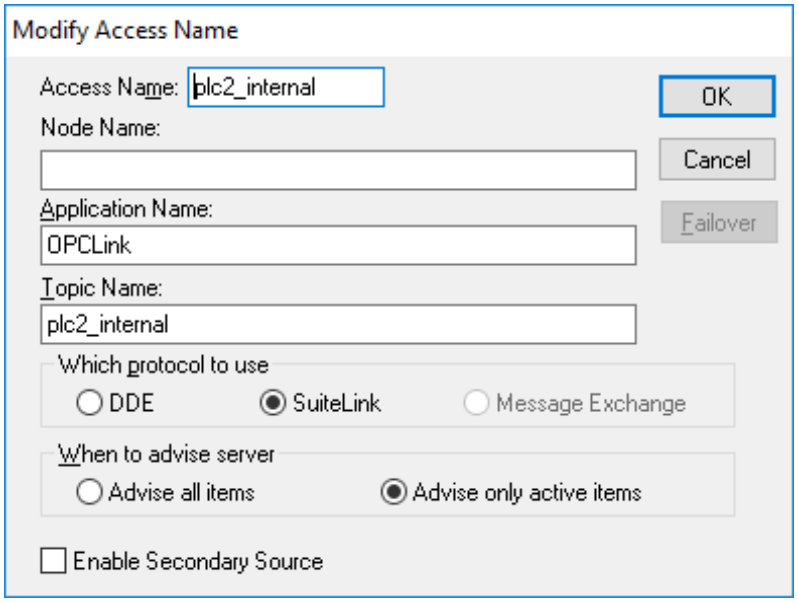
Εικόνα 29 InTouch (Access Names)




Modify Access Name
Access Name: opc-test
Node Name:
Application Name:
OPCLink
Topic Name:
test
Which protocol to use
DDE
SuiteLink
Message Exchange
When to advise server
Advise all items
Advise only active items
Enable Secondary Source
OK
Cancel
Failover


Modify Access Name
Access Name: plc1_internal
Node Name:
Application Name:
OPCLink
Topic Name:
plc1_internal
Which protocol to use
DDE
SuiteLink
Message Exchange
When to advise server
Advise all items
Advise only active items
Enable Secondary Source
OK
Cancel
Failover


Modify Access Name
Access Name: plc2
Node Name:
Application Name:
OPCLink
Topic Name:
plc2
Which protocol to use
DDE
SuiteLink
Message Exchange
When to advise server
Advise all items
Advise only active items
Enable Secondary Source
OK
Cancel
Failover



3.2.5 Παρατηρήσεις εφαρμογής No.1

Η εφαρμογή No.1 δεν έχει σχεδιαστεί με το πρότυπου του ΄΄Situational Awareness΄΄ και αυτό έγινε για να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης με τις άλλες δύο εφαρμογές (No.2 και No.3) όπου έχει εφαρμοστεί.

Στην παρουσίαση της διπλωματικής θα δούμε τις λειτουργίες της παραπάνω εφαρμογής.

3.3 Εφαρμογή Νο.2

Σενάριο

Χρήση δεδομένων από ασύρματες και ενσύρματες συσκευές με στόχο την απεικόνισή τους σε σύστημα SCADA. Δημιουργία της εφαρμογής με το σκεπτικό του **"Situational Awareness"** για καλύτερη κατανόηση των δεδομένων και την αποφυγή ατυχημάτων στο χώρο του εργοστασίου.

[Έχουν γίνει έρευνες για το παραπάνω και τα ποσοστά βελτίωσης είναι πάρα πολύ μεγάλα. Έτσι έχουν δημιουργηθεί κάποια Standard για τη χρήση του από τη βιομηχανία]

Τα δεδομένα καταγράφονται τοπικά αλλά έχουμε τη δυνατότητα για Multi-Tier καταγραφή καθώς και στο Cloud. Χρήση των παραπάνω δεδομένων για δημιουργία δεικτών KPI και παρακολούθηση της παραγωγής απομακρυσμένα.

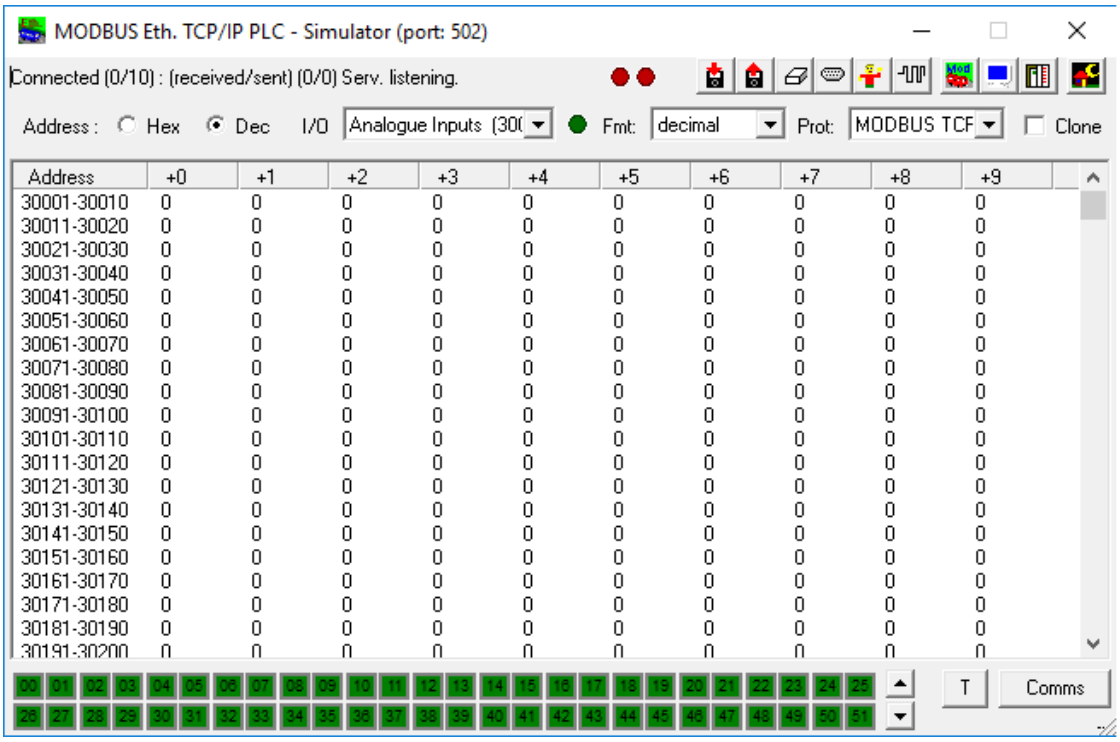
Θα χρησιμοποιηθεί προσομοιωτής πρωτοκόλλου MODBUS (ModSim) για την δημιουργία των σημάτων.

Τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν:

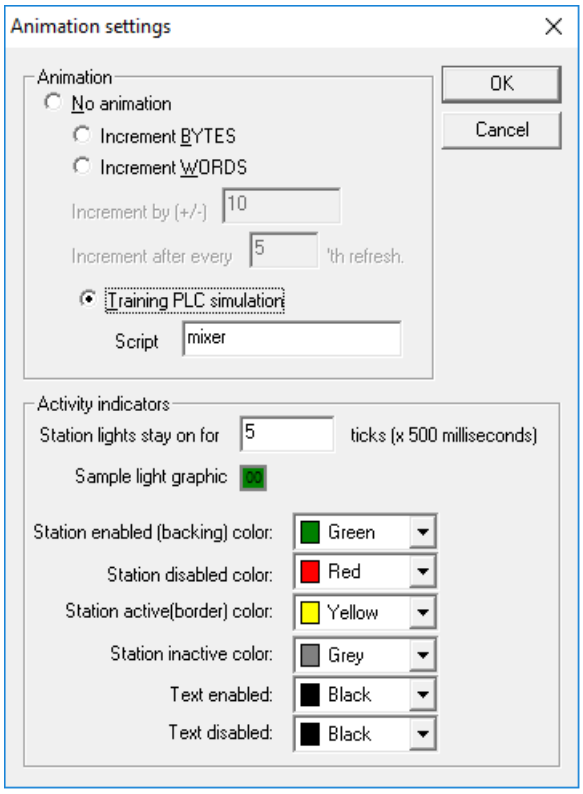
1) Wonderware InTouch (SCADA)
2) Wonderware Historian (Database, Replication)
3) Wonderware InSight (Τοπική χρήση των δεδομένων για δημιουργία KPI)
4) Wonderware InSight Online (Χρήση της εφαρμογής InSight Online με τη δυνατότητα χρήσης A.I της Wonderware)
5) ModSim (MOBUS Simulator) http://www.plcsimulator.org/
6) OI Server (Operation Integration Server για διασύνδεση του εξομοιωτή με το σύστημα.
7) SmartGlance App (Απεικόνιση των δεδομένων από το InSight στο κινητό/tablet)

3.3.1 Παραμετροποίηση προσομοιωτή ModSim

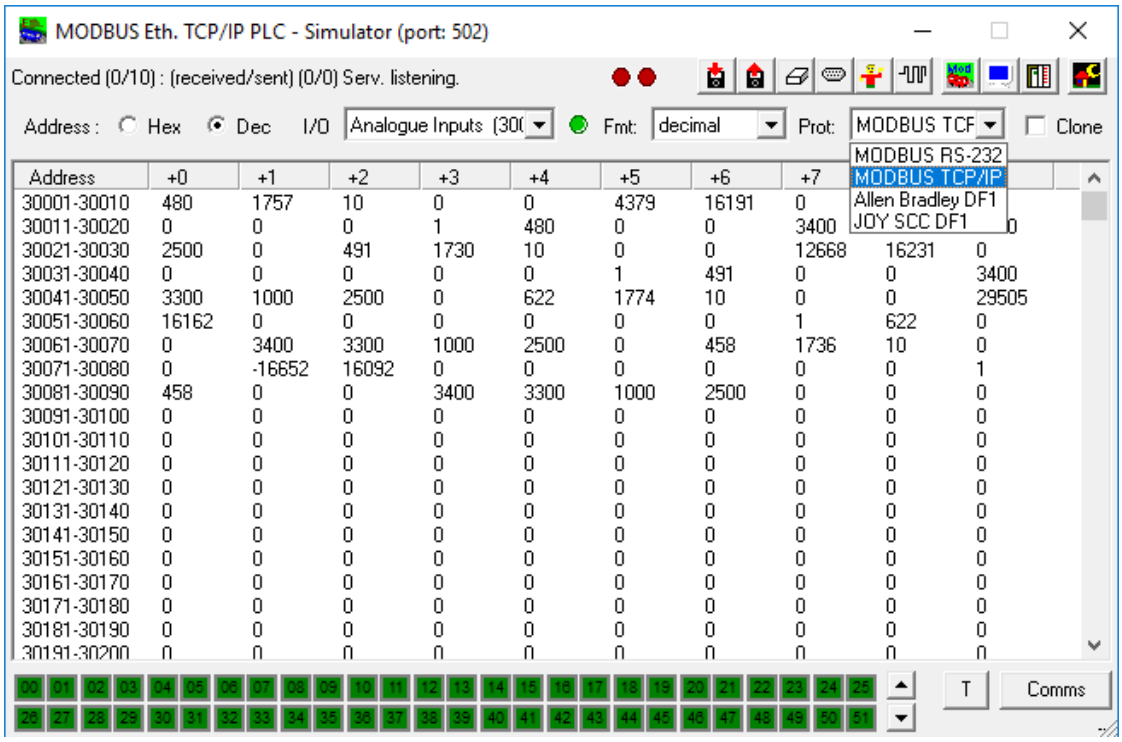
Ο προσομοιωτής ModSim είναι ένας Open Source προσομοιωτής PLC που χρησιμοποιεί πρωτόκολλο επικοινωνίας MODBUS. Θα τον χρησιμοποιήσουμε για τη δημιουργία σημάτων, πάνω στα οποία θα χτίσουμε μια εφαρμογή.



Εικόνα 30 Προσομοιωτής ModSim



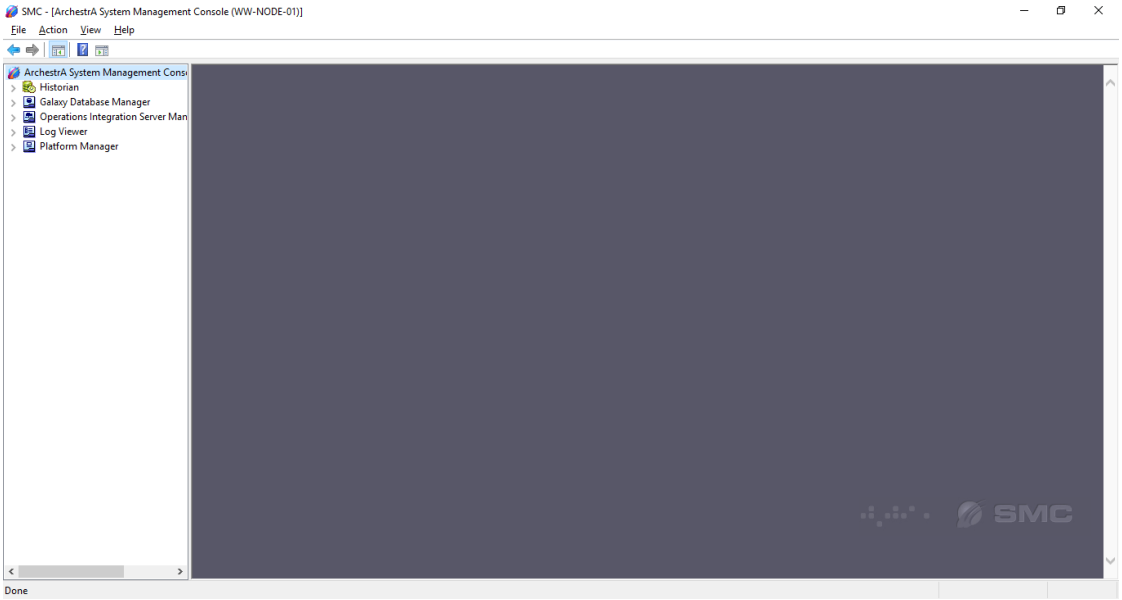
Εικόνα 31 Ρυθμίσεις ModSim



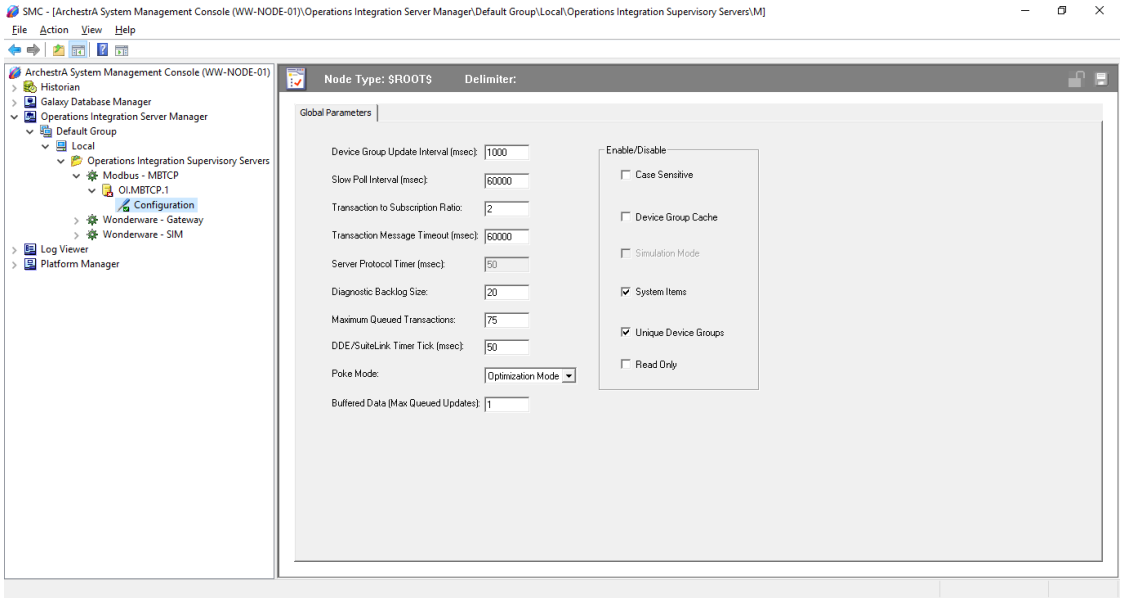
Εικόνα 32 Ενεργή λειτουργία του ModSim – Επιλογή MODBUS TCP/IP

3.3.2 Παραμετροποίηση OI Server (MBTCP)

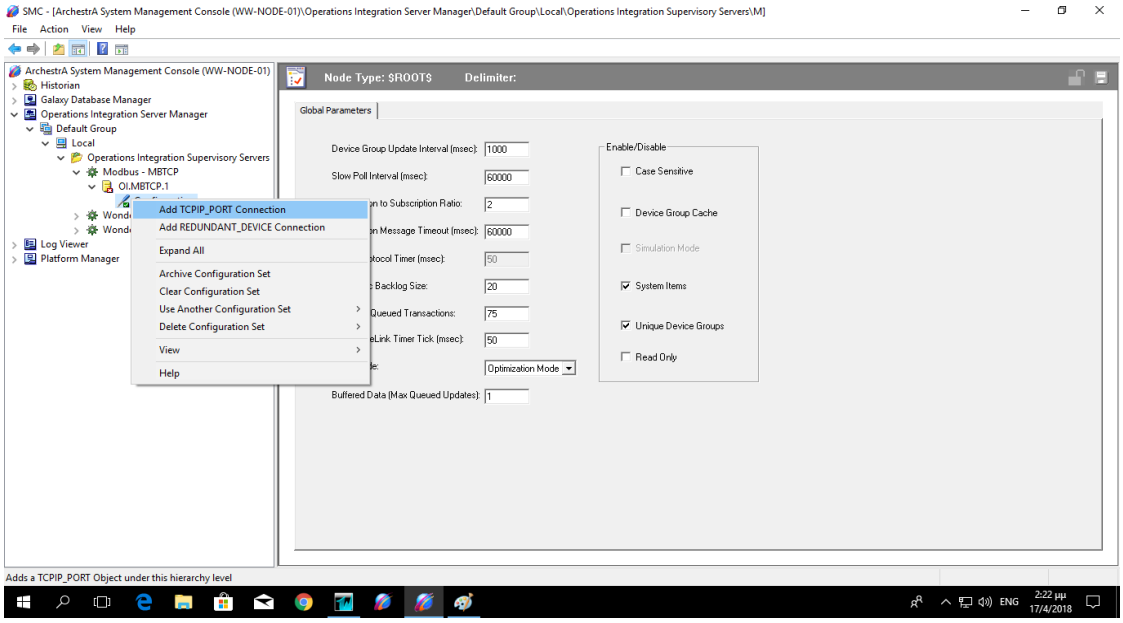
Επόμενο βήμα είναι να ρυθμίσουμε τον OI Server (MBTCP) ο οποίος είναι η γέφυρα επικοινωνίας μεταξύ του προσομοιωτή και του λογισμικού Wonderware. Όλες οι ρυθμίσεις θα γίνουν μέσα από το SMC (System Management Console).

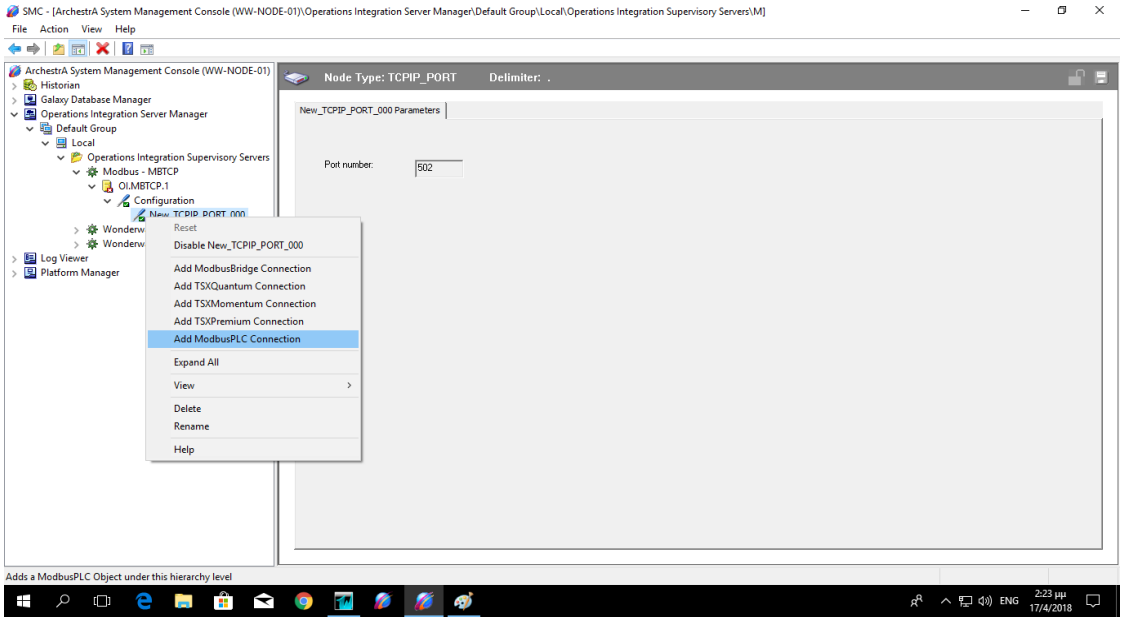


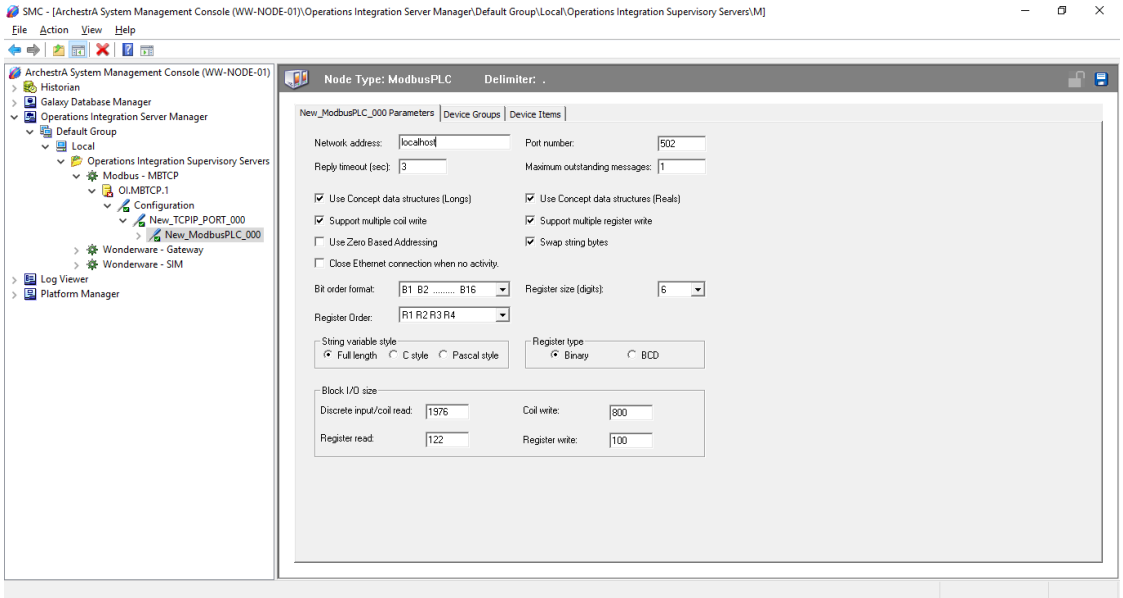
Εικόνα 33 SMC (System Management Console)

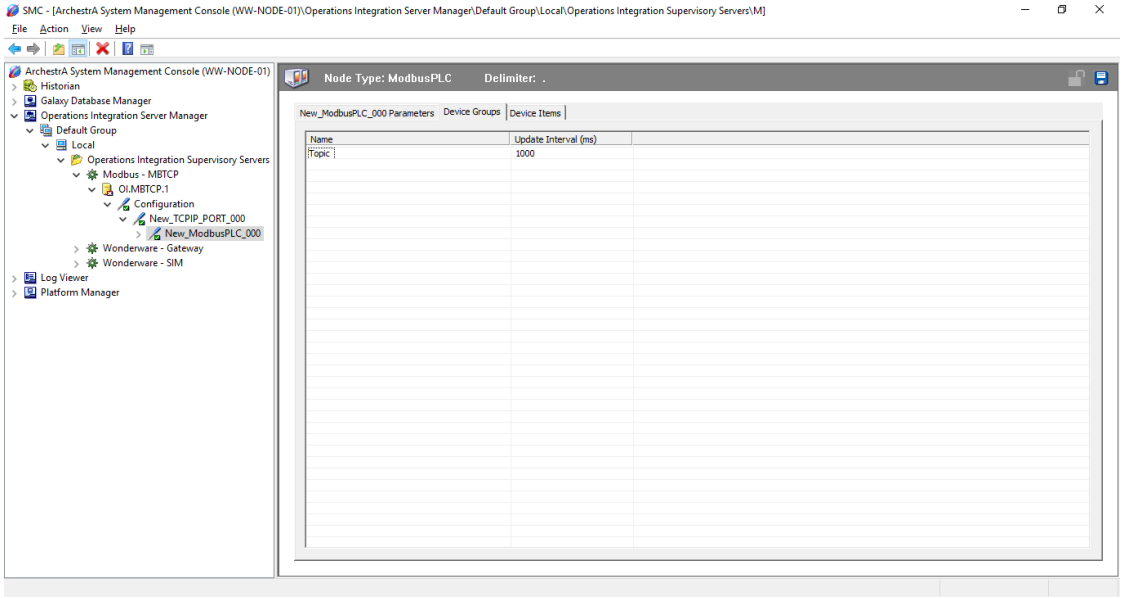


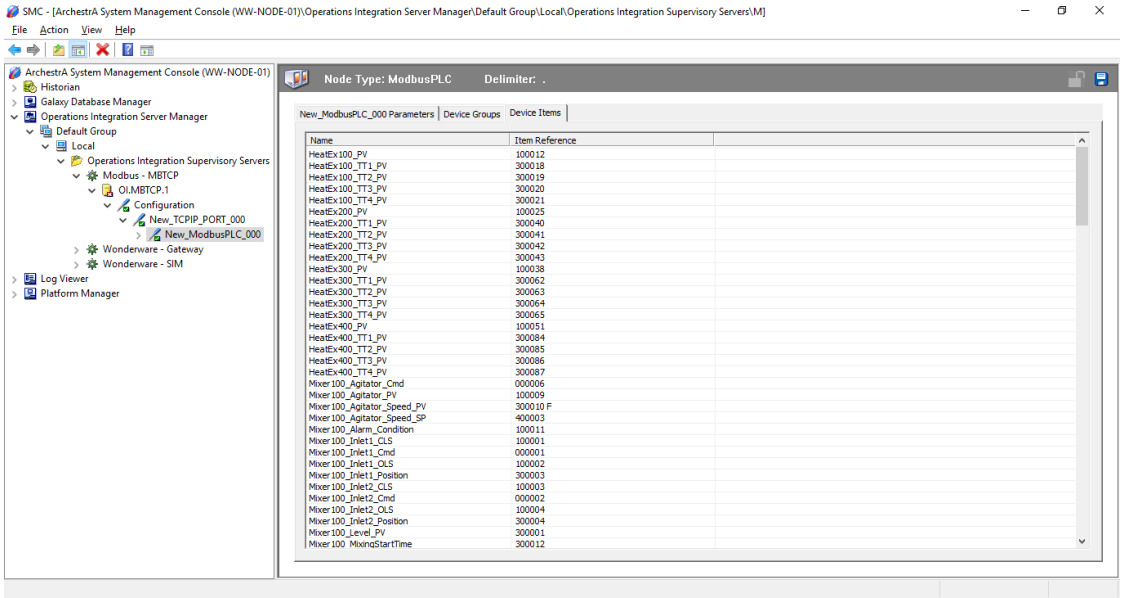
Εικόνα 34 Ρυθμίσεις MBTCP



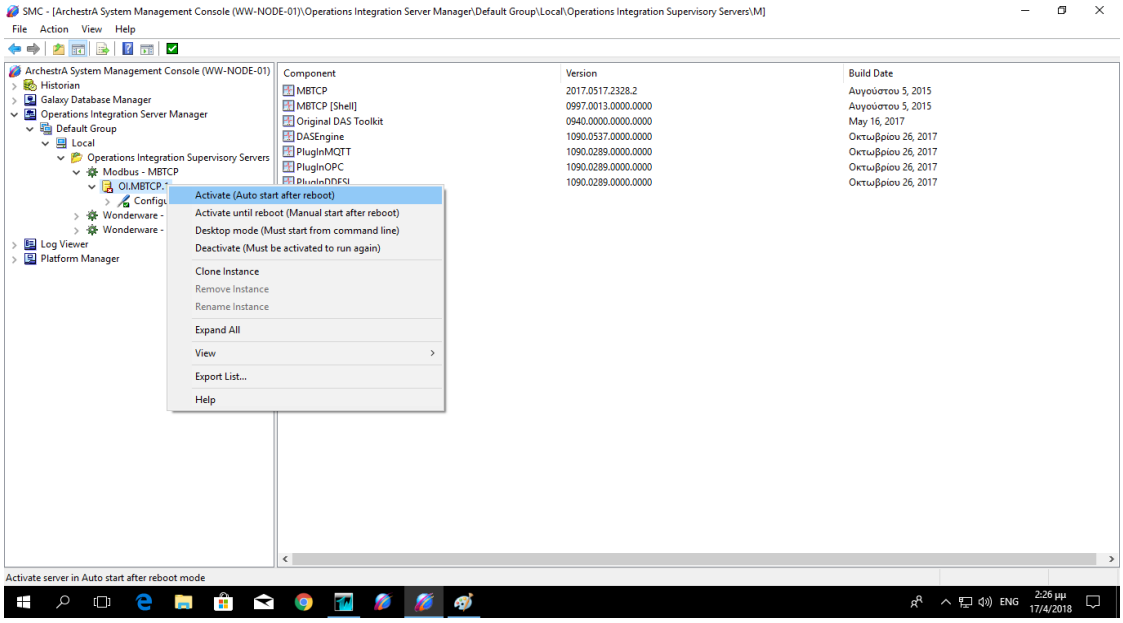

SMC - [ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)\Operations Integration Server Manager\Default Group\Local\Operations Integration Supervisory Servers\M]
File Action View Help
ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)
Historian
Galaxy Database Manager
Operations Integration Server Manager
Default Group
Local
Operations Integration Supervisory Servers
Modbus - MBTCP
OI.MBTCP.1
Configuration
New_TCPIP_PORT_000
Log Viewer
Platform Manager
Node Type: TCPIP_PORT Delimiter: .
New_TCPIP_PORT_000 Parameters
Port number: 502
Reset
Disable New_TCPIP_PORT_000
Add ModbusBridge Connection
Add TSXQuantum Connection
Add TSXMomentum Connection
Add TSXPremium Connection
Add ModbusPLC Connection
Expand All
View
Delete
Rename
Help
Adds a ModbusPLC Object under this hierarchy level
ENG
2:23 μμ
17/4/2018


SMC - [ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)\Operations Integration Server Manager\Default Group\Local\Operations Integration Supervisory Servers\M]
File Action View Help
ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)
Historian
Galaxy Database Manager
Operations Integration Server Manager
Default Group
Local
Operations Integration Supervisory Servers
Modbus - MBTCP
OI.MBTCP.1
Configuration
New_TCPIP_PORT_000
New_ModbusPLC_000
Wonderware - Gateway
Wonderware - SIM
Log Viewer
Platform Manager
Node Type: ModbusPLC Delimiter: .
New_ModbusPLC_000 Parameters
Device Groups
Device Items
Network address: localhost
Port number: 502
Reply timeout (sec): 3
Maximum outstanding messages: 1
Use Concept data structures (Longs)
Use Concept data structures (Reals)
Support multiple coil write
Support multiple register write
Use Zero Based Addressing
Swap string bytes
Close Ethernet connection when no activity.
Bit order format: B1 B2 ..... B16
Register size (digits): 6
Register Order: R1 R2 R3 R4
String variable style
Full length
C style
Pascal style
Register type
Binary
BCD
Block I/O size
Discrete input/coil read: 1976
Coil write: 800
Register read: 122
Register write: 100


SMC - [ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)\Operations Integration Server Manager\Default Group\Local\Operations Integration Supervisory Servers\M]
File Action View Help
ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)
Historian
Galaxy Database Manager
Operations Integration Server Manager
Default Group
Local
Operations Integration Supervisory Servers
Modbus - MBTCP
OI.MBTCP.1
Configuration
New_TCPIP_PORT_000
New_ModbusPLC_000
Wonderware - Gateway
Wonderware - SIM
Log Viewer
Platform Manager
Node Type: ModbusPLC Delimiter: .
New_ModbusPLC_000 Parameters
Device Groups
Device Items
Name
Update Interval (ms)
Topic
1000

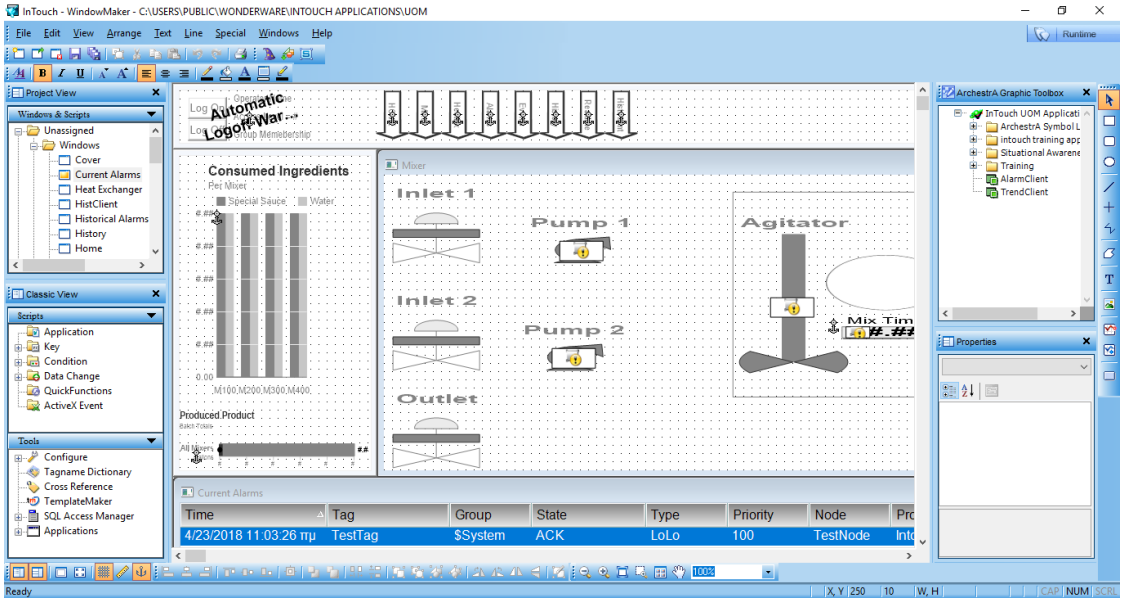


Εικόνα 35 Ρυθμίσεις ονοματολογίας σημάτων



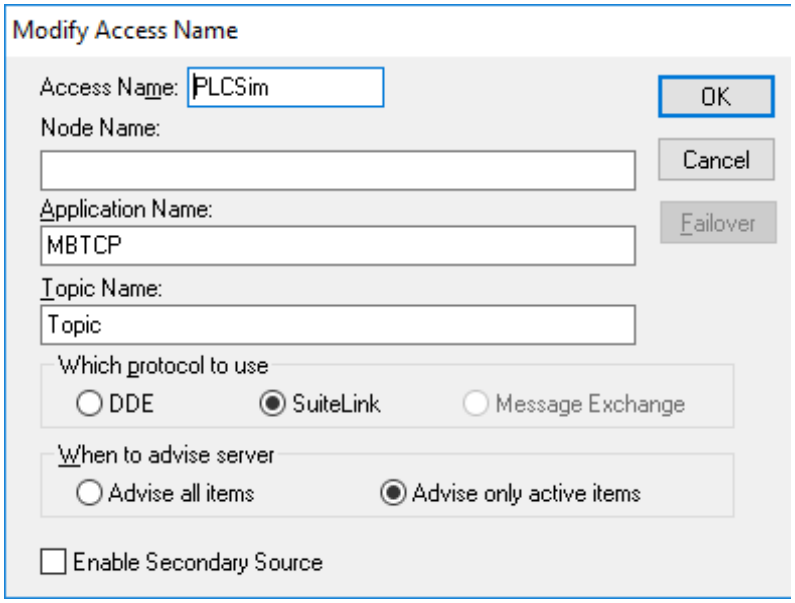
3.3.3 Δημιουργία εφαρμογής (InTouch – WindowMaker)

Η εφαρμογή θα δημιουργηθεί με τη χρήση του InTouch – WindowMaker

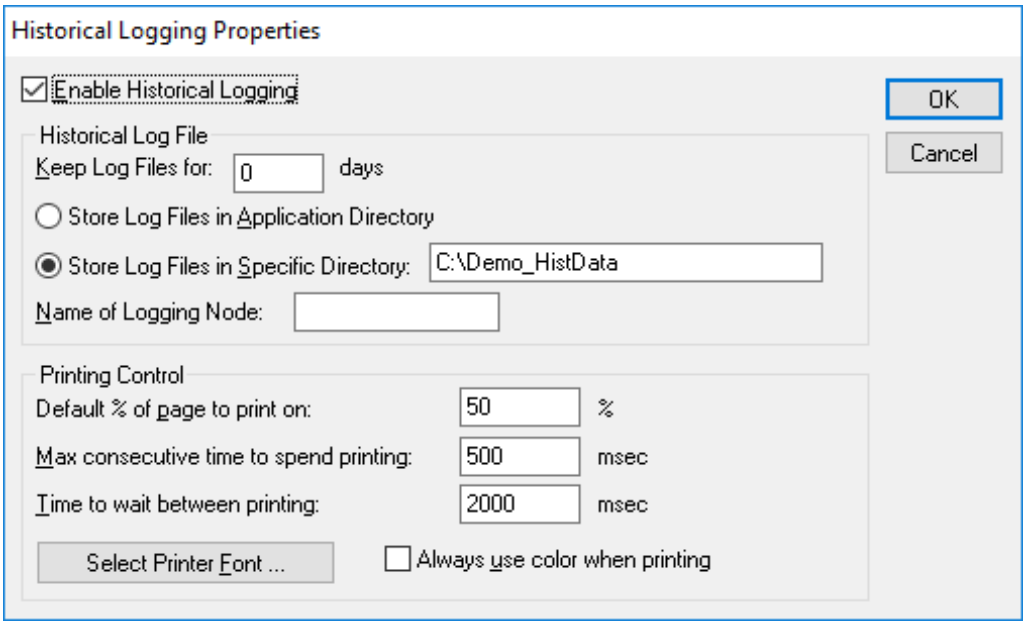


Εικόνα 36 InTouch WindowMaker - InTouch IDE (Εφαρμογή No.2)

Οι ρυθμίσεις για το Access Name καθώς και για την τοπική καταγραφή φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 37 Εφαρμογή No.2 - Access Name



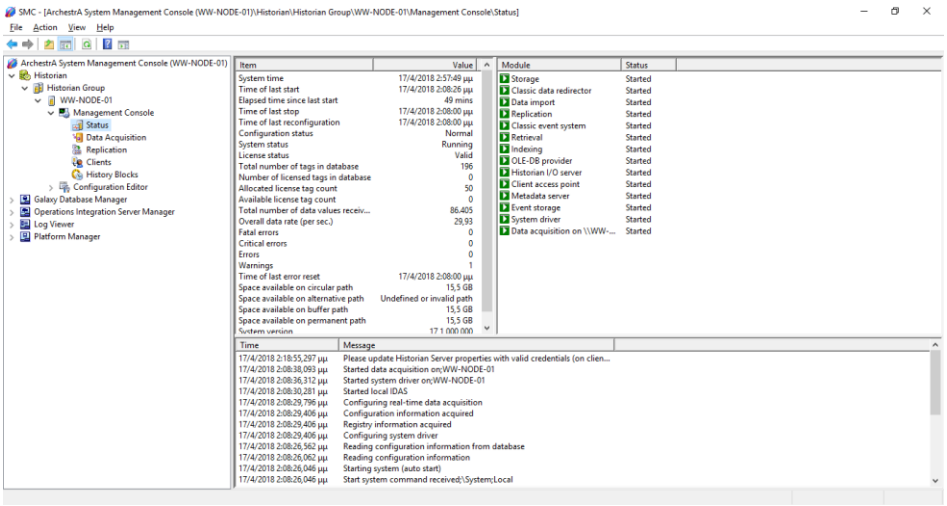
Εικόνα 38 Εφαρμογή No.2 – HistData

Για αυτή την εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν και οι δύο τρόποι καταγραφής δεδομένων, δηλαδή και με απλή καταγραφή (Historical Logging) αλλά και με πλήρη καταγραφή με χρήση Historian Server.

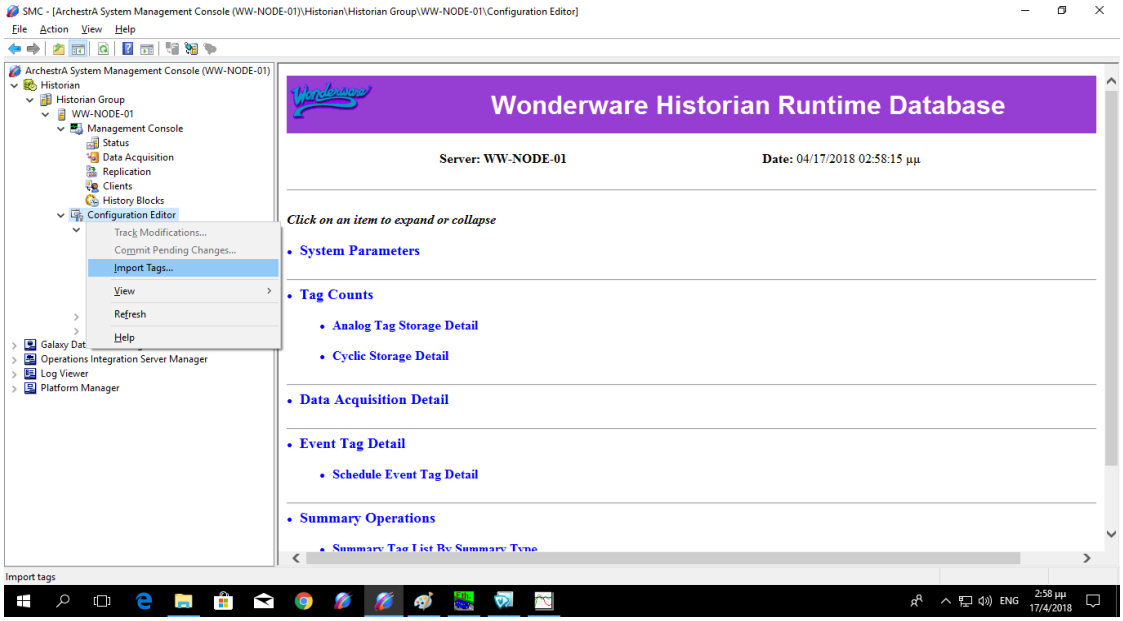
Ο Historian Server θα μας επιτρέψει να κάνουμε χρήση του λογισμικού Wonderware InSight για ανάλυση και απεικόνιση δεδομένων αλλά και για αποθήκευση των δεδομένων μας στο Cloud ώστε να έχουμε δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής Wonderware SmartGlance για κινητά και tablet.

3.3.4 Παραμετροποίηση συλλογής δεδομένων σε Historian Server

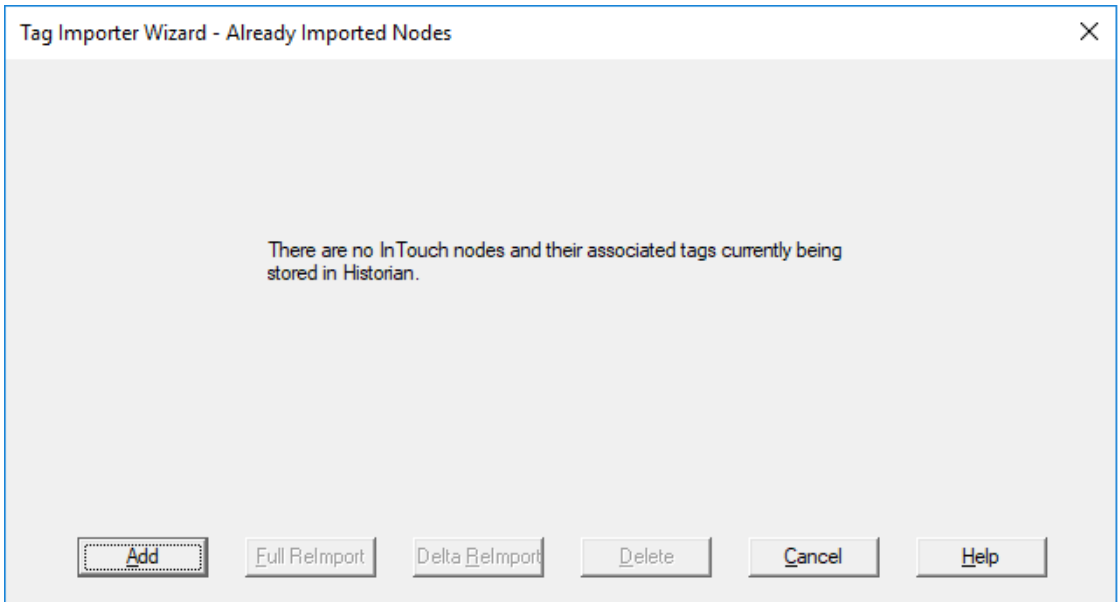
Εδώ θα δούμε τα βήματα που θα πρέπει να κάνουμε έτσι ώστε να μεταφέρουμε την πληροφορία των σημάτων της εφαρμογής μας σε έναν Historian Server για να κάνουμε πλήρη καταγραφή και να έχουμε περισσότερες δυνατότητες ως προς την ανάλυσή τους. Οι ρυθμίσεις θα γίνουν μέσα από το SMC (System Management Console)

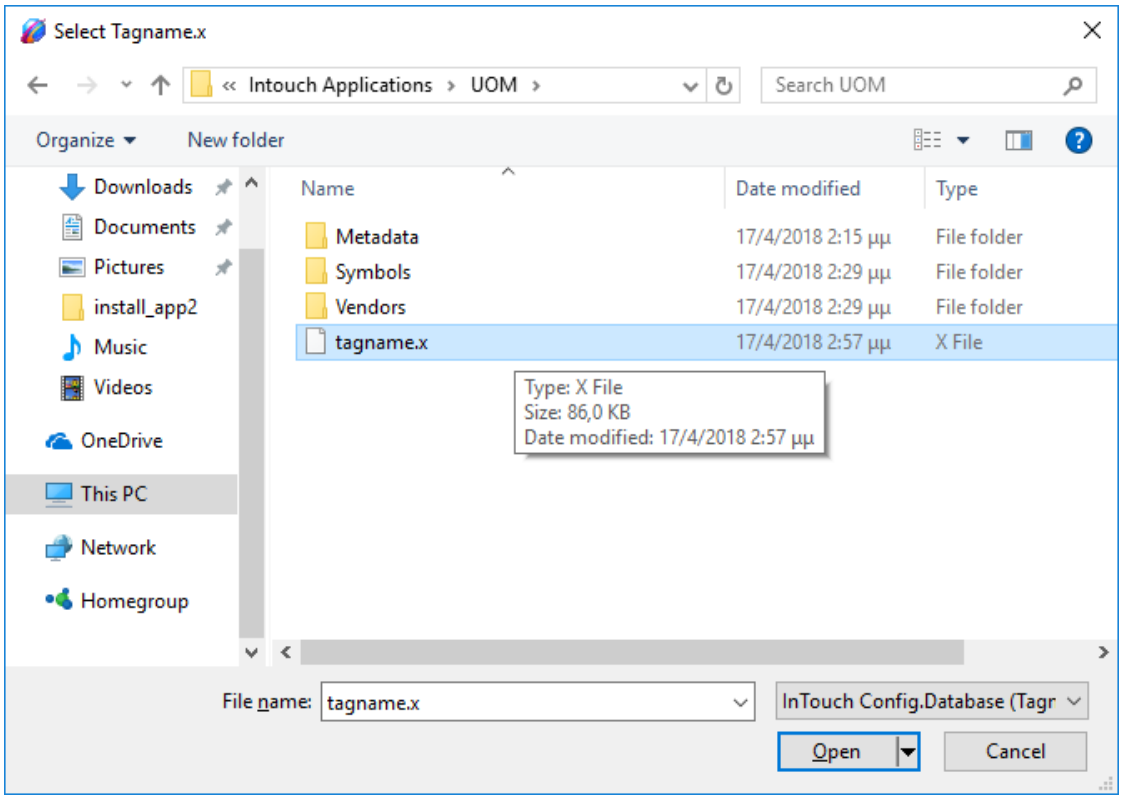


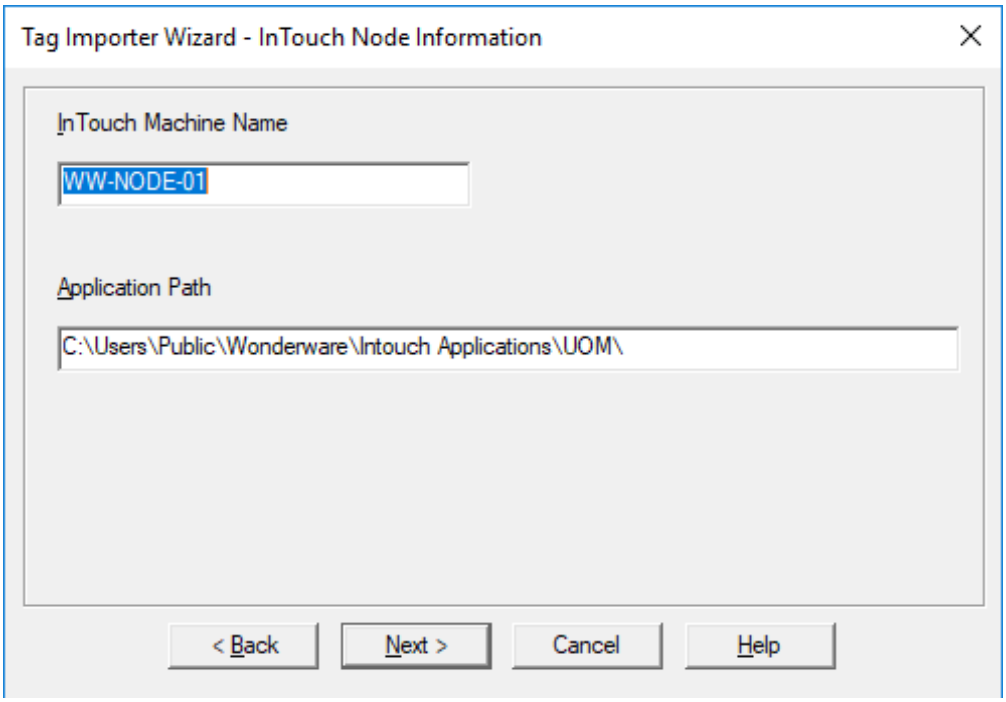
Εικόνα 39 Wonderware Historian Server

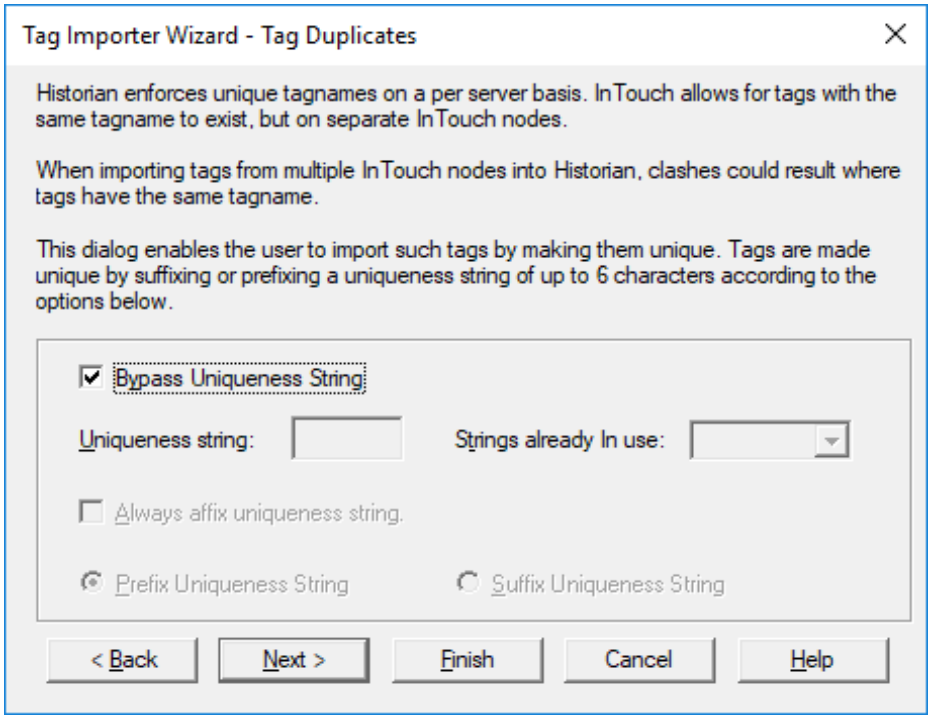


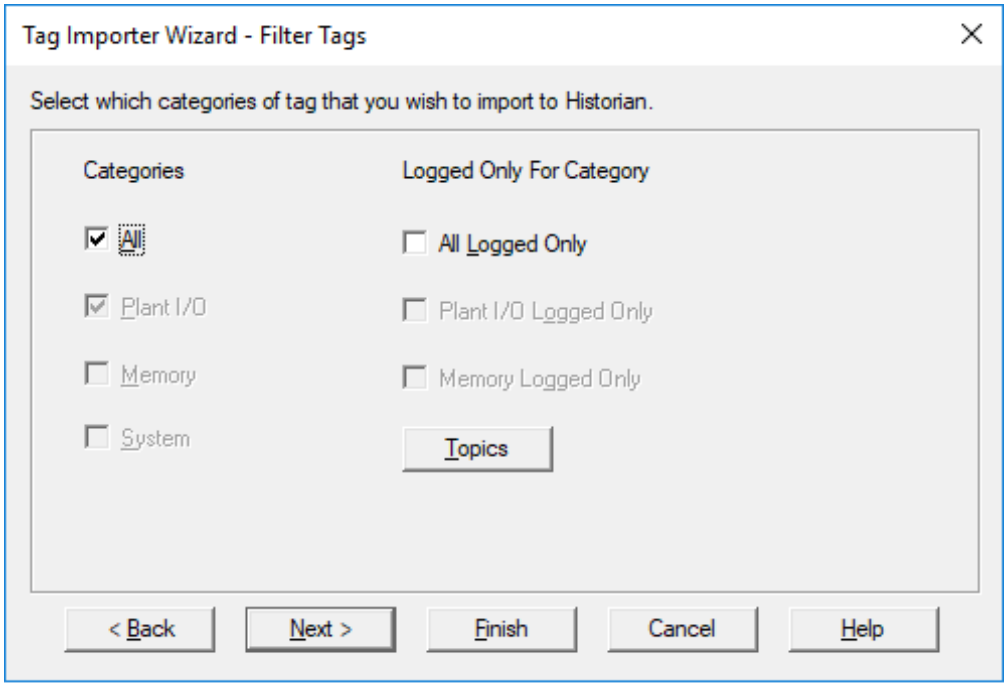
Εικόνα 40 Εισαγωγή των Tag από την εφαρμογή

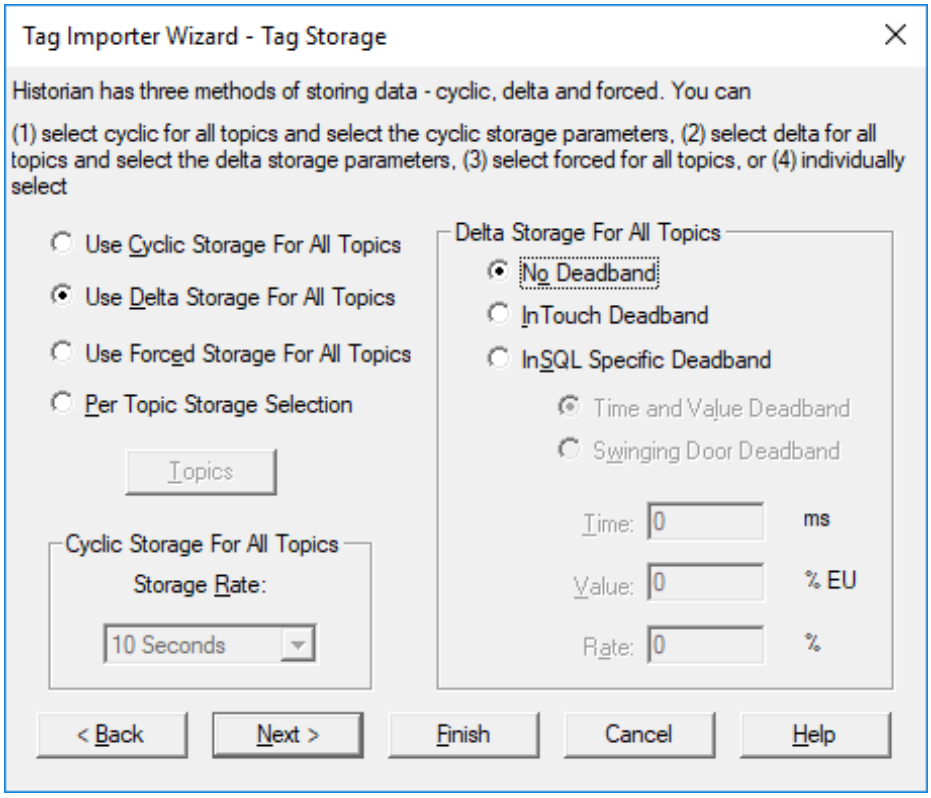


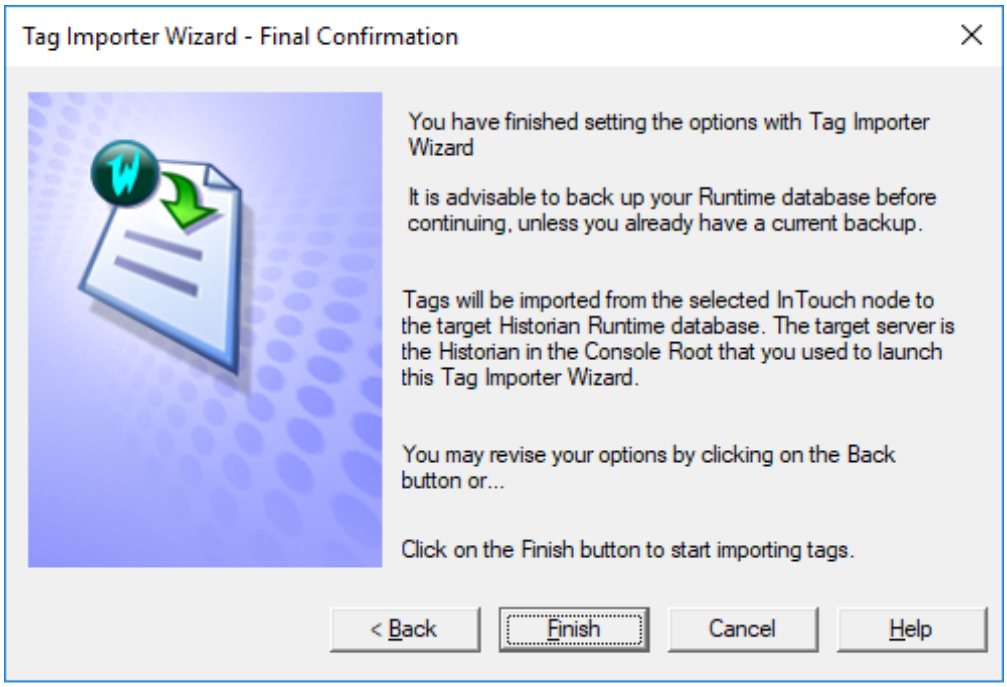

Select Tagname.x
« Intouch Applications › UOM ›
Search UOM
Organize
New folder
Downloads
Documents
Pictures
install_app2
Music
Videos
OneDrive
This PC
Network
Homegroup
Name
Date modified
Type
Metadata
17/4/2018 2:15 μμ
File folder
Symbols
17/4/2018 2:29 μμ
File folder
Vendors
17/4/2018 2:29 μμ
File folder
tagname.x
17/4/2018 2:57 μμ
X File
Type: X File
Size: 86,0 KB
Date modified: 17/4/2018 2:57 μμ
File name:
tagname.x
InTouch Config.Database (Tagr
Open
Cancel

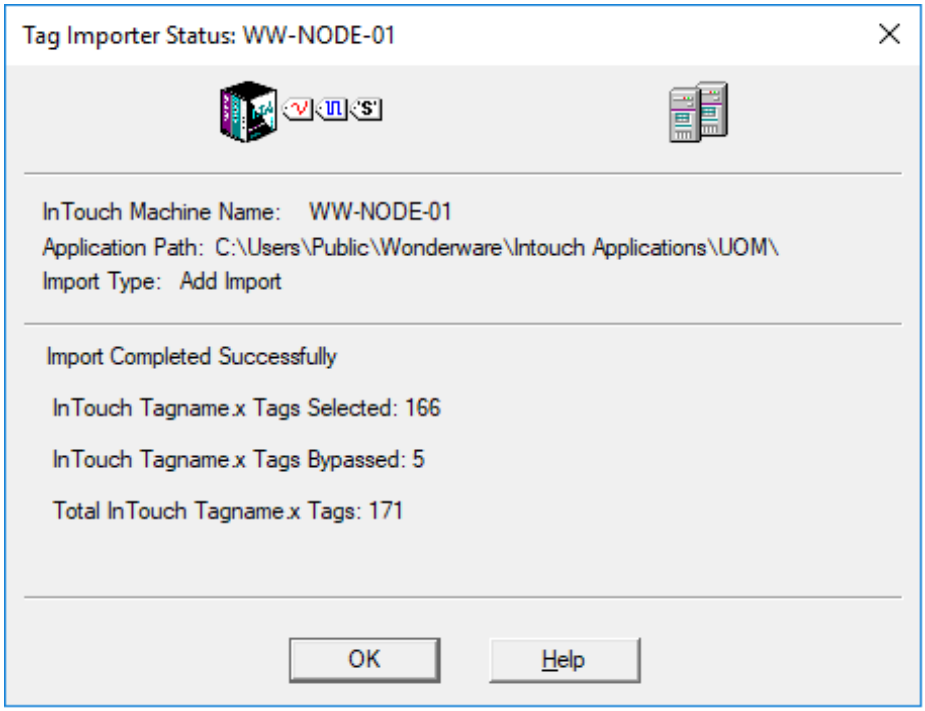

Tag Importer Wizard - InTouch Node Information
InTouch Machine Name
WW-NODE-01
Application Path
C:\Users\Public\Wonderware\Intouch Applications\UOM\
< Back
Next >
Cancel
Help

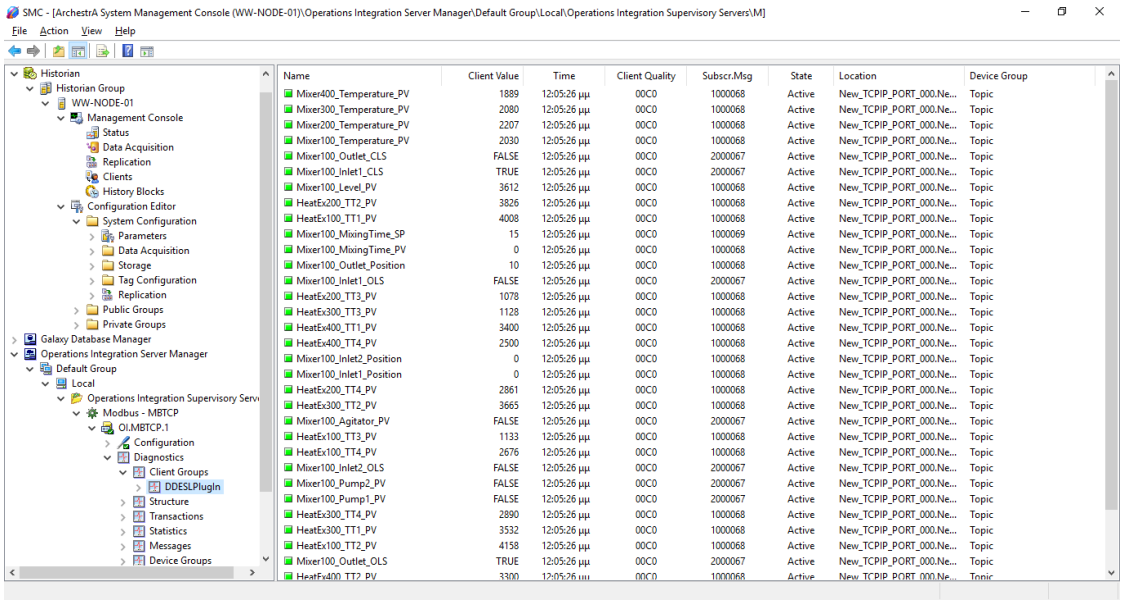

Tag Importer Wizard - Tag Duplicates
Historian enforces unique tagnames on a per server basis. InTouch allows for tags with the same tagname to exist, but on separate InTouch nodes.
When importing tags from multiple InTouch nodes into Historian, clashes could result where tags have the same tagname.
This dialog enables the user to import such tags by making them unique. Tags are made unique by suffixing or prefixing a uniqueness string of up to 6 characters according to the options below.
Bypass Uniqueness String
Uniqueness string:
Strings already In use:
Always affix uniqueness string.
Prefix Uniqueness String
Suffix Uniqueness String
< Back
Next >
Finish
Cancel
Help


Tag Importer Wizard - Filter Tags
Select which categories of tag that you wish to import to Historian.
Categories
Logged Only For Category
All
All Logged Only
Plant I/O
Plant I/O Logged Only
Memory
Memory Logged Only
System
Topics
< Back
Next >
Finish
Cancel
Help


Tag Importer Wizard - Tag Storage
Historian has three methods of storing data - cyclic, delta and forced. You can
(1) select cyclic for all topics and select the cyclic storage parameters, (2) select delta for all topics and select the delta storage parameters, (3) select forced for all topics, or (4) individually select
Use Cyclic Storage For All Topics
Use Delta Storage For All Topics
Use Forced Storage For All Topics
Per Topic Storage Selection
Topics
Cyclic Storage For All Topics
Storage Rate:
10 Seconds
Delta Storage For All Topics
No Deadband
InTouch Deadband
InSQL Specific Deadband
Time and Value Deadband
Swinging Door Deadband
Time: 0 ms
Value: 0 % EU
Rate: 0 %
< Back
Next >
Finish
Cancel
Help


Tag Importer Wizard - Final Confirmation
You have finished setting the options with Tag Importer Wizard
It is advisable to back up your Runtime database before continuing, unless you already have a current backup.
Tags will be imported from the selected InTouch node to the target Historian Runtime database. The target server is the Historian in the Console Root that you used to launch this Tag Importer Wizard.
You may revise your options by clicking on the Back button or...
Click on the Finish button to start importing tags.
< Back
Finish
Cancel
Help

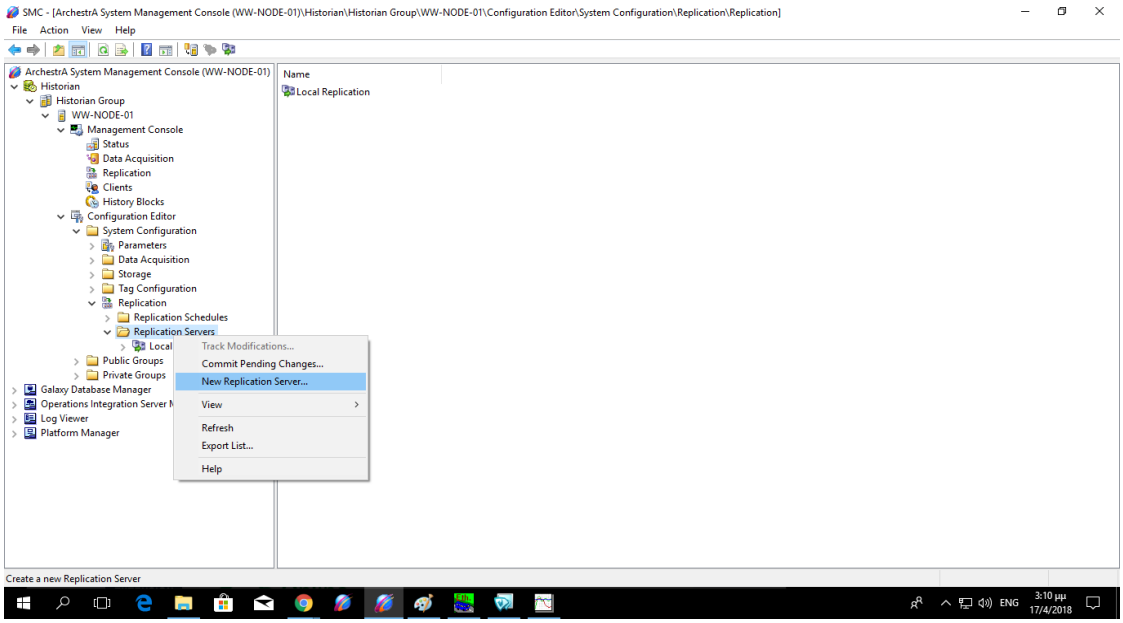


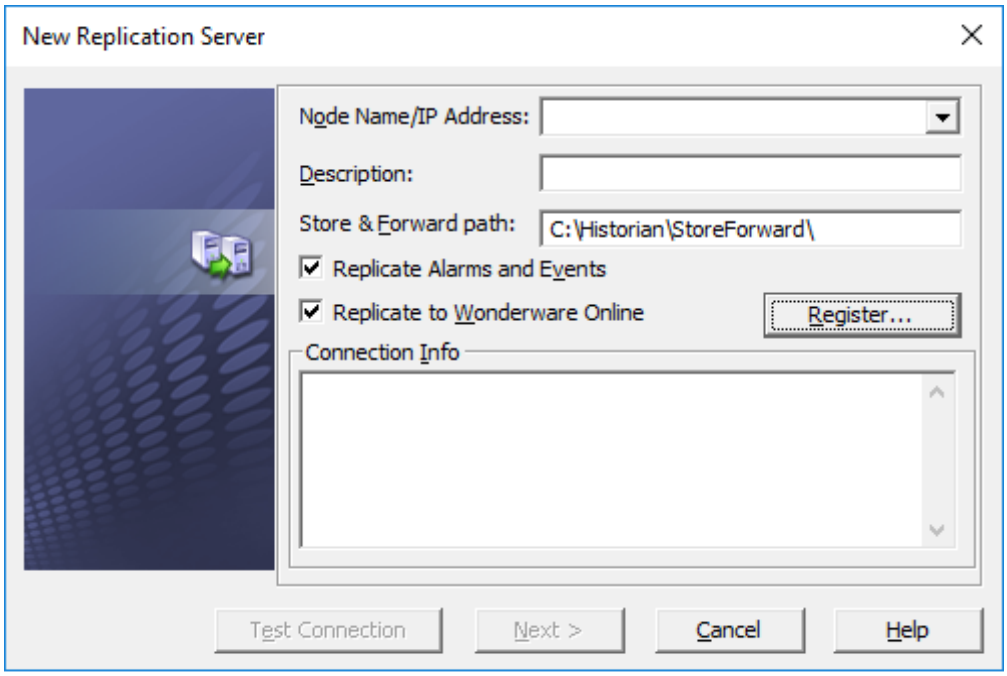


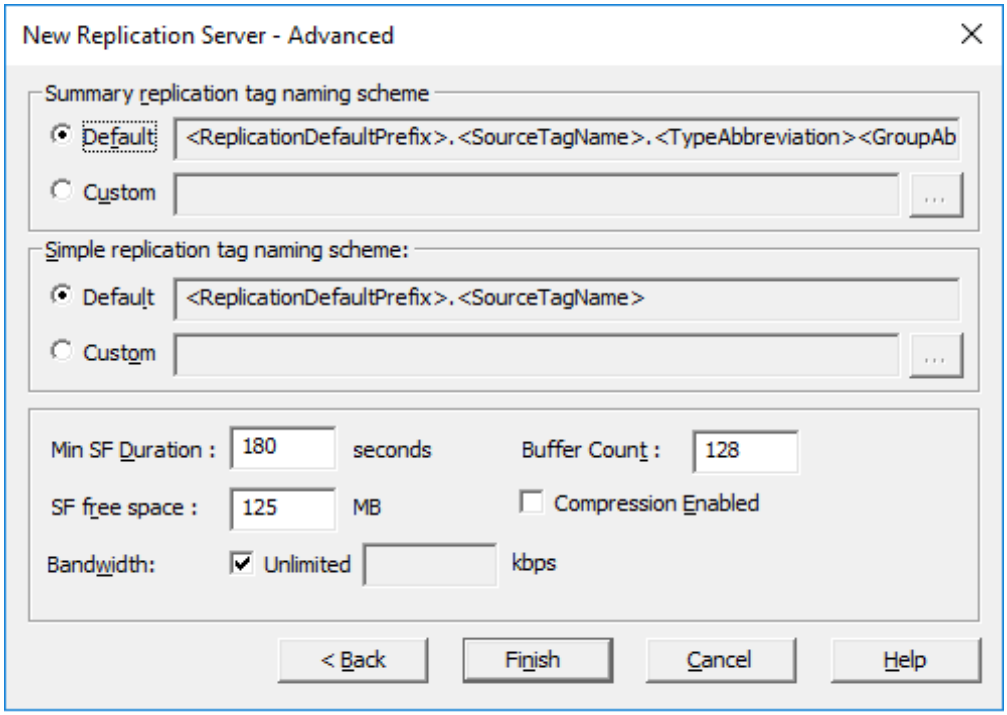
Εικόνα 41 Επιτυχής εισαγωγή των Tag για καταγραφή

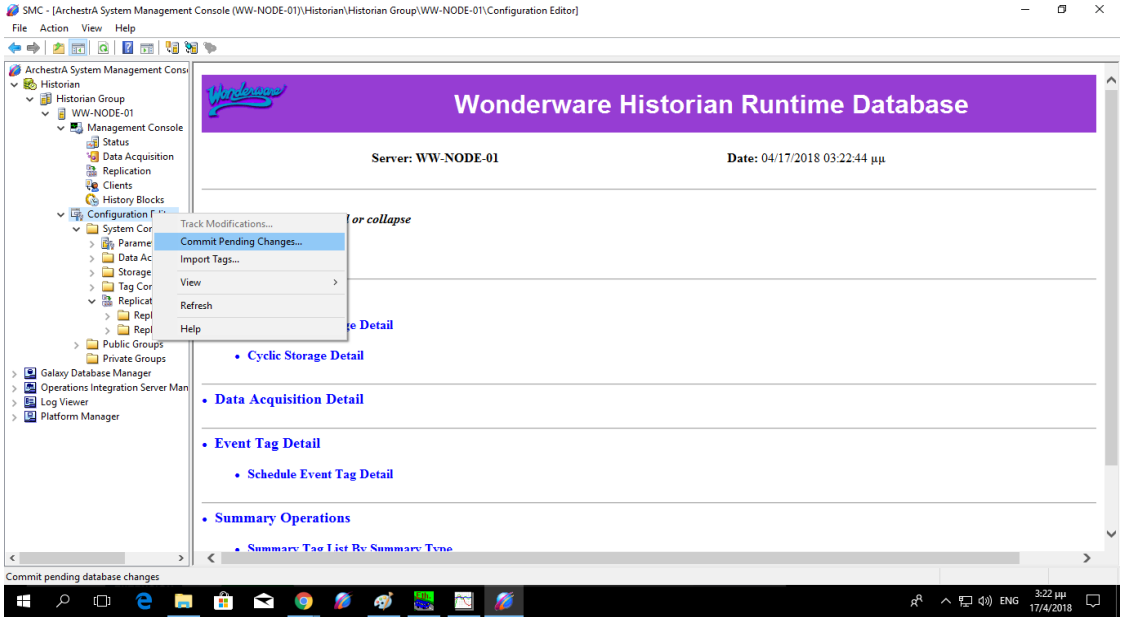
3.3.4.1 Cloud Replication – Wonderware Online / SmartGlance

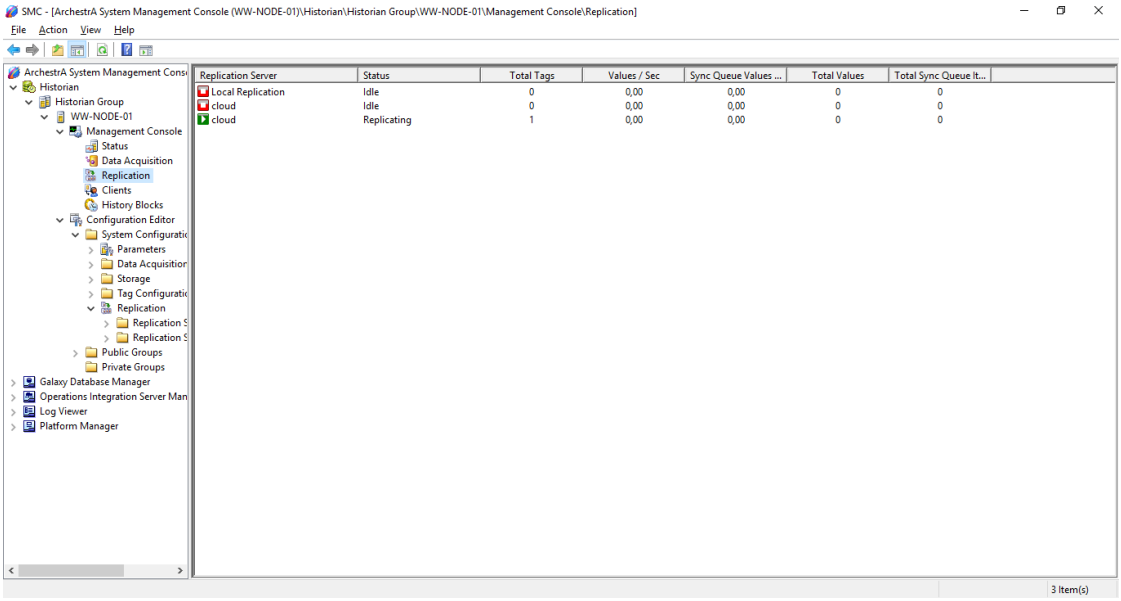
Οι παρακάτω ρυθμίσεις αφορούν την αποστολή των δεδομένων (Replication) σε Cloud Server της Wonderware για να έχουμε τη δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής SmartGlance.

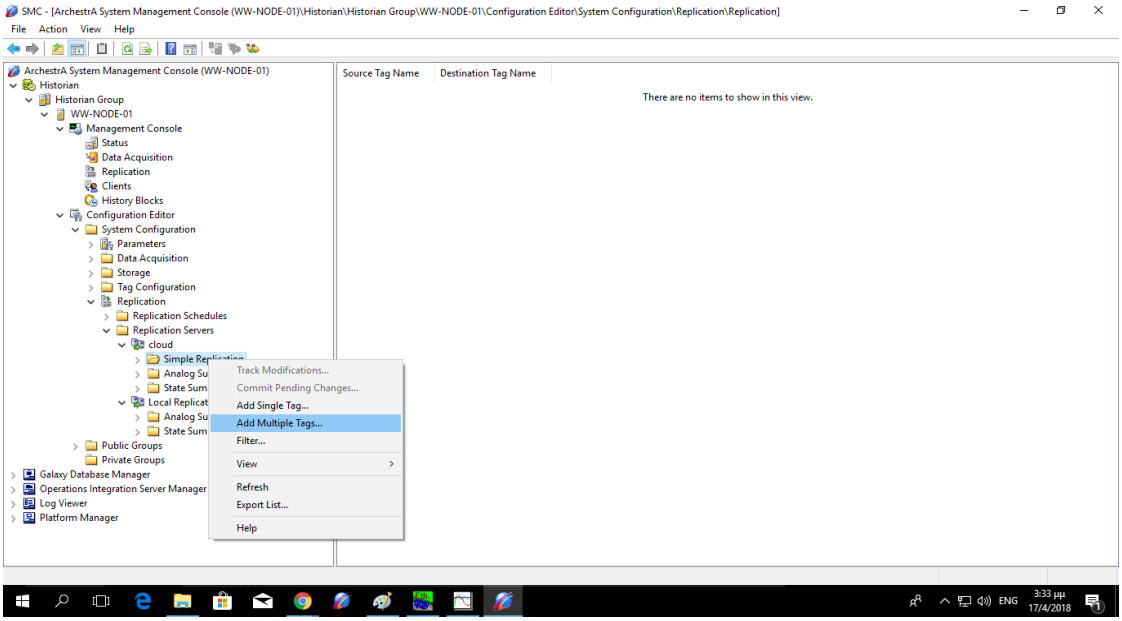


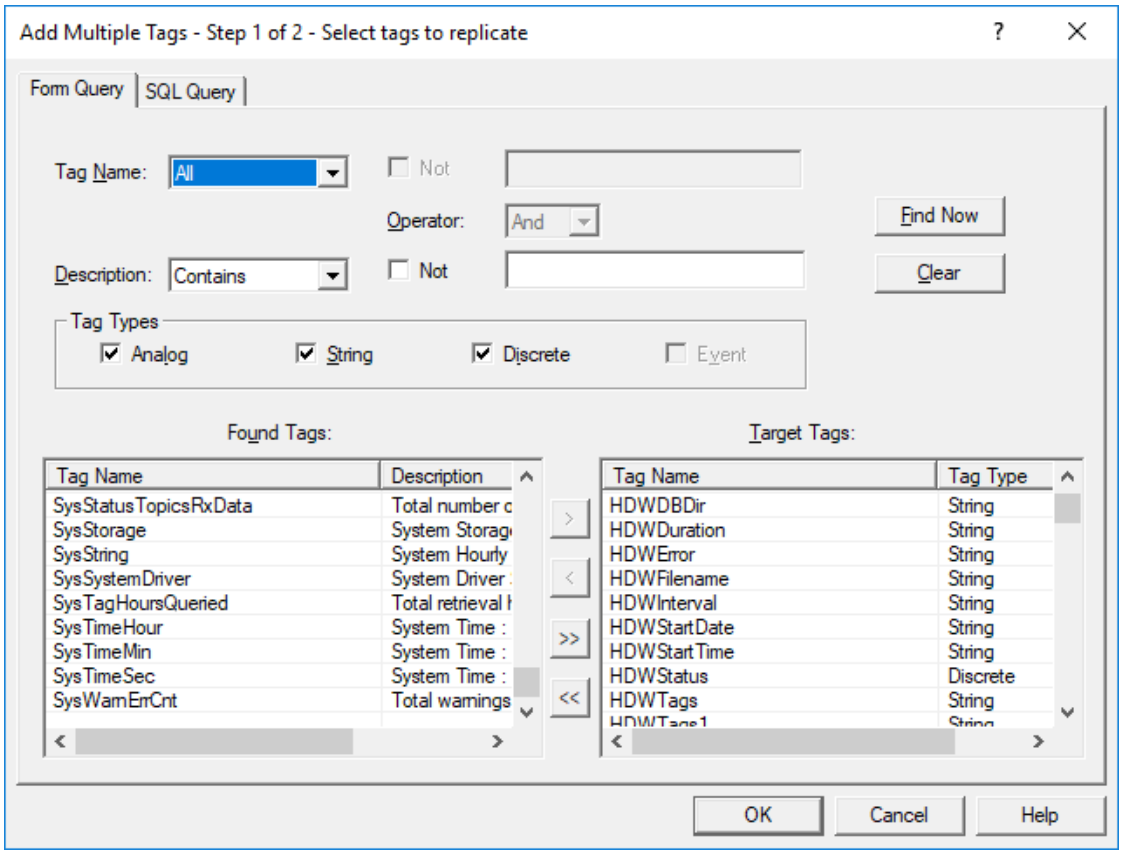



New Replication Server - Advanced
Summary replication tag naming scheme
Default
<ReplicationDefaultPrefix>.<SourceTagName>.<TypeAbbreviation><GroupAb
Custom
Simple replication tag naming scheme:
Default
<ReplicationDefaultPrefix>.<SourceTagName>
Custom
Min SF Duration :
180
seconds
Buffer Count :
128
SF free space :
125
MB
Compression Enabled
Bandwidth:
Unlimited
kbps
< Back
Finish
Cancel
Help

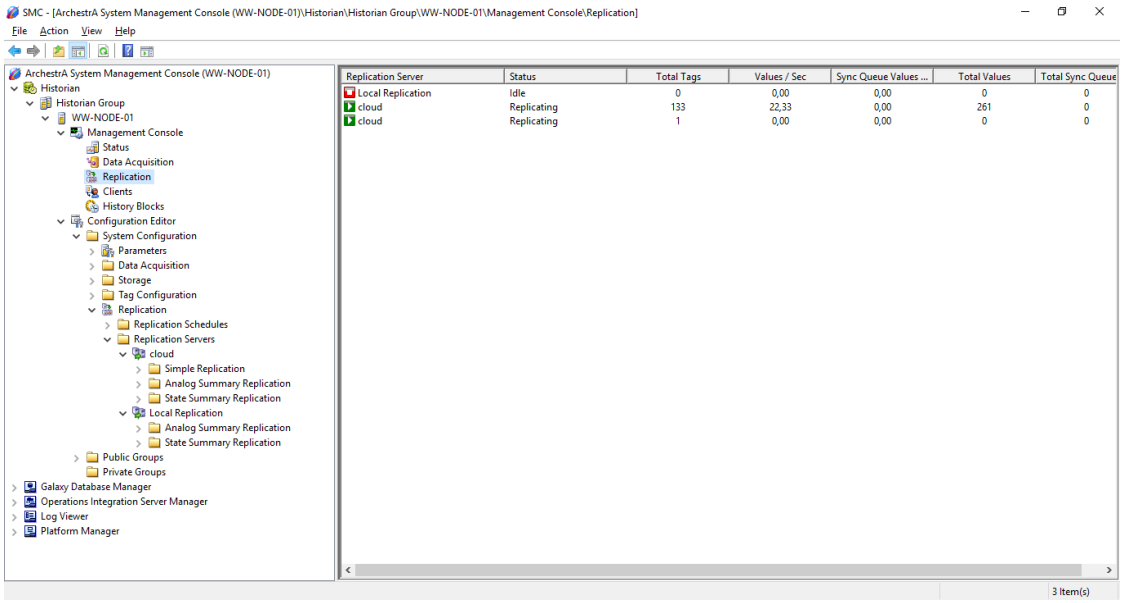

SMC - [ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)\Historian\Historian Group\WW-NODE-01\Configuration Editor]
File Action View Help
Historian
Historian Group
WW-NODE-01
Management Console
Status
Data Acquisition
Replication
Clients
History Blocks
Track Modifications...
Commit Pending Changes...
Import Tags...
View
Refresh
Help
Public Groups
Private Groups
Galaxy Database Manager
Log Viewer
Platform Manager
Wonderware Historian Runtime Database
Server: WW-NODE-01
Date: 04/17/2018 03:22:44 μμ
Cyclic Storage Detail
Data Acquisition Detail
Event Tag Detail
Schedule Event Tag Detail
Summary Operations
Commit pending database changes


SMC - [ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)\Historian\Historian Group\WW-NODE-01\Management Console\Replication]
File Action View Help
ArchestrA System Management Consi
Historian
Historian Group
WW-NODE-01
Management Console
Status
Data Acquisition
Replication
Clients
History Blocks
Configuration Editor
System Configuratio
Parameters
Data Acquisition
Storage
Tag Configuratio
Replication
Public Groups
Private Groups
Galaxy Database Manager
Operations Integration Server Man
Log Viewer
Platform Manager
Replication Server
Status
Total Tags
Values / Sec
Sync Queue Values ...
Total Values
Total Sync Queue It...
Local Replication Idle 0 0,00 0,00 0 0
cloud Idle 0 0,00 0,00 0 0
cloud Replicating 1 0,00 0,00 0 0
3 Item(s)


SMC - [ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)\Historian\Historian Group\WW-NODE-01\Configuration Editor\System Configuration\Replication\Replication]
File Action View Help
ArchestrA System Management Console (WW-NODE-01)
Historian
Historian Group
WW-NODE-01
Management Console
Status
Data Acquisition
Replication
Clients
History Blocks
Configuration Editor
System Configuration
Parameters
Data Acquisition
Storage
Tag Configuration
Replication
Replication Schedules
Replication Servers
cloud
Simple Replication
Analog Su
State Sum
Local Replicat
Analog Su
State Sum
Public Groups
Private Groups
Galaxy Database Manager
Operations Integration Server Manager
Log Viewer
Platform Manager
Source Tag Name
Destination Tag Name
There are no items to show in this view.
Track Modifications...
Commit Pending Changes...
Add Single Tag...
Add Multiple Tags...
Filter...
View
Refresh
Export List...
Help
ENG
3:33 μμ
17/4/2018



Εικόνα 42 Επιλογή Tag για αποθήκευση στο Cloud



Εικόνα 43 Επιτυχής ρύθμιση αποστολής στο Cloud

3.4 Εφαρμογή Νο.3

Σενάριο

Χρήση δεδομένων από ασύρματες και ενσύρματες συσκευές με στόχο την απεικόνισή τους σε σύστημα SCADA. Δημιουργία της εφαρμογής με το σκεπτικό του **“Situational Awareness”** για καλύτερη κατανόηση των δεδομένων.

[Έχουν γίνει έρευνες για το παραπάνω και τα ποσοστά βελτίωσης είναι πάρα πολύ μεγάλα. Έτσι έχουν δημιουργηθεί κάποια Standard για τη χρήση του από τη βιομηχανία]

Η εφαρμογή δείχνει ένα περιβάλλον Smart διαχείρισης υδροδότησης πόλεων με χρήση IoT συσκευών. Επίσης θα γίνει λήψη μετεωρολογικών δεδομένων LIVE από το Internet.

Τα δεδομένα καταγράφονται τοπικά αλλά έχουμε τη δυνατότητα για Multi-Tier καταγραφή καθώς και στο Cloud.

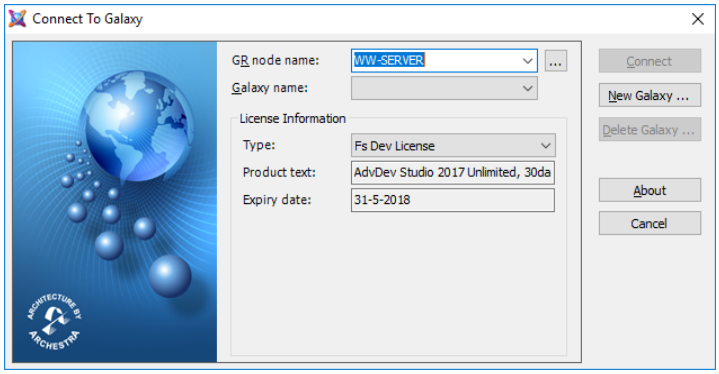
Θα χρησιμοποιηθεί προσομοιωτής της Wonderware για την δημιουργία των σημάτων.

Τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν:

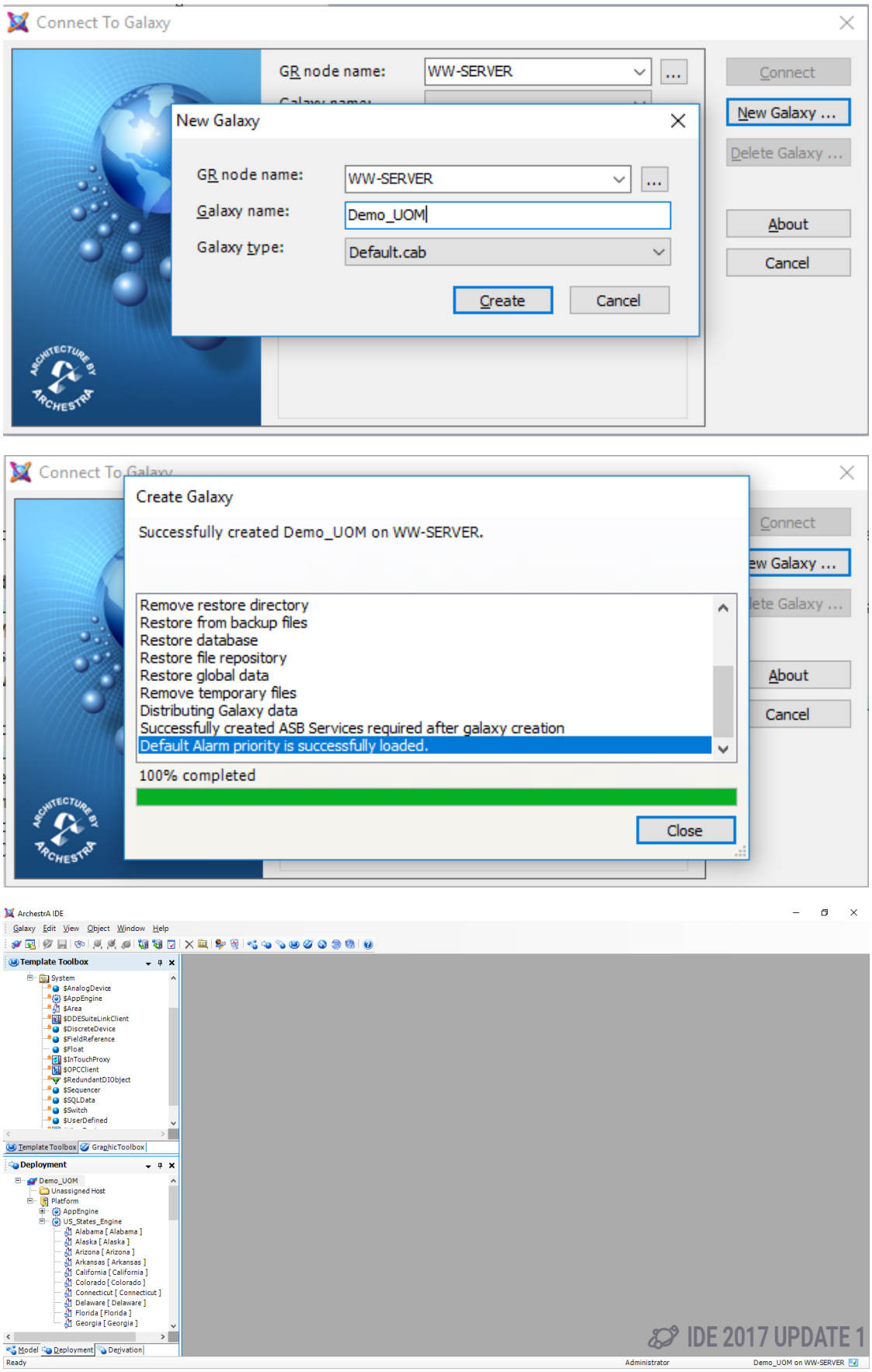
1) Wonderware Application Server
2) Wonderware InTouch OMI (SCADA)
3) Wonderware Historian (Database, Replication)
4) Wonderware InSight (Τοπική χρήση των δεδομένων για δημιουργία KPI)
5) Wonderware InSight Online (Χρήση της εφαρμογής InSight Online με τη δυνατότητα χρήσης A.I της Wonderware)
6) OI Server (Operation Integration Server για διασύνδεση του εξομοιωτή με το σύστημα.
7) SmartGlance App (Απεικόνιση των δεδομένων από το InSight στο κινητό/tablet)

3.4.1 Παραμετροποίηση Application Server

Αυτή η εφαρμογή θα δημιουργηθεί με τη χρήση του Wonderware Application Server. Μέσα σε αυτόν θα χρησιμοποιήσουμε το InTouch OMI για να σχεδιάσουμε την εφαρμογή μας.

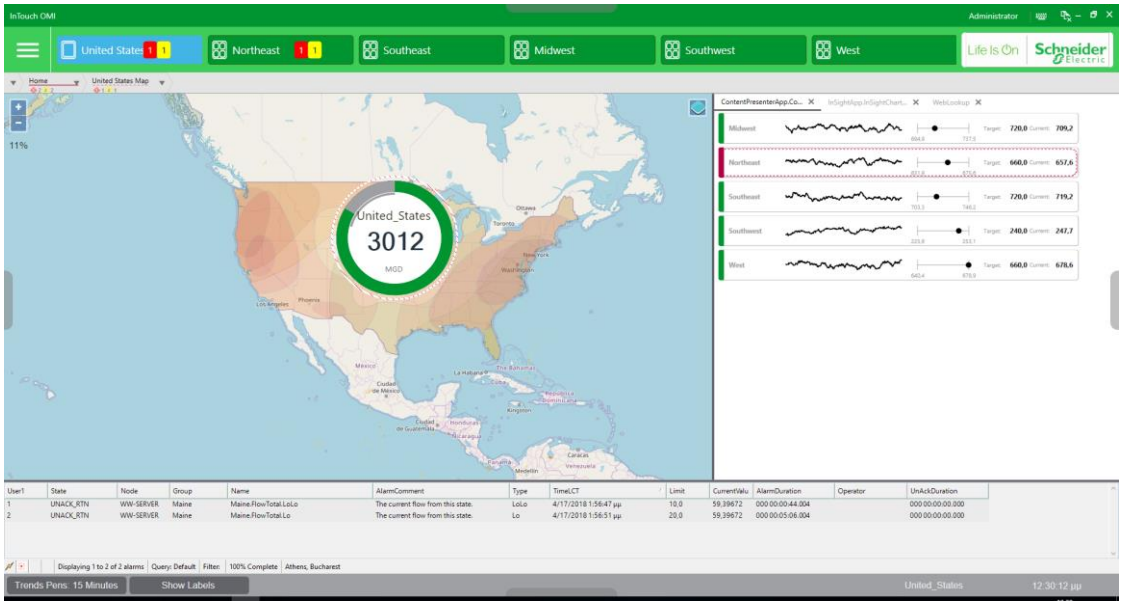


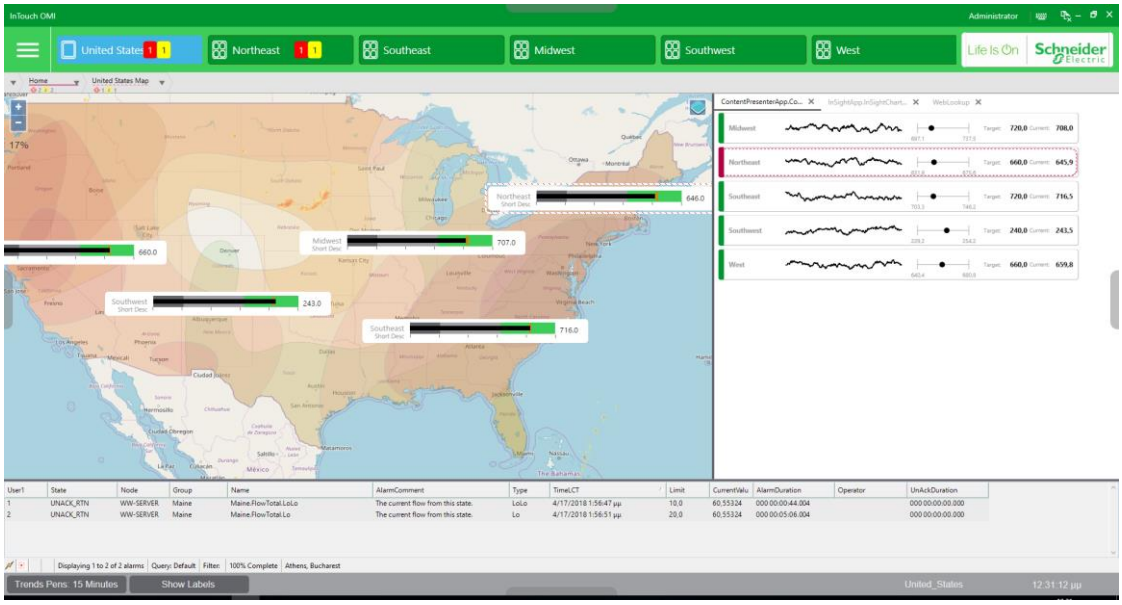
Εικόνα 44 Ρυθμίσεις Application Server

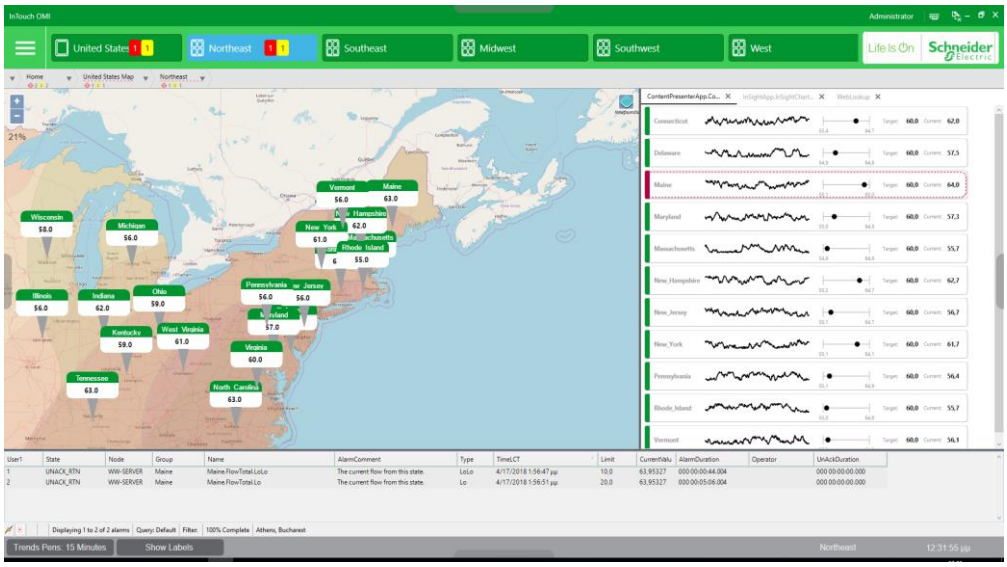


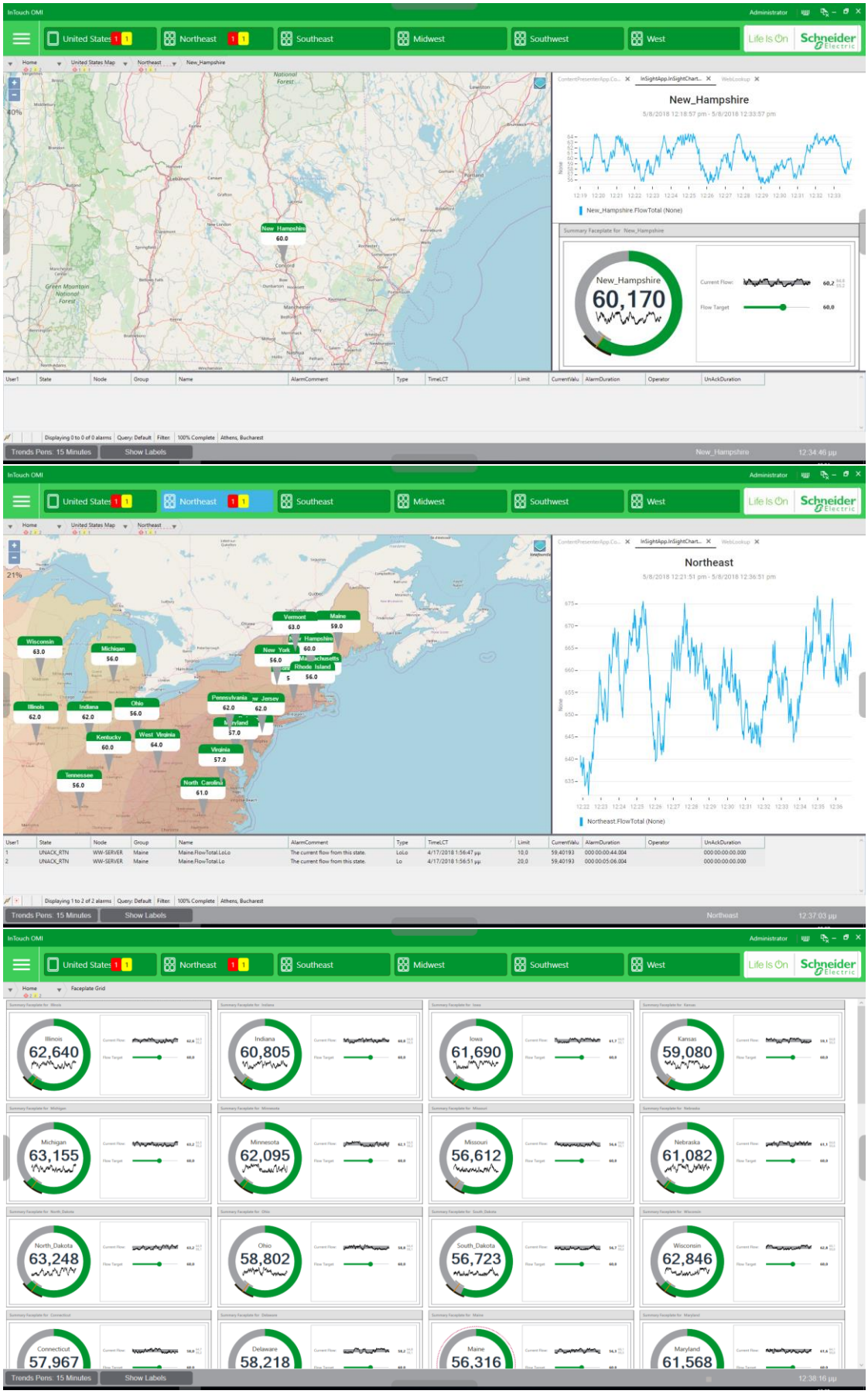
Εικόνα 45 Γραφικό περιβάλλον Application Server

3.4.2 Απεικόνιση δεδομένων στην εφαρμογή








InTouch OMI
Administrator
United States
Northeast
Southeast
Midwest
Southwest
West
Life Is On
Schneider Electric
New_Hampshire
60.0
New_Hampshire
5/8/2018 12:18:57 pm - 5/8/2018 12:33:57 pm
New_Hampshire.FlowTotal (None)
New_Hampshire
60,170
Trends Pens: 15 Minutes
Show Labels
Northeast
5/8/2018 12:21:51 pm - 5/8/2018 12:36:51 pm
Northeast.FlowTotal (None)
Wisconsin 63.0
Michigan 56.0
Illinois 62.0
Indiana 62.0
Ohio 56.0
Kentucky 60.0
West Virginia 64.0
Tennessee 56.0
Virginia 57.0
North Carolina 61.0
Pennsylvania 62.0
New Jersey 62.0
Maryland 57.0
New York 56.0
Vermont 63.0
Maine 59.0
Rhode Island 56.0
Faceplate Grid
Illinois 62,640
Indiana 60,805
Iowa 61,690
Kansas 59,080
Michigan 63,155
Minnesota 62,095
Missouri 56,612
Nebraska 61,082
North_Dakota 63,248
Ohio 58,802
South_Dakota 56,723
Wisconsin 62,846
Connecticut 57,967
Delaware 58,218
Maine 56,316
Maryland 61,568

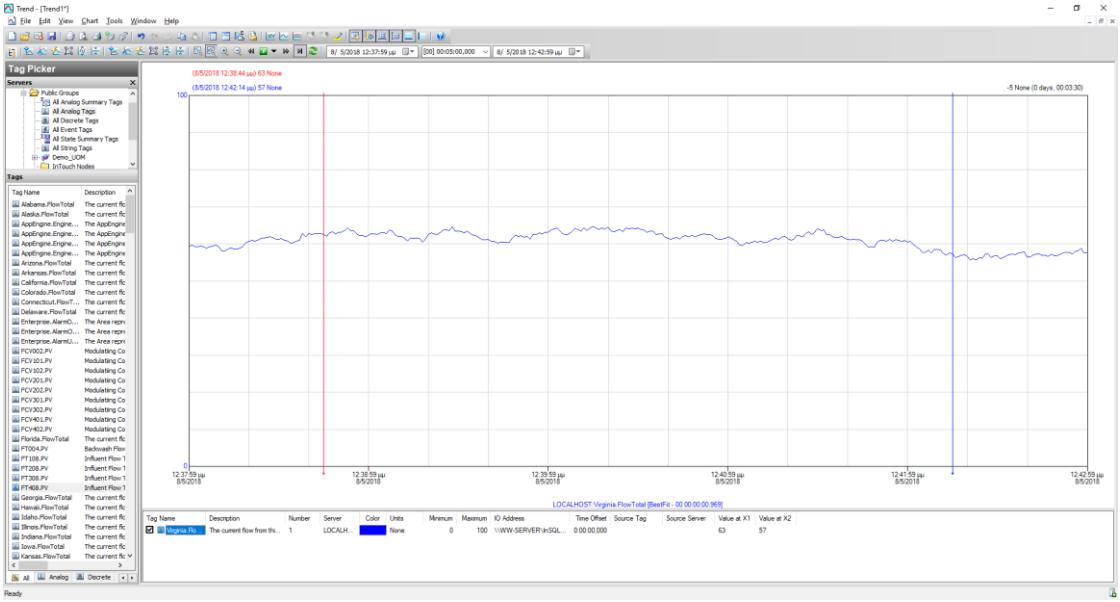
3.5 Ανάλυση – Αξιολόγηση δεδομένων

Στην παρούσα εργασία θα δείξουμε μερικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να κάνουμε ανάλυση και αξιολόγηση των δεδομένων που λαμβάνουμε. Οι τρόποι που θα δείξουμε είναι:

1) Χρήση Wonderware Historian Client
2) Χρήση Wonderware InSight
3) Χρήση λογισμικού Excel / Tableau

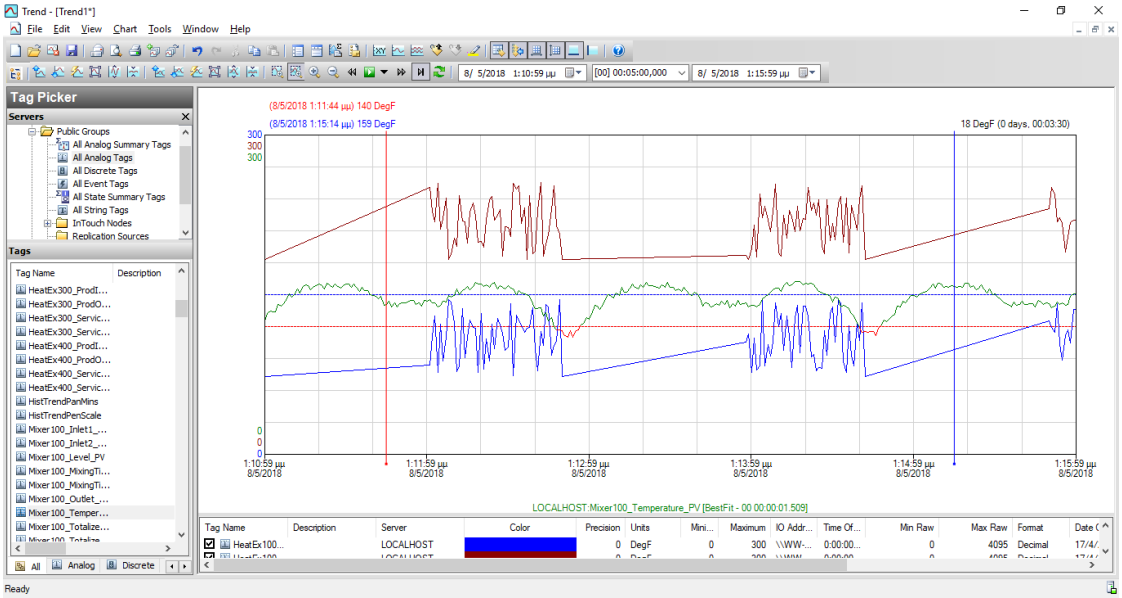
3.5.1 Wonderware Historian Client

Ξεκινώντας με το λογισμικό Wonderware Historian Client θα δούμε ότι μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε οποιοδήποτε Tag έχουμε χρησιμοποιήσει στις εφαρμογές μας και να το δούμε γραφικά. (Εικόνα 46)



Εικόνα 46 Wonderware Historian Client

Μας δίνει επίσης τη δυνατότητα να εμφανίσουμε διαφορετικού είδους και τύπου Tag έτσι ώστε να έχουμε μια συνολική εικόνα από την πληροφορία που μας ενδιαφέρει. (Εικόνα 47)



Εικόνα 47 Multitag Historian Client

3.5.2 Wonderware InSight

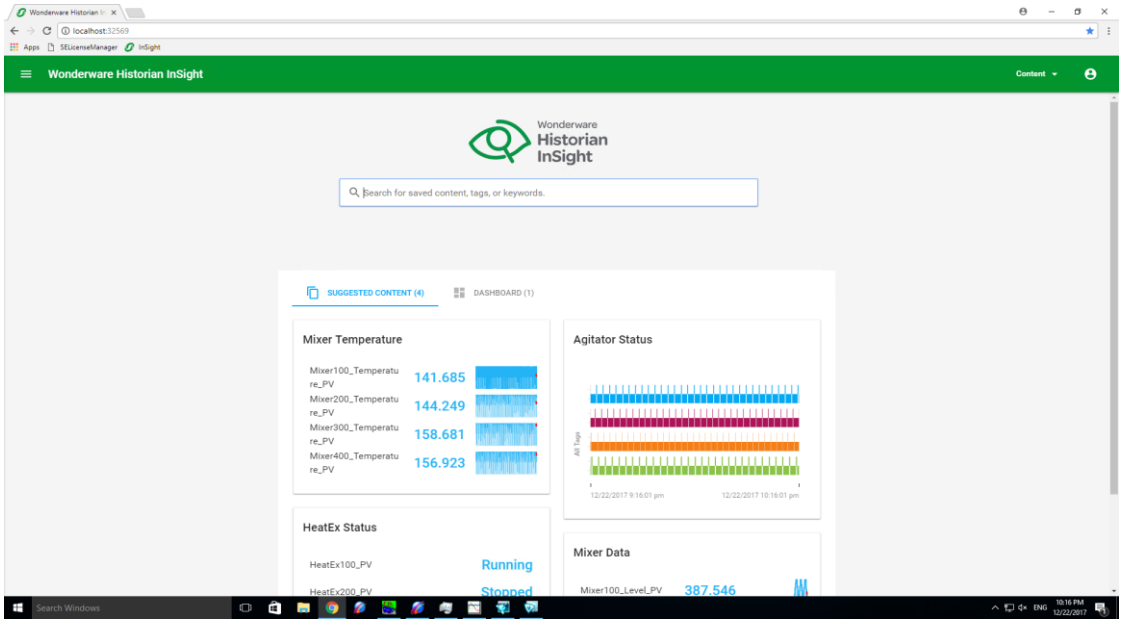
Το Wonderware InSight είναι ένα δεύτερο εργαλείο που μας παρέχει τη δυνατότητα απεικόνισης πληροφορίας των δεδομένων μας με διάφορα γραφήματα. Έχει περίπου τις ίδιες δυνατότητες με το Historian Client απλώς με καλύτερη γραφική απεικόνιση.

Το Wonderware InSight μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε είτε σε τοπικό επίπεδο είτε μέσω Cloud. Η διαφορά αυτών των δύο είναι πως η λύση Cloud προσφέρει δυνατότητα απεικόνισης της πληροφορίας μας σε κινητά/Tablet με τη χρήση της εφαρμογής SmartGlance καθώς και χρήση A.I (Τεχνητής Νοημοσύνης) από τη Wonderware για να μας δείχνει πιθανές ανωμαλίες στα δεδομένα μας.

Μέσα στην εφαρμογή έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε τους δικούς μας πίνακες με τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε καθώς και διαδραστικά Dashboard όπου θα είναι συγκεντρωμένη η πληροφορία που χρειαζόμαστε.

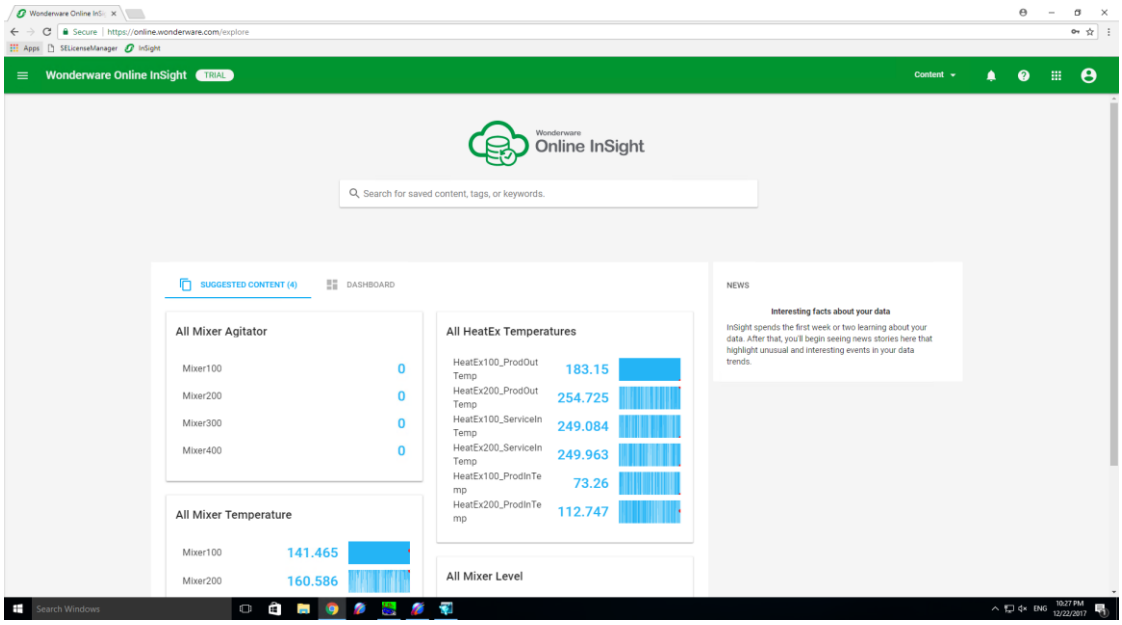
Η πηγή από όπου τραβάμε τα δεδομένα μας για τη χρήση τους με το InSight είναι ο Wonderware Historian Server όπου και γίνεται η αποθήκευσή τους.

Για να χρησιμοποιήσουμε το InSight σε τοπικό επίπεδο πρέπει να πάμε στη διεύθυνση: http://localhost:32569

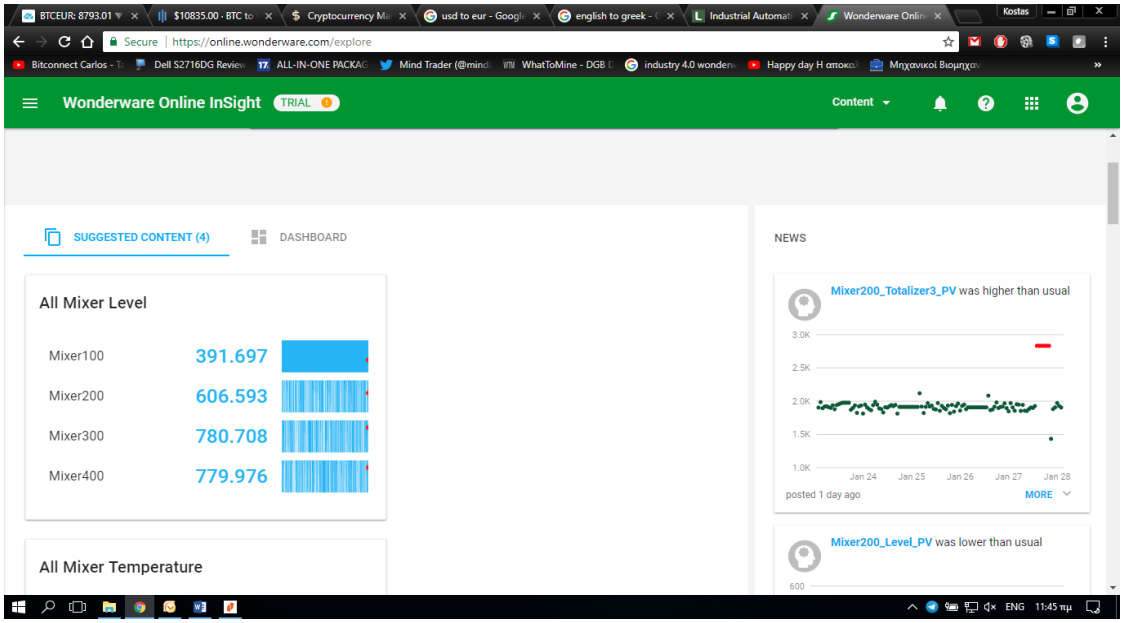


Εικόνα 48 Wonderware InSight (Local)

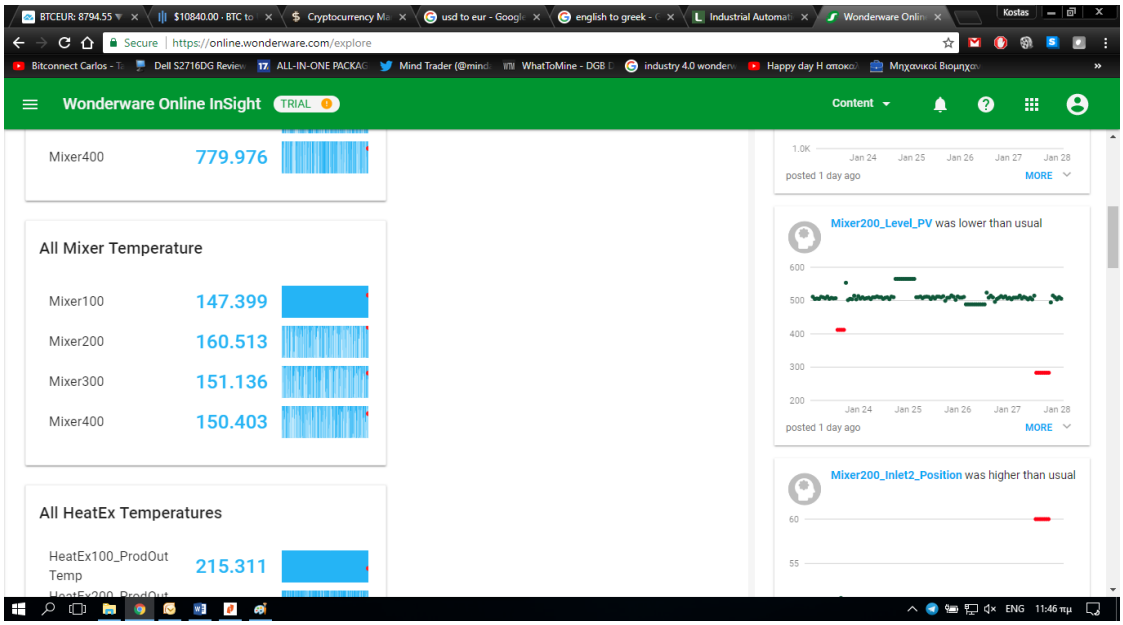
Η Online έκδοση είναι στη διεύθυνση: https://on.wonderware.eu



Εικόνα 49 Wonderware InSight (Cloud)



Εικόνα 50 Wonderware InSight - A.I

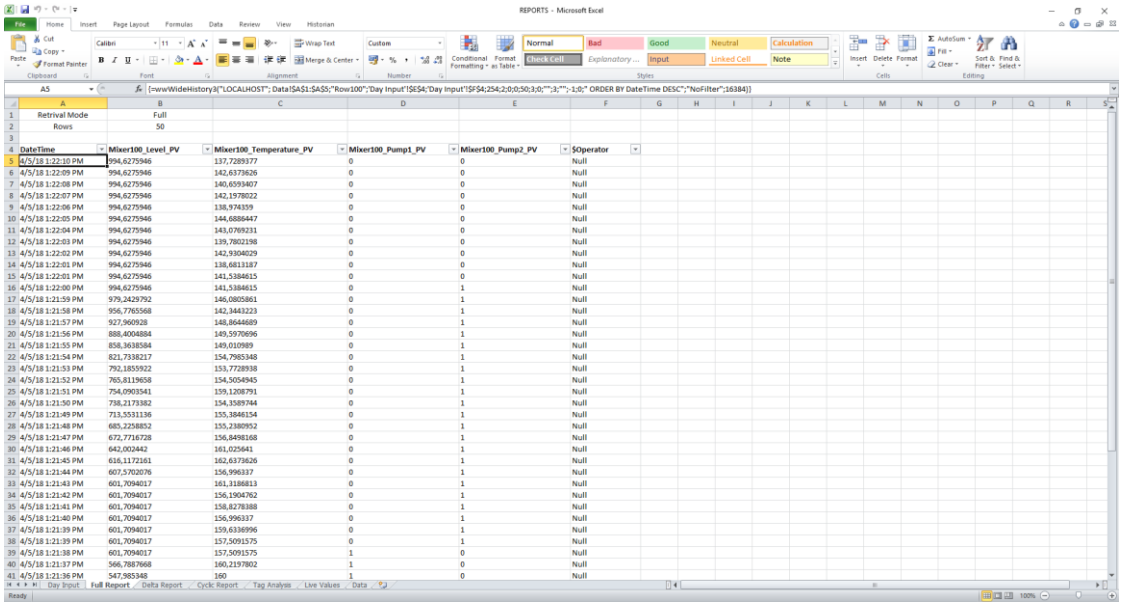


Εικόνα 51 Wonderware InSight - A.I (2)

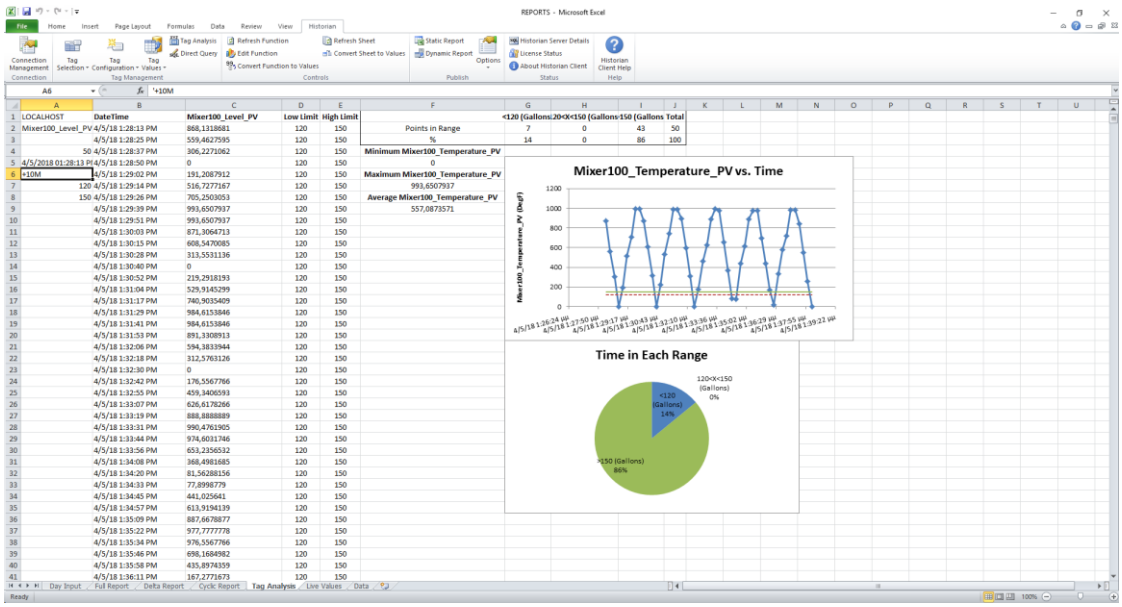
3.5.3 Excel – Historian Client Add-in

Στην περίπτωση που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το Excel, έχουμε τη δυνατότητα να φορτώσουμε το Historian Client Add-in μέσω του οποίου θα μπορέσουμε να εμφανίσουμε την πληροφορία που μας ενδιαφέρει και να δημιουργήσουμε τα γραφήματα που μας ενδιαφέρουν. (Εικόνα 52-53)

Το Historian Client Add-in μας δίνει τη δυνατότητα να συνδεθούμε σε οποιονδήποτε Historian Server και να διαβάσουμε οποιοδήποτε Tag. Μας προσφέρει μεγάλη ευκολία στη διαμόρφωση και απεικόνιση της πληροφορίας.



Εικόνα 52 Excel - Historian Client Add-in (1)

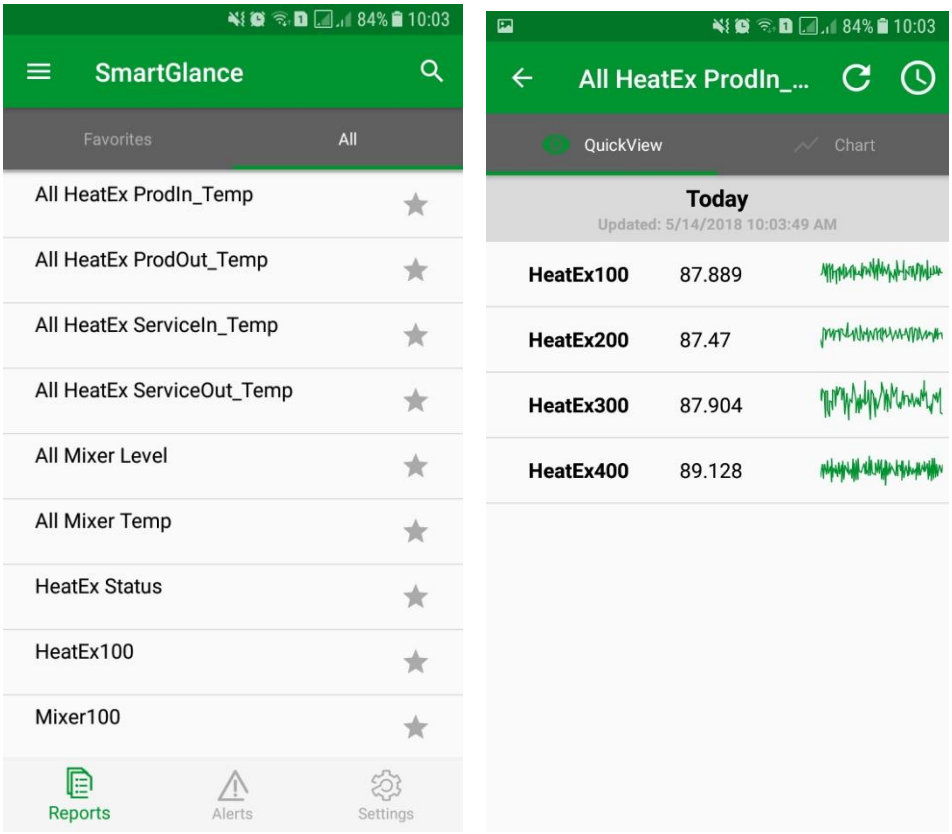


Εικόνα 53 Excel - Historian Client - Add-in (2)

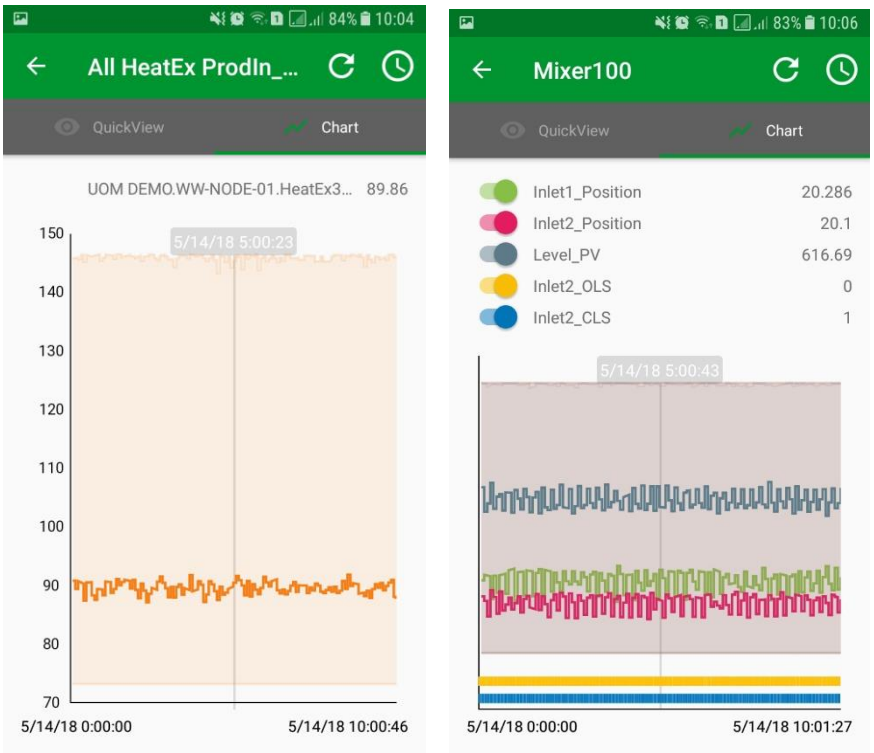
3.6 Wonderware SmartGlance

Η εφαρμογή Wonderware SmartGlance μας προσφέρει τη δυνατότητα να δούμε και αναλύσουμε τα δεδομένα που έχουμε στο Cloud (Wonderware Online). Μας προσφέρει βασικής μορφής διαγράμματα καθώς και τη δυνατότητα ειδοποιήσεων (Alarms).

Τα δεδομένα προς εμφάνιση είναι αυτά που έχουμε δημιουργήσει στο Wonderware Online.



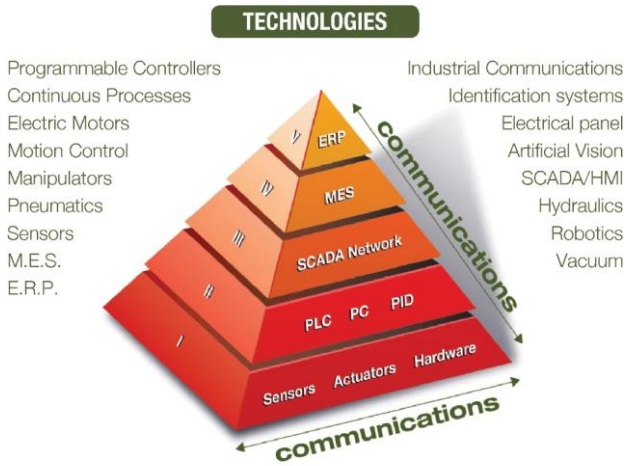
Εικόνα 54 Wonderware SmartGlance



Εικόνα 55 Wonderware SmartGlance (2)

4. Επίλογος

Μέσα από αυτή τη διπλωματική είδαμε πως ο δρόμος για το Industry 4.0 είναι πλέον ανοιχτός. Η τεχνολογία υπάρχει και είναι θέμα χρόνου η υλοποίησή του. Οι τρεις εφαρμογές που υλοποιήσαμε δείχνουν τα τρία πρώτα στάδια υλοποίησής του, δηλαδή από το επίπεδο 1 (Sensors, Actuators, Hardware) στο επίπεδο 2 (PLC, PC, PID) μέχρι και το επίπεδο 3 (SCADA Network) τα οποία είναι η βάση για το Industry 4.0 [Εικόνα 56]



Εικόνα 56 MES pyramid

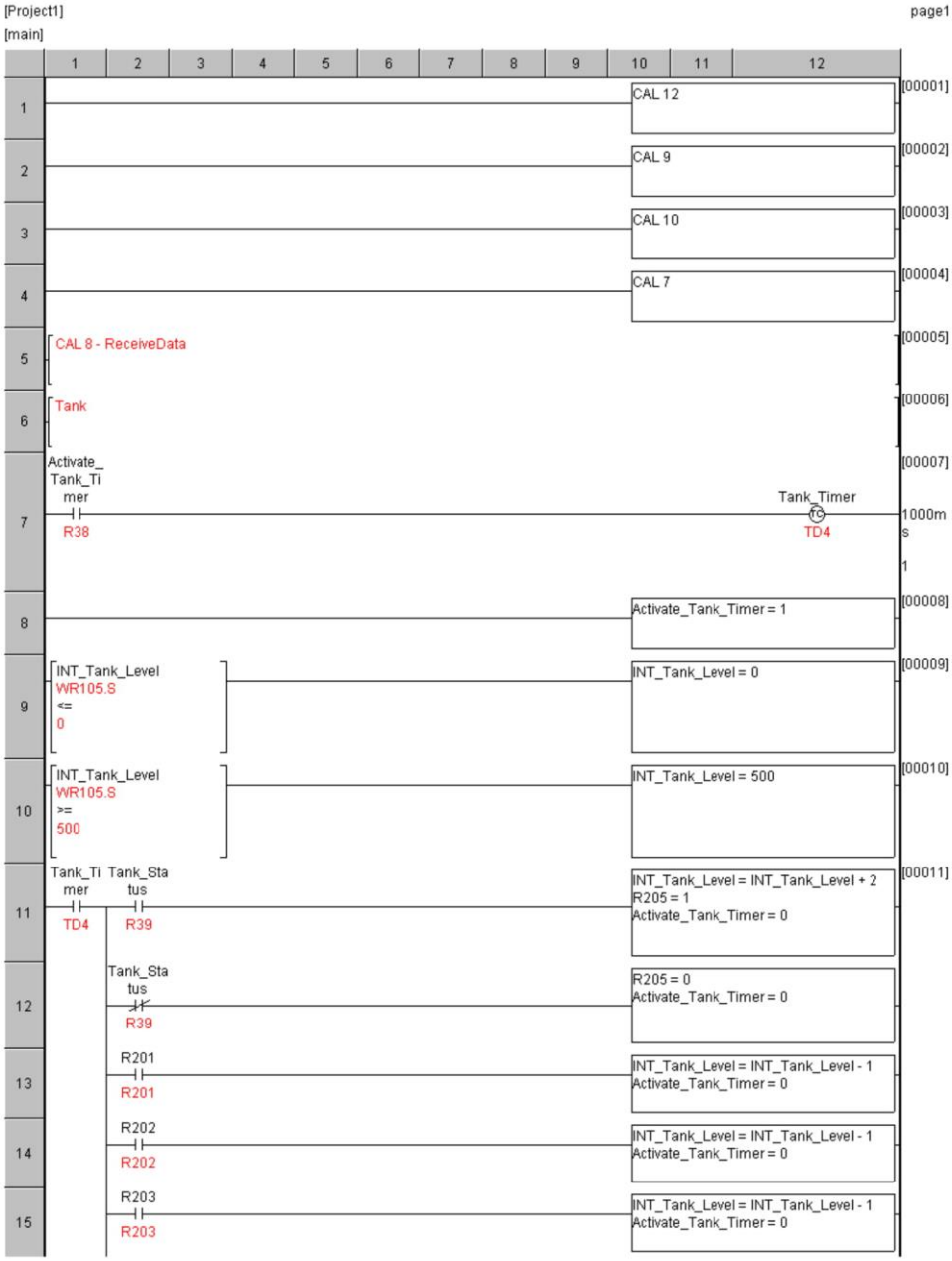
Είδαμε επίσης τους τρόπους σύνδεσης μεταξύ των PLC και των συστημάτων SCADA καθώς και τους τρόπους αποθήκευσης, απεικόνισης και ανάλυσης αυτών των δεδομένων. Δείξαμε σε μικρή κλίμακα εφαρμογές και τις διαφορές που μπορεί να έχει το πρότυπο του “Situational Awareness” για την απεικόνιση της πληροφορίας.

4.1 Μελλοντικές επεκτάσεις

Σαν μελλοντική επέκταση και έρευνα θα πρότεινα να γίνει η συνέχιση των επιπέδων διασύνδεσης στην πυραμίδα MES (Manufacturing Execution Systems) [Εικόνα 56] δηλαδή οι εφαρμογές να συνδεθούν με συστήματα MES και στη συνέχεια με συστήματα ERP από όπου θα γίνεται ο πλήρης έλεγχος όλης της παραγωγικής διαδικασίας.

Με αυτόν τον τρόπο θα μιλάμε πλέον για CPS (Cyber Physical Systems) συστήματα όπου με τη χρήση του IoT όλες οι μηχανές θα είναι ανεξάρτητες και θα δέχονται απλά την πληροφορία παραγωγής από τα συστήματα ERP.

Παράρτημα Α - Κώδικας PLC1 – Εφαρμογή No1


[Project1]
[main]
page1
CAL 12
CAL 9
CAL 10
CAL 7
CAL 8 - ReceiveData
Tank
Activate_Tank_Timer
R38
Tank_Timer
TD4
1000ms
1
Activate_Tank_Timer = 1
INT_Tank_Level
WR105.S
<=
0
INT_Tank_Level = 0
INT_Tank_Level
WR105.S
>=
500
INT_Tank_Level = 500
Tank_Timer
TD4
Tank_Status
R39
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level + 2
R205 = 1
Activate_Tank_Timer = 0
Tank_Status
R39
R205 = 0
Activate_Tank_Timer = 0
R201
R201
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1
Activate_Tank_Timer = 0
R202
R202
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1
Activate_Tank_Timer = 0
R203
R203
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1
Activate_Tank_Timer = 0

[Project1] page2

[main]

16	R204 (R204)		INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1 Activate_Tank_Timer = 0	
17	PLC2_RUN (R4D)		INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1 Activate_Tank_Timer = 0	
18	AUTO Program			[00012]
19	REMOTE (R2)	Remote_Option (R3A) / ERROR (R26)	Remote_OK (R3E)	[00013]
20	REMOTE_2 (RD)	Remote_Option_2 (R3B) / ERROR_2 (R29)	Remote_OK_2 (R3F)	[00014]
21	REMOTE_3 (R15)	Remote_Option_3 (R3C) / ERROR_3 (R2E)	Remote_OK_3 (R40)	[00015]
22	REMOTE_4 (R1D)	Remote_Option_4 (R3D) / ERROR_4 (R33)	Remote_OK_4 (R41)	[00016]
23			CAL 5	[00017]
24			CAL 4	[00018]
25			CAL 6	[00019]
26			CAL 11	[00020]
27			END	[00021]

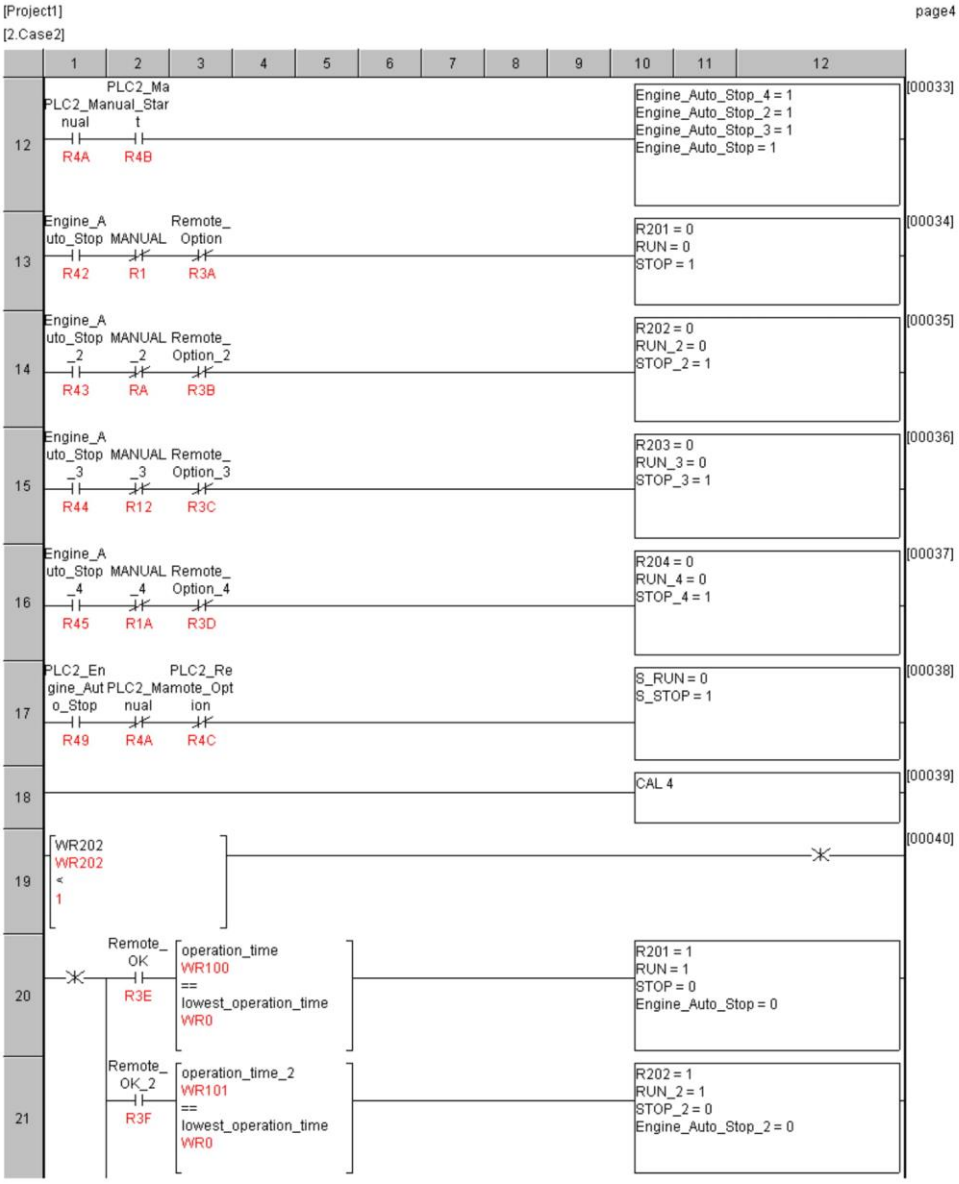
[2.Case2]

1	SB 2	[00022]
2	Engine_Auto_Stop = 0 Engine_Auto_Stop_2 = 0 Engine_Auto_Stop_3 = 0 Engine_Auto_Stop_4 = 0 PLC2_Engine_Auto_Stop = 0	[00023]

[Project1] page3

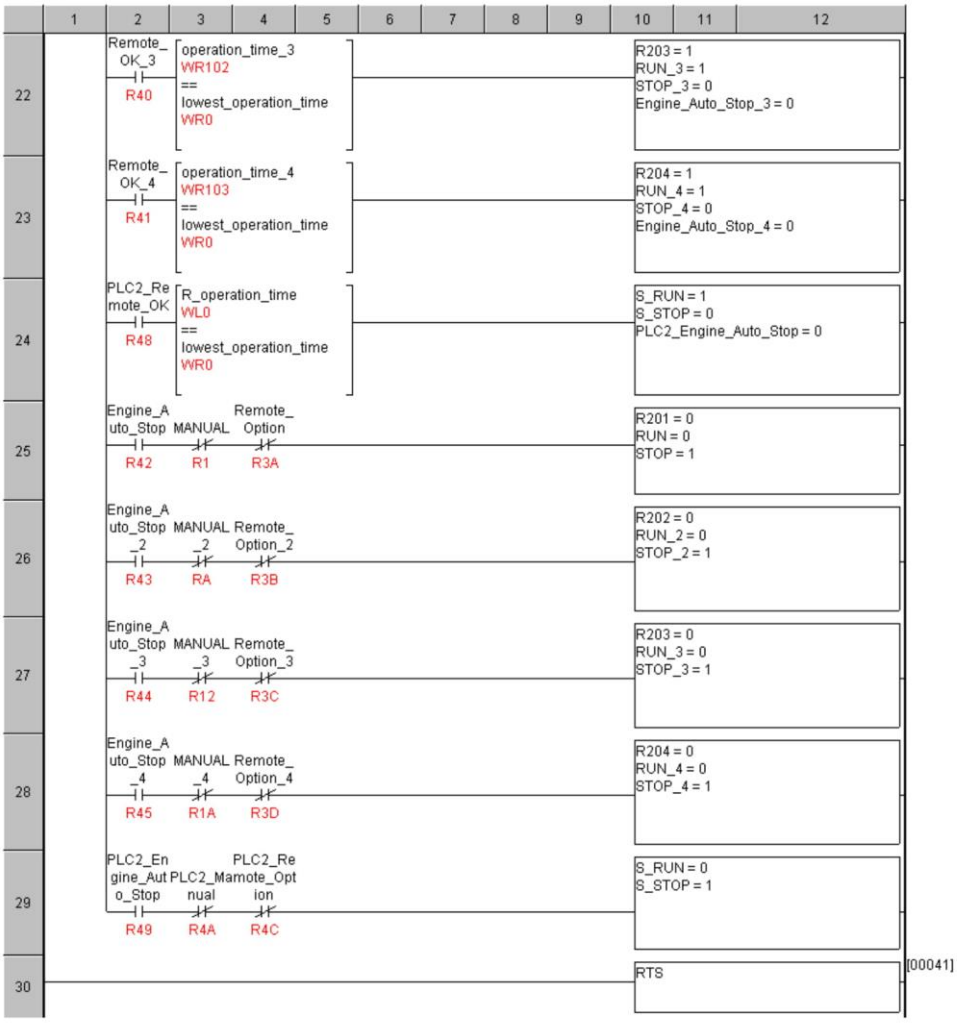
[2.Case2]

3	Remote_OK R3E	operation_time WR100 <> lowest_operation_time WR0	Engine_Auto_Stop = 1 [00024]
4	Remote_OK_2 R3F	operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time WR0	Engine_Auto_Stop_2 = 1 [00025]
5	Remote_OK_3 R40	operation_time_3 WR102 <> lowest_operation_time WR0	Engine_Auto_Stop_3 = 1 [00026]
6	Remote_OK_4 R41	operation_time_4 WR103 <> lowest_operation_time WR0	Engine_Auto_Stop_4 = 1 [00027]
7	PLC2_Remote_OK R48	R_operation_time WL0 <> lowest_operation_time WR0	PLC2_Engine_Auto_Stop = 1 [00028]
8	MANUAL R1 / Manual_Start R3		Engine_Auto_Stop_2 = 1 Engine_Auto_Stop_3 = 1 Engine_Auto_Stop_4 = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1 [00029]
9	MANUAL_2 RA / Manual_Start_2 RB		Engine_Auto_Stop = 1 Engine_Auto_Stop_3 = 1 Engine_Auto_Stop_4 = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1 [00030]
10	MANUAL_3 R12 / Manual_Start_3 R13		Engine_Auto_Stop_2 = 1 Engine_Auto_Stop = 1 Engine_Auto_Stop_4 = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1 [00031]
11	MANUAL_4 R1A / Manual_Start_4 R1B		Engine_Auto_Stop_2 = 1 Engine_Auto_Stop_3 = 1 Engine_Auto_Stop = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1 [00032]

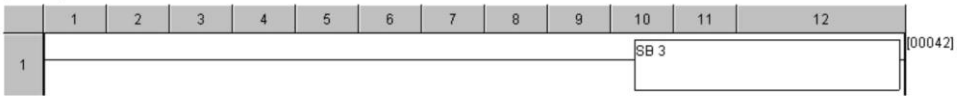

[Project1]
[2.Case2]
page4
PLC2_Manual R4A
PLC2_Manual_Start R4B
Engine_Auto_Stop_4 = 1
Engine_Auto_Stop_2 = 1
Engine_Auto_Stop_3 = 1
Engine_Auto_Stop = 1
[00033]
Engine_Auto_Stop R42
MANUAL R1
Remote_Option R3A
R201 = 0
RUN = 0
STOP = 1
[00034]
Engine_Auto_Stop_2 R43
MANUAL_2 RA
Remote_Option_2 R3B
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00035]
Engine_Auto_Stop_3 R44
MANUAL_3 R12
Remote_Option_3 R3C
R203 = 0
RUN_3 = 0
STOP_3 = 1
[00036]
Engine_Auto_Stop_4 R45
MANUAL_4 R1A
Remote_Option_4 R3D
R204 = 0
RUN_4 = 0
STOP_4 = 1
[00037]
PLC2_Engine_Auto_Stop R49
PLC2_Manual R4A
PLC2_Remote_Option R4C
S_RUN = 0
S_STOP = 1
[00038]
CAL 4
[00039]
WR202
WR202
<
1
[00040]
Remote_OK R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time
WR0
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
Remote_OK_2 R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time
WR0
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0

[Project1] page5

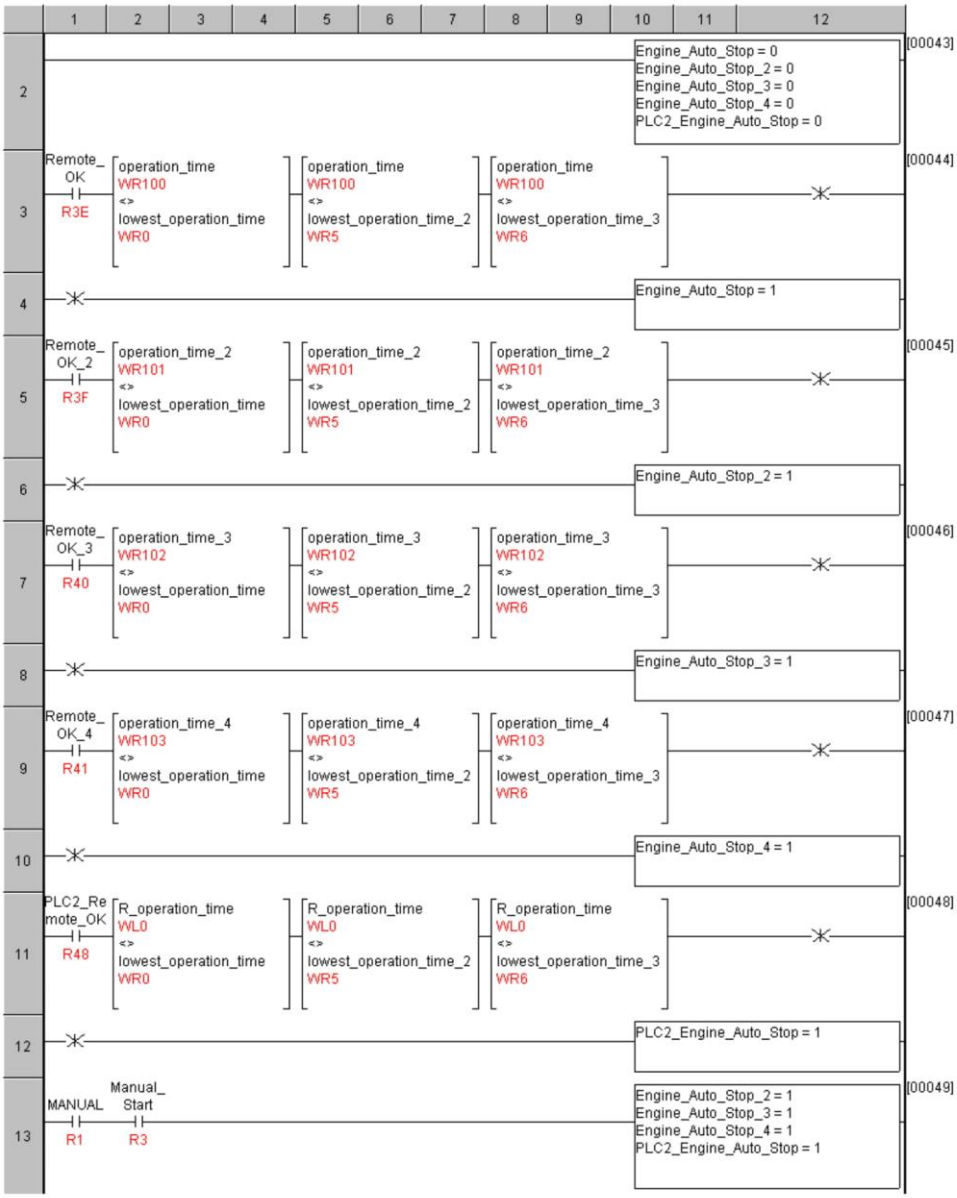
[2.Case2]



[3.Case3]



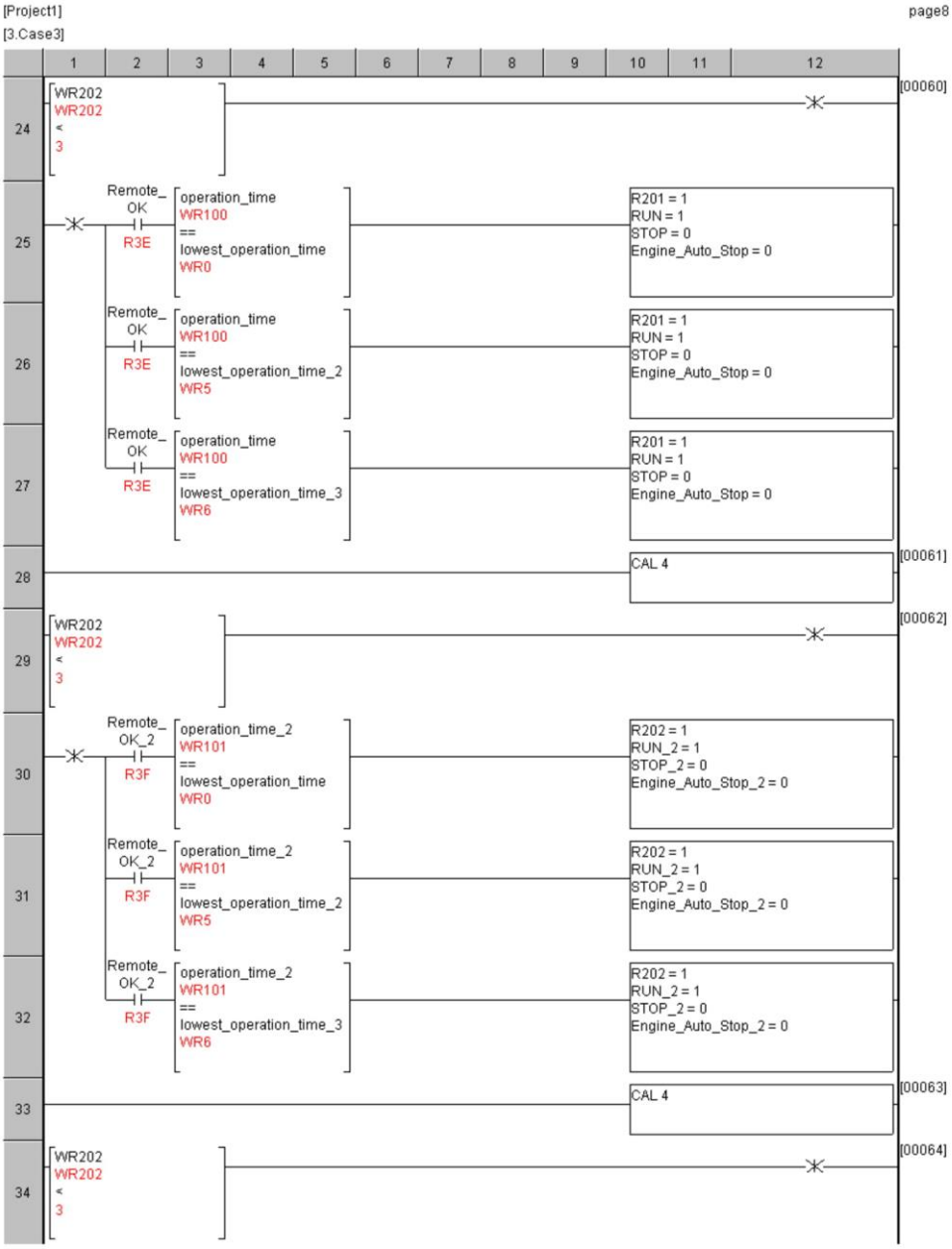
[Project1]
[3.Case3]
page6

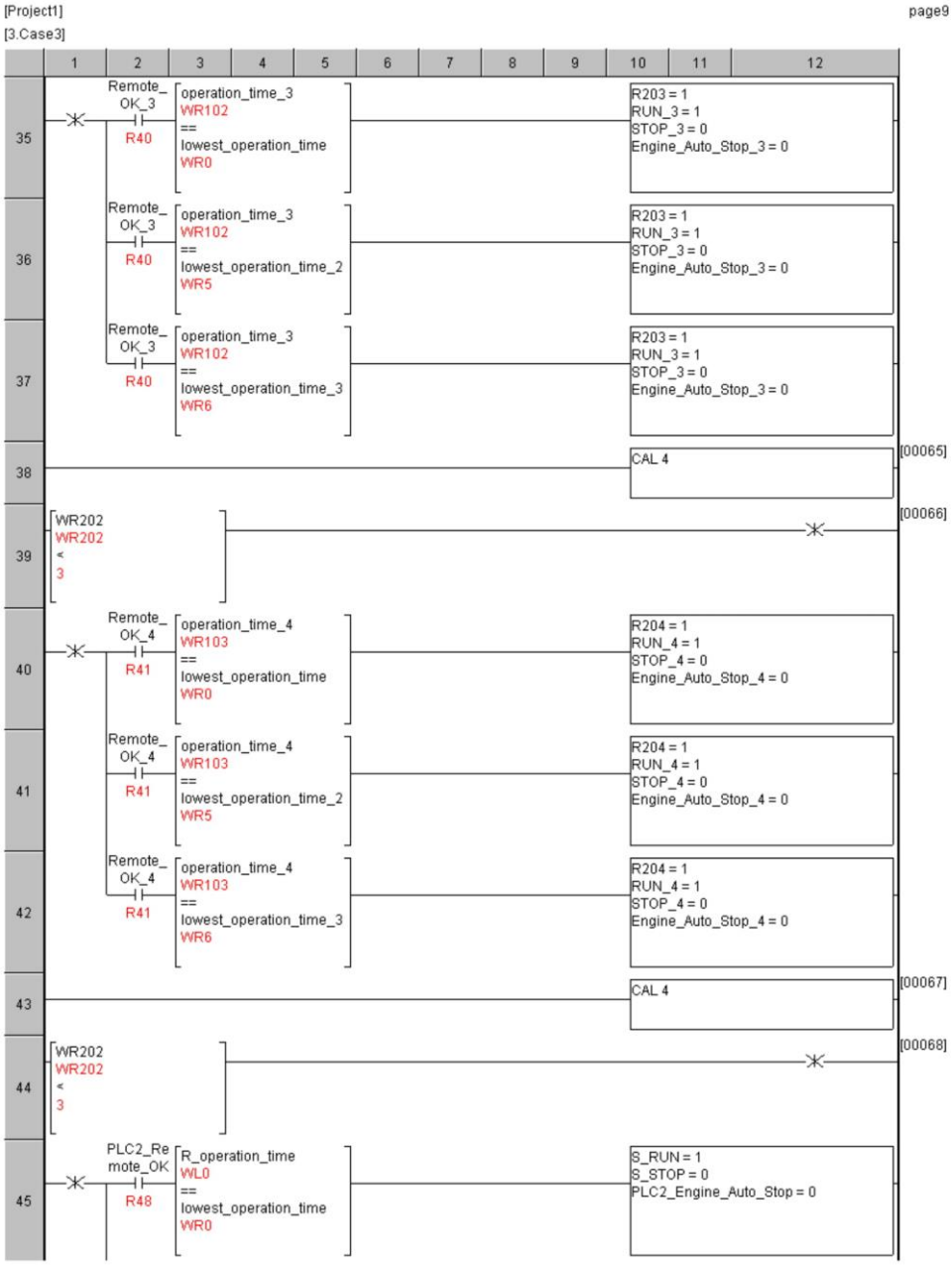


[Project1]
[3.Case3]

page7

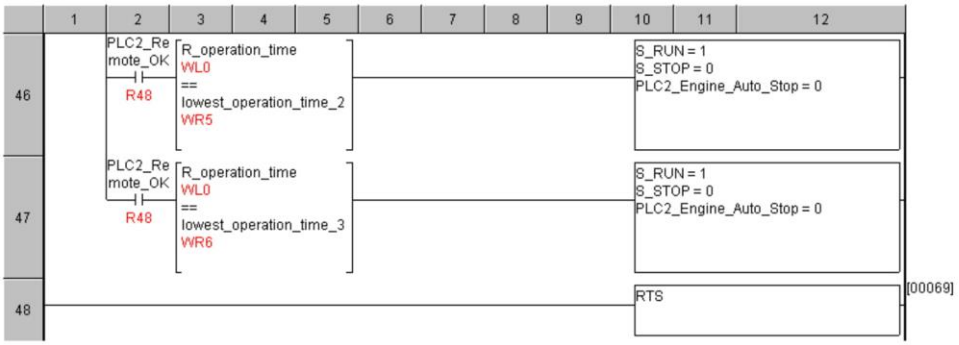
14	MANUAL_2 (RA)	Manual_Start_2 (RB)	Engine_Auto_Stop = 1 Engine_Auto_Stop_3 = 1 Engine_Auto_Stop_4 = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1	[00050]
15	MANUAL_3 (R12)	Manual_Start_3 (R13)	Engine_Auto_Stop_2 = 1 Engine_Auto_Stop = 1 Engine_Auto_Stop_4 = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1	[00051]
16	MANUAL_4 (R1A)	Manual_Start_4 (R1B)	Engine_Auto_Stop_2 = 1 Engine_Auto_Stop_3 = 1 Engine_Auto_Stop = 1 PLC2_Engine_Auto_Stop = 1	[00052]
17	PLC2_Manual (R4A)	PLC2_Manual_Start (R4B)	Engine_Auto_Stop_2 = 1 Engine_Auto_Stop_3 = 1 Engine_Auto_Stop_4 = 1 Engine_Auto_Stop = 1	[00053]
18	Engine_Auto_Stop (R42)	MANUAL (R1) / Remote_Option (R3A)	R201 = 0 RUN = 0 STOP = 1	[00054]
19	Engine_Auto_Stop_2 (R43)	MANUAL_2 (RA) / Remote_Option_2 (R3B)	R202 = 0 RUN_2 = 0 STOP_2 = 1	[00055]
20	Engine_Auto_Stop_3 (R44)	MANUAL_3 (R12) / Remote_Option_3 (R3C)	R203 = 0 RUN_3 = 0 STOP_3 = 1	[00056]
21	Engine_Auto_Stop_4 (R45)	MANUAL_4 (R1A) / Remote_Option_4 (R3D)	R204 = 0 RUN_4 = 0 STOP_4 = 1	[00057]
22	PLC2_Engine_Auto_Stop (R49)	PLC2_Manual (R4A) / PLC2_Remote_Option (R4C)	S_RUN = 0 S_STOP = 1	[00058]
23			CAL 4	[00059]


[Project1]
[3.Case3]
page8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
24
WR202
WR202
<
3
[00060]
25
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time
WR0
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
26
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time_2
WR5
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
27
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time_3
WR6
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
28
CAL 4
[00061]
29
WR202
WR202
<
3
[00062]
30
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time
WR0
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
31
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time_2
WR5
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
32
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time_3
WR6
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
33
CAL 4
[00063]
34
WR202
WR202
<
3
[00064]

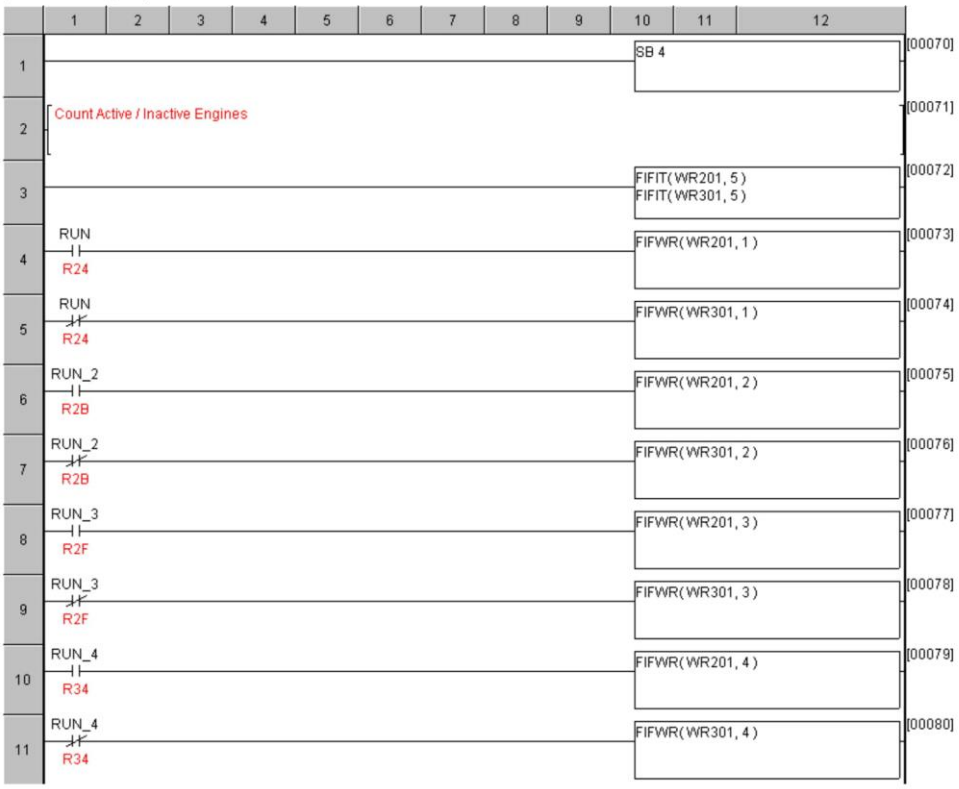

[Project1]
[3.Case3]
page9
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
35
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
==
lowest_operation_time
WR0
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
36
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
==
lowest_operation_time_2
WR5
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
37
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
==
lowest_operation_time_3
WR6
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
38
CAL 4
[00065]
39
WR202
WR202
<
3
[00066]
40
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
==
lowest_operation_time
WR0
R204 = 1
RUN_4 = 1
STOP_4 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
41
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
==
lowest_operation_time_2
WR5
R204 = 1
RUN_4 = 1
STOP_4 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
42
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
==
lowest_operation_time_3
WR6
R204 = 1
RUN_4 = 1
STOP_4 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
43
CAL 4
[00067]
44
WR202
WR202
<
3
[00068]
45
PLC2_Remote_OK
R48
R_operation_time
WL0
==
lowest_operation_time
WR0
S_RUN = 1
S_STOP = 0
PLC2_Engine_Auto_Stop = 0

[Project1] page10

[3.Case3]



[4.CountActiveEngines]



[Project1] page11

[4.CountActiveEngines]

12	PLC2_RUN R4D	FIFWR(WR201, 5)	[00081]
13	PLC2_RUN R4D	FIFWR(WR301, 5)	[00082]
14		RTS	[00083]

[5.FindLowestOperationTime]

1			SB 5	[00084]
2	Find lowest_operation_time Engine			[00085]
3			lowest_operation_time = 32000	[00086]
4	Remote_OK R3E	operation_time WR100 <= lowest_operation_time WR0	lowest_operation_time = operation_time	[00087]
5	Remote_OK_2 R3F	operation_time_2 WR101 <= lowest_operation_time WR0	lowest_operation_time = operation_time_2	[00088]
6	Remote_OK_3 R40	operation_time_3 WR102 <= lowest_operation_time WR0	lowest_operation_time = operation_time_3	[00089]
7	Remote_OK_4 R41	operation_time_4 WR103 <= lowest_operation_time WR0	lowest_operation_time = operation_time_4	[00090]
8	PLC2_Remote_OK R48	R_operation_time WL0 <= lowest_operation_time WR0	lowest_operation_time = R_operation_time	[00091]

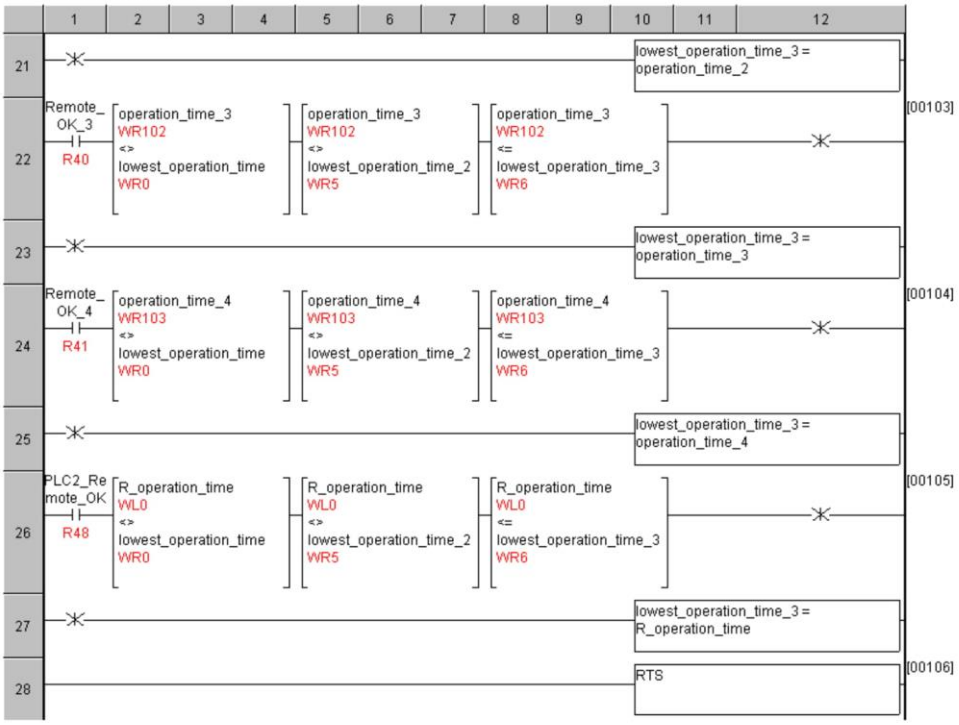
[Project1] page12

[5.FindLowestOperationTime]

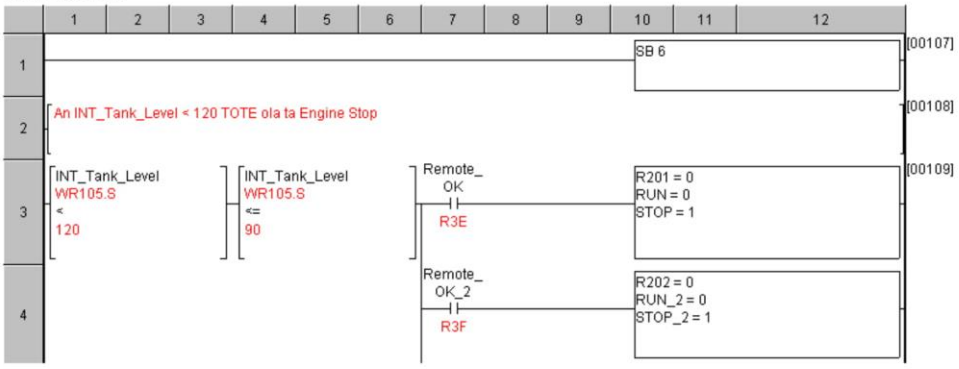
9	Find lowest_operation_time_2 Engine												[00092]
10										lowest_operation_time_2 = 32000			[00093]
11	Remote_OK R3E	operation_time WR100 <> lowest_operation_time WR0			operation_time WR100 <= lowest_operation_time_2 WR5					lowest_operation_time_2 = operation_time			[00094]
12	Remote_OK_2 R3F	operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time WR0			operation_time_2 WR101 <= lowest_operation_time_2 WR5					lowest_operation_time_2 = operation_time_2			[00095]
13	Remote_OK_3 R40	operation_time_3 WR102 <> lowest_operation_time WR0			operation_time_3 WR102 <= lowest_operation_time_2 WR5					lowest_operation_time_2 = operation_time_3			[00096]
14	Remote_OK_4 R41	operation_time_4 WR103 <> lowest_operation_time WR0			operation_time_4 WR103 <= lowest_operation_time_2 WR5					lowest_operation_time_2 = operation_time_4			[00097]
15	PLC2_Remote_OK R48	R_operation_time WL0 <> lowest_operation_time WR0			R_operation_time WL0 <= lowest_operation_time_2 WR5					lowest_operation_time_2 = R_operation_time			[00098]
16	Find lowest_operation_time_3 Engine												[00099]
17										lowest_operation_time_3 = 32000			[00100]
18	Remote_OK R3E	operation_time WR100 <> lowest_operation_time WR0			operation_time WR100 <> lowest_operation_time_2 WR5			operation_time WR100 <= lowest_operation_time_3 WR6					[00101]
19										lowest_operation_time_3 = operation_time			
20	Remote_OK_2 R3F	operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time WR0			operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time_2 WR5			operation_time_2 WR101 <= lowest_operation_time_3 WR6					[00102]

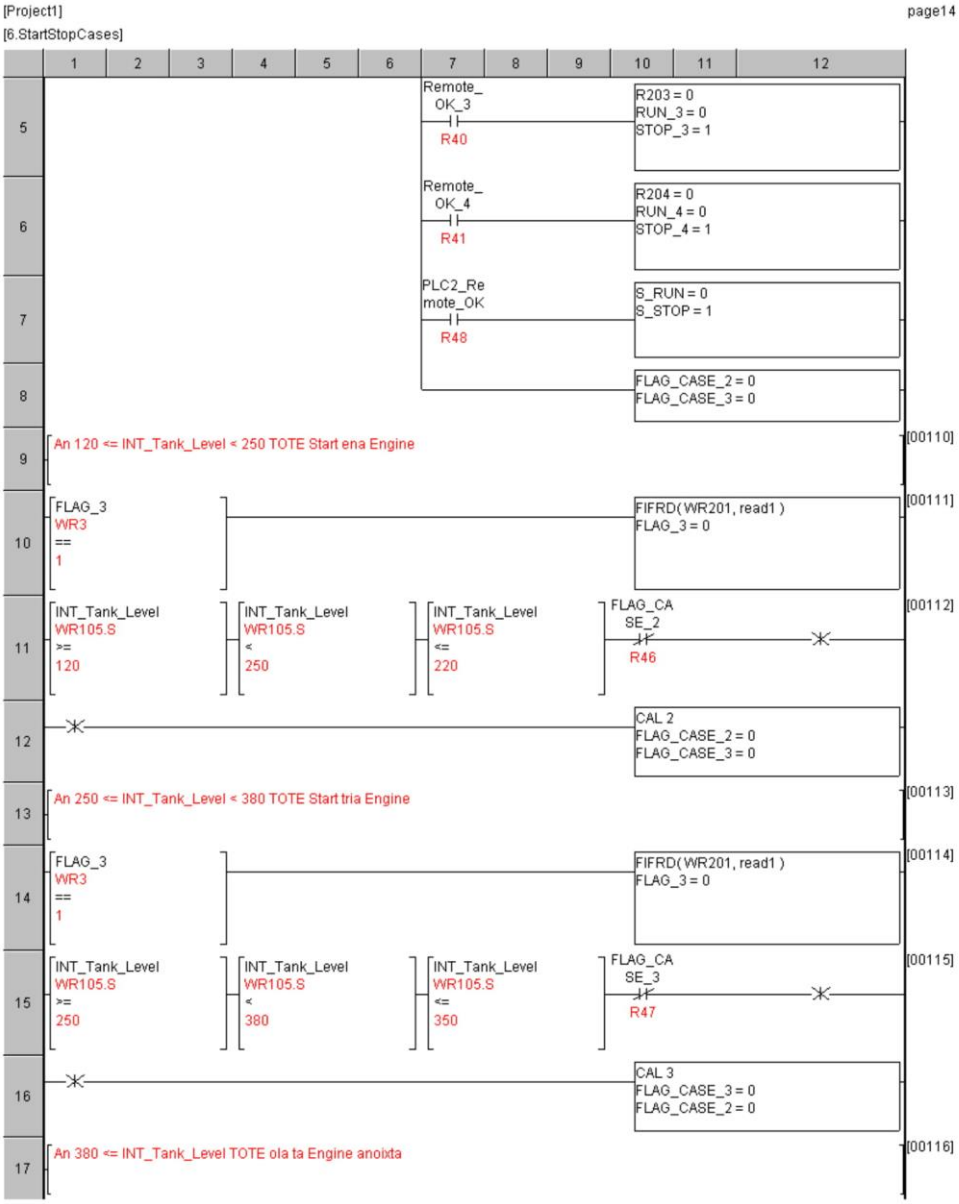
[Project1] page13

[5.FindLowestOperationTime]



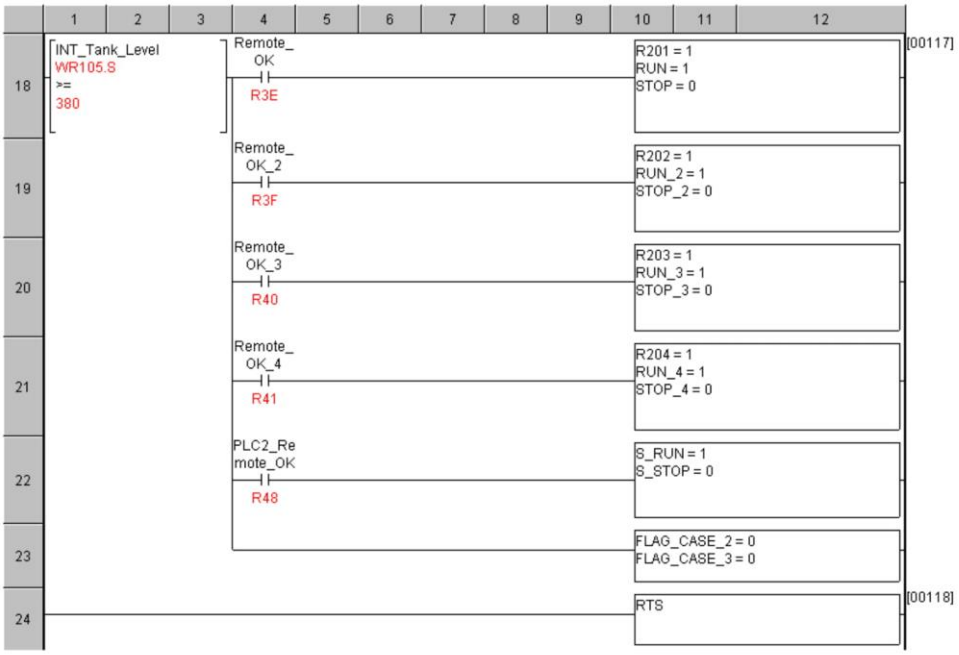
[6.StartStopCases]



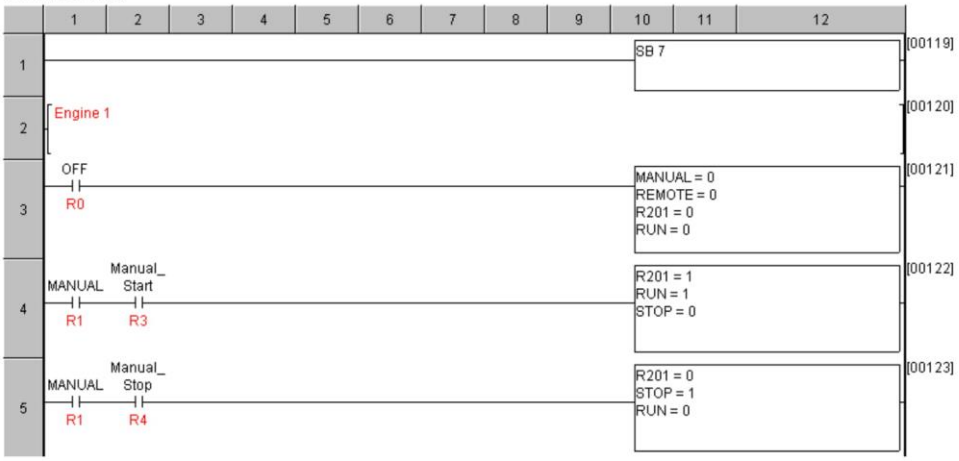

[Project1]
[6.StartStopCases]
page14
Remote_ OK_3
R40
R203 = 0
RUN_3 = 0
STOP_3 = 1
Remote_ OK_4
R41
R204 = 0
RUN_4 = 0
STOP_4 = 1
PLC2_Re mote_OK
R48
S_RUN = 0
S_STOP = 1
FLAG_CASE_2 = 0
FLAG_CASE_3 = 0
An 120 <= INT_Tank_Level < 250 TOTE Start ena Engine
[00110]
FLAG_3
WR3
==
1
FIFRD(WR201, read1)
FLAG_3 = 0
[00111]
INT_Tank_Level
WR105.S
>=
120
INT_Tank_Level
WR105.S
<
250
INT_Tank_Level
WR105.S
<=
220
FLAG_CA SE_2
R46
[00112]
CAL 2
FLAG_CASE_2 = 0
FLAG_CASE_3 = 0
An 250 <= INT_Tank_Level < 380 TOTE Start tria Engine
[00113]
FLAG_3
WR3
==
1
FIFRD(WR201, read1)
FLAG_3 = 0
[00114]
INT_Tank_Level
WR105.S
>=
250
INT_Tank_Level
WR105.S
<
380
INT_Tank_Level
WR105.S
<=
350
FLAG_CA SE_3
R47
[00115]
CAL 3
FLAG_CASE_3 = 0
FLAG_CASE_2 = 0
An 380 <= INT_Tank_Level TOTE ola ta Engine anoixta
[00116]

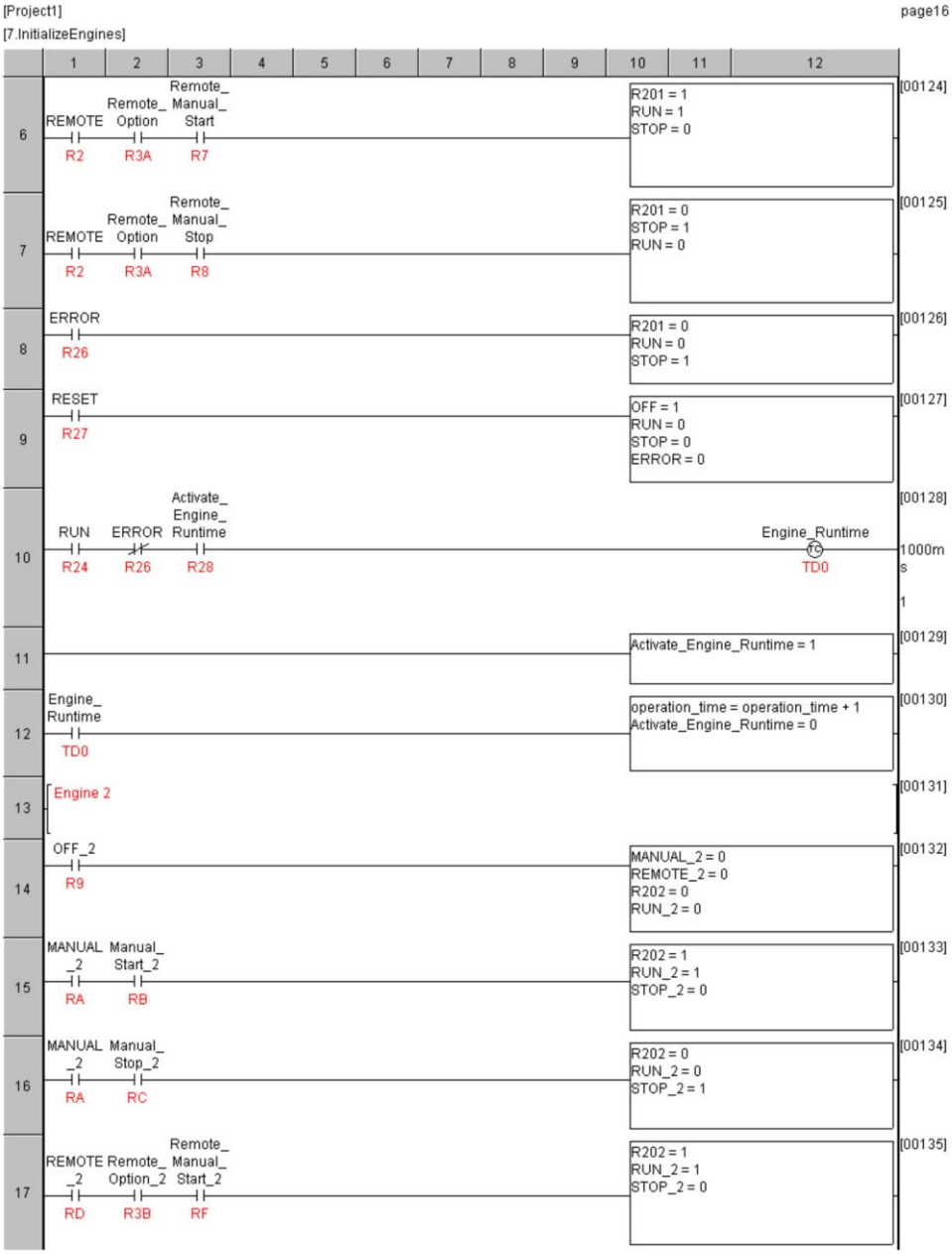
[Project1] page15

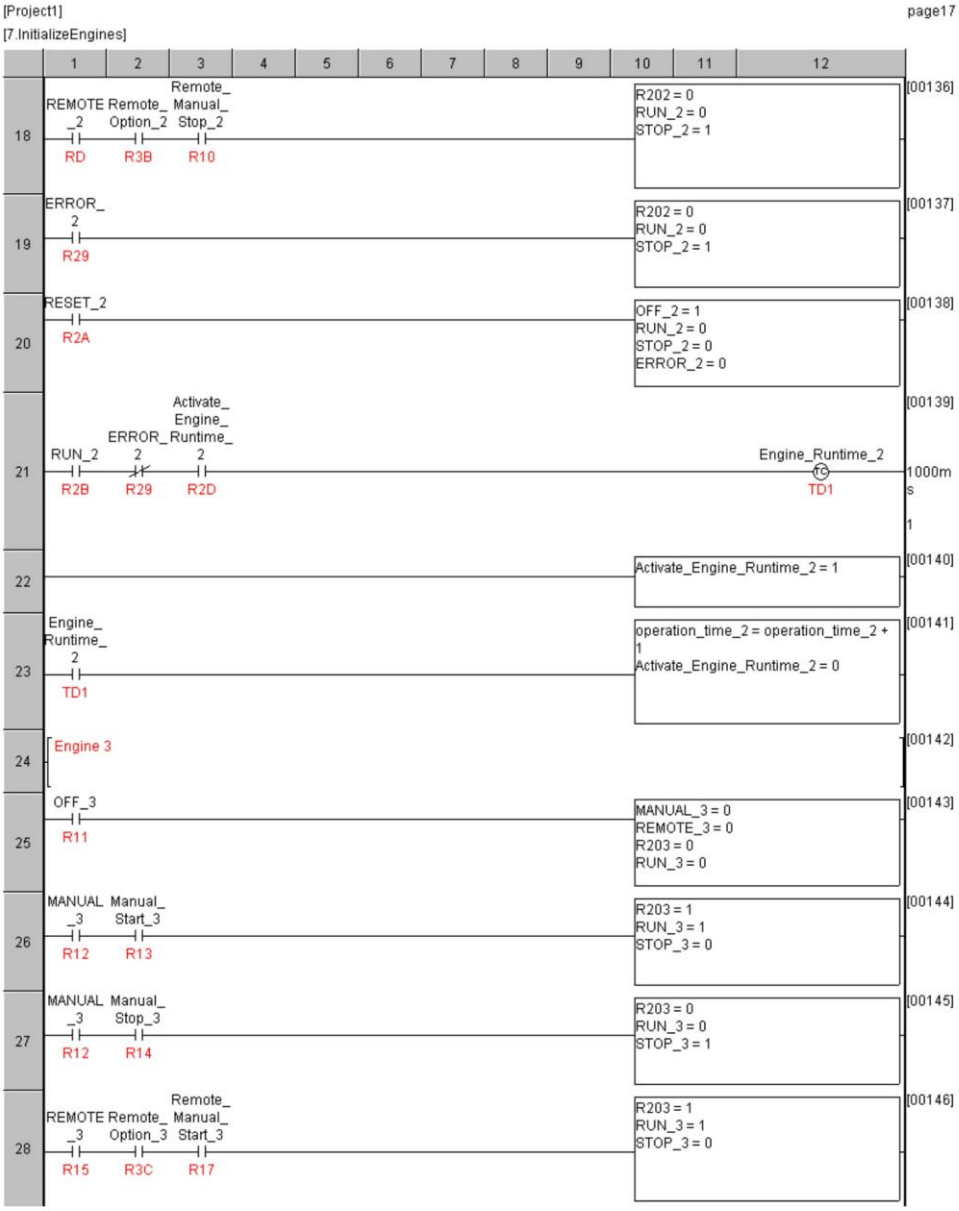
[6.StartStopCases]

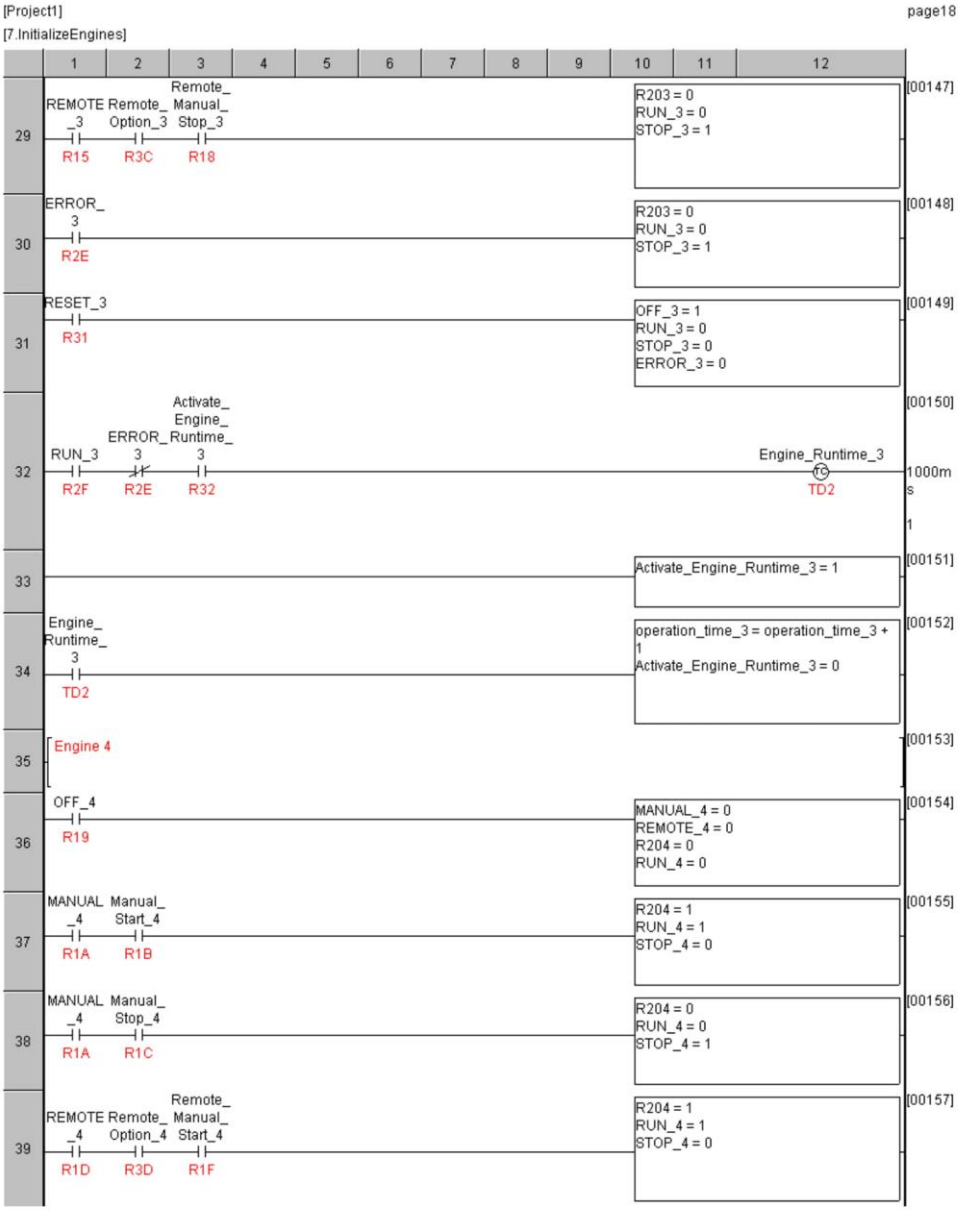


[7.InitializeEngines]



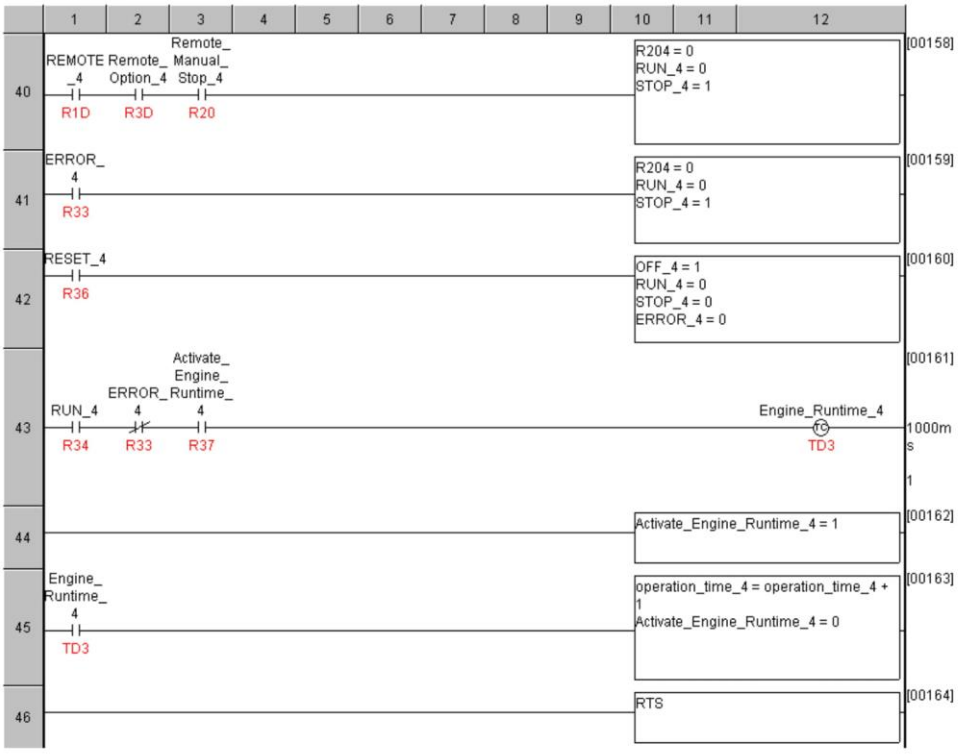

[Project1]
page16
[7.InitializeEngines]
REMOTE R2
Remote_ Option R3A
Remote_ Manual_ Start R7
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
[00124]
REMOTE R2
Remote_ Option R3A
Remote_ Manual_ Stop R8
R201 = 0
STOP = 1
RUN = 0
[00125]
ERROR R26
R201 = 0
RUN = 0
STOP = 1
[00126]
RESET R27
OFF = 1
RUN = 0
STOP = 0
ERROR = 0
[00127]
RUN R24
ERROR R26
Activate_ Engine_ Runtime R28
Engine_Runtime TD0
1000ms
1
[00128]
Activate_Engine_Runtime = 1
[00129]
Engine_ Runtime TD0
operation_time = operation_time + 1
Activate_Engine_Runtime = 0
[00130]
Engine 2
[00131]
OFF_2 R9
MANUAL_2 = 0
REMOTE_2 = 0
R202 = 0
RUN_2 = 0
[00132]
MANUAL_2 RA
Manual_ Start_2 RB
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
[00133]
MANUAL_2 RA
Manual_ Stop_2 RC
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00134]
REMOTE_2 RD
Remote_ Option_2 R3B
Remote_ Manual_ Start_2 RF
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
[00135]


[Project1]
page17
[7.InitializeEngines]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
18
REMOTE_2
RD
Remote_Option_2
R3B
Remote_Manual_Stop_2
R10
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00136]
19
ERROR_2
R29
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00137]
20
RESET_2
R2A
OFF_2 = 1
RUN_2 = 0
STOP_2 = 0
ERROR_2 = 0
[00138]
21
RUN_2
R2B
ERROR_2
R29
Activate_Engine_Runtime_2
R2D
Engine_Runtime_2
TD1
1000ms
1
[00139]
22
Activate_Engine_Runtime_2 = 1
[00140]
23
Engine_Runtime_2
TD1
operation_time_2 = operation_time_2 + 1
Activate_Engine_Runtime_2 = 0
[00141]
24
Engine 3
[00142]
25
OFF_3
R11
MANUAL_3 = 0
REMOTE_3 = 0
R203 = 0
RUN_3 = 0
[00143]
26
MANUAL_3
R12
Manual_Start_3
R13
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
[00144]
27
MANUAL_3
R12
Manual_Stop_3
R14
R203 = 0
RUN_3 = 0
STOP_3 = 1
[00145]
28
REMOTE_3
R15
Remote_Option_3
R3C
Remote_Manual_Start_3
R17
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
[00146]

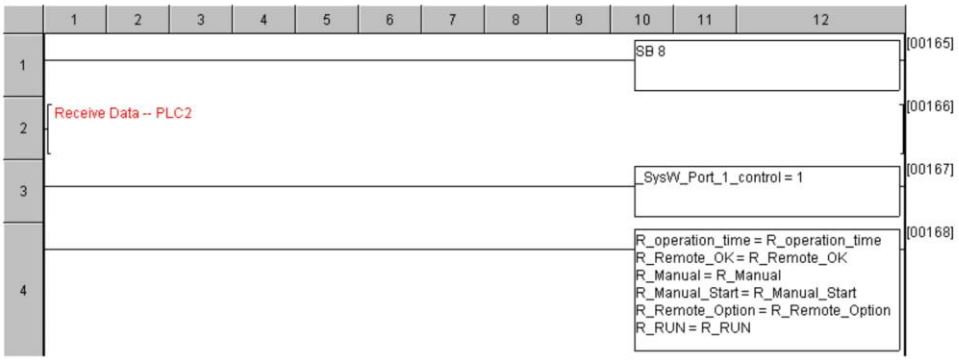

[Project1]
page18
[7.InitializeEngines]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
29 REMOTE_3 R15 Remote_Option_3 R3C Remote_Manual_Stop_3 R18 R203 = 0 RUN_3 = 0 STOP_3 = 1 [00147]
30 ERROR_3 R2E R203 = 0 RUN_3 = 0 STOP_3 = 1 [00148]
31 RESET_3 R31 OFF_3 = 1 RUN_3 = 0 STOP_3 = 0 ERROR_3 = 0 [00149]
32 RUN_3 R2F ERROR_3 R2E Activate_Engine_Runtime_3 R32 Engine_Runtime_3 TD2 1000ms 1 [00150]
33 Activate_Engine_Runtime_3 = 1 [00151]
34 Engine_Runtime_3 TD2 operation_time_3 = operation_time_3 + 1 Activate_Engine_Runtime_3 = 0 [00152]
35 Engine 4 [00153]
36 OFF_4 R19 MANUAL_4 = 0 REMOTE_4 = 0 R204 = 0 RUN_4 = 0 [00154]
37 MANUAL_4 R1A Manual_Start_4 R1B R204 = 1 RUN_4 = 1 STOP_4 = 0 [00155]
38 MANUAL_4 R1A Manual_Stop_4 R1C R204 = 0 RUN_4 = 0 STOP_4 = 1 [00156]
39 REMOTE_4 R1D Remote_Option_4 R3D Remote_Manual_Start_4 R1F R204 = 1 RUN_4 = 1 STOP_4 = 0 [00157]

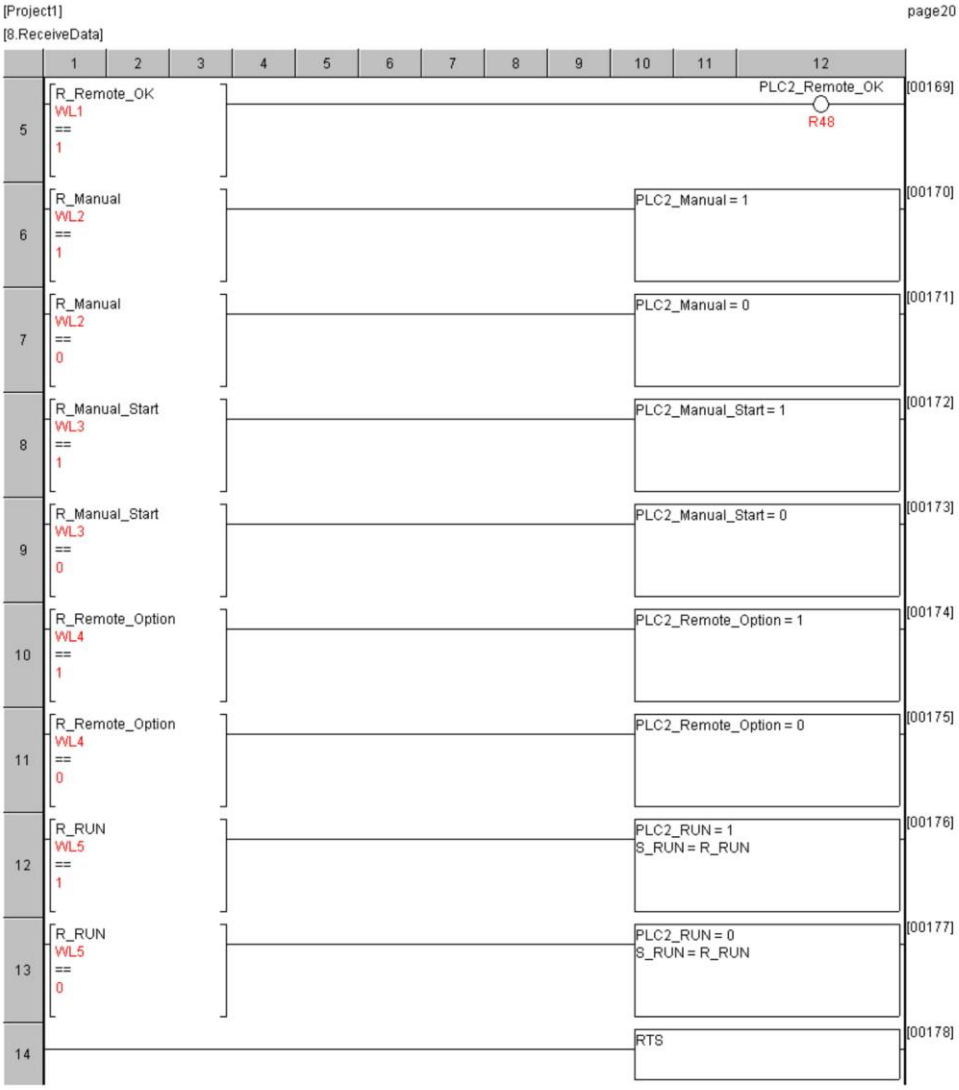
[Project1] page19

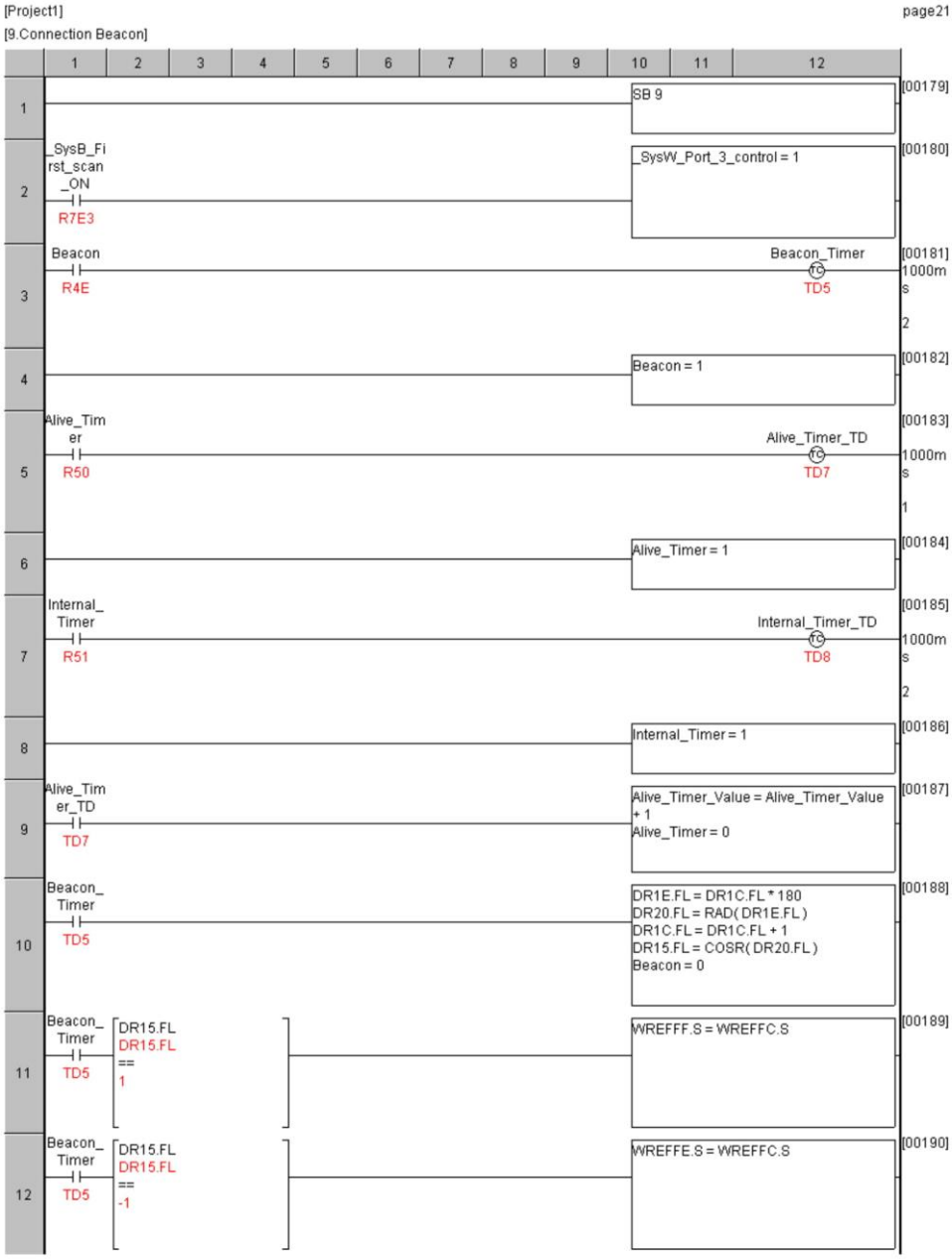
[7.InitializeEngines]



[8.ReceiveData]




[Project1]
page20
[8.ReceiveData]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
5
R_Remote_OK
WL1
==
1
PLC2_Remote_OK
R48
[00169]
6
R_Manual
WL2
==
1
PLC2_Manual = 1
[00170]
7
R_Manual
WL2
==
0
PLC2_Manual = 0
[00171]
8
R_Manual_Start
WL3
==
1
PLC2_Manual_Start = 1
[00172]
9
R_Manual_Start
WL3
==
0
PLC2_Manual_Start = 0
[00173]
10
R_Remote_Option
WL4
==
1
PLC2_Remote_Option = 1
[00174]
11
R_Remote_Option
WL4
==
0
PLC2_Remote_Option = 0
[00175]
12
R_RUN
WL5
==
1
PLC2_RUN = 1
S_RUN = R_RUN
[00176]
13
R_RUN
WL5
==
0
PLC2_RUN = 0
S_RUN = R_RUN
[00177]
14
RTS
[00178]


[Project1]
page21
[9.Connection Beacon]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1
SB 9
[00179]
2
_SysB_First_scan_ON
R7E3
_SysW_Port_3_control = 1
[00180]
3
Beacon
R4E
Beacon_Timer
TD5
[00181]
1000ms
2
4
Beacon = 1
[00182]
5
Alive_Timer
R50
Alive_Timer_TD
TD7
[00183]
1000ms
1
6
Alive_Timer = 1
[00184]
7
Internal_Timer
R51
Internal_Timer_TD
TD8
[00185]
1000ms
2
8
Internal_Timer = 1
[00186]
9
Alive_Timer_TD
TD7
Alive_Timer_Value = Alive_Timer_Value + 1
Alive_Timer = 0
[00187]
10
Beacon_Timer
TD5
DR1E.FL = DR1C.FL * 180
DR20.FL = RAD(DR1E.FL)
DR1C.FL = DR1C.FL + 1
DR15.FL = COSR(DR20.FL)
Beacon = 0
[00188]
11
Beacon_Timer
TD5
DR15.FL
DR15.FL
==
1
WREFFF.S = WREFFC.S
[00189]
12
Beacon_Timer
TD5
DR15.FL
DR15.FL
==
-1
WREFFE.S = WREFFC.S
[00190]

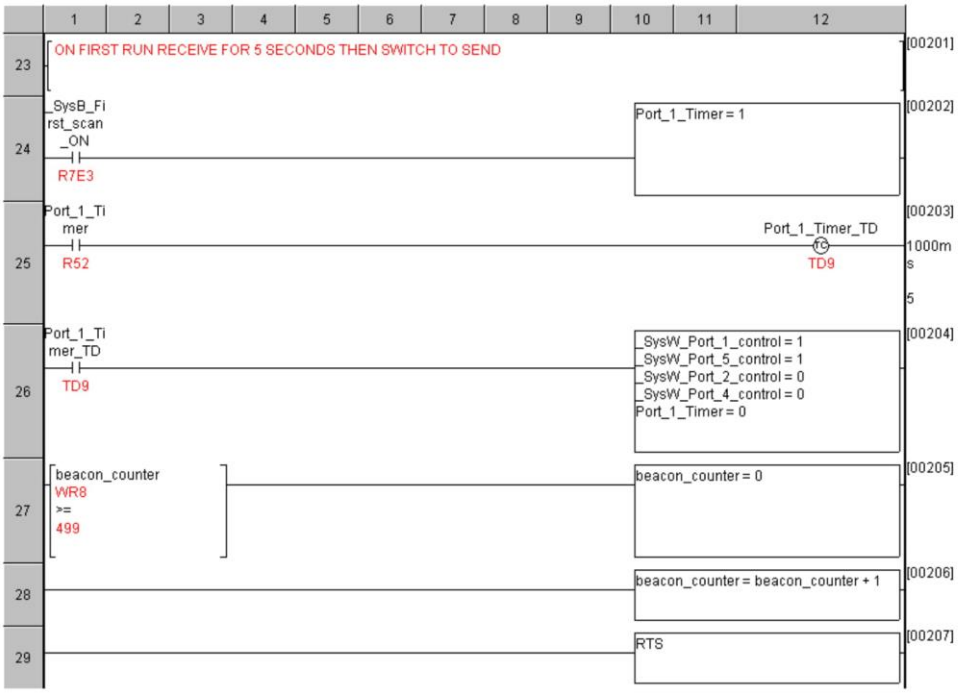
[Project1] page22

[9.Connection Beacon]

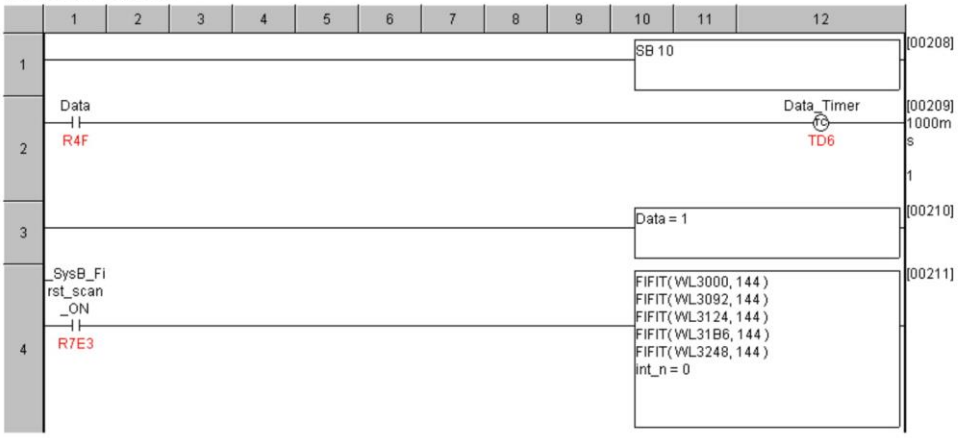
13	Beacon_Timer TD5	WREFFF.S == WREFFE.S	R208 = 0 [00191]
14	Beacon_Timer TD5	WREFFF.S <> WREFFE.S	R208 = 1 [00192]
15	CHECK PLC2 CONNECTION - IF DC THEN ??????		[00193]
16	Internal_Timer_TD TD8		DRC.FL = DRF.FL * 180 DR12.FL = RAD(DRC.FL) DRF.FL = DRF.FL + 1 DR13.FL = COSR(DR12.FL) WL2001 = WL2001 + 1 Internal_Timer = 0 [00194]
17	Internal_Timer_TD TD8	DR13.FL == 1	plc2_to_plc1_var1 = WL2002 [00195]
18	Internal_Timer_TD TD8	DR13.FL == -1	plc2_to_plc1_var2 = WL2002 [00196]
19	Internal_Timer_TD ====> plc2_to_plc1_var1 == plc2_to_plc1_var2		[00197]
20	Internal_Timer_TD TD8	plc2_to_plc1_var1 == plc2_to_plc1_var2	PLC2_DC_FLAG = 1 [00198]
21	WHEN DISCONNECT ENDS RECEIVE FOR 5 SECONDS THEN SWITCH TO SEND		[00199]
22	PLC2_DC_FLAG R53	plc2_to_plc1_var1 <> plc2_to_plc1_var2	_SysW_Port_2_control = 1 _SysW_Port_4_control = 1 PLC2_DC_FLAG = 0 Port_1_Timer = 1 [00200]

[Project1] page23

[9.Connection Beacon]



[10.Save Data - Send Data]



[Project1] page24

[10.Save Data - Send Data]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	Data_Timer TD6	R208 R208								BIN(year_bin, _SysW_Calendar_YYYY) BIN(date_bin, _SysW_Calendar_MMDD) BIN(hour_bin, _SysW_Calendar_HHMM) BIN(second_bin, _SysW_Calendar_OOSS) FIFWR(WL3000, _SysW_Calendar_YYYY) FIFWR(WL3092, _SysW_Calendar_MMDD) FIFWR(WL3124, _SysW_Calendar_HHMM) FIFWR(WL31B6, _SysW_Calendar_OOSS) FIFWR(WL3248, WR105) int_n = int_n + 1 Data = 0		[00212]
6	R208 R208									int_n = 0			[00213]
7	counter_w WRFFFD == WL3249 WL3249	R208 R208								start_address = 0			[00214]
8	Fifo_Read R55									FIFRD(WL3248, fifo_read_Tank_Level) FIFRD(WL3000, fifo_read_year) FIFRD(WL3092, fifo_read_date) FIFRD(WL3124, fifo_read_hour) FIFRD(WL31B6, fifo_read_second) Fifo_Read = 0			[00215]
9										RTS			[00216]

[11.PLC Send]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1										SB 11			[00217]
2	_SysB_First_scan_ON R7E3									_SysW_Port_1_control = 0 _SysW_Port_5_control = 0			[00218]
3	_SysW_Port_1_control WRF601 == 0									JMP 2			[00219]

[Project1] page25

[11.PLC Send]

4	Activate_ Engine_ Runtime R28	WL1001 = 1 [00220]
5	Activate_ Engine_ Runtime R28	WL1001 = 0 [00221]
6	Activate_ Engine_ Runtime_ 2 R2D	WL1002 = 1 [00222]
7	Activate_ Engine_ Runtime_ 2 R2D	WL1002 = 0 [00223]
8	Activate_ Engine_ Runtime_ 3 R32	WL1003 = 1 [00224]
9	Activate_ Engine_ Runtime_ 3 R32	WL1003 = 0 [00225]
10	Activate_ Engine_ Runtime_ 4 R37	WL1004 = 1 [00226]
11	Activate_ Engine_ Runtime_ 4 R37	WL1004 = 0 [00227]
12	Activate_ Tank_Ti mer R38	WL1005 = 1 [00228]
13	Activate_ Tank_Ti mer R38	WL1005 = 0 [00229]

[Project1] page26

[11.PLC Send]

14	DONT SYNC ALIVE TIMER		[00230]
15		JMP 3	[00231]
16	Alive_Timer R50	WL1006 = 1	[00232]
17	Alive_Timer R50	WL1006 = 0	[00233]
18		WL1007 = Alive_Timer_TD.TC	[00234]
19		WL1008 = Alive_Timer_Value	[00235]
20		LBL 3	[00236]
21	Beacon R4E	WL1009 = 1	[00237]
22	Beacon R4E	WL1009 = 0	[00238]
23		WL100A = beacon_counter	[00239]
24		WL100B = Beacon_Timer.TC	[00240]
25		WL100C = counter_w	[00241]
26	Data R4F	WL100D = 1	[00242]
27	Data R4F	WL100D = 0	[00243]
28		WL100E = Data_Timer.TC	[00244]
29		WL100F.S = INTG(DR15.FL)	[00245]
30		WL1010.S = INTG(DR1C.FL)	[00246]

[Project1] page27

[11.PLC Send]

31		WL1011.S = INTG(DR1E.FL)	[00247]
32		WL1012.S = INTG(DR20.FL)	[00248]
33	Engine_Auto_Stop R42	WL1013 = 1	[00249]
34	Engine_Auto_Stop R42	WL1013 = 0	[00250]
35	Engine_Auto_Stop_2 R43	WL1014 = 1	[00251]
36	Engine_Auto_Stop_2 R43	WL1014 = 0	[00252]
37	Engine_Auto_Stop_3 R44	WL1015 = 1	[00253]
38	Engine_Auto_Stop_3 R44	WL1015 = 0	[00254]
39	Engine_Auto_Stop_4 R45	WL1016 = 1	[00255]
40	Engine_Auto_Stop_4 R45	WL1016 = 0	[00256]
41		WL1017 = Engine_Runtime.TC	[00257]
42		WL1018 = Engine_Runtime_2.TC	[00258]
43		WL1019 = Engine_Runtime_3.TC	[00259]
44		WL1A = Engine_Runtime_4.TC	[00260]

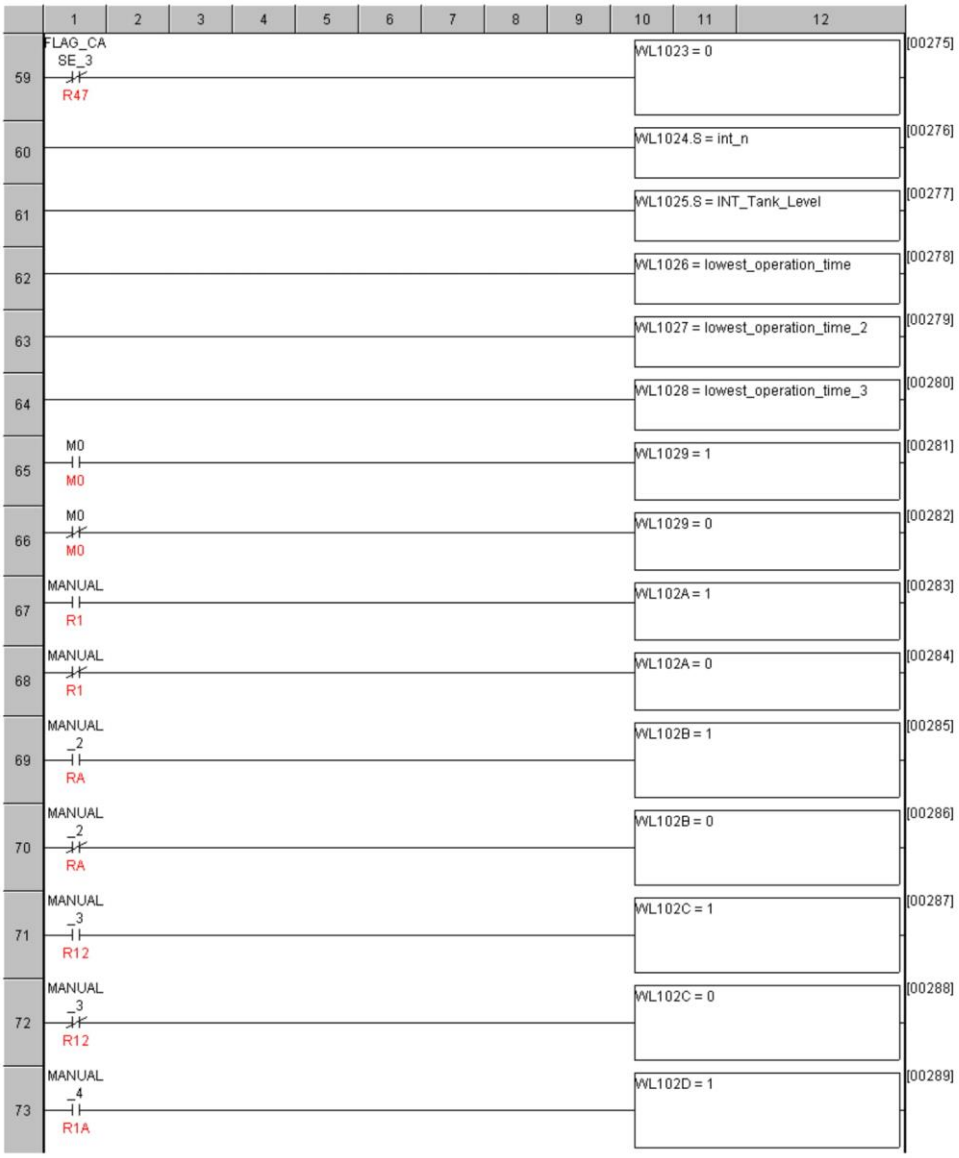
[Project1]
[11.PLC Send]

page28

45	ERROR R26	WL101B = 1	[00261]
46	ERROR R26	WL101B = 0	[00262]
47	ERROR_2 R29	WL101C = 1	[00263]
48	ERROR_2 R29	WL101C = 0	[00264]
49	ERROR_3 R2E	WL101D = 1	[00265]
50	ERROR_3 R2E	WL101D = 0	[00266]
51	ERROR_4 R33	WL101E = 1	[00267]
52	ERROR_4 R33	WL101E = 0	[00268]
53		WR101F = FLAG	[00269]
54		WR1020 = FLAG_2	[00270]
55		WR1021 = FLAG_3	[00271]
56	FLAG_CASE_2 R46	WL1022 = 1	[00272]
57	FLAG_CASE_2 R46	WL1022 = 0	[00273]
58	FLAG_CASE_3 R47	WL1023 = 1	[00274]

[Project1] page29

[11.PLC Send]



[Project1] page30

[11.PLC Send]

74	MANUAL_4 R1A	WL102D = 0	[00290]
75	Manual_Start R3	WL102E = 1	[00291]
76	Manual_Start R3	WL102E = 0	[00292]
77	Manual_Start_2 RB	WL102F = 1	[00293]
78	Manual_Start_2 RB	WL102F = 0	[00294]
79	Manual_Start_3 R13	WL1030 = 1	[00295]
80	Manual_Start_3 R13	WL1030 = 0	[00296]
81	Manual_Start_4 R1B	WL1031 = 1	[00297]
82	Manual_Start_4 R1B	WL1031 = 0	[00298]
83	Manual_Stop R4	WL1032 = 1	[00299]
84	Manual_Stop R4	WL1032 = 0	[00300]
85	Manual_Stop_2 RC	WL1033 = 1	[00301]
86	Manual_Stop_2 RC	WL1033 = 0	[00302]

[Project1] page31

[11.PLC Send]

87	Manual_ Stop_3 R14	WL1034 = 1	[00303]
88	Manual_ Stop_3 R14	WL1034 = 0	[00304]
89	Manual_ Stop_4 R1C	WL1035 = 1	[00305]
90	Manual_ Stop_4 R1C	WL1035 = 0	[00306]
91	OFF R0	WL1036 = 1	[00307]
92	OFF R0	WL1036 = 0	[00308]
93	OFF_2 R9	WL1037 = 1	[00309]
94	OFF_2 R9	WL1037 = 0	[00310]
95	OFF_3 R11	WL1038 = 1	[00311]
96	OFF_3 R11	WL1038 = 0	[00312]
97	OFF_4 R19	WL1039 = 1	[00313]
98	OFF_4 R19	WL1039 = 0	[00314]
99		WL103A = operation_time	[00315]
100		WL103B = operation_time_2	[00316]
101		WL103C = operation_time_3	[00317]
102		WL103D = operation_time_4	[00318]

[Project1] page32

[11.PLC Send]

103	PLC2_Engine_Auto_Stop R49	WL103E = 1	[00319]
104	PLC2_Engine_Auto_Stop R49	WL103E = 0	[00320]
105	PLC2_Manual R4A	WL103F = 1	[00321]
106	PLC2_Manual R4A	WL103F = 0	[00322]
107	PLC2_Manual_Start R4B	WL1040 = 1	[00323]
108	PLC2_Manual_Start R4B	WL1040 = 0	[00324]
109	PLC2_Remote_OK R48	WL1041 = 1	[00325]
110	PLC2_Remote_OK R48	WL1041 = 0	[00326]
111	PLC2_Remote_Option R4C	WL1042 = 1	[00327]
112	PLC2_Remote_Option R4C	WL1042 = 0	[00328]
113	PLC2_RUN R4D	WL1043 = 1	[00329]
114	PLC2_RUN R4D	WL1043 = 0	[00330]

[Project1] page33

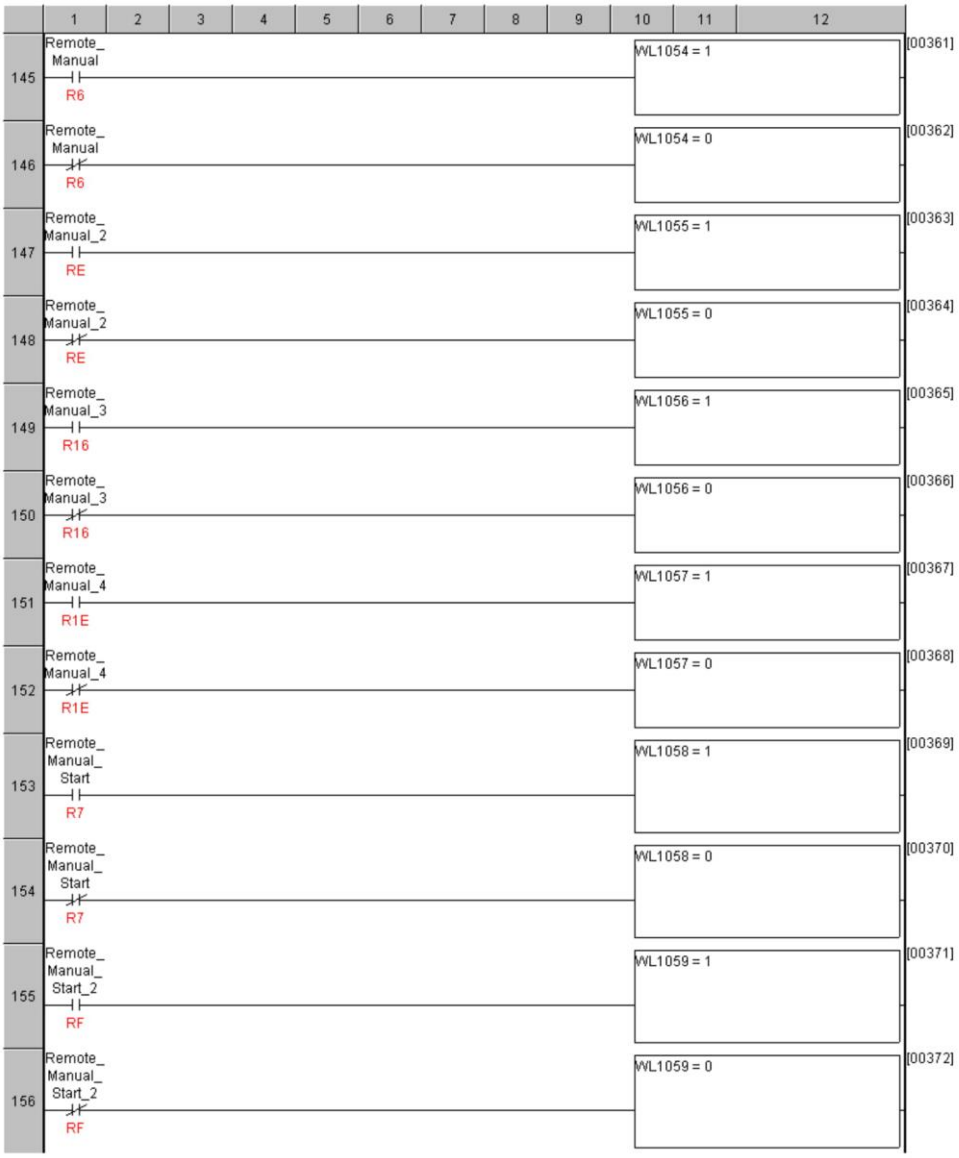
[11.PLC Send]

115	R201 / R201	WL1044 = 1	[00331]
116	R201 / R201	WL1044 = 0	[00332]
117	R202 / R202	WL1045 = 1	[00333]
118	R202 / R202	WL1045 = 0	[00334]
119	R203 / R203	WL1046 = 1	[00335]
120	R203 / R203	WL1046 = 0	[00336]
121	R204 / R204	WL1047 = 1	[00337]
122	R204 / R204	WL1047 = 0	[00338]
123	R205 / R205	WL1048 = 1	[00339]
124	R205 / R205	WL1048 = 0	[00340]
125	R208 / R208	WL1049 = 1	[00341]
126	R208 / R208	WL1049 = 0	[00342]
127		WL104A = read1	[00343]
128		WL104B = read3	[00344]
129	REMOTE / R2	WL104C = 1	[00345]
130	REMOTE / R2	WL104C = 0	[00346]
131	REMOTE_2 / RD	WL104D = 1	[00347]

[Project1] page34

[11.PLC Send]

132	REMOTE_2 RD	WL104D = 0	[00348]
133	REMOTE_3 R15	WL104E = 1	[00349]
134	REMOTE_3 R15	WL104E = 0	[00350]
135	REMOTE_4 R1D	WL104F = 1	[00351]
136	REMOTE_4 R1D	WL104F = 0	[00352]
137	Remote_Auto R5	WL1050 = 1	[00353]
138	Remote_Auto R5	WL1050 = 0	[00354]
139	Remote_Auto_2 R21	WL1051 = 1	[00355]
140	Remote_Auto_2 R21	WL1051 = 0	[00356]
141	Remote_Auto_3 R22	WL1052 = 1	[00357]
142	Remote_Auto_3 R22	WL1052 = 0	[00358]
143	Remote_Auto_4 R23	WL153 = 1	[00359]
144	Remote_Auto_4 R23	WL1053 = 0	[00360]


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
145 Remote_ Manual R6 WL1054 = 1 [00361]
146 Remote_ Manual R6 WL1054 = 0 [00362]
147 Remote_ Manual_2 RE WL1055 = 1 [00363]
148 Remote_ Manual_2 RE WL1055 = 0 [00364]
149 Remote_ Manual_3 R16 WL1056 = 1 [00365]
150 Remote_ Manual_3 R16 WL1056 = 0 [00366]
151 Remote_ Manual_4 R1E WL1057 = 1 [00367]
152 Remote_ Manual_4 R1E WL1057 = 0 [00368]
153 Remote_ Manual_ Start R7 WL1058 = 1 [00369]
154 Remote_ Manual_ Start R7 WL1058 = 0 [00370]
155 Remote_ Manual_ Start_2 RF WL1059 = 1 [00371]
156 Remote_ Manual_ Start_2 RF WL1059 = 0 [00372]

[Project1] page36

[11.PLC Send]

157	Remote_ Manual_ Start_3 R17	WL105A = 1	[00373]
158	Remote_ Manual_ Start_3 R17	WL105A = 0	[00374]
159	Remote_ Manual_ Start_4 R1F	WL105B = 1	[00375]
160	Remote_ Manual_ Start_4 R1F	WL105B = 0	[00376]
161	Remote_ Manual_ Stop R8	WL105C = 1	[00377]
162	Remote_ Manual_ Stop R8	WL105C = 0	[00378]
163	Remote_ Manual_ Stop_2 R10	WL105D = 1	[00379]
164	Remote_ Manual_ Stop_2 R10	WL105D = 0	[00380]
165	Remote_ Manual_ Stop_3 R18	WL105E = 1	[00381]
166	Remote_ Manual_ Stop_3 R18	WL105E = 0	[00382]
167	Remote_ Manual_ Stop_4 R20	WL105F = 1	[00383]

[Project1]
page37
[11.PLC Send]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
168 Remote_ Manual_ Stop_4 R20 WL105F = 0 [00384]
169 Remote_ OK R3E WL1060 = 1 [00385]
170 Remote_ OK R3E WL1060 = 0 [00386]
171 Remote_ OK_2 R3F WL1061 = 1 [00387]
172 Remote_ OK_2 R3F WL1061 = 0 [00388]
173 Remote_ OK_3 R40 WL1062 = 1 [00389]
174 Remote_ OK_3 R40 WL1062 = 0 [00390]
175 Remote_ OK_4 R41 WL1063 = 1 [00391]
176 Remote_ OK_4 R41 WL1063 = 0 [00392]
177 Remote_ Option R3A WL1064 = 1 [00393]
178 Remote_ Option R3A WL1064 = 0 [00394]
179 Remote_ Option_2 R3B WL1065 = 1 [00395]
180 Remote_ Option_2 R3B WL1065 = 0 [00396]

[Project1] page38

[11.PLC Send]

181	Remote_ Option_3 R3C	WL1066 = 1	[00397]
182	Remote_ Option_3 R3C	WL1066 = 0	[00398]
183	Remote_ Option_4 R3D	WL1067 = 1	[00399]
184	Remote_ Option_4 R3D	WL1067 = 0	[00400]
185	RESET R27	WL1068 = 1	[00401]
186	RESET R27	WL1068 = 0	[00402]
187	RESET_2 R2A	WL1069 = 1	[00403]
188	RESET_2 R2A	WL1069 = 0	[00404]
189	RESET_3 R31	WL106A = 1	[00405]
190	RESET_3 R31	WL106A = 0	[00406]
191	RESET_4 R36	WL106B = 1	[00407]
192	RESET_4 R36	WL106B = 0	[00408]
193	RUN R24	WL106C = 1	[00409]
194	RUN R24	WL106C = 0	[00410]
195	RUN_2 R2B	WL106D = 1	[00411]
196	RUN_2 R2B	WL106D = 0	[00412]

[Project1]
[11.PLC Send]

page39

197	RUN_3 R2F	WL106E = 1	[00413]
198	RUN_3 R2F	WL106E = 0	[00414]
199	RUN_4 R34	WL106F = 1	[00415]
200	RUN_4 R34	WL106F = 0	[00416]
201		WL1070 = R_Manual	[00417]
202		WL1071 = R_Manual_Start	[00418]
203		WL1072 = R_operation_time	[00419]
204		WL1073 = R_Remote_OK	[00420]
205		WL1074 = R_Remote_Option	[00421]
206		WL1075 = R_RUN	[00422]
207	STOP R25	WL1076 = 1	[00423]
208	STOP R25	WL1076 = 0	[00424]
209	STOP_2 R2C	WL1077 = 1	[00425]
210	STOP_2 R2C	WL1077 = 0	[00426]
211	STOP_3 R30	WL1078 = 1	[00427]
212	STOP_3 R30	WL1078 = 0	[00428]
213	STOP_4 R35	WL1079 = 1	[00429]

[Project1] page40

[11.PLC Send]

214	STOP_4 R35	WL1079 = 0	[00430]
215		WL107A = S_RUN	[00431]
216		WL107B = S_STOP	[00432]
217	Tank_Status R39	WL107C = 1	[00433]
218	Tank_Status R39	WL107C = 0	[00434]
219		WL107D = Tank_Timer.TC	[00435]
220		WL107E = WM103	[00436]
221		WL107F = WR101F	[00437]
222		WL1080 = WR1020	[00438]
223		WL1081 = WR1021	[00439]
224		WL1082 = WR201	[00440]
225		WL1083 = WR202	[00441]
226		WL1084 = WR203	[00442]
227		WL1085 = WR300	[00443]
228		WL1086 = WR301	[00444]
229		WL1087 = WR303	[00445]
230		WL1088 = WR401	[00446]
231		WL1089 = WR402	[00447]

[Project1] page41

[11.PLC Send]

232	WL108A.S = WR7.S	[00448]
233	WL108B = WR99	[00449]
234	WL108C = WRE	[00450]
235	WL108D = WRE0	[00451]
236	WL108F.S = WREFFC.S	[00452]
237	WL1090.S = WREFFE.S	[00453]
238	WL1091 = WREFFF	[00454]
239	WL1092.S = WREFFF.S	[00455]
240	LBL 2	[00456]
241	RTS	[00457]

[12.PLC Receive]

1		SB 12	[00458]
2	_SysB_First_scan_ON R7E3	_SysW_Port_2_control = 1 _SysW_Port_4_control = 1	[00459]
3	_SysW_Port_2_control WRF605 == 0	JMP 1	[00460]
4	WL1001 WL1001 == 1	Activate_Engine_Runtime = 1	[00461]

[Project1] page42

[12.PLC Receive]

5	WL1001 == 0	Activate_Engine_Runtime = 0 [00462]
6	WL1002 == 1	Activate_Engine_Runtime_2 = 1 [00463]
7	WL1002 == 0	Activate_Engine_Runtime_2 = 1 [00464]
8	WL1003 == 1	Activate_Engine_Runtime_3 = 1 [00465]
9	WL1003 == 0	Activate_Engine_Runtime_3 = 1 [00466]
10	WL1004 == 1	Activate_Engine_Runtime_4 = 1 [00467]
11	WL1004 == 0	Activate_Engine_Runtime_4 = 1 [00468]
12	WL1005 == 1	Activate_Tank_Timer = 1 [00469]
13	WL1005 == 0	Activate_Tank_Timer = 1 [00470]
14	DONT SYNC ALIVE TIMER	[00471]
15		JMP 4 [00472]
16	WL1006 == 1	Alive_Timer = 1 [00473]

[Project1] page43

[12.PLC Receive]

17	WL1006 WL1006 == 0	Alive_Timer = 1 [00474]
18		Alive_Timer_TD.TC = WL1007 [00475]
19		Alive_Timer_Value = WL1008 [00476]
20		LBL 4 [00477]
21	WL1009 WL1009 == 1	Beacon = 1 [00478]
22	WL1009 WL1009 == 0	Beacon = 0 [00479]
23		beacon_counter = WL100A [00480]
24		Beacon_Timer.TC = WL100B [00481]
25		counter_w = WL100C [00482]
26	WL100D WL100D == 1	Data = 1 [00483]
27	WL100D WL100D == 0	Data = 0 [00484]
28		Data_Timer.TC = WL100E [00485]
29		DR15.FL = FLOAT(WL100F.S) [00486]
30		DR1C.FL = FLOAT(WL1010.S) [00487]
31		DR1E.FL = FLOAT(WL1011.S) [00488]

[Project1] page44

[12.PLC Receive]

32		DR20.FL = FLOAT(WL1012.S)	[00489]
33	WL1013 WL1013 == 1	Engine_Auto_Stop = 1	[00490]
34	WL1013 WL1013 == 0	Engine_Auto_Stop = 0	[00491]
35	WL1014 WL1014 == 1	Engine_Auto_Stop_2 = 1	[00492]
36	WL1014 WL1014 == 0	Engine_Auto_Stop_2 = 0	[00493]
37	WL1015 WL1015 == 1	Engine_Auto_Stop_3 = 1	[00494]
38	WL1015 WL1015 == 0	Engine_Auto_Stop_3 = 0	[00495]
39	WL1016 WL1016 == 1	Engine_Auto_Stop_4 = 1	[00496]
40	WL1016 WL1016 == 0	Engine_Auto_Stop_4 = 0	[00497]
41		Engine_Runtime.TC = WL1017	[00498]
42		Engine_Runtime_2.TC = WL1018	[00499]
43		Engine_Runtime_3.TC = WL1019	[00500]
44		Engine_Runtime_4.TC = WL1A	[00501]

[Project1] page45

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
45	WL101B WL101B == 1									ERROR = 1			[00502]
46	WL101B WL101B == 0									ERROR = 0			[00503]
47	WL101C WL101C == 1									ERROR_2 = 1			[00504]
48	WL101C WL101C == 0									ERROR_2 = 0			[00505]
49	WL101D WL101D == 1									ERROR_3 = 1			[00506]
50	WL101D WL101D == 0									ERROR_3 = 0			[00507]
51	WL101E WL101E == 1									ERROR_4 = 1			[00508]
52	WL101E WL101E == 0									ERROR_4 = 0			[00509]
53										FLAG = WR101F			[00510]
54										FLAG_2 = WR1020			[00511]
55										FLAG_3 = WR1021			[00512]
56	WL1022 WL1022 == 1									FLAG_CASE_2 = 1			[00513]

[Project1] page46

[12.PLC Receive]

	1–9	10–12	
57	WL1022 WL1022 == 0	FLAG_CASE_2 = 0	[00514]
58	WL1023 WL1023 == 1	FLAG_CASE_3 = 1	[00515]
59	WL1023 WL1023 == 0	FLAG_CASE_3 = 0	[00516]
60		int_n = WL1024.S	[00517]
61		INT_Tank_Level = WL1025.S	[00518]
62		lowest_operation_time = WL1026	[00519]
63		lowest_operation_time_2 = WL1027	[00520]
64		lowest_operation_time_3 = WL1028	[00521]
65	WL1029 WL1029 == 1	M0 = 1	[00522]
66	WL1029 WL1029 == 0	M0 = 0	[00523]
67	WL102A WL102A == 1	MANUAL = 1	[00524]
68	WL102A WL102A == 0	MANUAL = 0	[00525]
69	WL102B WL102B == 1	MANUAL_2 = 1	[00526]

[Project1] page47

[12.PLC Receive]

70	WL102B WL102B == 0	MANUAL_2 = 0	[00527]
71	WL102C WL102C == 1	MANUAL_3 = 1	[00528]
72	WL102C WL102C == 0	MANUAL_3 = 0	[00529]
73	WL102D WL102D == 1	MANUAL_4 = 1	[00530]
74	WL102D WL102D == 0	MANUAL_4 = 0	[00531]
75	WL102E WL102E == 1	Manual_Start = 1	[00532]
76	WL102E WL102E == 0	Manual_Start = 0	[00533]
77	WL102F WL102F == 1	Manual_Start_2 = 1	[00534]
78	WL102F WL102F == 0	Manual_Start_2 = 0	[00535]
79	WL1030 WL1030 == 1	Manual_Start_3 = 1	[00536]
80	WL1030 WL1030 == 0	Manual_Start_3 = 0	[00537]

[Project1] page48

[12.PLC Receive]

81	WL1031 WL1031 == 1	Manual_Start_4 = 1	[00538]
82	WL1031 WL1031 == 0	Manual_Start_4 = 0	[00539]
83	WL1032 WL1032 == 1	Manual_Stop = 1	[00540]
84	WL1032 WL1032 == 0	Manual_Stop = 0	[00541]
85	WL1033 WL1033 == 1	Manual_Stop_2 = 1	[00542]
86	WL1033 WL1033 == 0	Manual_Stop_2 = 0	[00543]
87	WL1034 WL1034 == 1	Manual_Stop_3 = 1	[00544]
88	WL1034 WL1034 == 0	Manual_Stop_3 = 0	[00545]
89	WL1035 WL1035 == 1	Manual_Stop_4 = 1	[00546]
90	WL1035 WL1035 == 0	Manual_Stop_4 = 0	[00547]
91	WL1036 WL1036 == 1	OFF = 1	[00548]

92	WL1036 WL1036 == 0	OFF = 0	[00549]
93	WL1037 WL1037 == 1	OFF_2 = 1	[00550]
94	WL1037 WL1037 == 0	OFF_2 = 0	[00551]
95	WL1038 WL1038 == 1	OFF_3 = 1	[00552]
96	WL1038 WL1038 == 0	OFF_3 = 0	[00553]
97	WL1039 WL1039 == 1	OFF_4 = 1	[00554]
98	WL1039 WL1039 == 0	OFF_4 = 0	[00555]
99		operation_time = WL103A	[00556]
100		operation_time_2 = WL103B	[00557]
101		operation_time_3 = WL103C	[00558]
102		operation_time_4 = WL103D	[00559]
103	WL103E WL103E == 1	PLC2_Engine_Auto_Stop = 1	[00560]
104	WL103E WL103E == 0	PLC2_Engine_Auto_Stop = 0	[00561]

[Project1] page50

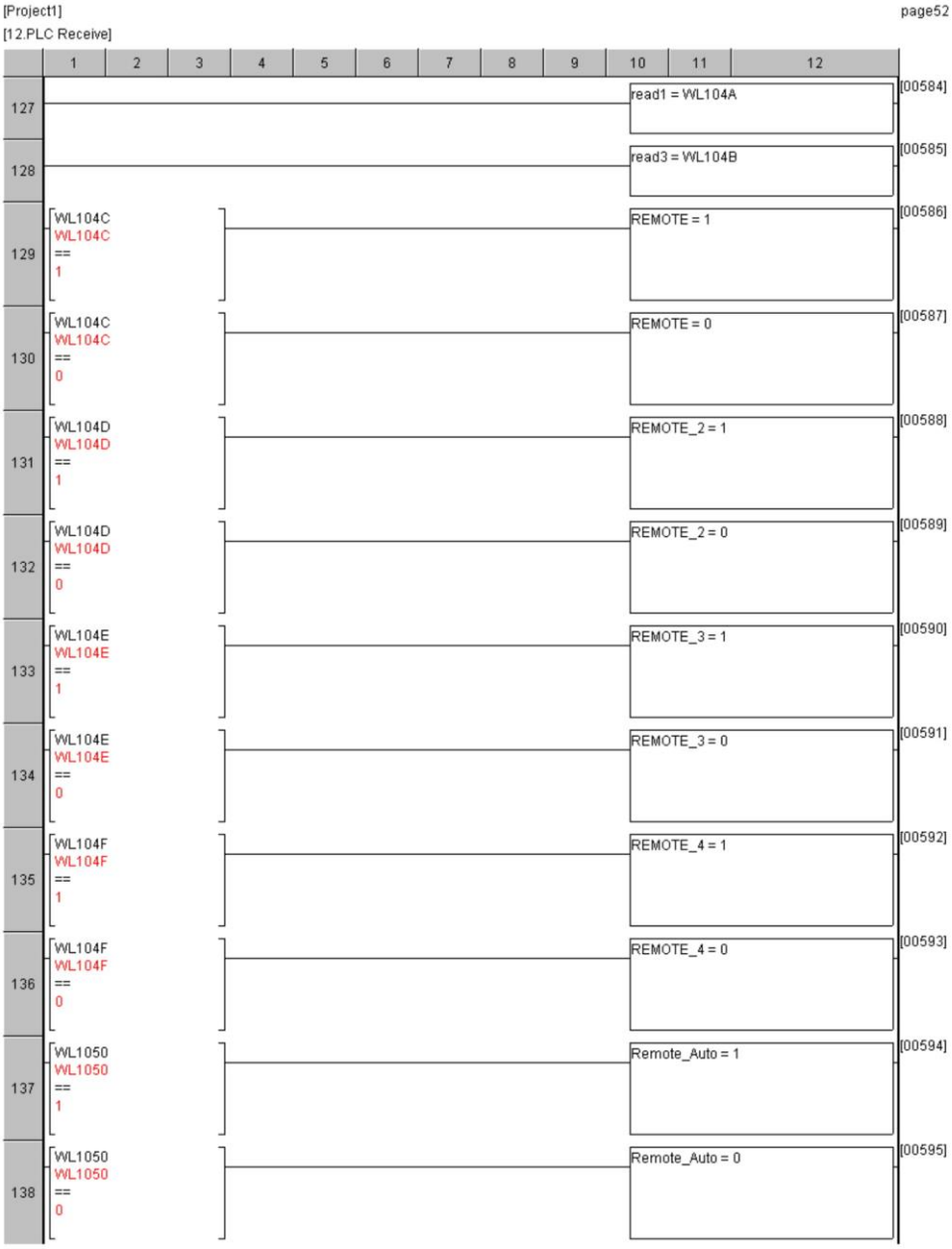
[12.PLC Receive]

105	WL103F WL103F == 1	PLC2_Manual = 1 [00562]
106	WL103F WL103F == 0	PLC2_Manual = 0 [00563]
107	WL1040 WL1040 == 1	PLC2_Manual_Start = 1 [00564]
108	WL1040 WL1040 == 0	PLC2_Manual_Start = 0 [00565]
109	WL1041 WL1041 == 1	PLC2_Remote_OK = 1 [00566]
110	WL1041 WL1041 == 0	PLC2_Remote_OK = 0 [00567]
111	WL1042 WL1042 == 1	PLC2_Remote_Option = 1 [00568]
112	WL1042 WL1042 == 0	PLC2_Remote_Option = 0 [00569]
113	WL1043 WL1043 == 1	PLC2_RUN = 1 [00570]
114	WL1043 WL1043 == 0	PLC2_RUN = 0 [00571]
115	WL1044 WL1044 == 1	R201 = 1 [00572]

[Project1] page51

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
116	WL1044 WL1044 == 0									R201 = 0			[00573]
117	WL1045 WL1045 == 1									R202 = 1			[00574]
118	WL1045 WL1045 == 0									R202 = 0			[00575]
119	WL1046 WL1046 == 1									R203 = 1			[00576]
120	WL1046 WL1046 == 0									R203 = 0			[00577]
121	WL1047 WL1047 == 1									R204 = 1			[00578]
122	WL1047 WL1047 == 0									R204 = 0			[00579]
123	WL1048 WL1048 == 1									R205 = 1			[00580]
124	WL1048 WL1048 == 0									R205 = 0			[00581]
125	WL1049 WL1049 == 1									R208 = 1			[00582]
126	WL1049 WL1049 == 0									R208 = 0			[00583]


[Project1]
page52
[12.PLC Receive]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
127
read1 = WL104A
[00584]
128
read3 = WL104B
[00585]
129
WL104C
WL104C
==
1
REMOTE = 1
[00586]
130
WL104C
WL104C
==
0
REMOTE = 0
[00587]
131
WL104D
WL104D
==
1
REMOTE_2 = 1
[00588]
132
WL104D
WL104D
==
0
REMOTE_2 = 0
[00589]
133
WL104E
WL104E
==
1
REMOTE_3 = 1
[00590]
134
WL104E
WL104E
==
0
REMOTE_3 = 0
[00591]
135
WL104F
WL104F
==
1
REMOTE_4 = 1
[00592]
136
WL104F
WL104F
==
0
REMOTE_4 = 0
[00593]
137
WL1050
WL1050
==
1
Remote_Auto = 1
[00594]
138
WL1050
WL1050
==
0
Remote_Auto = 0
[00595]

[Project1] page53

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
139	WL1051 WL1051 == 1									Remote_Auto_2 = 1			[00596]
140	WL1051 WL1051 == 0									Remote_Auto_2 = 0			[00597]
141	WL1052 WL1052 == 1									Remote_Auto_3 = 1			[00598]
142	WL1052 WL1052 == 0									Remote_Auto_3 = 0			[00599]
143	WL1053 WL1053 == 1									Remote_Auto_4 = 1			[00600]
144	WL1053 WL1053 == 0									Remote_Auto_4 = 0			[00601]
145	WL1054 WL1054 == 1									Remote_Manual = 1			[00602]
146	WL1054 WL1054 == 0									Remote_Manual = 0			[00603]
147	WL1055 WL1055 == 1									Remote_Manual_2 = 1			[00604]
148	WL1055 WL1055 == 0									Remote_Manual_2 = 0			[00605]
149	WL1056 WL1056 == 1									Remote_Manual_3 = 1			[00606]

[Project1] page54

[12.PLC Receive]

150	WL1056 == 0	Remote_Manual_3 = 0 [00607]
151	WL1057 == 1	Remote_Manual_4 = 1 [00608]
152	WL1057 == 0	Remote_Manual_4 = 0 [00609]
153	WL1058 == 1	Remote_Manual_Start = 1 [00610]
154	WL1058 == 0	Remote_Manual_Start = 0 [00611]
155	WL1059 == 1	Remote_Manual_Start_2 = 1 [00612]
156	WL1059 == 0	Remote_Manual_Start_2 = 0 [00613]
157	WL105A == 1	Remote_Manual_Start_3 = 1 [00614]
158	WL105A == 0	Remote_Manual_Start_3 = 0 [00615]
159	WL105B == 1	Remote_Manual_Start_4 = 1 [00616]
160	WL105B == 0	Remote_Manual_Start_4 = 0 [00617]

161	WL105C WL105C == 1	Remote_Manual_Stop = 1	[00618]
162	WL105C WL105C == 0	Remote_Manual_Stop = 0	[00619]
163	WL105D WL105D == 1	Remote_Manual_Stop_2 = 1	[00620]
164	WL105D WL105D == 0	Remote_Manual_Stop_2 = 0	[00621]
165	WL105E WL105E == 1	Remote_Manual_Stop_3 = 1	[00622]
166	WL105E WL105E == 0	Remote_Manual_Stop_3 = 0	[00623]
167	WL105F WL105F == 1	Remote_Manual_Stop_4 = 1	[00624]
168	WL105F WL105F == 0	Remote_Manual_Stop_4 = 0	[00625]
169	WL1060 WL1060 == 1	Remote_OK = 1	[00626]
170	WL1060 WL1060 == 0	Remote_OK = 0	[00627]
171	WL1061 WL1061 == 1	Remote_OK_2 = 1	[00628]

[Project1] page56

[12.PLC Receive]

172	WL1061 WL1061 == 0	Remote_OK_2 = 0	[00629]
173	WL1062 WL1062 == 1	Remote_OK_3 = 1	[00630]
174	WL1062 WL1062 == 0	Remote_OK_3 = 0	[00631]
175	WL1063 WL1063 == 1	Remote_OK_4 = 1	[00632]
176	WL1063 WL1063 == 0	Remote_OK_4 = 0	[00633]
177	WL1064 WL1064 == 1	Remote_Option = 1	[00634]
178	WL1064 WL1064 == 0	Remote_Option = 0	[00635]
179	WL1065 WL1065 == 1	Remote_Option_2 = 1	[00636]
180	WL1065 WL1065 == 0	Remote_Option_2 = 0	[00637]
181	WL1066 WL1066 == 1	Remote_Option_3 = 1	[00638]
182	WL1066 WL1066 == 0	Remote_Option_3 = 0	[00639]

[Project1] page57

[12.PLC Receive]

183	WL1067 WL1067 == 1	Remote_Option_4 = 1	[00640]
184	WL1067 WL1067 == 0	Remote_Option_4 = 0	[00641]
185	WL1068 WL1068 == 1	RESET = 1	[00642]
186	WL1068 WL1068 == 0	RESET = 0	[00643]
187	WL1069 WL1069 == 1	RESET_2 = 1	[00644]
188	WL1069 WL1069 == 0	RESET_2 = 0	[00645]
189	WL106A WL106A == 1	RESET_3 = 1	[00646]
190	WL106A WL106A == 0	RESET_3 = 0	[00647]
191	WL106B WL106B == 1	RESET_4 = 1	[00648]
192	WL106B WL106B == 0	RESET_4 = 0	[00649]
193	WL106C WL106C == 1	RUN = 1	[00650]

[Project1] page58

[12.PLC Receive]

194	WL106C WL106C == 0	RUN = 0	[00651]
195	WL106D WL106D == 1	RUN_2 = 1	[00652]
196	WL106D WL106D == 0	RUN_2 = 0	[00653]
197	WL106E WL106E == 1	RUN_3 = 1	[00654]
198	WL106E WL106E == 0	RUN_3 = 0	[00655]
199	WL106F WL106F == 1	RUN_4 = 1	[00656]
200	WL106F WL106F == 0	RUN_4 = 0	[00657]
201		R_Manual = WL1070	[00658]
202		R_Manual_Start = WL1071	[00659]
203		R_operation_time = WL1072	[00660]
204		R_Remote_OK = WL1073	[00661]
205		R_Remote_Option = WL1074	[00662]
206		R_RUN = WL1075	[00663]

[Project1] page59

[12.PLC Receive]

207	WL1076 WL1076 == 1	STOP = 1	[00664]
208	WL1076 WL1076 == 0	STOP = 0	[00665]
209	WL1077 WL1077 == 1	STOP_2 = 1	[00666]
210	WL1077 WL1077 == 0	STOP_2 = 0	[00667]
211	WL1078 WL1078 == 1	STOP_3 = 1	[00668]
212	WL1078 WL1078 == 0	STOP_3 = 0	[00669]
213	WL1079 WL1079 == 1	STOP_4 = 1	[00670]
214	WL1079 WL1079 == 0	STOP_4 = 0	[00671]
215		S_RUN = WL107A	[00672]
216		S_STOP = WL107B	[00673]
217	WL107C WL107C == 1	Tank_Status = 1	[00674]
218	WL107C WL107C == 0	Tank_Status = 0	[00675]

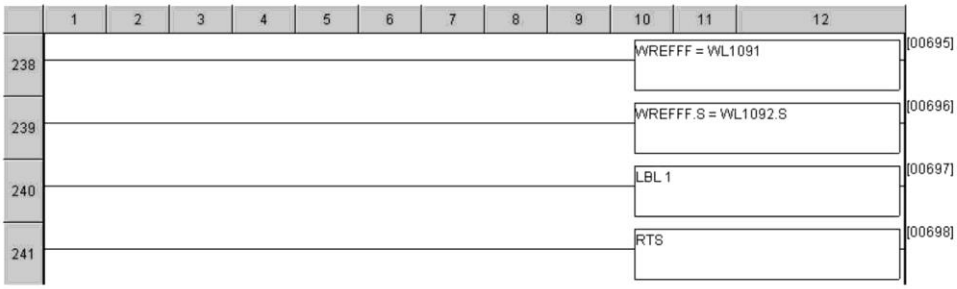
[Project1] page60

[12.PLC Receive]

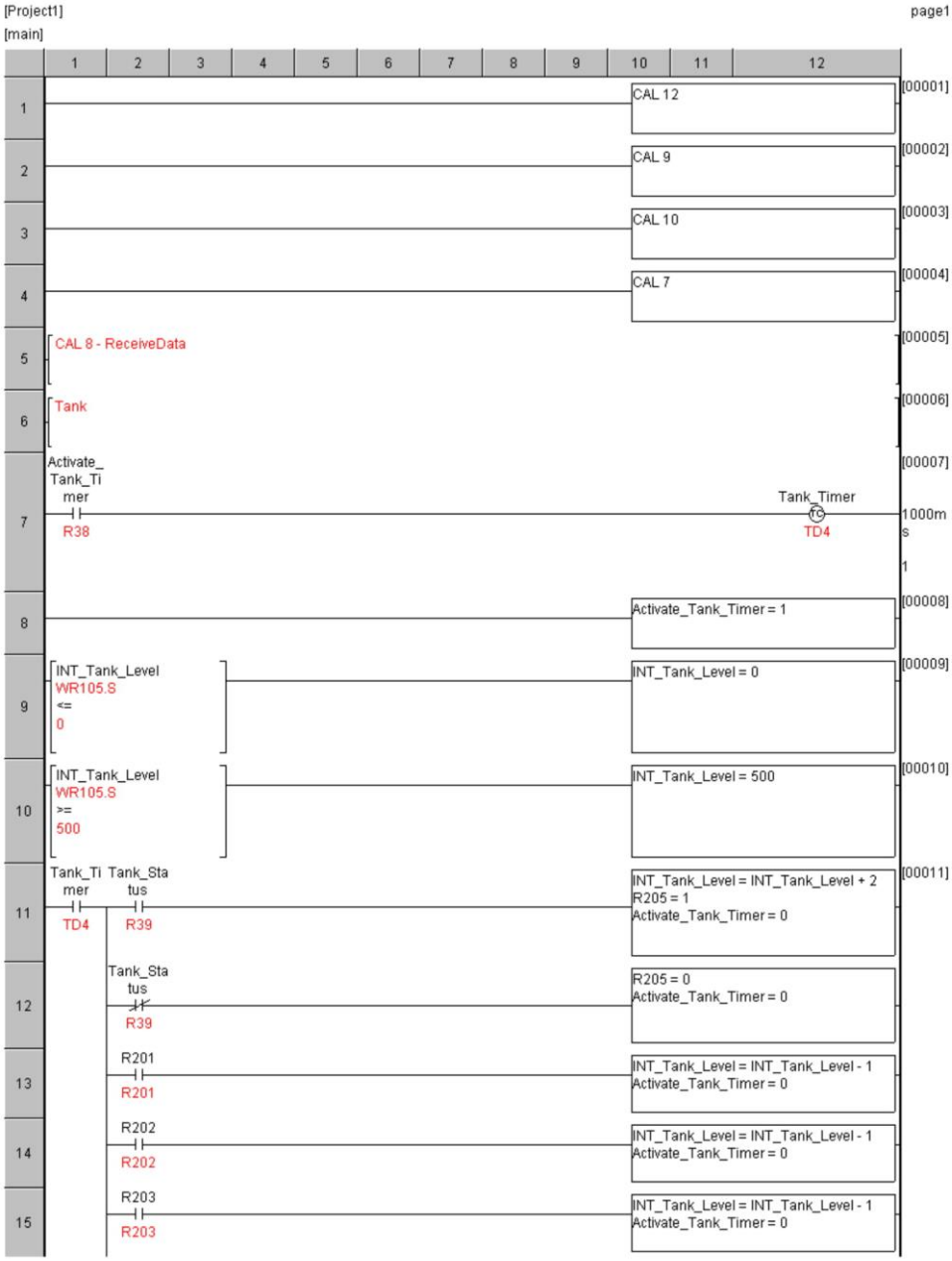
219	Tank_Timer.TC = WL107D	[00676]
220	WM103 = WL107E	[00677]
221	WR101F = WL107F	[00678]
222	WR1020 = WL1080	[00679]
223	WR1021 = WL1081	[00680]
224	WR201 = WL1082	[00681]
225	WR202 = WL1083	[00682]
226	WR203 = WL1084	[00683]
227	WR300 = WL1085	[00684]
228	WR301 = WL1086	[00685]
229	WR303 = WL1087	[00686]
230	WR401 = WL1088	[00687]
231	WR402 = WL1089	[00688]
232	WR7.S = WL108A.S	[00689]
233	WR99 = WL108B	[00690]
234	WRE = WL108C	[00691]
235	WRE0 = WL108D	[00692]
236	WREFFC.S = WL108F.S	[00693]
237	WREFFE.S = WL1090.S	[00694]

[Project1] page61

[12.PLC Receive]

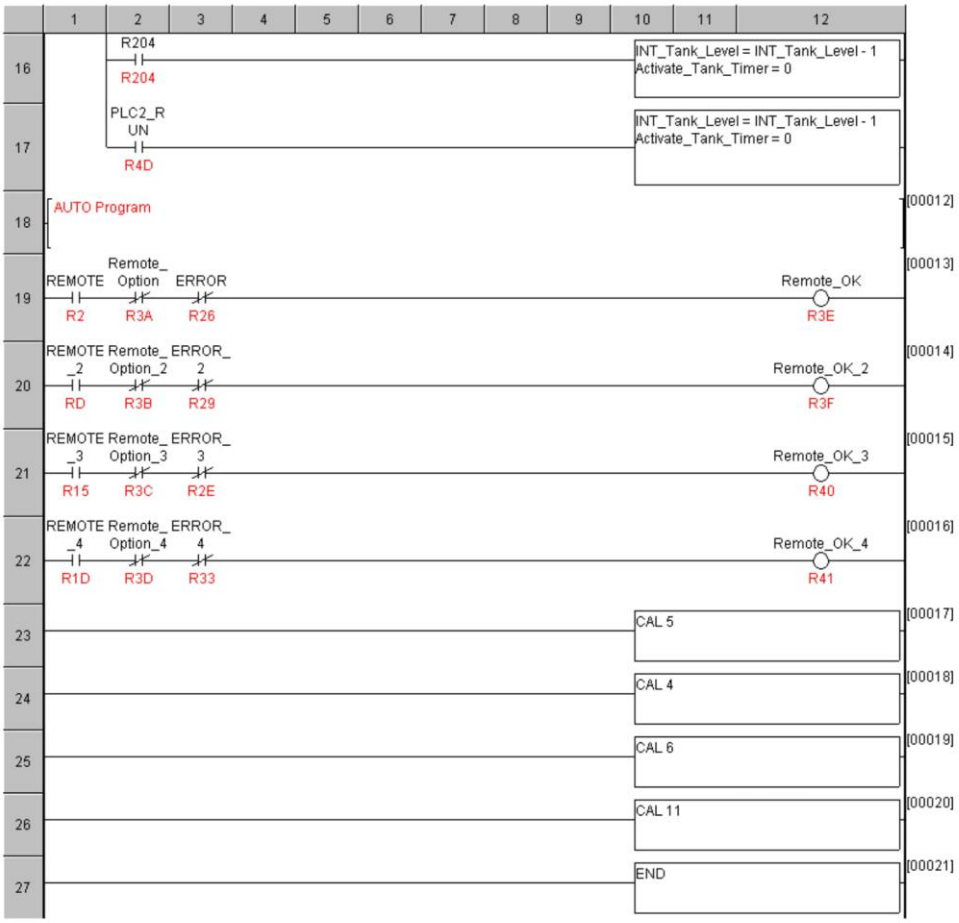


Παράρτημα Β – Κώδικας PLC2 – Εφαρμογή No1

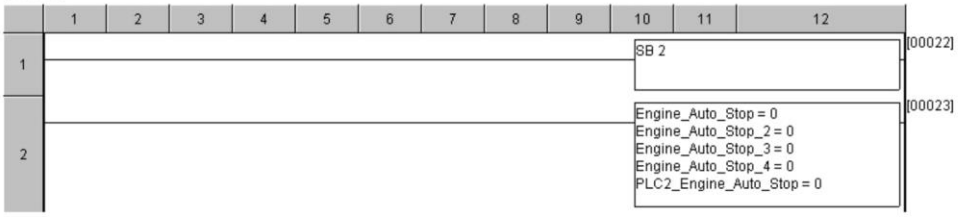

[Project1]
[main]
page1
CAL 12
CAL 9
CAL 10
CAL 7
CAL 8 - ReceiveData
Tank
Activate_Tank_Timer
R38
Tank_Timer
TD4
1000ms
1
Activate_Tank_Timer = 1
INT_Tank_Level
WR105.S
<=
0
INT_Tank_Level = 0
INT_Tank_Level
WR105.S
>=
500
INT_Tank_Level = 500
Tank_Timer
TD4
Tank_Status
R39
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level + 2
R205 = 1
Activate_Tank_Timer = 0
R205 = 0
Activate_Tank_Timer = 0
R201
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1
Activate_Tank_Timer = 0
R202
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1
Activate_Tank_Timer = 0
R203
INT_Tank_Level = INT_Tank_Level - 1
Activate_Tank_Timer = 0

[Project1] page2

[main]

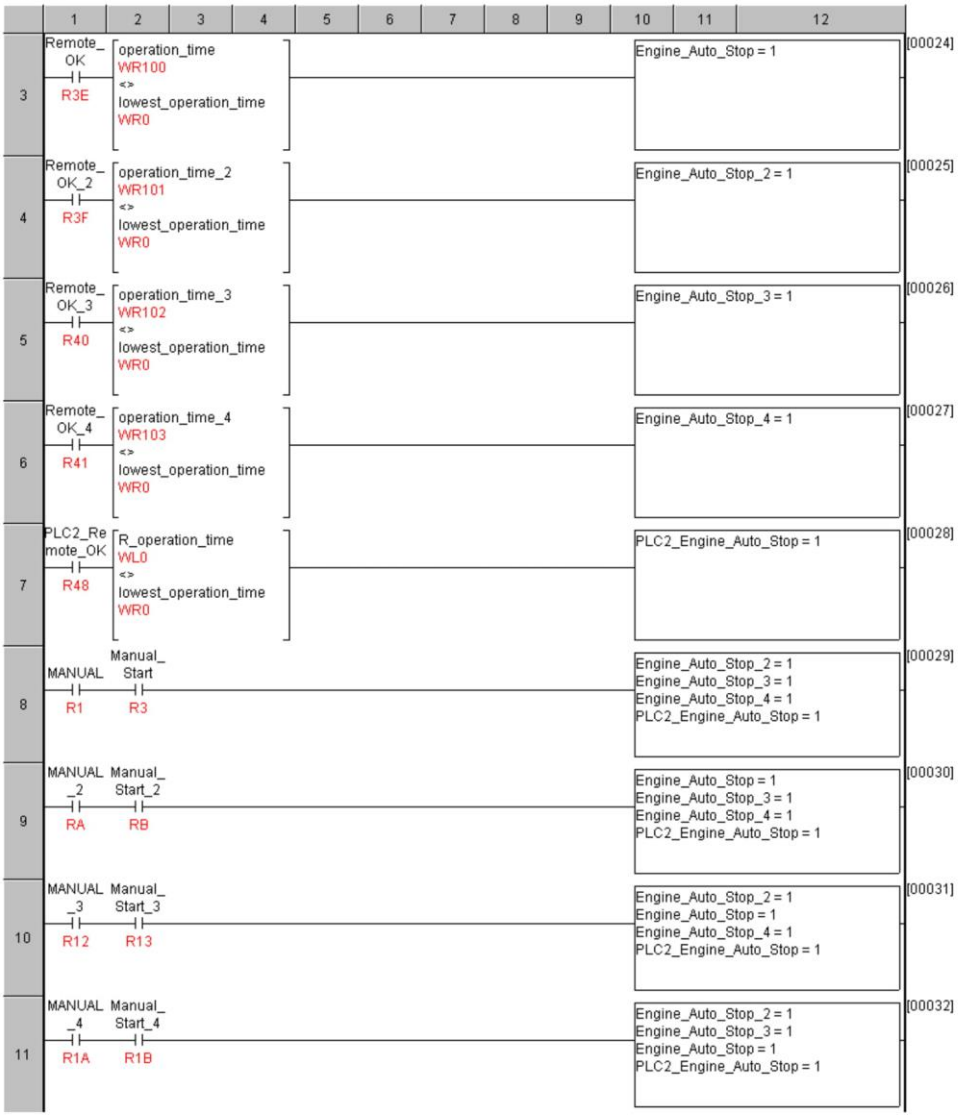


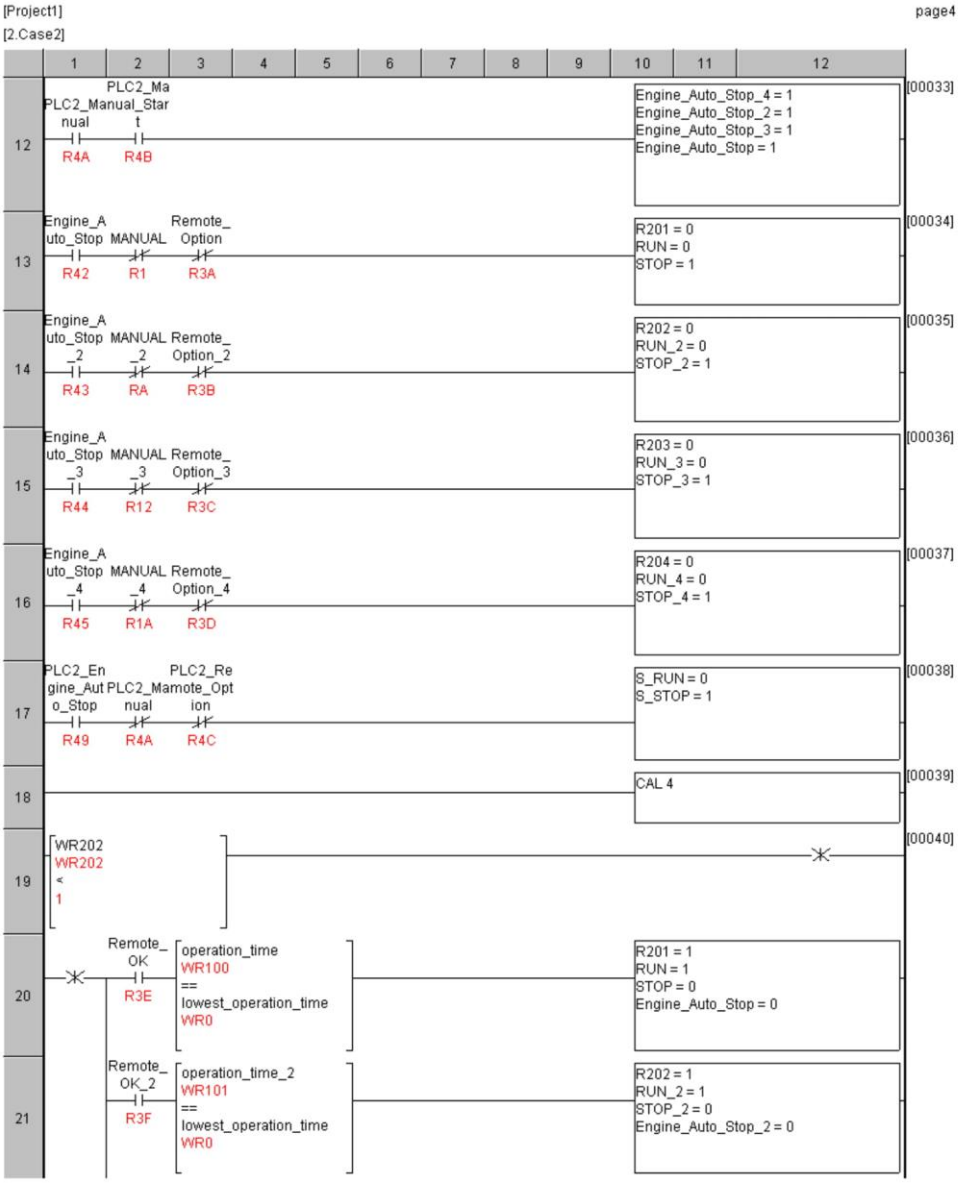
[2.Case2]



[Project1] page3

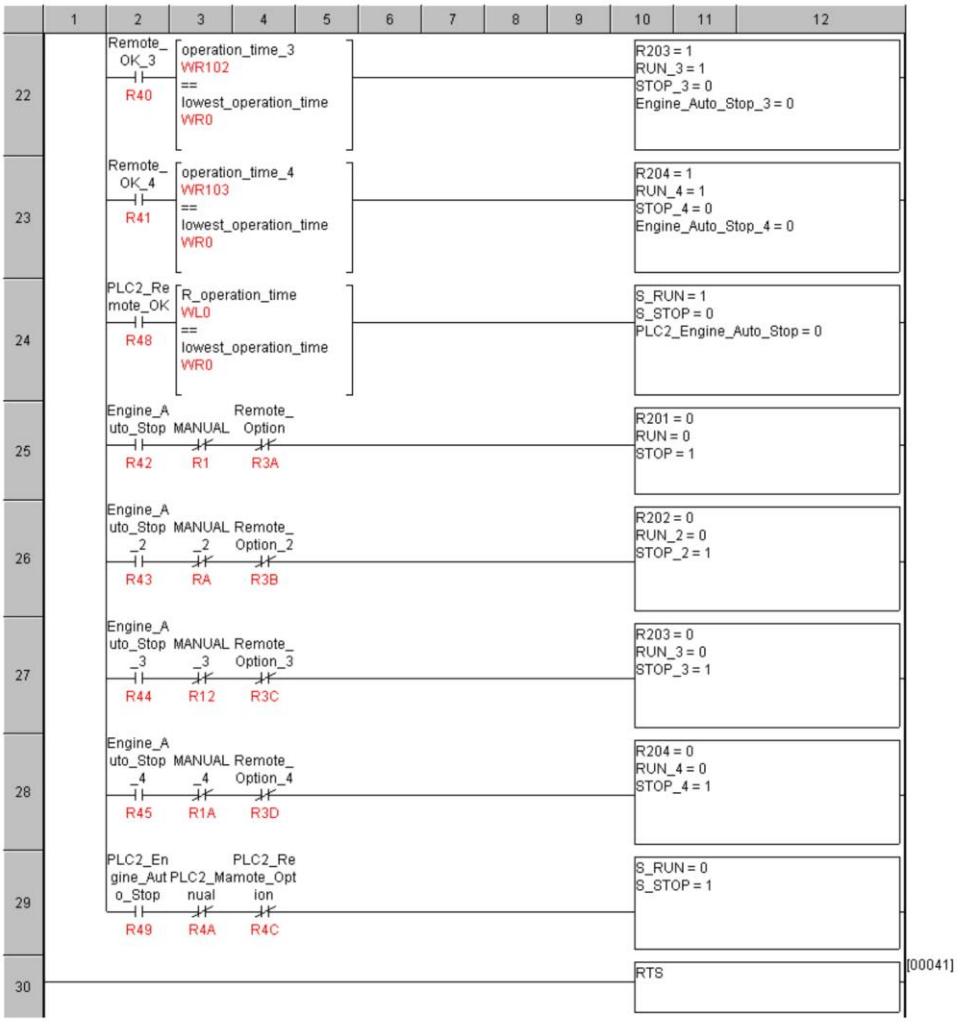
[2.Case2]



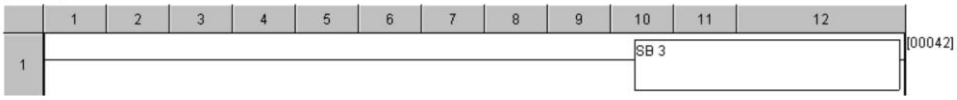

[Project1]
[2.Case2]
page4
PLC2_Manual R4A
PLC2_Manual_Start R4B
Engine_Auto_Stop_4 = 1
Engine_Auto_Stop_2 = 1
Engine_Auto_Stop_3 = 1
Engine_Auto_Stop = 1
[00033]
Engine_Auto_Stop R42
MANUAL R1
Remote_Option R3A
R201 = 0
RUN = 0
STOP = 1
[00034]
Engine_Auto_Stop_2 R43
MANUAL_2 RA
Remote_Option_2 R3B
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00035]
Engine_Auto_Stop_3 R44
MANUAL_3 R12
Remote_Option_3 R3C
R203 = 0
RUN_3 = 0
STOP_3 = 1
[00036]
Engine_Auto_Stop_4 R45
MANUAL_4 R1A
Remote_Option_4 R3D
R204 = 0
RUN_4 = 0
STOP_4 = 1
[00037]
PLC2_Engine_Auto_Stop R49
PLC2_Manual R4A
PLC2_Remote_Option R4C
S_RUN = 0
S_STOP = 1
[00038]
CAL 4
[00039]
WR202
WR202
<
1
[00040]
Remote_OK R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time
WR0
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
Remote_OK_2 R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time
WR0
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0

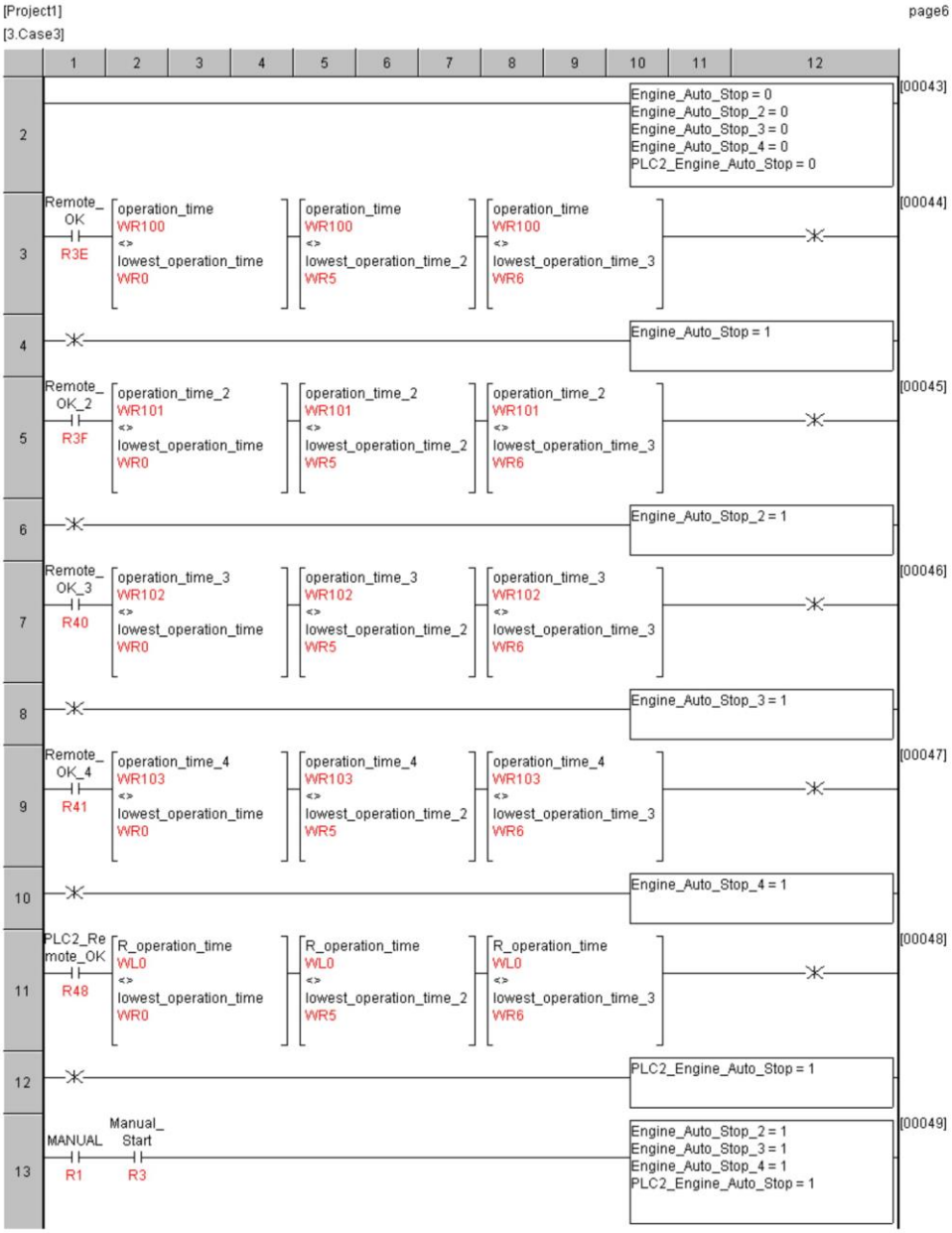
[Project1] page5

[2.Case2]



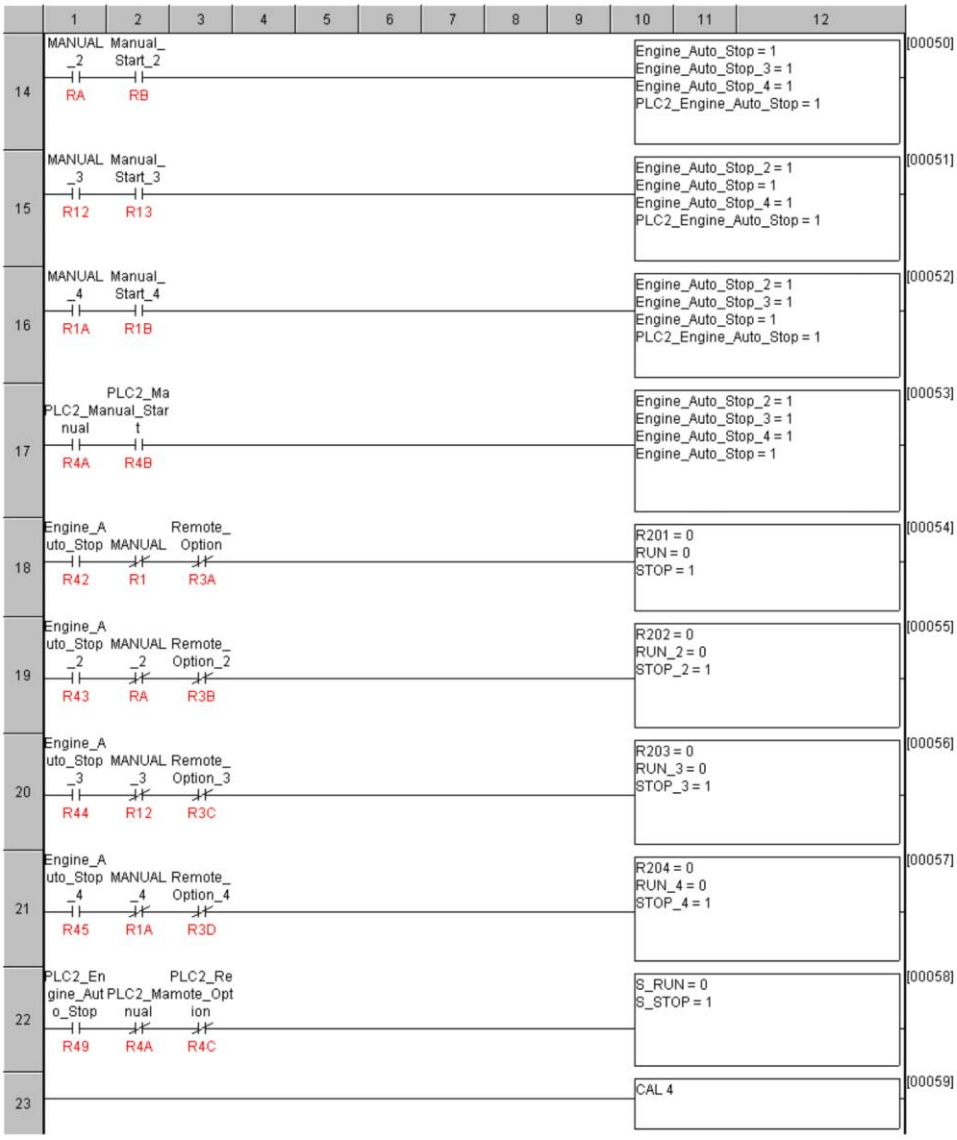
[3.Case3]

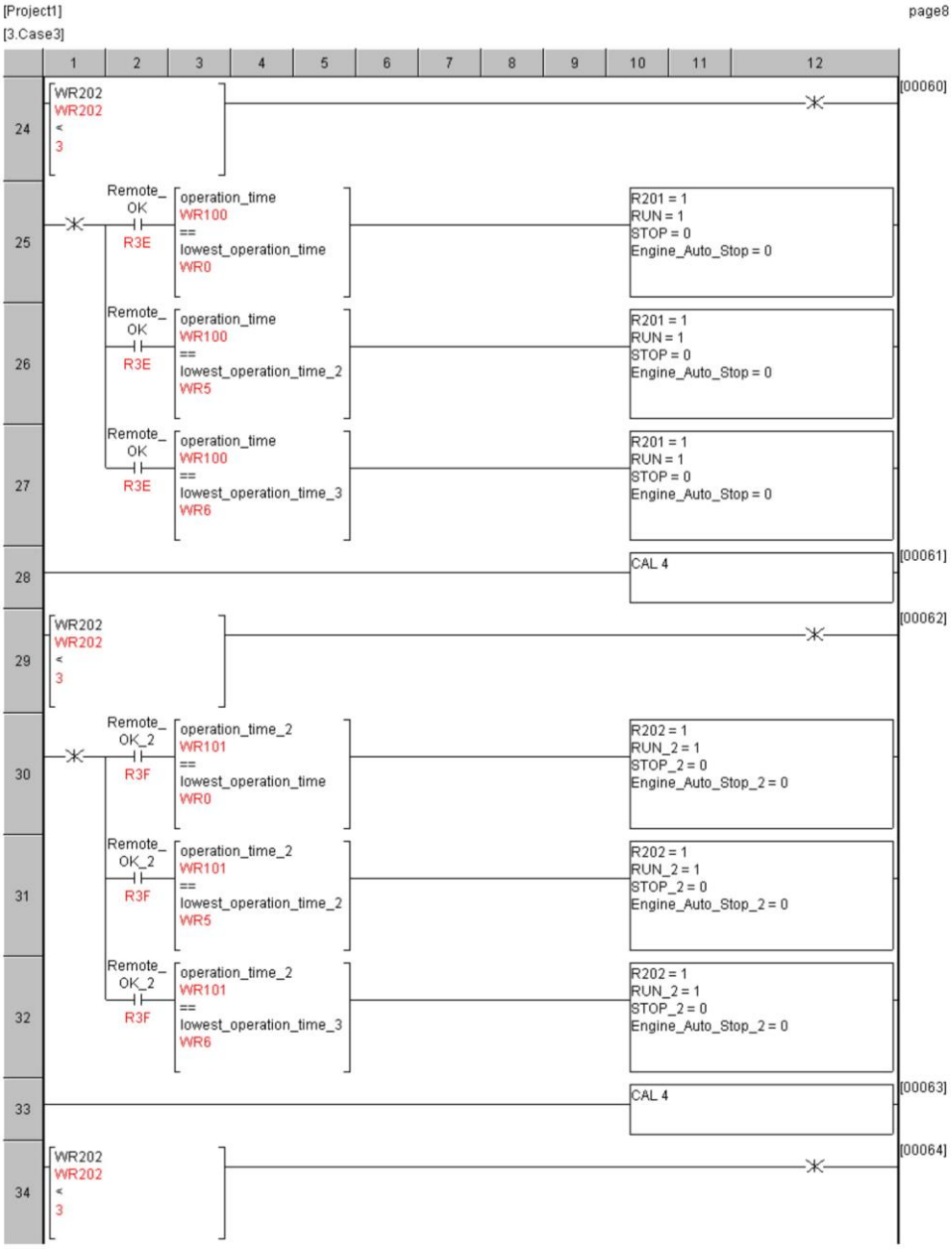


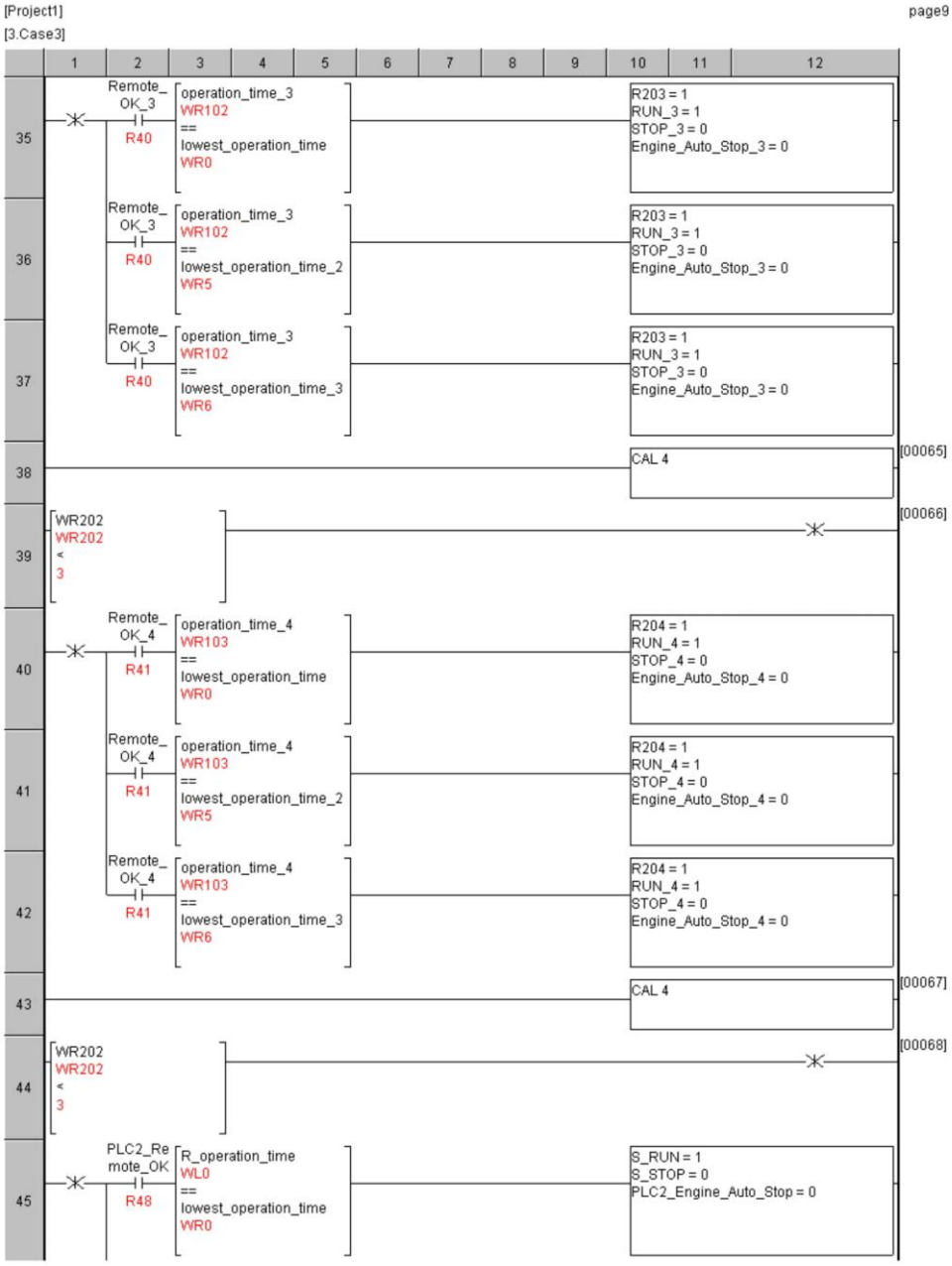

[Project1]
[3.Case3]
page6
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
2
Engine_Auto_Stop = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
PLC2_Engine_Auto_Stop = 0
[00043]
3
Remote_OK
R3E
operation_time WR100 <> lowest_operation_time WR0
operation_time WR100 <> lowest_operation_time_2 WR5
operation_time WR100 <> lowest_operation_time_3 WR6
[00044]
4
Engine_Auto_Stop = 1
5
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time WR0
operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time_2 WR5
operation_time_2 WR101 <> lowest_operation_time_3 WR6
[00045]
6
Engine_Auto_Stop_2 = 1
7
Remote_OK_3
R40
operation_time_3 WR102 <> lowest_operation_time WR0
operation_time_3 WR102 <> lowest_operation_time_2 WR5
operation_time_3 WR102 <> lowest_operation_time_3 WR6
[00046]
8
Engine_Auto_Stop_3 = 1
9
Remote_OK_4
R41
operation_time_4 WR103 <> lowest_operation_time WR0
operation_time_4 WR103 <> lowest_operation_time_2 WR5
operation_time_4 WR103 <> lowest_operation_time_3 WR6
[00047]
10
Engine_Auto_Stop_4 = 1
11
PLC2_Remote_OK
R48
R_operation_time WL0 <> lowest_operation_time WR0
R_operation_time WL0 <> lowest_operation_time_2 WR5
R_operation_time WL0 <> lowest_operation_time_3 WR6
[00048]
12
PLC2_Engine_Auto_Stop = 1
13
MANUAL
R1
Manual_Start
R3
Engine_Auto_Stop_2 = 1
Engine_Auto_Stop_3 = 1
Engine_Auto_Stop_4 = 1
PLC2_Engine_Auto_Stop = 1
[00049]

[Project1] page7

[3.Case3]

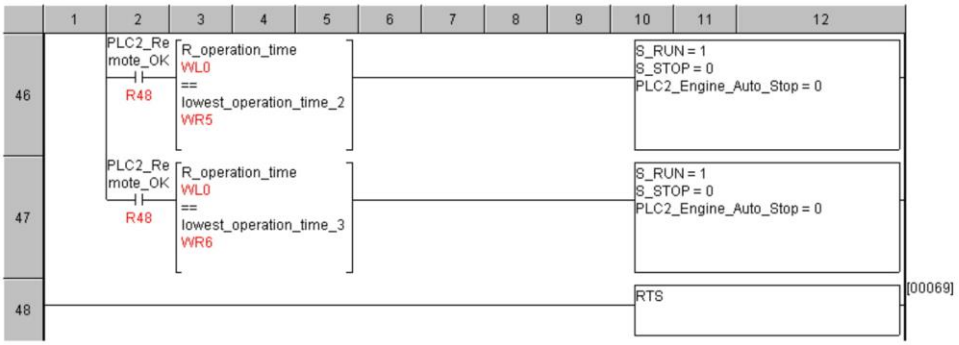



[Project1]
[3.Case3]
page8
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
24
WR202
WR202
<
3
[00060]
25
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time
WR0
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
26
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time_2
WR5
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
27
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
==
lowest_operation_time_3
WR6
R201 = 1
RUN = 1
STOP = 0
Engine_Auto_Stop = 0
28
CAL 4
[00061]
29
WR202
WR202
<
3
[00062]
30
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time
WR0
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
31
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time_2
WR5
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
32
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
==
lowest_operation_time_3
WR6
R202 = 1
RUN_2 = 1
STOP_2 = 0
Engine_Auto_Stop_2 = 0
33
CAL 4
[00063]
34
WR202
WR202
<
3
[00064]

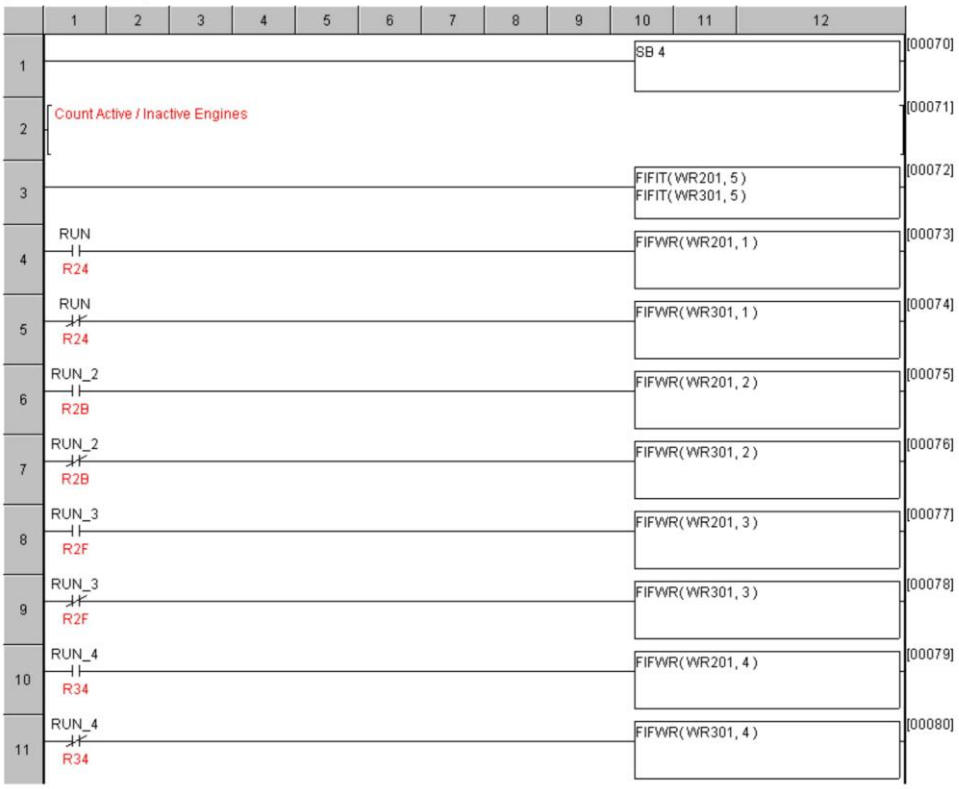

[Project1]
[3.Case3]
page9
35
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
==
lowest_operation_time
WR0
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
36
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
==
lowest_operation_time_2
WR5
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
37
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
==
lowest_operation_time_3
WR6
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
Engine_Auto_Stop_3 = 0
38
CAL 4
[00065]
39
WR202
WR202
<
3
[00066]
40
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
==
lowest_operation_time
WR0
R204 = 1
RUN_4 = 1
STOP_4 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
41
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
==
lowest_operation_time_2
WR5
R204 = 1
RUN_4 = 1
STOP_4 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
42
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
==
lowest_operation_time_3
WR6
R204 = 1
RUN_4 = 1
STOP_4 = 0
Engine_Auto_Stop_4 = 0
43
CAL 4
[00067]
44
WR202
WR202
<
3
[00068]
45
PLC2_Remote_OK
R48
R_operation_time
WL0
==
lowest_operation_time
WR0
S_RUN = 1
S_STOP = 0
PLC2_Engine_Auto_Stop = 0

[Project1] page10

[3.Case3]

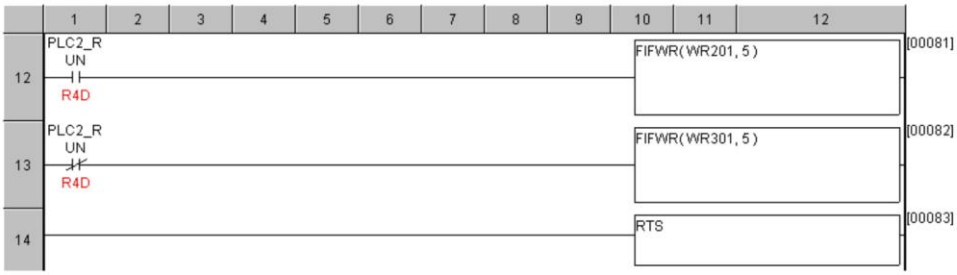


[4.CountActiveEngines]

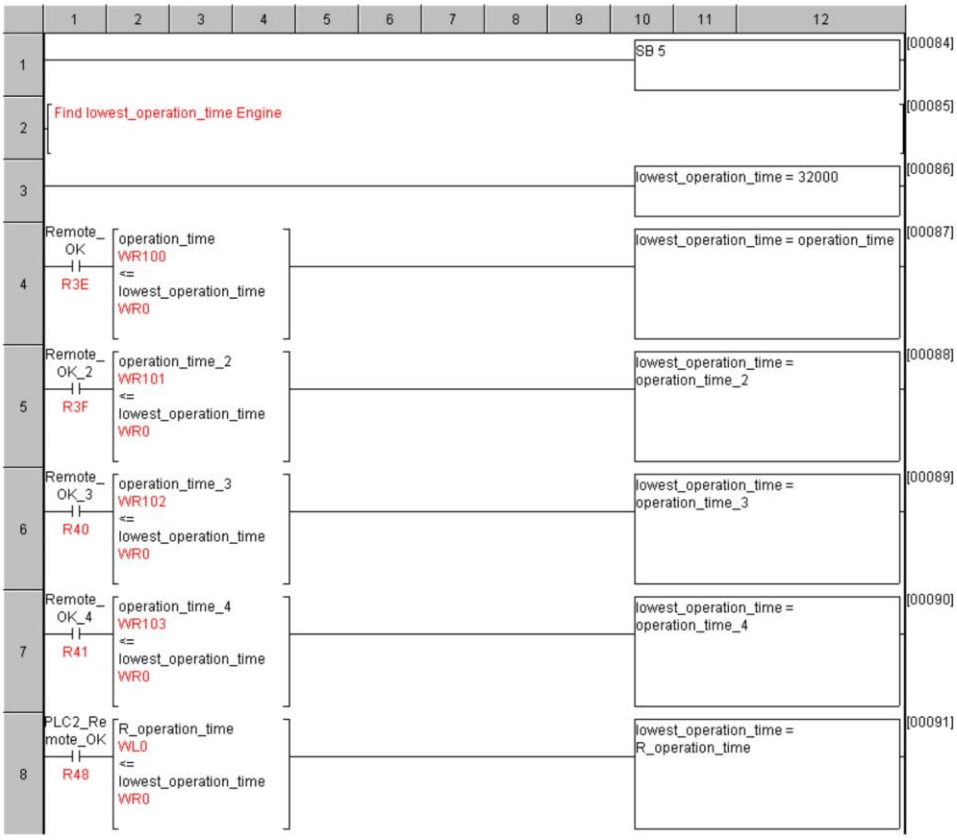


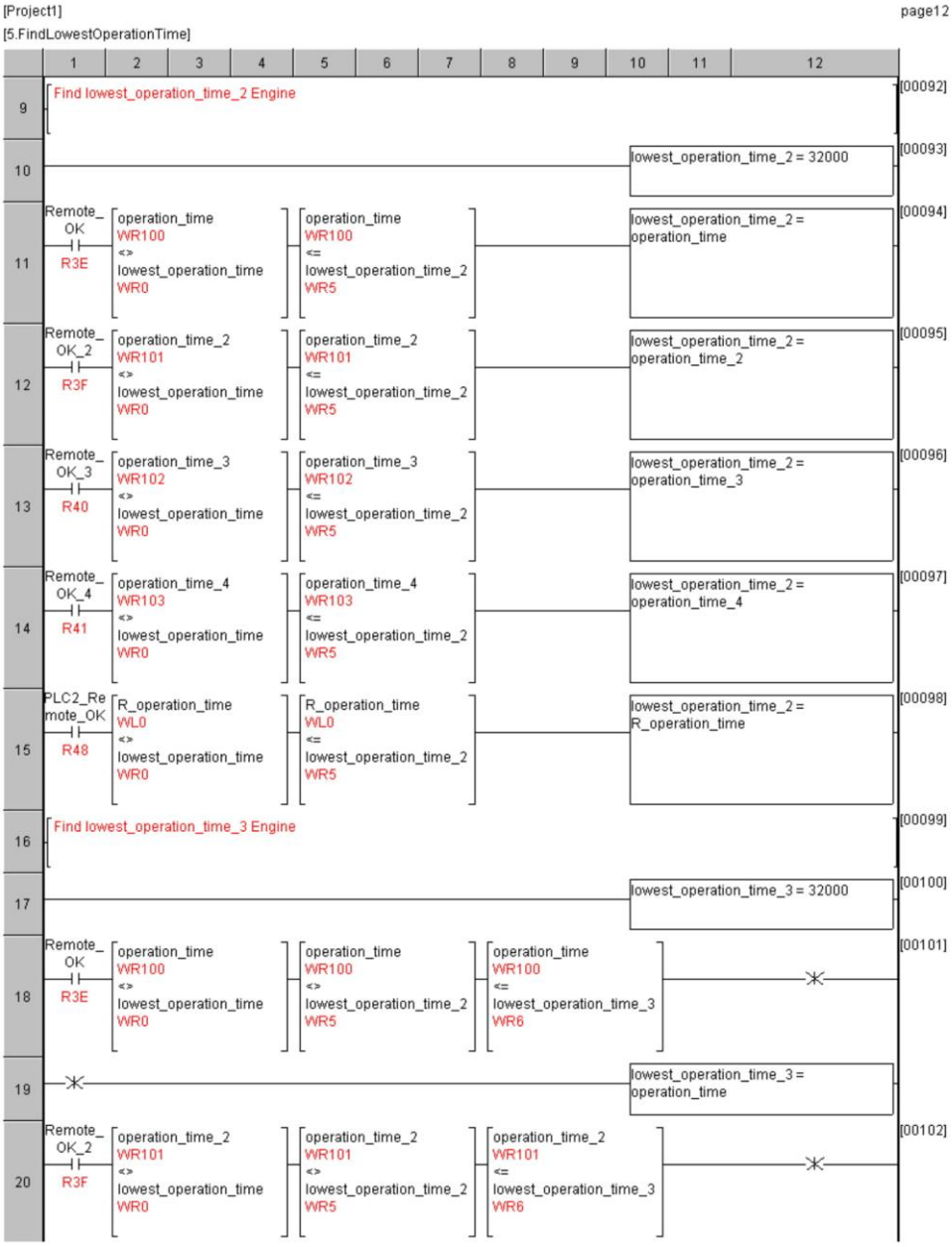
[Project1] page11

[4.CountActiveEngines]



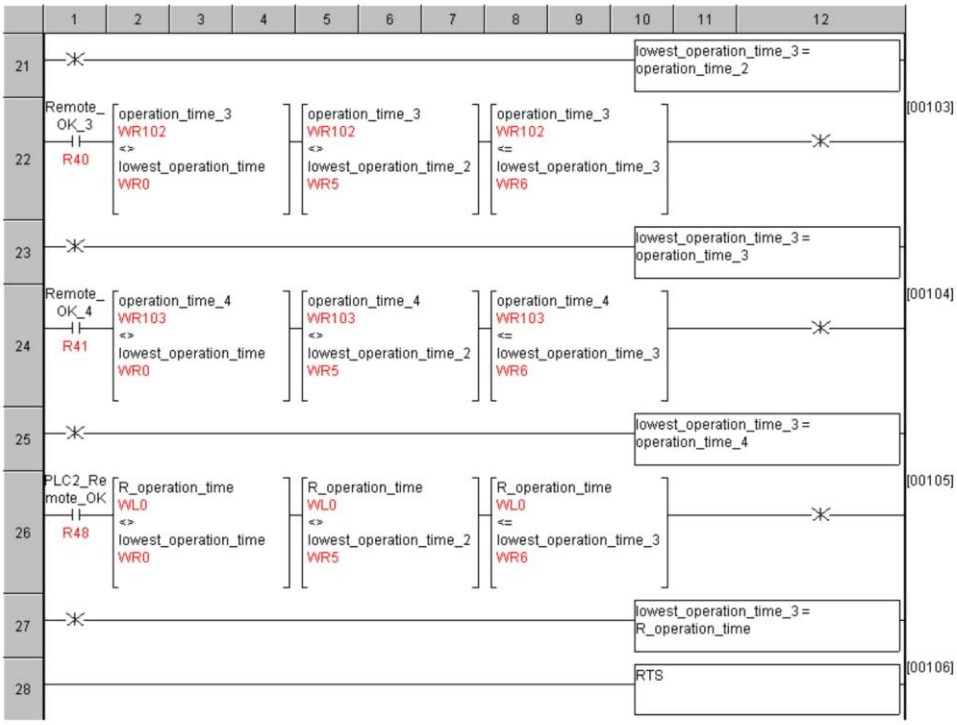
[5.FindLowestOperationTime]



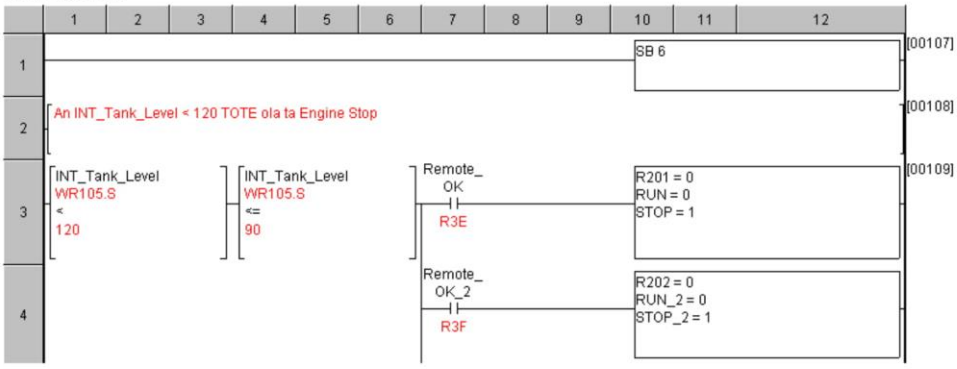

[Project1]
page12
[5.FindLowestOperationTime]
Find lowest_operation_time_2 Engine
lowest_operation_time_2 = 32000
Remote_OK
R3E
operation_time
WR100
<>
lowest_operation_time
WR0
operation_time
WR100
<=
lowest_operation_time_2
WR5
lowest_operation_time_2 = operation_time
Remote_OK_2
R3F
operation_time_2
WR101
lowest_operation_time_2 = operation_time_2
Remote_OK_3
R40
operation_time_3
WR102
lowest_operation_time_2 = operation_time_3
Remote_OK_4
R41
operation_time_4
WR103
lowest_operation_time_2 = operation_time_4
PLC2_Remote_OK
R48
R_operation_time
WL0
lowest_operation_time_2 = R_operation_time
Find lowest_operation_time_3 Engine
lowest_operation_time_3 = 32000
operation_time
WR100
lowest_operation_time_2
WR5
lowest_operation_time_3
WR6
lowest_operation_time_3 = operation_time
operation_time_2
WR101
lowest_operation_time_3

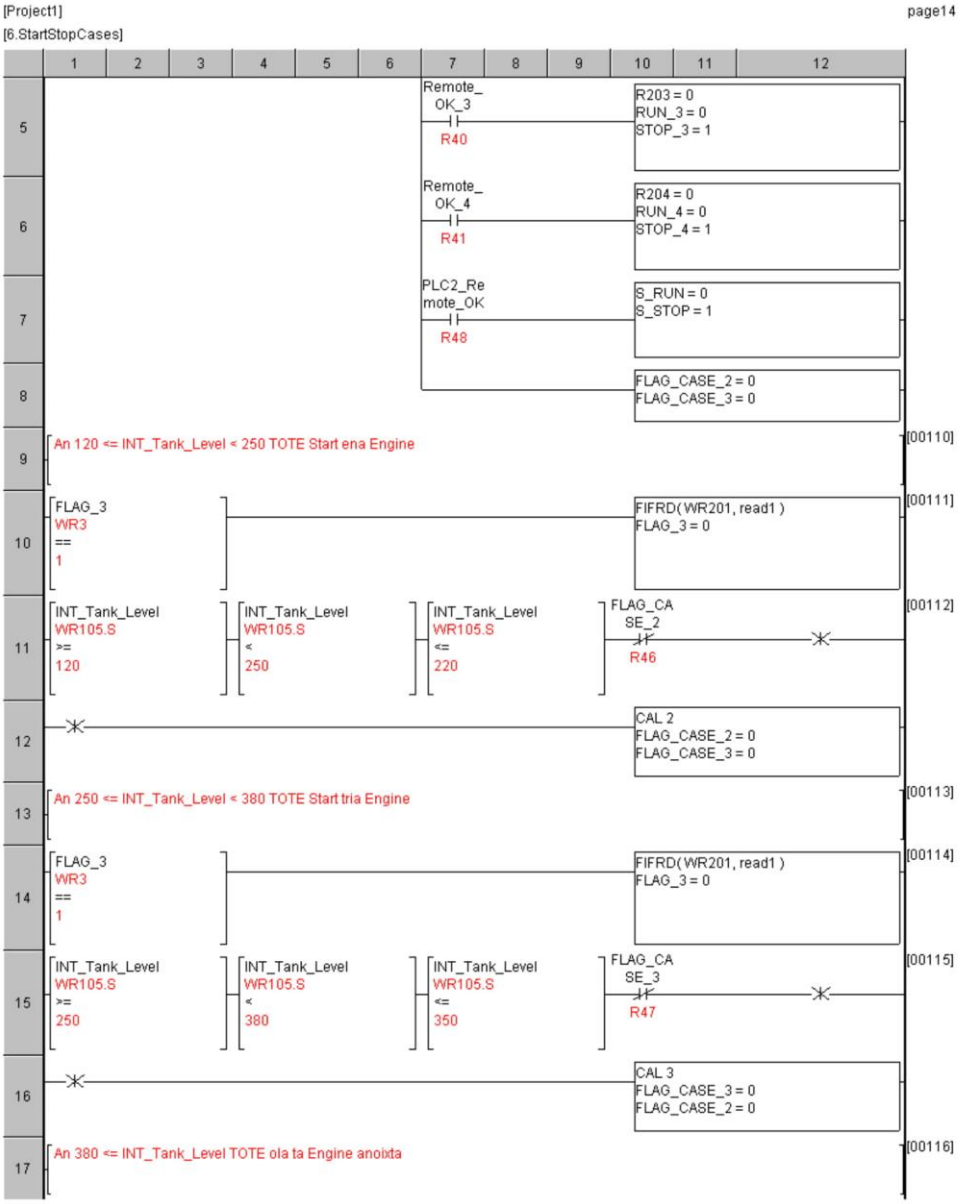
[Project1] page13

[5.FindLowestOperationTime]



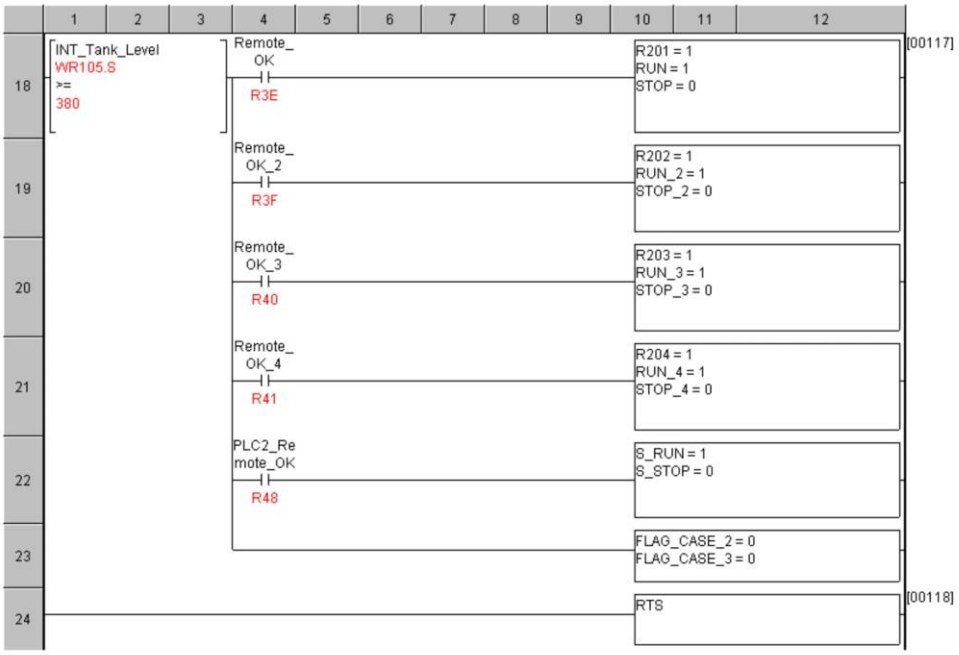
[6.StartStopCases]



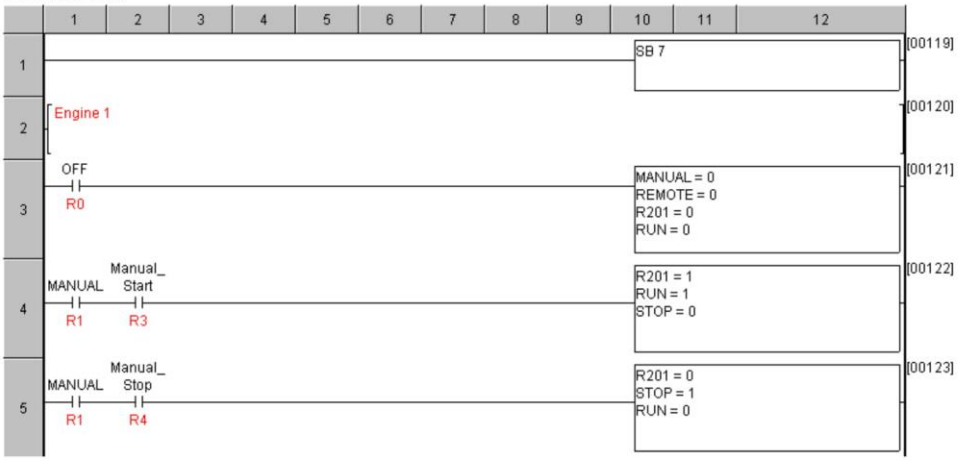

[Project1]
page14
[6.StartStopCases]
Remote_ OK_3
R40
R203 = 0
RUN_3 = 0
STOP_3 = 1
Remote_ OK_4
R41
R204 = 0
RUN_4 = 0
STOP_4 = 1
PLC2_Re mote_OK
R48
S_RUN = 0
S_STOP = 1
FLAG_CASE_2 = 0
FLAG_CASE_3 = 0
An 120 <= INT_Tank_Level < 250 TOTE Start ena Engine
[00110]
FLAG_3
WR3
==
1
FIFRD(WR201, read1)
FLAG_3 = 0
[00111]
INT_Tank_Level
WR105.S
>=
120
INT_Tank_Level
WR105.S
<
250
INT_Tank_Level
WR105.S
<=
220
FLAG_CA SE_2
R46
[00112]
CAL 2
FLAG_CASE_2 = 0
FLAG_CASE_3 = 0
An 250 <= INT_Tank_Level < 380 TOTE Start tria Engine
[00113]
FLAG_3
WR3
==
1
FIFRD(WR201, read1)
FLAG_3 = 0
[00114]
INT_Tank_Level
WR105.S
>=
250
INT_Tank_Level
WR105.S
<
380
INT_Tank_Level
WR105.S
<=
350
FLAG_CA SE_3
R47
[00115]
CAL 3
FLAG_CASE_3 = 0
FLAG_CASE_2 = 0
An 380 <= INT_Tank_Level TOTE ola ta Engine anoixta
[00116]

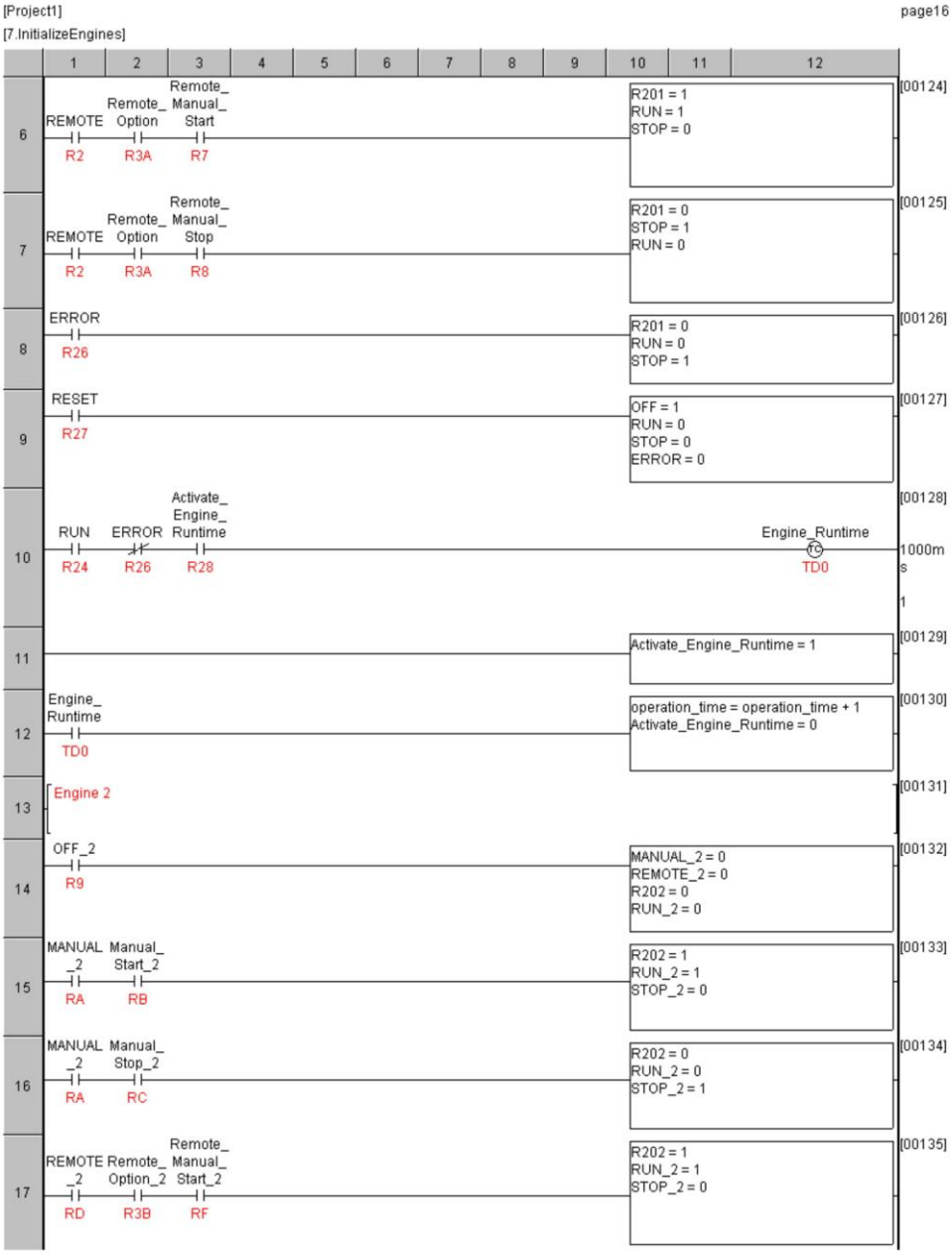
[Project1] page15

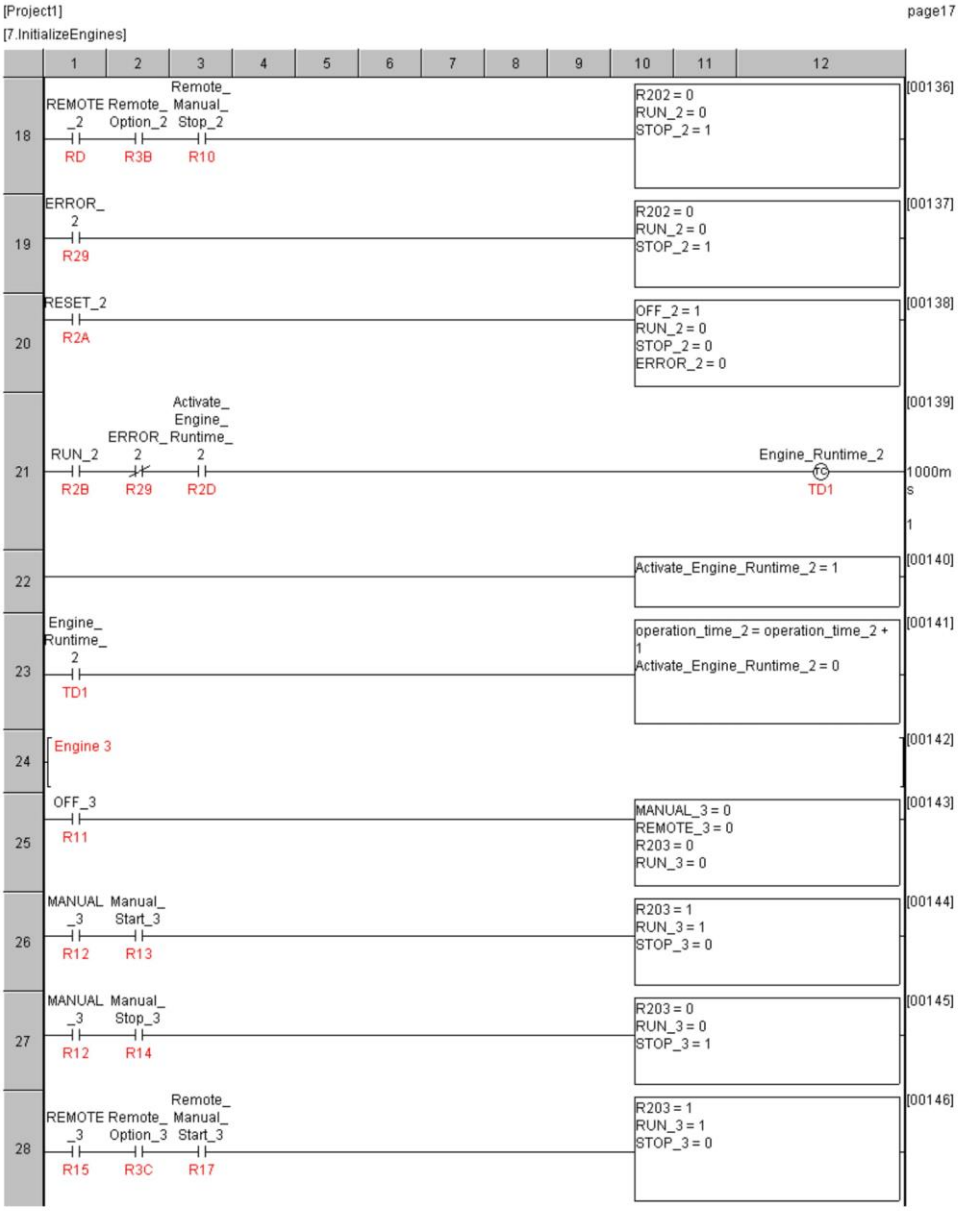
[6.StartStopCases]

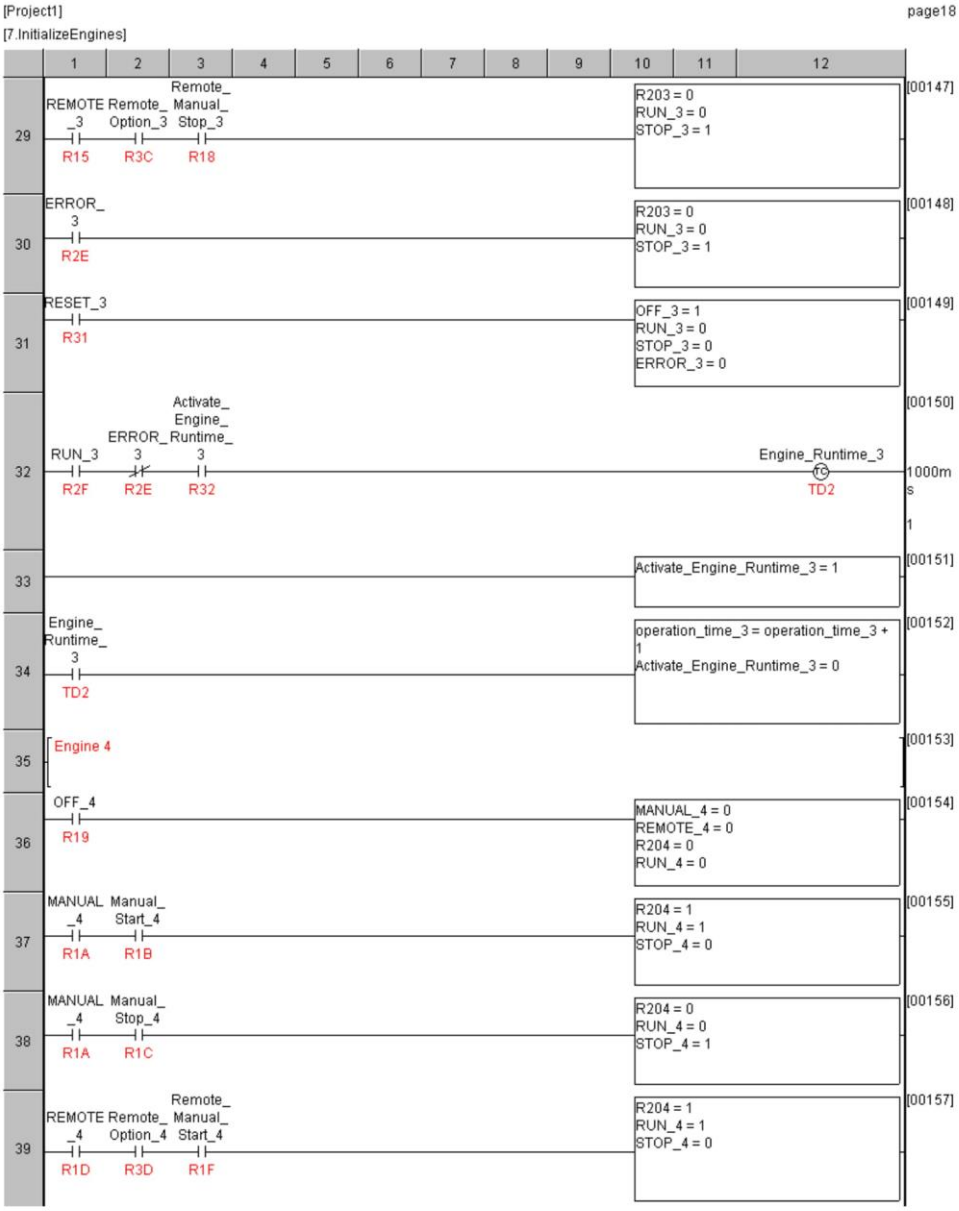


[7.InitializeEngines]



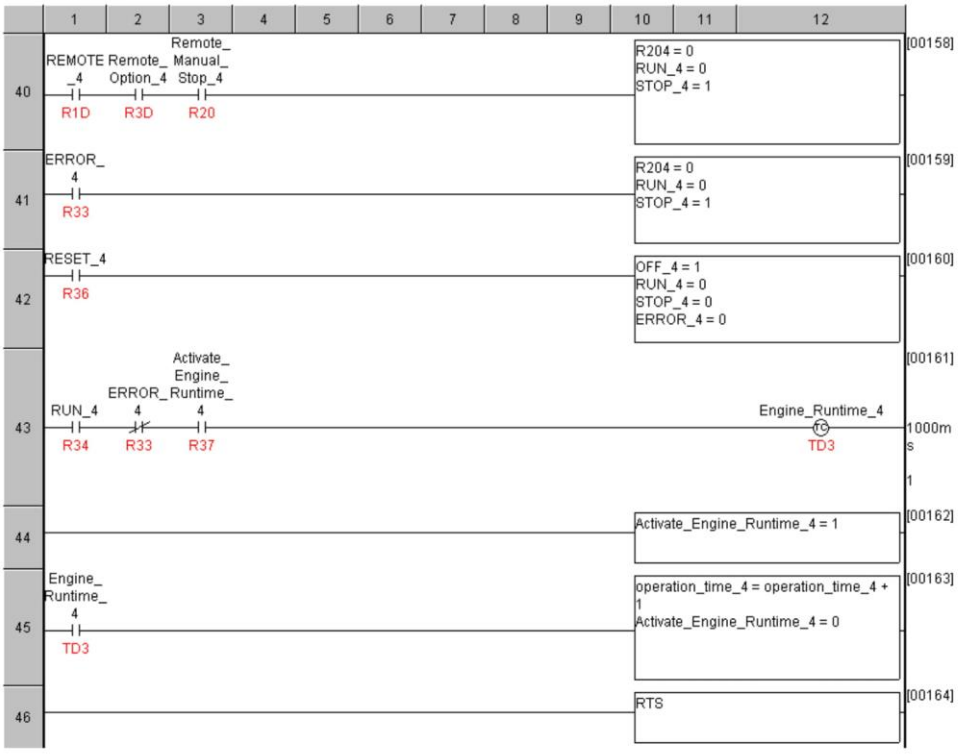

[Project1]
page16
[7.InitializeEngines]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
6 REMOTE R2 Remote_ Option R3A Remote_ Manual_ Start R7 R201 = 1 RUN = 1 STOP = 0 [00124]
7 REMOTE R2 Remote_ Option R3A Remote_ Manual_ Stop R8 R201 = 0 STOP = 1 RUN = 0 [00125]
8 ERROR R26 R201 = 0 RUN = 0 STOP = 1 [00126]
9 RESET R27 OFF = 1 RUN = 0 STOP = 0 ERROR = 0 [00127]
10 RUN R24 ERROR R26 Activate_ Engine_ Runtime R28 Engine_Runtime TD0 1000ms 1 [00128]
11 Activate_Engine_Runtime = 1 [00129]
12 Engine_ Runtime TD0 operation_time = operation_time + 1 Activate_Engine_Runtime = 0 [00130]
13 Engine 2 [00131]
14 OFF_2 R9 MANUAL_2 = 0 REMOTE_2 = 0 R202 = 0 RUN_2 = 0 [00132]
15 MANUAL_2 RA Manual_ Start_2 RB R202 = 1 RUN_2 = 1 STOP_2 = 0 [00133]
16 MANUAL_2 RA Manual_ Stop_2 RC R202 = 0 RUN_2 = 0 STOP_2 = 1 [00134]
17 REMOTE_2 RD Remote_ Option_2 R3B Remote_ Manual_ Start_2 RF R202 = 1 RUN_2 = 1 STOP_2 = 0 [00135]


[Project1]
page17
[7.InitializeEngines]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
18
REMOTE_2 RD
Remote_Option_2 R3B
Remote_Manual_Stop_2 R10
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00136]
19
ERROR_2 R29
R202 = 0
RUN_2 = 0
STOP_2 = 1
[00137]
20
RESET_2 R2A
OFF_2 = 1
RUN_2 = 0
STOP_2 = 0
ERROR_2 = 0
[00138]
21
RUN_2 R2B
ERROR_2 R29
Activate_Engine_Runtime_2 R2D
Engine_Runtime_2 TD1
1000ms
1
[00139]
22
Activate_Engine_Runtime_2 = 1
[00140]
23
Engine_Runtime_2 TD1
operation_time_2 = operation_time_2 + 1
Activate_Engine_Runtime_2 = 0
[00141]
24
Engine 3
[00142]
25
OFF_3 R11
MANUAL_3 = 0
REMOTE_3 = 0
R203 = 0
RUN_3 = 0
[00143]
26
MANUAL_3 R12
Manual_Start_3 R13
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
[00144]
27
MANUAL_3 R12
Manual_Stop_3 R14
R203 = 0
RUN_3 = 0
STOP_3 = 1
[00145]
28
REMOTE_3 R15
Remote_Option_3 R3C
Remote_Manual_Start_3 R17
R203 = 1
RUN_3 = 1
STOP_3 = 0
[00146]

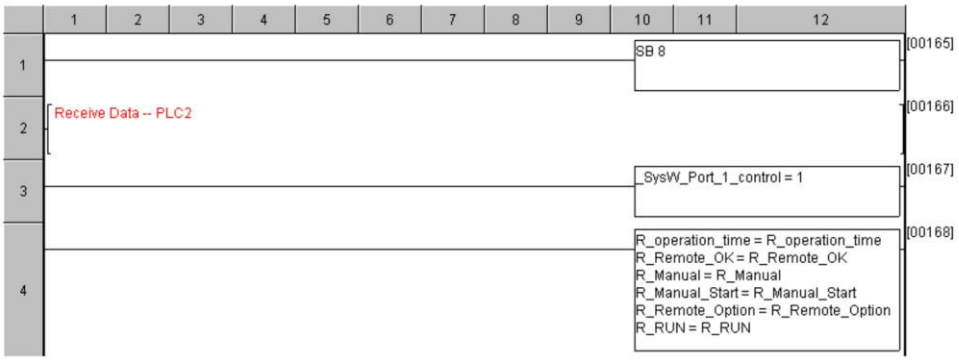

[Project1]
page18
[7.InitializeEngines]
29 REMOTE_3 R15 Remote_Option_3 R3C Remote_Manual_Stop_3 R18 R203 = 0 RUN_3 = 0 STOP_3 = 1 [00147]
30 ERROR_3 R2E R203 = 0 RUN_3 = 0 STOP_3 = 1 [00148]
31 RESET_3 R31 OFF_3 = 1 RUN_3 = 0 STOP_3 = 0 ERROR_3 = 0 [00149]
32 RUN_3 R2F ERROR_3 R2E Activate_Engine_Runtime_3 R32 Engine_Runtime_3 TD2 1000ms 1 [00150]
33 Activate_Engine_Runtime_3 = 1 [00151]
34 Engine_Runtime_3 TD2 operation_time_3 = operation_time_3 + 1 Activate_Engine_Runtime_3 = 0 [00152]
35 Engine 4 [00153]
36 OFF_4 R19 MANUAL_4 = 0 REMOTE_4 = 0 R204 = 0 RUN_4 = 0 [00154]
37 MANUAL_4 R1A Manual_Start_4 R1B R204 = 1 RUN_4 = 1 STOP_4 = 0 [00155]
38 MANUAL_4 R1A Manual_Stop_4 R1C R204 = 0 RUN_4 = 0 STOP_4 = 1 [00156]
39 REMOTE_4 R1D Remote_Option_4 R3D Remote_Manual_Start_4 R1F R204 = 1 RUN_4 = 1 STOP_4 = 0 [00157]

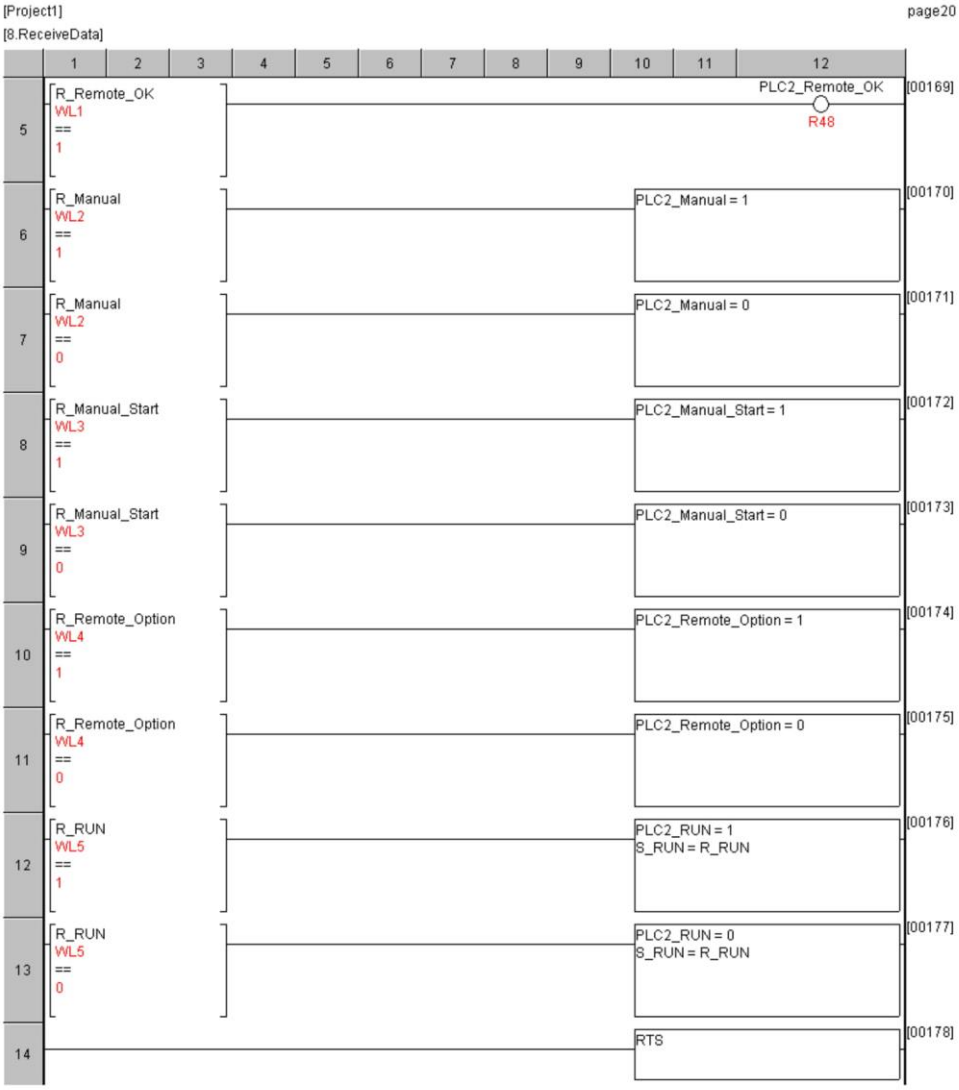
[Project1] page19

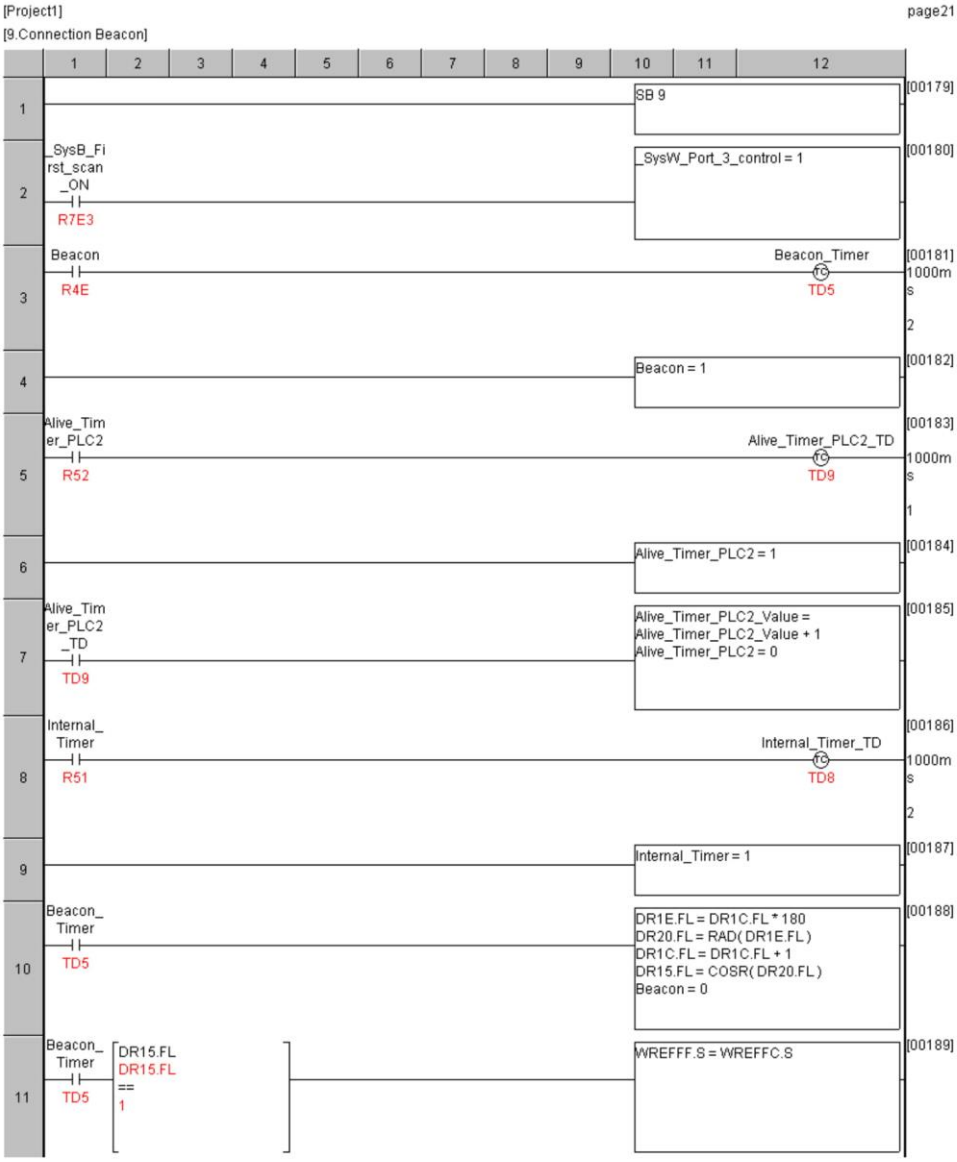
[7.InitializeEngines]



[8.ReceiveData]




[Project1]
page20
[8.ReceiveData]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
5
R_Remote_OK
WL1
==
1
PLC2_Remote_OK
R48
[00169]
6
R_Manual
WL2
==
1
PLC2_Manual = 1
[00170]
7
R_Manual
WL2
==
0
PLC2_Manual = 0
[00171]
8
R_Manual_Start
WL3
==
1
PLC2_Manual_Start = 1
[00172]
9
R_Manual_Start
WL3
==
0
PLC2_Manual_Start = 0
[00173]
10
R_Remote_Option
WL4
==
1
PLC2_Remote_Option = 1
[00174]
11
R_Remote_Option
WL4
==
0
PLC2_Remote_Option = 0
[00175]
12
R_RUN
WL5
==
1
PLC2_RUN = 1
S_RUN = R_RUN
[00176]
13
R_RUN
WL5
==
0
PLC2_RUN = 0
S_RUN = R_RUN
[00177]
14
RTS
[00178]


[Project1]
page21
[9.Connection Beacon]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1
SB 9
[00179]
2
_SysB_First_scan_ON
R7E3
_SysW_Port_3_control = 1
[00180]
3
Beacon
R4E
Beacon_Timer
TD5
[00181]
1000ms
2
4
Beacon = 1
[00182]
5
Alive_Timer_PLC2
R52
Alive_Timer_PLC2_TD
TD9
[00183]
1000ms
1
6
Alive_Timer_PLC2 = 1
[00184]
7
Alive_Timer_PLC2_TD
TD9
Alive_Timer_PLC2_Value =
Alive_Timer_PLC2_Value + 1
Alive_Timer_PLC2 = 0
[00185]
8
Internal_Timer
R51
Internal_Timer_TD
TD8
[00186]
1000ms
2
9
Internal_Timer = 1
[00187]
10
Beacon_Timer
TD5
DR1E.FL = DR1C.FL * 180
DR20.FL = RAD(DR1E.FL)
DR1C.FL = DR1C.FL + 1
DR15.FL = COSR(DR20.FL)
Beacon = 0
[00188]
11
Beacon_Timer
TD5
DR15.FL
DR15.FL
==
1
WREFFF.S = WREFFC.S
[00189]

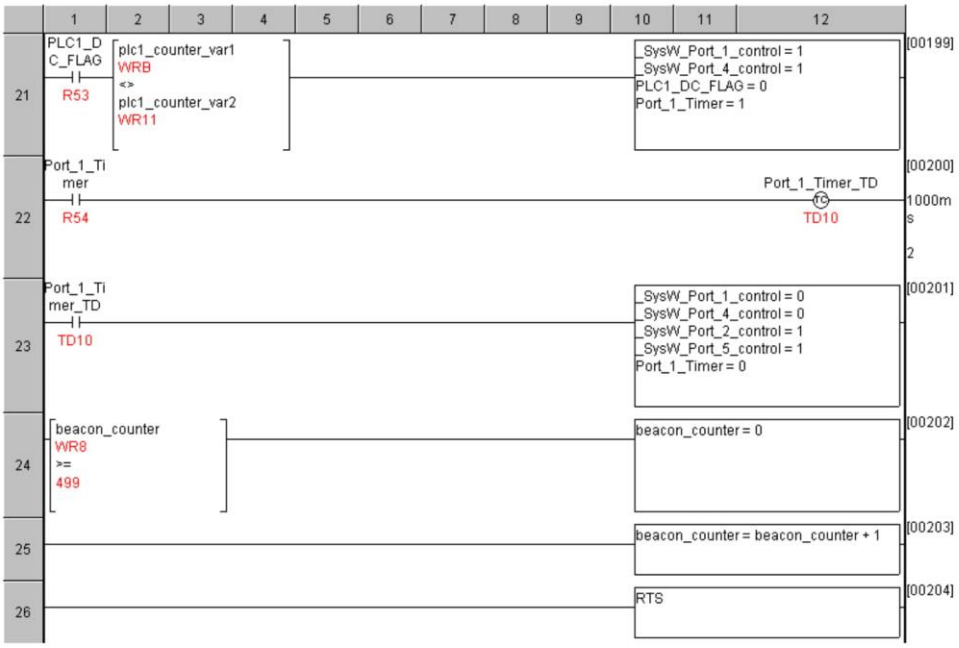
[Project1] page22

[9.Connection Beacon]

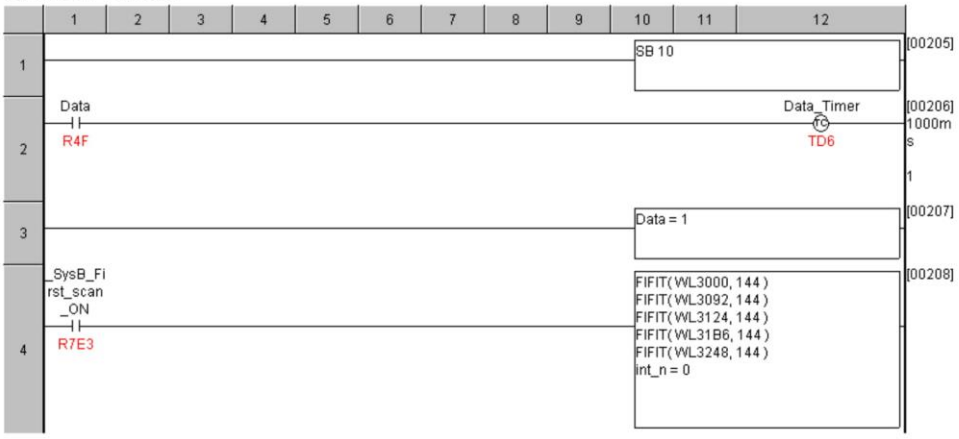
12	Beacon_Timer TD5	DR15.FL == -1	WREFFE.S = WREFFC.S [00190]
13	Beacon_Timer TD5	WREFFF.S == WREFFE.S	R208 = 0 [00191]
14	Beacon_Timer TD5	WREFFF.S <> WREFFE.S	R208 = 1 [00192]
15	CHECK PLC1 CONNECTION - IF DC THEN CLOSE RECEIVE PORT [00193]		
16	Internal_Timer_TD TD8		DRC.FL = DRF.FL * 180 DR12.FL = RAD(DRC.FL) DRF.FL = DRF.FL + 1 DR13.FL = COSR(DR12.FL) WL2002 = WL2002 + 1 Internal_Timer = 0 [00194]
17	Internal_Timer_TD TD8	DR13.FL == 1	plc1_counter_var1 = WL2001 [00195]
18	Internal_Timer_TD TD8	DR13.FL == -1	plc1_counter_var2 = WL2001 [00196]
19	Internal_Timer_TD TD8	plc1_counter_var1 WRB == plc1_counter_var2 WR11	_SysW_Port_2_control = 0 _SysW_Port_5_control = 0 PLC1_DC_FLAG = 1 [00197]
20	WHEN DISCONNECT ENDS [00198]		

[Project1] page23

[9.Connection Beacon]

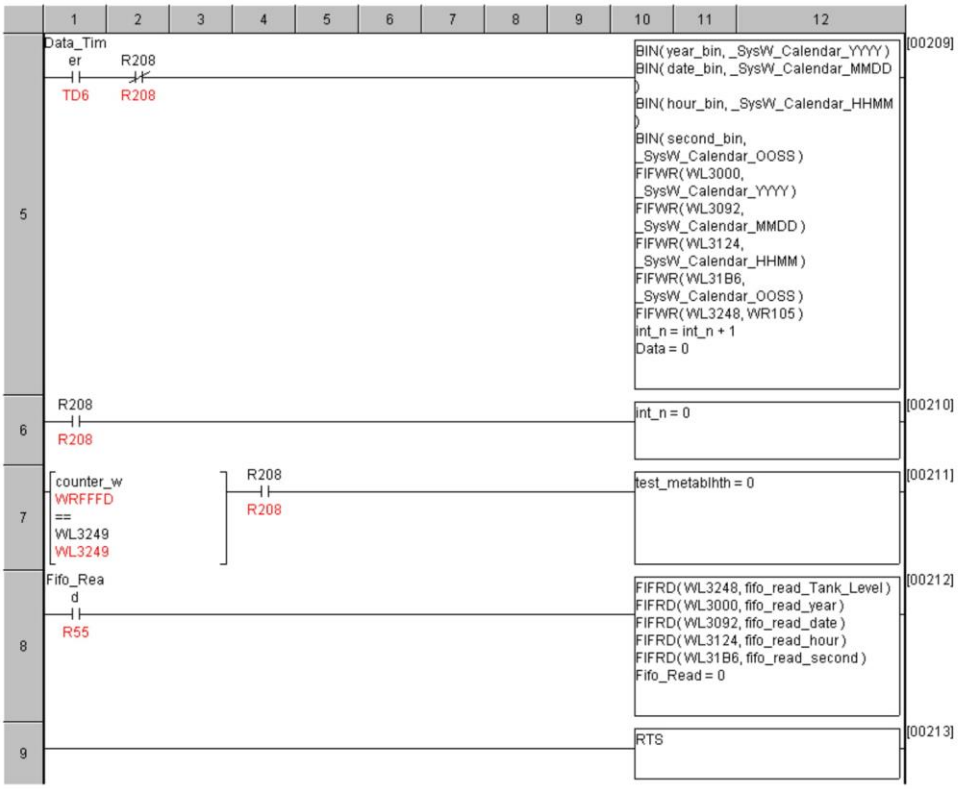


[10.Save Data - Send Data]

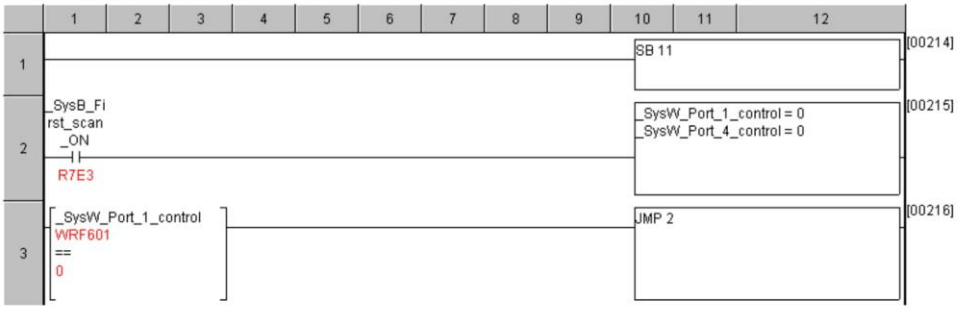


[Project1] page24

[10.Save Data - Send Data]



[11.PLC Send]



[Project1] page25

[11.PLC Send]

4	Activate_ Engine_ Runtime R28	WL1001 = 1 [00217]
5	Activate_ Engine_ Runtime R28	WL1001 = 0 [00218]
6	Activate_ Engine_ Runtime_ 2 R2D	WL1002 = 1 [00219]
7	Activate_ Engine_ Runtime_ 2 R2D	WL1002 = 0 [00220]
8	Activate_ Engine_ Runtime_ 3 R32	WL1003 = 1 [00221]
9	Activate_ Engine_ Runtime_ 3 R32	WL1003 = 0 [00222]
10	Activate_ Engine_ Runtime_ 4 R37	WL1004 = 1 [00223]
11	Activate_ Engine_ Runtime_ 4 R37	WL1004 = 0 [00224]
12	Activate_ Tank_Ti mer R38	WL1005 = 1 [00225]
13	Activate_ Tank_Ti mer R38	WL1005 = 0 [00226]

[Project1] page26

[11.PLC Send]

14	DONT SYNC ALIVE TIMER		[00227]
15		JMP 3	[00228]
16	Alive_Timer R50	WL1006 = 1	[00229]
17	Alive_Timer R50	WL1006 = 0	[00230]
18		WL1007 = Alive_Timer_TD.TC	[00231]
19		WL1008 = Alive_Timer_Value	[00232]
20		LBL 3	[00233]
21	Beacon R4E	WL1009 = 1	[00234]
22	Beacon R4E	WL1009 = 0	[00235]
23		WL100A = beacon_counter	[00236]
24		WL100B = Beacon_Timer.TC	[00237]
25		WL100C = counter_w	[00238]
26	Data R4F	WL100D = 1	[00239]
27	Data R4F	WL100D = 0	[00240]
28		WL100E = Data_Timer.TC	[00241]
29		WL100F.S = INTG(DR15.FL)	[00242]
30		WL1010.S = INTG(DR1C.FL)	[00243]

[Project1] page27

[11.PLC Send]

31		WL1011.S = INTG(DR1E.FL)	[00244]
32		WL1012.S = INTG(DR20.FL)	[00245]
33	Engine_Auto_Stop R42	WL1013 = 1	[00246]
34	Engine_Auto_Stop R42	WL1013 = 0	[00247]
35	Engine_Auto_Stop_2 R43	WL1014 = 1	[00248]
36	Engine_Auto_Stop_2 R43	WL1014 = 0	[00249]
37	Engine_Auto_Stop_3 R44	WL1015 = 1	[00250]
38	Engine_Auto_Stop_3 R44	WL1015 = 0	[00251]
39	Engine_Auto_Stop_4 R45	WL1016 = 1	[00252]
40	Engine_Auto_Stop_4 R45	WL1016 = 0	[00253]
41		WL1017 = Engine_Runtime.TC	[00254]
42		WL1018 = Engine_Runtime_2.TC	[00255]
43		WL1019 = Engine_Runtime_3.TC	[00256]
44		WL1A = Engine_Runtime_4.TC	[00257]

[Project1] page28

[11.PLC Send]

45	ERROR R26	WL101B = 1	[00258]
46	ERROR R26	WL101B = 0	[00259]
47	ERROR_2 R29	WL101C = 1	[00260]
48	ERROR_2 R29	WL101C = 0	[00261]
49	ERROR_3 R2E	WL101D = 1	[00262]
50	ERROR_3 R2E	WL101D = 0	[00263]
51	ERROR_4 R33	WL101E = 1	[00264]
52	ERROR_4 R33	WL101E = 0	[00265]
53		WR101F = FLAG	[00266]
54		WR1020 = FLAG_2	[00267]
55		WR1021 = FLAG_3	[00268]
56	FLAG_CASE_2 R46	WL1022 = 1	[00269]
57	FLAG_CASE_2 R46	WL1022 = 0	[00270]
58	FLAG_CASE_3 R47	WL1023 = 1	[00271]

[Project1] page29

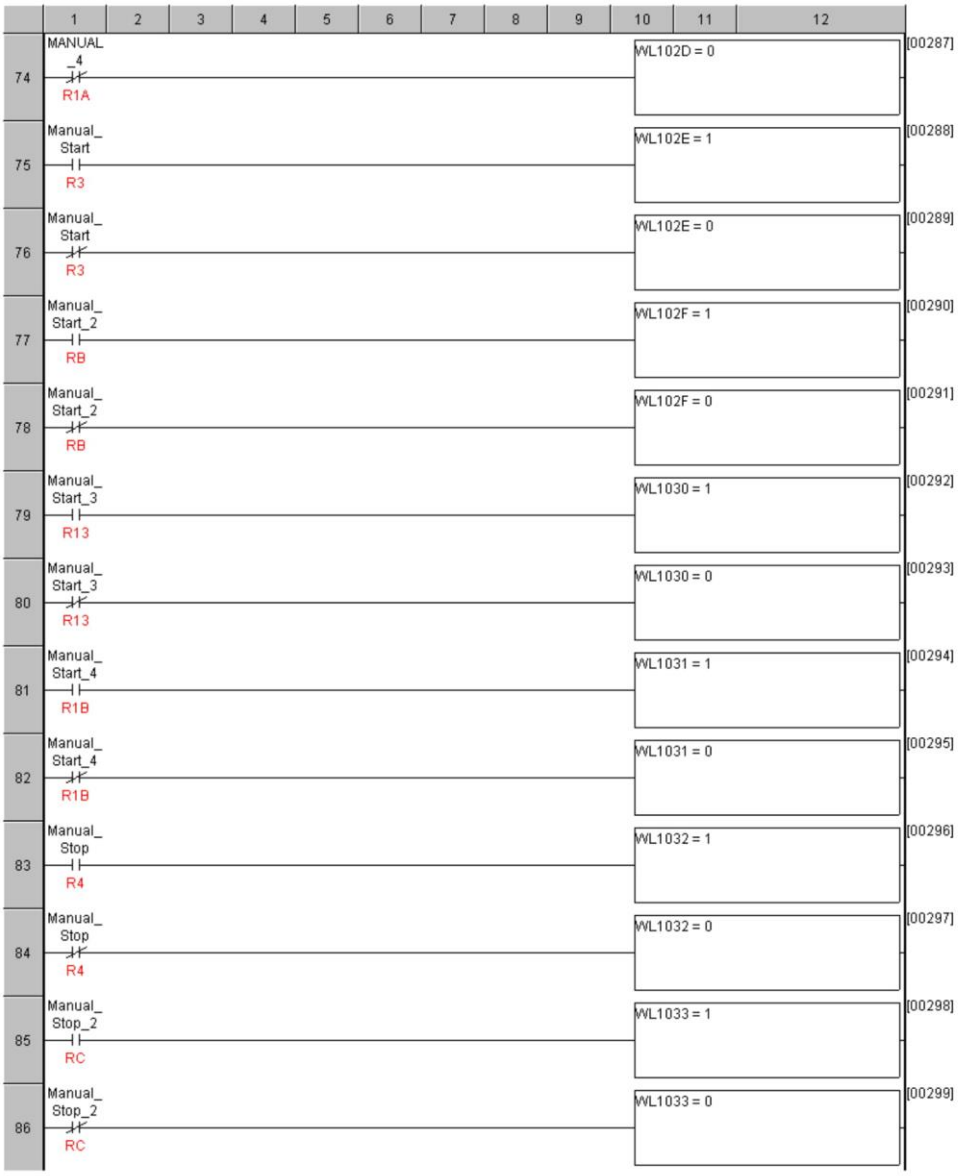
[11.PLC Send]

59	FLAG_CASE_3 R47	WL1023 = 0 [00272]
60		WL1024.S = int_n [00273]
61		WL1025.S = INT_Tank_Level [00274]
62		WL1026 = lowest_operation_time [00275]
63		WL1027 = lowest_operation_time_2 [00276]
64		WL1028 = lowest_operation_time_3 [00277]
65	M0 M0	WL1029 = 1 [00278]
66	M0 M0	WL1029 = 0 [00279]
67	MANUAL R1	WL102A = 1 [00280]
68	MANUAL R1	WL102A = 0 [00281]
69	MANUAL_2 RA	WL102B = 1 [00282]
70	MANUAL_2 RA	WL102B = 0 [00283]
71	MANUAL_3 R12	WL102C = 1 [00284]
72	MANUAL_3 R12	WL102C = 0 [00285]
73	MANUAL_4 R1A	WL102D = 1 [00286]

[Project1]

[11.PLC Send]

page30



[Project1] page31

[11.PLC Send]

87	Manual_ Stop_3 R14	WL1034 = 1	[00300]
88	Manual_ Stop_3 R14	WL1034 = 0	[00301]
89	Manual_ Stop_4 R1C	WL1035 = 1	[00302]
90	Manual_ Stop_4 R1C	WL1035 = 0	[00303]
91	OFF R0	WL1036 = 1	[00304]
92	OFF R0	WL1036 = 0	[00305]
93	OFF_2 R9	WL1037 = 1	[00306]
94	OFF_2 R9	WL1037 = 0	[00307]
95	OFF_3 R11	WL1038 = 1	[00308]
96	OFF_3 R11	WL1038 = 0	[00309]
97	OFF_4 R19	WL1039 = 1	[00310]
98	OFF_4 R19	WL1039 = 0	[00311]
99		WL103A = operation_time	[00312]
100		WL103B = operation_time_2	[00313]
101		WL103C = operation_time_3	[00314]
102		WL103D = operation_time_4	[00315]

[Project1] page32

[11.PLC Send]

103	PLC2_Engine_Auto_Stop R49	WL103E = 1	[00316]
104	PLC2_Engine_Auto_Stop R49	WL103E = 0	[00317]
105	PLC2_Manual R4A	WL103F = 1	[00318]
106	PLC2_Manual R4A	WL103F = 0	[00319]
107	PLC2_Manual_Start R4B	WL1040 = 1	[00320]
108	PLC2_Manual_Start R4B	WL1040 = 0	[00321]
109	PLC2_Remote_OK R48	WL1041 = 1	[00322]
110	PLC2_Remote_OK R48	WL1041 = 0	[00323]
111	PLC2_Remote_Option R4C	WL1042 = 1	[00324]
112	PLC2_Remote_Option R4C	WL1042 = 0	[00325]
113	PLC2_RUN R4D	WL1043 = 1	[00326]
114	PLC2_RUN R4D	WL1043 = 0	[00327]

[Project1] page33

[11.PLC Send]

115	R201 / R201	WL1044 = 1	[00328]
116	R201 / R201	WL1044 = 0	[00329]
117	R202 / R202	WL1045 = 1	[00330]
118	R202 / R202	WL1045 = 0	[00331]
119	R203 / R203	WL1046 = 1	[00332]
120	R203 / R203	WL1046 = 0	[00333]
121	R204 / R204	WL1047 = 1	[00334]
122	R204 / R204	WL1047 = 0	[00335]
123	R205 / R205	WL1048 = 1	[00336]
124	R205 / R205	WL1048 = 0	[00337]
125	R208 / R208	WL1049 = 1	[00338]
126	R208 / R208	WL1049 = 0	[00339]
127		WL104A = read1	[00340]
128		WL104B = read3	[00341]
129	REMOTE / R2	WL104C = 1	[00342]
130	REMOTE / R2	WL104C = 0	[00343]
131	REMOTE_2 / RD	WL104D = 1	[00344]

[Project1] page34

[11.PLC Send]

132	REMOTE_2 RD	WL104D = 0	[00345]
133	REMOTE_3 R15	WL104E = 1	[00346]
134	REMOTE_3 R15	WL104E = 0	[00347]
135	REMOTE_4 R1D	WL104F = 1	[00348]
136	REMOTE_4 R1D	WL104F = 0	[00349]
137	Remote_Auto R5	WL1050 = 1	[00350]
138	Remote_Auto R5	WL1050 = 0	[00351]
139	Remote_Auto_2 R21	WL1051 = 1	[00352]
140	Remote_Auto_2 R21	WL1051 = 0	[00353]
141	Remote_Auto_3 R22	WL1052 = 1	[00354]
142	Remote_Auto_3 R22	WL1052 = 0	[00355]
143	Remote_Auto_4 R23	WL153 = 1	[00356]
144	Remote_Auto_4 R23	WL1053 = 0	[00357]

[Project1] page35

[11.PLC Send]

145	Remote_ Manual R6	WL1054 = 1	[00358]
146	Remote_ Manual R6	WL1054 = 0	[00359]
147	Remote_ Manual_2 RE	WL1055 = 1	[00360]
148	Remote_ Manual_2 RE	WL1055 = 0	[00361]
149	Remote_ Manual_3 R16	WL1056 = 1	[00362]
150	Remote_ Manual_3 R16	WL1056 = 0	[00363]
151	Remote_ Manual_4 R1E	WL1057 = 1	[00364]
152	Remote_ Manual_4 R1E	WL1057 = 0	[00365]
153	Remote_ Manual_ Start R7	WL1058 = 1	[00366]
154	Remote_ Manual_ Start R7	WL1058 = 0	[00367]
155	Remote_ Manual_ Start_2 RF	WL1059 = 1	[00368]
156	Remote_ Manual_ Start_2 RF	WL1059 = 0	[00369]

[Project1] page36

[11.PLC Send]

157	Remote_ Manual_ Start_3 R17	WL105A = 1	[00370]
158	Remote_ Manual_ Start_3 R17	WL105A = 0	[00371]
159	Remote_ Manual_ Start_4 R1F	WL105B = 1	[00372]
160	Remote_ Manual_ Start_4 R1F	WL105B = 0	[00373]
161	Remote_ Manual_ Stop R8	WL105C = 1	[00374]
162	Remote_ Manual_ Stop R8	WL105C = 0	[00375]
163	Remote_ Manual_ Stop_2 R10	WL105D = 1	[00376]
164	Remote_ Manual_ Stop_2 R10	WL105D = 0	[00377]
165	Remote_ Manual_ Stop_3 R18	WL105E = 1	[00378]
166	Remote_ Manual_ Stop_3 R18	WL105E = 0	[00379]
167	Remote_ Manual_ Stop_4 R20	WL105F = 1	[00380]

[Project1] page37

[11.PLC Send]

168	Remote_ Manual_ Stop_4 ⊣/⊢ R20	WL105F = 0	[00381]
169	Remote_ OK ⊣ ⊢ R3E	WL1060 = 1	[00382]
170	Remote_ OK ⊣/⊢ R3E	WL1060 = 0	[00383]
171	Remote_ OK_2 ⊣ ⊢ R3F	WL1061 = 1	[00384]
172	Remote_ OK_2 ⊣/⊢ R3F	WL1061 = 0	[00385]
173	Remote_ OK_3 ⊣ ⊢ R40	WL1062 = 1	[00386]
174	Remote_ OK_3 ⊣/⊢ R40	WL1062 = 0	[00387]
175	Remote_ OK_4 ⊣ ⊢ R41	WL1063 = 1	[00388]
176	Remote_ OK_4 ⊣/⊢ R41	WL1063 = 0	[00389]
177	Remote_ Option ⊣ ⊢ R3A	WL1064 = 1	[00390]
178	Remote_ Option ⊣/⊢ R3A	WL1064 = 0	[00391]
179	Remote_ Option_2 ⊣ ⊢ R3B	WL1065 = 1	[00392]
180	Remote_ Option_2 ⊣/⊢ R3B	WL1065 = 0	[00393]

181	Remote_ Option_3 R3C	WL1066 = 1	[00394]
182	Remote_ Option_3 R3C	WL1066 = 0	[00395]
183	Remote_ Option_4 R3D	WL1067 = 1	[00396]
184	Remote_ Option_4 R3D	WL1067 = 0	[00397]
185	RESET R27	WL1068 = 1	[00398]
186	RESET R27	WL1068 = 0	[00399]
187	RESET_2 R2A	WL1069 = 1	[00400]
188	RESET_2 R2A	WL1069 = 0	[00401]
189	RESET_3 R31	WL106A = 1	[00402]
190	RESET_3 R31	WL106A = 0	[00403]
191	RESET_4 R36	WL106B = 1	[00404]
192	RESET_4 R36	WL106B = 0	[00405]
193	RUN R24	WL106C = 1	[00406]
194	RUN R24	WL106C = 0	[00407]
195	RUN_2 R2B	WL106D = 1	[00408]
196	RUN_2 R2B	WL106D = 0	[00409]

[Project1] page39

[11.PLC Send]

197	RUN_3 R2F	WL106E = 1	[00410]
198	RUN_3 R2F	WL106E = 0	[00411]
199	RUN_4 R34	WL106F = 1	[00412]
200	RUN_4 R34	WL106F = 0	[00413]
201		WL1070 = R_Manual	[00414]
202		WL1071 = R_Manual_Start	[00415]
203		WL1072 = R_operation_time	[00416]
204		WL1073 = R_Remote_OK	[00417]
205		WL1074 = R_Remote_Option	[00418]
206		WL1075 = R_RUN	[00419]
207	STOP R25	WL1076 = 1	[00420]
208	STOP R25	WL1076 = 0	[00421]
209	STOP_2 R2C	WL1077 = 1	[00422]
210	STOP_2 R2C	WL1077 = 0	[00423]
211	STOP_3 R30	WL1078 = 1	[00424]
212	STOP_3 R30	WL1078 = 0	[00425]
213	STOP_4 R35	WL1079 = 1	[00426]

[Project1] page40

[11.PLC Send]

214	STOP_4 R35	WL1079 = 0 [00427]
215		WL107A = S_RUN [00428]
216		WL107B = S_STOP [00429]
217	Tank_Status R39	WL107C = 1 [00430]
218	Tank_Status R39	WL107C = 0 [00431]
219		WL107D = Tank_Timer.TC [00432]
220		WL107E = WM103 [00433]
221		WL107F = WR101F [00434]
222		WL1080 = WR1020 [00435]
223		WL1081 = WR1021 [00436]
224		WL1082 = WR201 [00437]
225		WL1083 = WR202 [00438]
226		WL1084 = WR203 [00439]
227		WL1085 = WR300 [00440]
228		WL1086 = WR301 [00441]
229		WL1087 = WR303 [00442]
230		WL1088 = WR401 [00443]
231		WL1089 = WR402 [00444]

[Project1] page41

[11.PLC Send]

232	WL108A.S = WR7.S	[00445]
233	WL108B = WR99	[00446]
234	WL108C = WRE	[00447]
235	WL108D = WRE0	[00448]
236	WL108F.S = WREFFC.S	[00449]
237	WL1090.S = WREFFE.S	[00450]
238	WL1091 = WREFFF	[00451]
239	WL1092.S = WREFFF.S	[00452]
240	LBL 2	[00453]
241	RTS	[00454]

[12.PLC Receive]

1		SB 12	[00455]
2	_SysB_First_scan_ON R7E3	_SysW_Port_2_control = 1 _SysW_Port_5_control = 1	[00456]
3	_SysW_Port_2_control WRF605 == 0	JMP 1	[00457]
4	WL1001 WL1001 == 1	Activate_Engine_Runtime = 1	[00458]

[Project1] page42

[12.PLC Receive]

5	WL1001 WL1001 == 0	Activate_Engine_Runtime = 0	[00459]
6	WL1002 WL1002 == 1	Activate_Engine_Runtime_2 = 1	[00460]
7	WL1002 WL1002 == 0	Activate_Engine_Runtime_2 = 1	[00461]
8	WL1003 WL1003 == 1	Activate_Engine_Runtime_3 = 1	[00462]
9	WL1003 WL1003 == 0	Activate_Engine_Runtime_3 = 1	[00463]
10	WL1004 WL1004 == 1	Activate_Engine_Runtime_4 = 1	[00464]
11	WL1004 WL1004 == 0	Activate_Engine_Runtime_4 = 1	[00465]
12	WL1005 WL1005 == 1	Activate_Tank_Timer = 1	[00466]
13	WL1005 WL1005 == 0	Activate_Tank_Timer = 1	[00467]
14	DONT SYNC ALIVE TIMER		[00468]
15		JMP 4	[00469]
16	WL1006 WL1006 == 1	Alive_Timer = 1	[00470]

[Project1] page43

[12.PLC Receive]

17	WL1006 WL1006 == 0	Alive_Timer = 1 [00471]
18		Alive_Timer_TD.TC = WL1007 [00472]
19		Alive_Timer_Value = WL1008 [00473]
20		LBL 4 [00474]
21	WL1009 WL1009 == 1	Beacon = 1 [00475]
22	WL1009 WL1009 == 0	Beacon = 0 [00476]
23		beacon_counter = WL100A [00477]
24		Beacon_Timer.TC = WL100B [00478]
25		counter_w = WL100C [00479]
26	WL100D WL100D == 1	Data = 1 [00480]
27	WL100D WL100D == 0	Data = 0 [00481]
28		Data_Timer.TC = WL100E [00482]
29		DR15.FL = FLOAT(WL100F.S) [00483]
30		DR1C.FL = FLOAT(WL1010.S) [00484]
31		DR1E.FL = FLOAT(WL1011.S) [00485]

32		DR20.FL = FLOAT(WL1012.S)	[00486]
33	WL1013 WL1013 == 1	Engine_Auto_Stop = 1	[00487]
34	WL1013 WL1013 == 0	Engine_Auto_Stop = 0	[00488]
35	WL1014 WL1014 == 1	Engine_Auto_Stop_2 = 1	[00489]
36	WL1014 WL1014 == 0	Engine_Auto_Stop_2 = 0	[00490]
37	WL1015 WL1015 == 1	Engine_Auto_Stop_3 = 1	[00491]
38	WL1015 WL1015 == 0	Engine_Auto_Stop_3 = 0	[00492]
39	WL1016 WL1016 == 1	Engine_Auto_Stop_4 = 1	[00493]
40	WL1016 WL1016 == 0	Engine_Auto_Stop_4 = 0	[00494]
41		Engine_Runtime.TC = WL1017	[00495]
42		Engine_Runtime_2.TC = WL1018	[00496]
43		Engine_Runtime_3.TC = WL1019	[00497]
44		Engine_Runtime_4.TC = WL1A	[00498]

[Project1] page45

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
45	WL101B WL101B == 1									ERROR = 1			[00499]
46	WL101B WL101B == 0									ERROR = 0			[00500]
47	WL101C WL101C == 1									ERROR_2 = 1			[00501]
48	WL101C WL101C == 0									ERROR_2 = 0			[00502]
49	WL101D WL101D == 1									ERROR_3 = 1			[00503]
50	WL101D WL101D == 0									ERROR_3 = 0			[00504]
51	WL101E WL101E == 1									ERROR_4 = 1			[00505]
52	WL101E WL101E == 0									ERROR_4 = 0			[00506]
53										FLAG = WR101F			[00507]
54										FLAG_2 = WR1020			[00508]
55										FLAG_3 = WR1021			[00509]
56	WL1022 WL1022 == 1									FLAG_CASE_2 = 1			[00510]

[Project1] page46

[12.PLC Receive]

57	WL1022 == 0	FLAG_CASE_2 = 0 [00511]
58	WL1023 == 1	FLAG_CASE_3 = 1 [00512]
59	WL1023 == 0	FLAG_CASE_3 = 0 [00513]
60		int_n = WL1024.S [00514]
61		INT_Tank_Level = WL1025.S [00515]
62		lowest_operation_time = WL1026 [00516]
63		lowest_operation_time_2 = WL1027 [00517]
64		lowest_operation_time_3 = WL1028 [00518]
65	WL1029 == 1	M0 = 1 [00519]
66	WL1029 == 0	M0 = 0 [00520]
67	WL102A == 1	MANUAL = 1 [00521]
68	WL102A == 0	MANUAL = 0 [00522]
69	WL102B == 1	MANUAL_2 = 1 [00523]

[Project1] page47

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
70	WL102B WL102B == 0									MANUAL_2 = 0			[00524]
71	WL102C WL102C == 1									MANUAL_3 = 1			[00525]
72	WL102C WL102C == 0									MANUAL_3 = 0			[00526]
73	WL102D WL102D == 1									MANUAL_4 = 1			[00527]
74	WL102D WL102D == 0									MANUAL_4 = 0			[00528]
75	WL102E WL102E == 1									Manual_Start = 1			[00529]
76	WL102E WL102E == 0									Manual_Start = 0			[00530]
77	WL102F WL102F == 1									Manual_Start_2 = 1			[00531]
78	WL102F WL102F == 0									Manual_Start_2 = 0			[00532]
79	WL1030 WL1030 == 1									Manual_Start_3 = 1			[00533]
80	WL1030 WL1030 == 0									Manual_Start_3 = 0			[00534]

[Project1] page48

[12.PLC Receive]

81	WL1031 == 1	Manual_Start_4 = 1	[00535]
82	WL1031 == 0	Manual_Start_4 = 0	[00536]
83	WL1032 == 1	Manual_Stop = 1	[00537]
84	WL1032 == 0	Manual_Stop = 0	[00538]
85	WL1033 == 1	Manual_Stop_2 = 1	[00539]
86	WL1033 == 0	Manual_Stop_2 = 0	[00540]
87	WL1034 == 1	Manual_Stop_3 = 1	[00541]
88	WL1034 == 0	Manual_Stop_3 = 0	[00542]
89	WL1035 == 1	Manual_Stop_4 = 1	[00543]
90	WL1035 == 0	Manual_Stop_4 = 0	[00544]
91	WL1036 == 1	OFF = 1	[00545]

[Project1] page49

[12.PLC Receive]

92	WL1036 WL1036 == 0	OFF = 0	[00546]
93	WL1037 WL1037 == 1	OFF_2 = 1	[00547]
94	WL1037 WL1037 == 0	OFF_2 = 0	[00548]
95	WL1038 WL1038 == 1	OFF_3 = 1	[00549]
96	WL1038 WL1038 == 0	OFF_3 = 0	[00550]
97	WL1039 WL1039 == 1	OFF_4 = 1	[00551]
98	WL1039 WL1039 == 0	OFF_4 = 0	[00552]
99		operation_time = WL103A	[00553]
100		operation_time_2 = WL103B	[00554]
101		operation_time_3 = WL103C	[00555]
102		operation_time_4 = WL103D	[00556]
103	WL103E WL103E == 1	PLC2_Engine_Auto_Stop = 1	[00557]
104	WL103E WL103E == 0	PLC2_Engine_Auto_Stop = 0	[00558]

[Project1] page50

[12.PLC Receive]

105	WL103F WL103F == 1	PLC2_Manual = 1 [00559]
106	WL103F WL103F == 0	PLC2_Manual = 0 [00560]
107	WL1040 WL1040 == 1	PLC2_Manual_Start = 1 [00561]
108	WL1040 WL1040 == 0	PLC2_Manual_Start = 0 [00562]
109	WL1041 WL1041 == 1	PLC2_Remote_OK = 1 [00563]
110	WL1041 WL1041 == 0	PLC2_Remote_OK = 0 [00564]
111	WL1042 WL1042 == 1	PLC2_Remote_Option = 1 [00565]
112	WL1042 WL1042 == 0	PLC2_Remote_Option = 0 [00566]
113	WL1043 WL1043 == 1	PLC2_RUN = 1 [00567]
114	WL1043 WL1043 == 0	PLC2_RUN = 0 [00568]
115	WL1044 WL1044 == 1	R201 = 1 [00569]

[Project1] page51

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
116	WL1044 WL1044 == 0									R201 = 0			[00570]
117	WL1045 WL1045 == 1									R202 = 1			[00571]
118	WL1045 WL1045 == 0									R202 = 0			[00572]
119	WL1046 WL1046 == 1									R203 = 1			[00573]
120	WL1046 WL1046 == 0									R203 = 0			[00574]
121	WL1047 WL1047 == 1									R204 = 1			[00575]
122	WL1047 WL1047 == 0									R204 = 0			[00576]
123	WL1048 WL1048 == 1									R205 = 1			[00577]
124	WL1048 WL1048 == 0									R205 = 0			[00578]
125	WL1049 WL1049 == 1									R208 = 1			[00579]
126	WL1049 WL1049 == 0									R208 = 0			[00580]

[Project1] page52

[12.PLC Receive]

127	read1 = WL104A	[00581]
128	read3 = WL104B	[00582]
129	WL104C WL104C == 1	REMOTE = 1 [00583]
130	WL104C WL104C == 0	REMOTE = 0 [00584]
131	WL104D WL104D == 1	REMOTE_2 = 1 [00585]
132	WL104D WL104D == 0	REMOTE_2 = 0 [00586]
133	WL104E WL104E == 1	REMOTE_3 = 1 [00587]
134	WL104E WL104E == 0	REMOTE_3 = 0 [00588]
135	WL104F WL104F == 1	REMOTE_4 = 1 [00589]
136	WL104F WL104F == 0	REMOTE_4 = 0 [00590]
137	WL1050 WL1050 == 1	Remote_Auto = 1 [00591]
138	WL1050 WL1050 == 0	Remote_Auto = 0 [00592]

[Project1] page53

[12.PLC Receive]

139	WL1051 WL1051 == 1	Remote_Auto_2 = 1	[00593]
140	WL1051 WL1051 == 0	Remote_Auto_2 = 0	[00594]
141	WL1052 WL1052 == 1	Remote_Auto_3 = 1	[00595]
142	WL1052 WL1052 == 0	Remote_Auto_3 = 0	[00596]
143	WL1053 WL1053 == 1	Remote_Auto_4 = 1	[00597]
144	WL1053 WL1053 == 0	Remote_Auto_4 = 0	[00598]
145	WL1054 WL1054 == 1	Remote_Manual = 1	[00599]
146	WL1054 WL1054 == 0	Remote_Manual = 0	[00600]
147	WL1055 WL1055 == 1	Remote_Manual_2 = 1	[00601]
148	WL1055 WL1055 == 0	Remote_Manual_2 = 0	[00602]
149	WL1056 WL1056 == 1	Remote_Manual_3 = 1	[00603]

150	WL1056 WL1056 == 0	Remote_Manual_3 = 0	[00604]
151	WL1057 WL1057 == 1	Remote_Manual_4 = 1	[00605]
152	WL1057 WL1057 == 0	Remote_Manual_4 = 0	[00606]
153	WL1058 WL1058 == 1	Remote_Manual_Start = 1	[00607]
154	WL1058 WL1058 == 0	Remote_Manual_Start = 0	[00608]
155	WL1059 WL1059 == 1	Remote_Manual_Start_2 = 1	[00609]
156	WL1059 WL1059 == 0	Remote_Manual_Start_2 = 0	[00610]
157	WL105A WL105A == 1	Remote_Manual_Start_3 = 1	[00611]
158	WL105A WL105A == 0	Remote_Manual_Start_3 = 0	[00612]
159	WL105B WL105B == 1	Remote_Manual_Start_4 = 1	[00613]
160	WL105B WL105B == 0	Remote_Manual_Start_4 = 0	[00614]

[Project1] page55

[12.PLC Receive]

161	WL105C WL105C == 1	Remote_Manual_Stop = 1	[00615]
162	WL105C WL105C == 0	Remote_Manual_Stop = 0	[00616]
163	WL105D WL105D == 1	Remote_Manual_Stop_2 = 1	[00617]
164	WL105D WL105D == 0	Remote_Manual_Stop_2 = 0	[00618]
165	WL105E WL105E == 1	Remote_Manual_Stop_3 = 1	[00619]
166	WL105E WL105E == 0	Remote_Manual_Stop_3 = 0	[00620]
167	WL105F WL105F == 1	Remote_Manual_Stop_4 = 1	[00621]
168	WL105F WL105F == 0	Remote_Manual_Stop_4 = 0	[00622]
169	WL1060 WL1060 == 1	Remote_OK = 1	[00623]
170	WL1060 WL1060 == 0	Remote_OK = 0	[00624]
171	WL1061 WL1061 == 1	Remote_OK_2 = 1	[00625]

172	WL1061 WL1061 == 0	Remote_OK_2 = 0	[00626]
173	WL1062 WL1062 == 1	Remote_OK_3 = 1	[00627]
174	WL1062 WL1062 == 0	Remote_OK_3 = 0	[00628]
175	WL1063 WL1063 == 1	Remote_OK_4 = 1	[00629]
176	WL1063 WL1063 == 0	Remote_OK_4 = 0	[00630]
177	WL1064 WL1064 == 1	Remote_Option = 1	[00631]
178	WL1064 WL1064 == 0	Remote_Option = 0	[00632]
179	WL1065 WL1065 == 1	Remote_Option_2 = 1	[00633]
180	WL1065 WL1065 == 0	Remote_Option_2 = 0	[00634]
181	WL1066 WL1066 == 1	Remote_Option_3 = 1	[00635]
182	WL1066 WL1066 == 0	Remote_Option_3 = 0	[00636]

183	WL1067 WL1067 == 1	Remote_Option_4 = 1	[00637]
184	WL1067 WL1067 == 0	Remote_Option_4 = 0	[00638]
185	WL1068 WL1068 == 1	RESET = 1	[00639]
186	WL1068 WL1068 == 0	RESET = 0	[00640]
187	WL1069 WL1069 == 1	RESET_2 = 1	[00641]
188	WL1069 WL1069 == 0	RESET_2 = 0	[00642]
189	WL106A WL106A == 1	RESET_3 = 1	[00643]
190	WL106A WL106A == 0	RESET_3 = 0	[00644]
191	WL106B WL106B == 1	RESET_4 = 1	[00645]
192	WL106B WL106B == 0	RESET_4 = 0	[00646]
193	WL106C WL106C == 1	RUN = 1	[00647]

[Project1] page58

[12.PLC Receive]

194	WL106C WL106C == 0	RUN = 0	[00648]
195	WL106D WL106D == 1	RUN_2 = 1	[00649]
196	WL106D WL106D == 0	RUN_2 = 0	[00650]
197	WL106E WL106E == 1	RUN_3 = 1	[00651]
198	WL106E WL106E == 0	RUN_3 = 0	[00652]
199	WL106F WL106F == 1	RUN_4 = 1	[00653]
200	WL106F WL106F == 0	RUN_4 = 0	[00654]
201		R_Manual = WL1070	[00655]
202		R_Manual_Start = WL1071	[00656]
203		R_operation_time = WL1072	[00657]
204		R_Remote_OK = WL1073	[00658]
205		R_Remote_Option = WL1074	[00659]
206		R_RUN = WL1075	[00660]

[Project1] page59

[12.PLC Receive]

207	WL1076 WL1076 == 1	STOP = 1	[00661]
208	WL1076 WL1076 == 0	STOP = 0	[00662]
209	WL1077 WL1077 == 1	STOP_2 = 1	[00663]
210	WL1077 WL1077 == 0	STOP_2 = 0	[00664]
211	WL1078 WL1078 == 1	STOP_3 = 1	[00665]
212	WL1078 WL1078 == 0	STOP_3 = 0	[00666]
213	WL1079 WL1079 == 1	STOP_4 = 1	[00667]
214	WL1079 WL1079 == 0	STOP_4 = 0	[00668]
215		S_RUN = WL107A	[00669]
216		S_STOP = WL107B	[00670]
217	WL107C WL107C == 1	Tank_Status = 1	[00671]
218	WL107C WL107C == 0	Tank_Status = 0	[00672]

[Project1] page60

[12.PLC Receive]

219	Tank_Timer.TC = WL107D	[00673]
220	WM103 = WL107E	[00674]
221	WR101F = WL107F	[00675]
222	WR1020 = WL1080	[00676]
223	WR1021 = WL1081	[00677]
224	WR201 = WL1082	[00678]
225	WR202 = WL1083	[00679]
226	WR203 = WL1084	[00680]
227	WR300 = WL1085	[00681]
228	WR301 = WL1086	[00682]
229	WR303 = WL1087	[00683]
230	WR401 = WL1088	[00684]
231	WR402 = WL1089	[00685]
232	WR7.S = WL108A.S	[00686]
233	WR99 = WL108B	[00687]
234	WRE = WL108C	[00688]
235	WRE0 = WL108D	[00689]
236	WREFFC.S = WL108F.S	[00690]
237	WREFFE.S = WL1090.S	[00691]

[Project1] page61

[12.PLC Receive]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
238										WREFFF = WL1091			[00692]
239										WREFFF.S = WL1092.S			[00693]
240										LBL 1			[00694]
241										RTS			[00695]

Παράρτημα Γ – Κώδικας επιστροφής δεδομένων σε βάση SQL

```
IF ((StringLen(StringFromIntg( fifo_date, 16 ))) == 3) AND
(StringToIntg( StringMid(StringFromIntg( fifo_date, 16 ),1,1)) < 16)
THEN
    fifo_date_formated = "0" + StringFromIntg( fifo_date, 16 );
ELSE
    fifo_date_formated = StringFromIntg( fifo_date, 16 );
ENDIF;

IF ((StringLen(StringFromIntg( fifo_hour, 16 ))) == 3) AND
(StringToIntg( StringMid(StringFromIntg( fifo_hour, 16 ),1,1)) < 16)
THEN
    fifo_hour_formated = "0" + StringFromIntg( fifo_hour, 16 );
ELSE IF ((StringLen(StringFromIntg( fifo_hour, 16 ))) == 2) AND
(StringToIntg( StringMid(StringFromIntg( fifo_hour, 16 ),1,1)) < 16)
THEN
    fifo_hour_formated = "00" + StringFromIntg( fifo_hour, 16 );
ELSE IF ((StringLen(StringFromIntg( fifo_hour, 16 ))) == 1) AND
(StringToIntg( StringMid(StringFromIntg( fifo_hour, 16 ),1,1)) < 16)
THEN
    fifo_hour_formated = "000" + StringFromIntg( fifo_hour, 16 );
ELSE
    fifo_hour_formated = StringFromIntg( fifo_hour, 16 );
ENDIF;
ENDIF;
ENDIF;

IF ((StringLen(StringFromIntg( fifo_second, 16 ))) == 1) AND
(StringToIntg( StringMid(StringFromIntg( fifo_second, 16 ),1,1)) <
16) THEN
    fifo_second_formated = "0" + StringFromIntg( fifo_second, 16 );
ELSE
    fifo_second_formated = StringFromIntg( fifo_second, 16 );
ENDIF;

fifo_datetime = StringFromIntg( fifo_year, 16 ) + fifo_date_formated
+ fifo_hour_formated + fifo_second_formated;

fifo_datetime_format = StringLeft(fifo_datetime, 4) + "-" +
StringMid(fifo_datetime,5,2) + "-" + StringMid(fifo_datetime,7,2) + "
" + StringMid(fifo_datetime,9,2) + ":" +
StringMid(fifo_datetime,11,2) + ":" + StringMid(fifo_datetime,13,2);

{################### SQL CONNECTION #####################}

ResultCode = SQLConnect(ConnectionId, "Provider=SQLOLEDB.1;User
ID=sa;
Password=1234;Initial Catalog=Runtime;Data
Source=wonderware-vm;");

{#### SqlString me dc_counter ####}
{SqlString = "'"+StringFromTimeLocal(dc_counter,1) + " " +
StringFromTimeLocal(dc_counter,2)+"'";}
{##########################}

SqlString = "'"+fifo_datetime_format+"'";
```

```
Tank_Level_FIFO = fifo_data;
SqlValue= StringFromIntg( Tank_Level_FIFO, 10 );

SQLStatement_1 = "INSERT Runtime.dbo.History (DateTime, TagName,
Value)";
SQLStatement_2 = " VALUES ("+SqlString+",'Tank_Level',
"+SqlValue+")";

ResultCode = SQLSetStatement( ConnectionId, SQLStatement_1 );
ResultCode = SQLAppendStatement( ConnectionId, SQLStatement_2 );
ResultCode = SQLPrepareStatement( ConnectionId, StatementId );
ResultCode = SQLExecute( ConnectionId, "", StatementId );
{ResultCode = SQLEnd( ConnectionId );}
{ResultCode = SQLDisconnect( ConnectionId );}

dc_counter = dc_counter + 3;

{#################################################################
########}

Fifo_Read = 0;
```

Παράρτημα Δ – Κώδικας Mixer – Εφαρμογή No2 – Open Source

```
'=====================================================================
=
' Name        : Mixer Simulation
' Description: Simulation of mixer.
'              Simplified process from original InControl simulation.
'              The Heat Exchanger is part of the mixer to make it
'              easier to handle the registers offset. One per mixer.
'              The heat exchanger simulation is independent from the
'              mixer equipment.
' Author      : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated     : Jan 7, 2014
'              Added an exception clause to Mixing Step 3 to
'              accommodate a case where the simulation was 'paused'
'              causing a Long to Integer conversion to fail.
'=====================================================================
=

 '--------------------------------------------------------------------
--
' Name    : TOTALIZER
' Purpose: Process the simulation of a totalizer.
'          It increments the value non-stop.
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Nov 21, 2014
'--------------------------------------------------------------------
-
Sub Totalizer(value, increment, reset)
      if (reset) then
```

```
            ' Reset the value.
            value = TRANSMITTER_MIN
            reset = 0
      else
            ' Increments the value.
            value = value + increment
      end if
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
-
' Name   : LEVEL
' Purpose: Process the simulation of a level transmitter.
'          It increments or decrements the level based on the value
'          of the direction (1 / -1) parameter.
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Aug 19, 2014
'-----------------------------------------------------------------
-
Sub Level(value, increment)
      ' Increments/decrements the level.
      dim newLevel : newLevel = value + increment

      ' Evaluate level value.
      if (newLevel <= TRANSMITTER_MIN) then
            ' Clamp level to Min value.
            value = TRANSMITTER_MIN
      elseif (newLevel <= TRANSMITTER_MAX) then
            ' Accept new level value.
            value = newLevel
      end if
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
-
' Name   : TEMPERATURE
' Purpose: Process the simulation of a temperature transmitter.
'          The value is generated in relation to another analog
'          value (e.g. level transmitter).
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Aug 22, 2014
'-----------------------------------------------------------------
-
Sub Temperature(value, relativeValue)
      ' Calculate the new value.
      value = 1500 + -0.0001 * (relativeValue^2) + 0.5 *
relativeValue + Rnd() * LEVEL_MULTIPLIER
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
-
' Name   : MOTOR
' Purpose: Process the simulation of a motor.
'          When running, it sets the speed of the motor based on the
'          value of the setpoint.
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Aug 19, 2014
'-----------------------------------------------------------------
-
Sub Motor(cmd, contact, speedSP, speedPV)
      ' Set the motor to RUNNING/STOPPED.
```

```
      contact = cmd

      ' Set the speed of the motor.
      if (contact) then
            ' Motor RUNNING.
            speedPV = speedSP + Rnd()
      else
            ' Motor STOPPED.
            speedPV = 0
      end if
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
-
' Name    : VALVE
' Purpose: Process the simulation of a valve.
'          States: OPEN / TRAVELING / CLOSE.
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Aug 19, 2014
'-----------------------------------------------------------------
-
Sub Valve(cmd, cls, ols, position)
      if (cmd) then
            ' Valve commanded to OPEN.
            cls = 0
            if (position < VALVE_POSITION_MAX) then
                  ' Valve is TRAVELING.
                  position = position + 1
            else
                  ' Valve is OPEN.
                  ols = 1
            end if
      else
            ' Valve commanded to CLOSE.
            ols = 0
            if (position > VALVE_POSITION_MIN) then
                  ' Valve is TRAVELING.
                  position = position - 1
            else
                  ' Valve is CLOSED.
                  cls = 1
            end if
      end if
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
-
' Name    : HEAT EXCHANGER
' Purpose: Process the simulation of a heat exchanger.
'          Generates random temperature values.
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Sep 1, 2014
'-----------------------------------------------------------------
-
Sub HeatExchanger(tc1, tc2, tc3, tc4, status)
      ' Random factor multiplier
      dim FACTOR : FACTOR = 1000

      '----- Calculate temperature values -----

      if (status) then
```

```
            tc1 = 3400 + Rnd() * FACTOR
            tc2 = 3300 + Rnd() * FACTOR
            tc3 = 1000 + Rnd() * FACTOR
            tc4 = 2500 + Rnd() * FACTOR
      else
            tc1 = 3400
            tc2 = 3300
            tc3 = 1000
            tc4 = 2500
      end if
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
-
' Name    : MIXER
' Purpose: Process the simulation of all the equipment in the Mixer,
'          as well as the mixing process steps.
' Author : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated: Jan 7, 2014
'          Added an exception clause to Mixing Step 3 to accommodate
'          a case where the simulation was 'paused' causing a Long
'          to Integer conversion to fail.
'-----------------------------------------------------------------
-
Sub Mixer(mixerId, defaultMixingDuration)
      ' Calculate the start address of the mixer registers.
      dim mixerCoilStart  : mixerCoilStart  = (mixerId - 1) *  9
      dim mixerDigInStart : mixerDigInStart = (mixerId - 1) * 13
      dim mixerAnaInStart : mixerAnaInStart = (mixerId - 1) * 22
      dim mixerHoldStart  : mixerHoldStart  = (mixerId - 1) *  4

      '----- Get Register Values -----

      ' Get registers - Level.
      dim levelPV : levelPV = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 1)
      ' Get registers - Temperature.
      dim temperaturePV : temperaturePV = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 2)
      ' Get registers - Inlet Valve 1.
      dim inlet1Cls      : inlet1Cls      = 0
      dim inlet1Ols      : inlet1Ols      = 0
      dim inlet1Cmd      : inlet1Cmd      =
GetRegisterValue(REG_COIL, mixerCoilStart  + 1)
      dim inlet1Position : inlet1Position =
GetRegisterValue(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 3)
      ' Get registers - Inlet Valve 2.
      dim inlet2Cls      : inlet2Cls      = 0
      dim inlet2Ols      : inlet2Ols      = 0
      dim inlet2Cmd      : inlet2Cmd      =
GetRegisterValue(REG_COIL, mixerCoilStart  + 2)
      dim inlet2Position : inlet2Position =
GetRegisterValue(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 4)
      ' Get registers - Outlet Valve.
      dim outletCls      : outletCls      = 0
      dim outletOls      : outletOls      = 0
      dim outletCmd      : outletCmd      =
GetRegisterValue(REG_COIL, mixerCoilStart  + 3)
      dim outletPosition : outletPosition =
GetRegisterValue(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 5)
      ' Get registers - Pump 1.
```

```
      dim pump1Contact : pump1Contact = 0
      dim pump1Cmd     : pump1Cmd     = GetRegisterValue(REG_COIL,
mixerCoilStart + 4)
      dim pump1SpeedPV : pump1SpeedPV = 0.0
      dim pump1SpeedSP : pump1SpeedSP = GetRegisterValue(REG_HOLD,
mixerHoldStart + 1)
      ' Get registers - Pump 2.
      dim pump2Contact : pump2Contact = 0
      dim pump2Cmd     : pump2Cmd     = GetRegisterValue(REG_COIL,
mixerCoilStart + 5)
      dim pump2SpeedPV : pump2SpeedPV = 0.0
      dim pump2SpeedSP : pump2SpeedSP = GetRegisterValue(REG_HOLD,
mixerHoldStart + 2)
      ' Get registers - Agitator.
      dim agitatorContact : agitatorContact = 0
      dim agitatorCmd     : agitatorCmd     =
GetRegisterValue(REG_COIL, mixerCoilStart + 6)
      dim agitatorSpeedPV : agitatorSpeedPV = 0.0
      dim agitatorSpeedSP : agitatorSpeedSP =
GetRegisterValue(REG_HOLD, mixerHoldStart + 3)
      ' Get registers - Alarm condition.
      dim mixerAlarm : mixerAlarm = 0
      ' Get registers - Mixing Process
      dim lowWord          : lowWord  = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 12)
      dim highWord         : highWord = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 13)
      dim mixingStartTime  : mixingStartTime = CLng("&h" +
Hex(highWord) + Hex(lowWord))
      dim processStep      : processStep     =
GetRegisterValue(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 14)
      dim processStepInit  : processStepInit =
GetRegisterValue(REG_D_IN, mixerDigInStart + 10)
      dim ranFirstTime     : ranFirstTime =
GetRegisterValue(REG_D_IN, mixerDigInStart + 13)
      dim mixingDurationPV : mixingDurationPV = 0
      dim mixingDurationSP
      if (ranFirstTime) then
            ' Mixer code ran once already.
            ' Use SP stored in register instead of the default.
            mixingDurationSP = GetRegisterValue(REG_HOLD,
mixerHoldStart + 4)
      else
            ' First run of the mixer.
            ' Use the default mixing duration as the SP.
            mixingDurationSP = defaultMixingDuration
            ranFirstTime = 1
      end if
      ' Get registers - Totalizers
      dim total1PV    : total1PV    = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 15)
      dim total1Reset : total1Reset = GetRegisterValue(REG_COIL,
mixerCoilStart + 7)
      dim total2PV    : total2PV    = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 16)
      dim total2Reset : total2Reset = GetRegisterValue(REG_COIL,
mixerCoilStart + 8)
      dim total3PV    : total3PV    = GetRegisterValue(REG_A_IN,
mixerAnaInStart + 17)
      dim total3Reset : total3Reset = GetRegisterValue(REG_COIL,
mixerCoilStart + 9)
```

```
      ' Get registers - Heat Exchanger
      dim heatExTC1 : heatExTC1 = 0
      dim heatExTC2 : heatExTC2 = 0
      dim heatExTC3 : heatExTC3 = 0
      dim heatExTC4 : heatExTC4 = 0
      dim heatExPV  : heatExPV  = 0

      '----- Process Mixer Equipment -----
      Call Valve(inlet1Cmd, inlet1Cls, inlet1Ols, inlet1Position)
'Inlet 1
      Call Valve(inlet2Cmd, inlet2Cls, inlet2Ols, inlet2Position)
'Inlet 2
      Call Valve(outletCmd, outletCls, outletOls, outletPosition)
'Outlet
      Call Motor(pump1Cmd, pump1Contact, pump1SpeedSP, pump1SpeedPV)
'Pump 1
      Call Motor(pump2Cmd, pump2Contact, pump2SpeedSP, pump2SpeedPV)
'Pump 2
      Call Motor(agitatorCmd, agitatorContact, agitatorSpeedSP,
agitatorSpeedPV) 'Agitator
      dim levelIncrement : levelIncrement = Rnd() * LEVEL_MULTIPLIER
      if (inlet1Ols and pump1Contact) then
            Call Level(levelPV, levelIncrement)
            Call Totalizer(total1PV, levelIncrement, total1Reset)
      else
            Call Totalizer(total1PV, 0, total1Reset)
      end if
      if (inlet2Ols and pump2Contact) then
            Call Level(levelPV, levelIncrement)
            Call Totalizer(total2PV, levelIncrement, total2Reset)
      else
            Call Totalizer(total2PV, 0, total2Reset)
      end if
      if (outletOls) then
            Call Level(levelPV, -1 * levelIncrement)
            Call Totalizer(total3PV, levelIncrement, total3Reset)
      else
            Call Totalizer(total3PV, 0, total3Reset)
      end if
      Call Temperature(temperaturePV, levelPV)

      '----- Mixer Alarm -----
      if (Second(Now()) > 45) then
            mixerAlarm = 1
      else
            mixerAlarm = 0
      end if

      '----- Heat Exchanger -----
      heatExPV = outletCmd
      Call HeatExchanger(heatExTC1, heatExTC2, heatExTC3, heatExTC4,
heatExPV)

      '----- Mixing Process Steps -----
      ' Must be done after processing the equipment so all calculated
values are available.

      ' Initialize batch.
      if (levelPV <= TRANSMITTER_MIN) then
            ' Start on first step.
            processStep = 1
```

```
            processStepInit = 1

            ' Initialize equipment.
            inlet1Cmd   = 0
            inlet2Cmd   = 0
            outletCmd   = 0
            agitatorCmd = 0
            pump1Cmd    = 0
            pump2Cmd    = 0
            total1Reset = 0
            total2Reset = 0
            total3Reset = 0
            total1PV    = TRANSMITTER_MIN
            total2PV    = TRANSMITTER_MIN
            total3PV    = TRANSMITTER_MIN
      end if

      select case processStep
            case 1 'ADD INGREDIENT 1
                  'Start equipment - Runs once per step.
                  if (processStepInit) then
                        inlet1Cmd   = 1
                        pump1Cmd    = 1

                        processStepInit = 0
                  end if

                  'Verify step completion.
                  if (levelPV >= QTY_INGREDIENT1) then
                        'Shut down equipment.
                        inlet1Cmd = 0
                        pump1Cmd  = 0

                        'Move to next step.
                        processStep = 2
                        processStepInit = 1
                  end if
            case 2 'ADD INGREDIENT 2
                  'Start equipment - Runs once per step.
                  if (processStepInit) then
                        inlet2Cmd   = 1
                        pump2Cmd    = 1

                        processStepInit = 0
                  end if

                  'Verify step completion.
                  dim newLevel : newLevel = levelPV + Rnd() *
LEVEL_MULTIPLIER
                  if (newLevel >= (QTY_INGREDIENT1 +
QTY_INGREDIENT2)) then
                        'Shut down equipment.
                        inlet2Cmd = 0
                        pump2Cmd  = 0

                        'Move to next step.
                        processStep = 3
                        processStepInit = 1
                  end if
            case 3 'MIX INGREDIENTS
                  'Start equipment - Runs once per step.
```

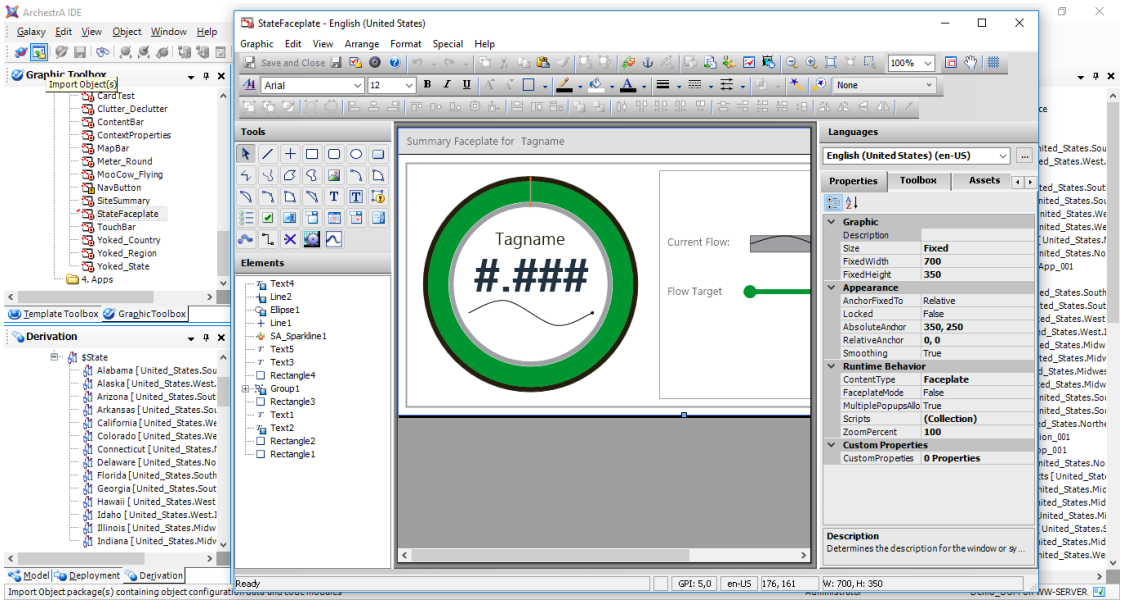
```
                if (processStepInit) then
                      agitatorCmd = 1
                      mixingStartTime = Timer()

                      processStepInit = 0
                end if

                'Verify step completion.
                dim timeNow : timeNow = Timer()
                if (timeNow < mixingStartTime) then
                      ' Start time occurred the previous day.
                      ' Adjust current time accordingly by adding
                      ' a whole day in seconds.
                      timeNow = timeNow + 86400
                end if

                ' There is an exception if the simulation is
'paused' around midnight.
                ' The calculated mixing duration will be a Long
value and CInt will failed.
                dim mixingDurationTemp : mixingDurationTemp =
timeNow - mixingStartTime
                if (mixingDurationTemp <= 32767) then
                      mixingDurationPV = CInt(mixingDurationTemp)
                else
                      mixingDurationPV = mixingDurationSP
                end if

                if (mixingDurationPV >= mixingDurationSP) then
                      'Shut down equipment.
                      agitatorCmd = 0

                      'Move to next step.
                      processStep = 4
                      processStepInit = 1
                end if
            case 4 'DRAIN TANK
                'Start equipment - Runs once per step.
                if (processStepInit) then
                      outletCmd   = 1

                      processStepInit = 0
                end if

                'Verify step completion.
                if (levelPV <= TRANSMITTER_MIN) then
                      'Shut down equipment.
                      outletCmd = 0

                      'Move to next step.
                      processStep = 0
                      processStepInit = 1
                end if
      end select

      '----- Write Register Values -----

      ' Write registers - Level.
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 1,
levelPV)
      ' Write registers - Temperature.
```

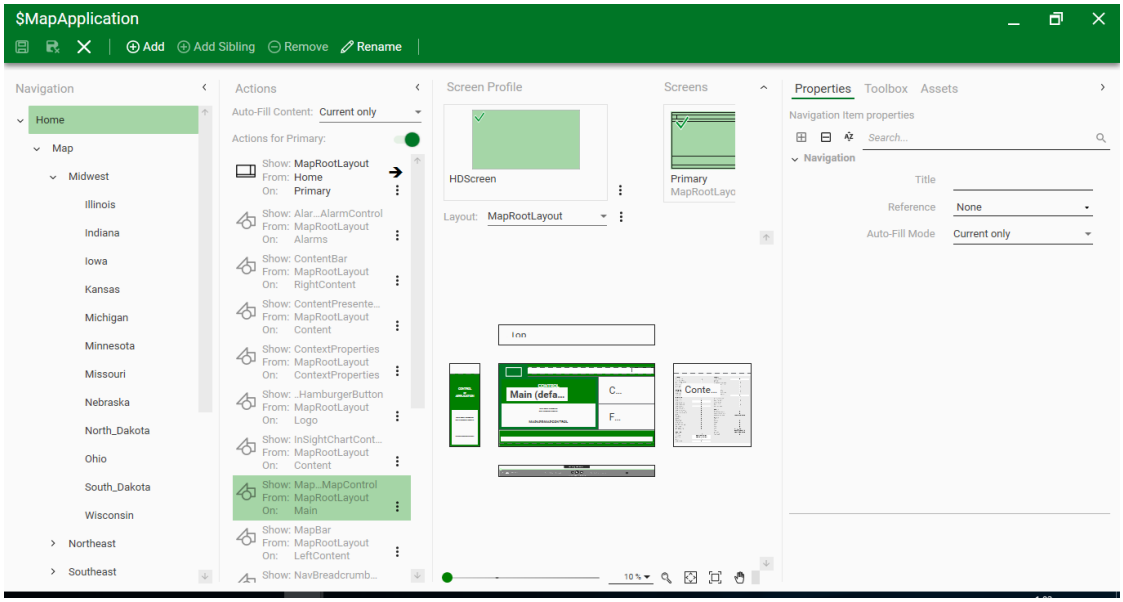
```
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 2,
temperaturePV)
      ' Write registers - Inlet Valve 1.
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 1,
inlet1Cmd)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 1,
inlet1Cls)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 2,
inlet1Ols)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 3,
inlet1Position)
      ' Write registers - Inlet Valve 2.
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 2,
inlet2Cmd)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 3,
inlet2Cls)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 4,
inlet2Ols)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 4,
inlet2Position)
      ' Write registers - Outlet Valve.
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 3,
outletCmd)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 5,
outletCls)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 6,
outletOls)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 5,
outletPosition)
      ' Write registers - Pump 1.
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 4,
pump1Cmd)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 7,
pump1Contact)
      Call SetRegisterValueFloat(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 6,
pump1SpeedPV)
      ' Write registers - Pump 2.
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 5,
pump2Cmd)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 8,
pump2Contact)
      Call SetRegisterValueFloat(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 8,
pump2SpeedPV)
      ' Write registers - Agitator.
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 6,
agitatorCmd)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 9,
agitatorContact)
      Call SetRegisterValueFloat(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 10,
agitatorSpeedPV)
      ' Write registers - Mixer alarm.
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 11,
mixerAlarm)
      ' Write registers - Mixer Process.
      Call SetRegisterValueUnsignedLong(REG_A_IN, mixerAnaInStart +
12, mixingStartTime)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 14,
processStep)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 10,
processStepInit)
```

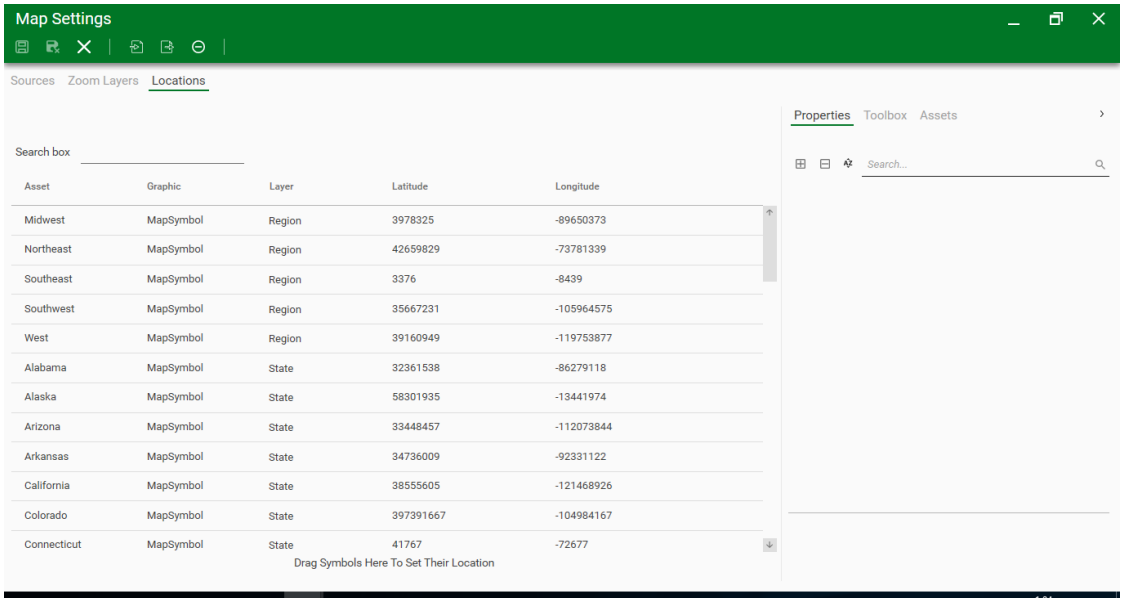
```
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 13,
ranFirstTime)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 22,
mixingDurationPV)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_HOLD, mixerHoldStart + 4,
mixingDurationSP)
      ' Write registers - Totalizers.
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 15,
total1PV)
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 7,
total1Reset)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 16,
total2PV)
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 8,
total2Reset)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 17,
total3PV)
      Call SetRegisterValueBit(REG_COIL, mixerCoilStart + 9,
total3Reset)
      ' Write registers - Heat Exchangers
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 18,
heatExTC1)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 19,
heatExTC2)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 20,
heatExTC3)
      Call SetRegisterValueUnSigned(REG_A_IN, mixerAnaInStart + 21,
heatExTC4)
      Call SetRegisterValueBit(REG_D_IN, mixerDigInStart + 12,
heatExPV)
End Sub

'============================== MAIN PROGRAM
==============================
' Author      : Eric Enet (eric.enet@schneider-electric.com)
' Updated     : Sep 1, 2014
'=================================================================
======

' Register types - To help readability of the script.
dim REG_COIL : REG_COIL = 0
dim REG_D_IN : REG_D_IN = 1
dim REG_A_IN : REG_A_IN = 2
dim REG_HOLD : REG_HOLD = 3

' Minimum/Maximum values for transmitters (in counts).
dim TRANSMITTER_MIN : TRANSMITTER_MIN = 0
dim TRANSMITTER_MAX : TRANSMITTER_MAX = 4095

' Minimum/Maximum position of the valves (in scans).
' Increase/decrease to adjust TRAVELING time.
dim VALVE_POSITION_MIN : VALVE_POSITION_MIN = 0
dim VALVE_POSITION_MAX : VALVE_POSITION_MAX = 10

' Multiplier used to fill the tank level.
' Increase/decrease to adjust how fast the tank will fill.
dim LEVEL_MULTIPLIER : LEVEL_MULTIPLIER = 100

' Ingredient quantities to fill the tank (in Counts).
dim QTY_INGREDIENT1 : QTY_INGREDIENT1 = 2457
dim QTY_INGREDIENT2 : QTY_INGREDIENT2 = 1638
```

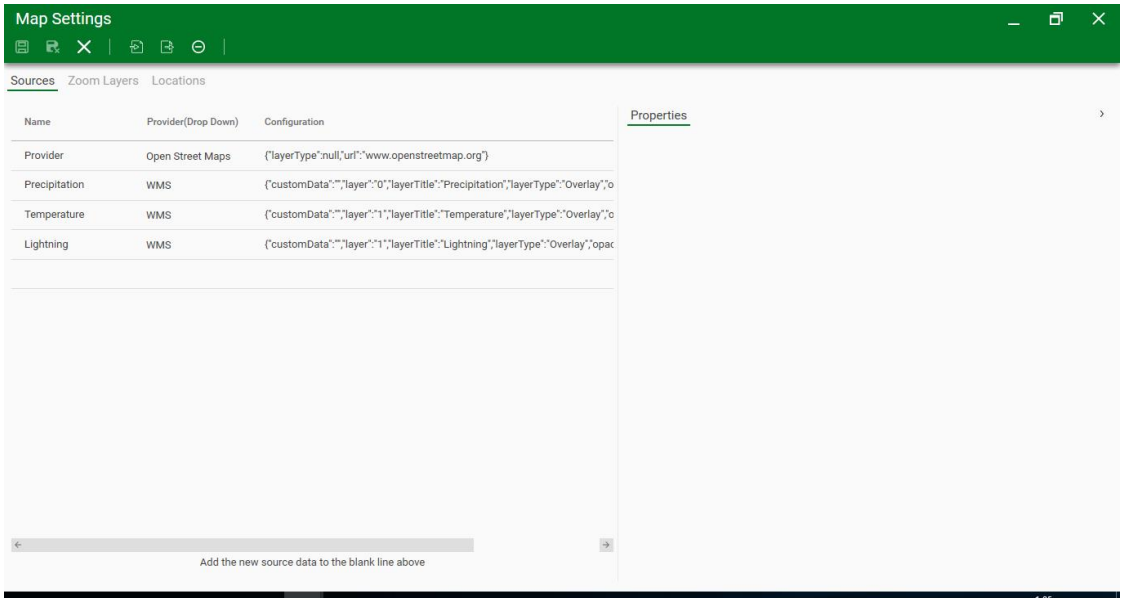
```
' ----- Process Equipment for MIXER 1 -----

' Mixer Ids must be in consecutive order.
Call Mixer(1, 15)
Call Mixer(2, 10)
Call Mixer(3,  5)
Call Mixer(4, 20)

'============================== END OF PROGRAM
==============================
```

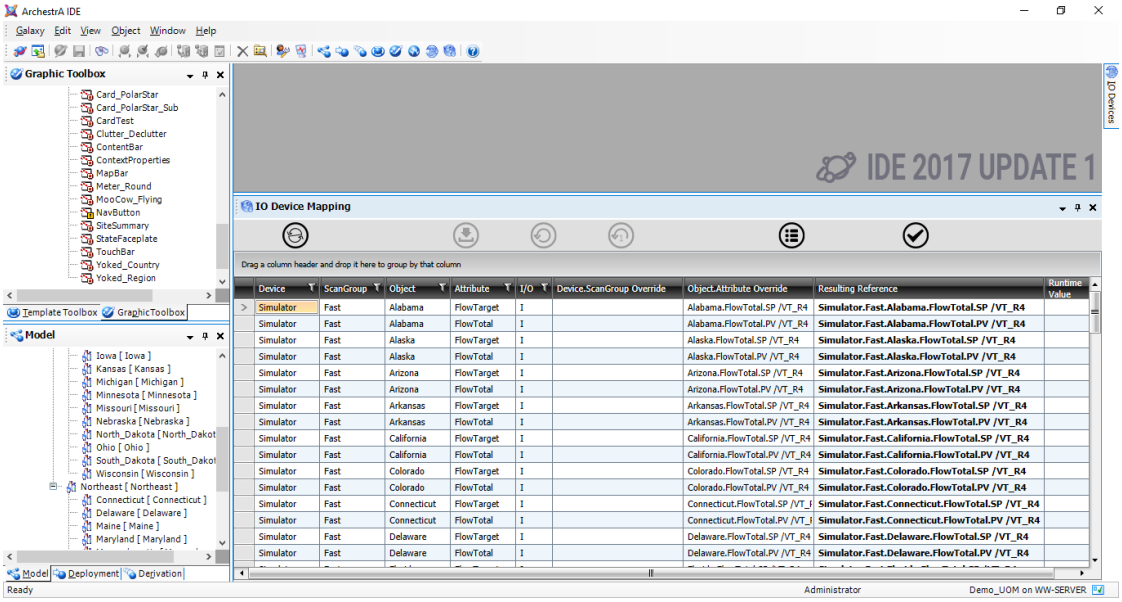
Παράρτημα Ε – Εφαρμογή No3 – IDE

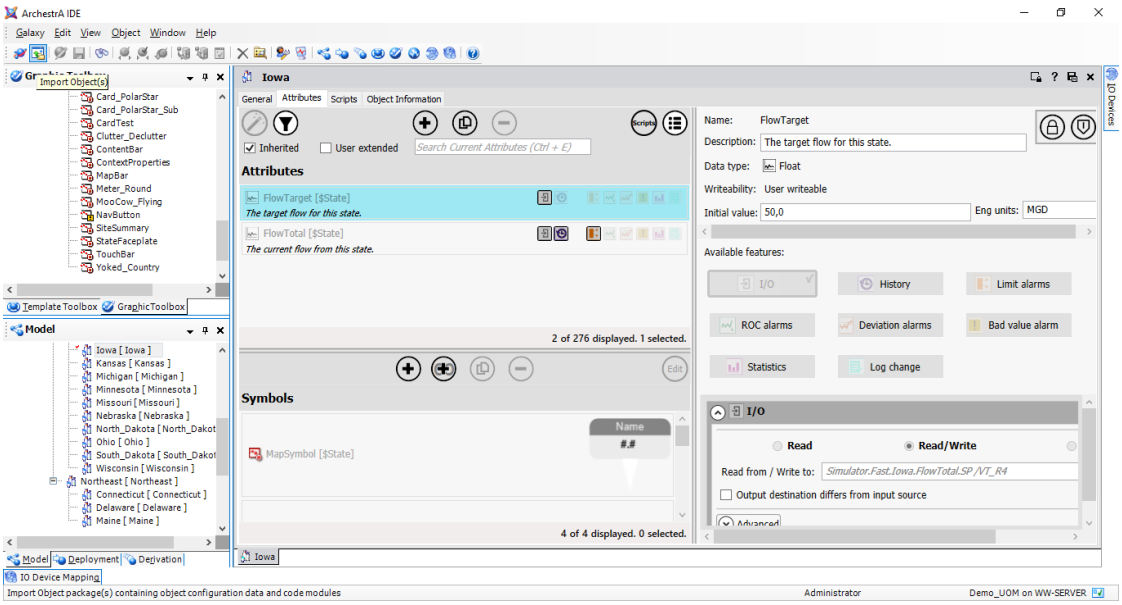





Map Settings
Sources
Zoom Layers
Locations
Properties
Toolbox
Assets
Search box
Search...
Asset
Graphic
Layer
Latitude
Longitude
Midwest MapSymbol Region 3978325 -89650373
Northeast MapSymbol Region 42659829 -73781339
Southeast MapSymbol Region 3376 -8439
Southwest MapSymbol Region 35667231 -105964575
West MapSymbol Region 39160949 -119753877
Alabama MapSymbol State 32361538 -86279118
Alaska MapSymbol State 58301935 -13441974
Arizona MapSymbol State 33448457 -112073844
Arkansas MapSymbol State 34736009 -92331122
California MapSymbol State 38555605 -121468926
Colorado MapSymbol State 397391667 -104984167
Connecticut MapSymbol State 41767 -72677
Drag Symbols Here To Set Their Location


Map Settings
Sources
Zoom Layers
Locations
Properties
Name
Provider(Drop Down)
Configuration
Provider Open Street Maps {"layerType":null,"url":"www.openstreetmap.org"}
Precipitation WMS {"customData":"","layer":"0","layerTitle":"Precipitation","layerType":"Overlay","o
Temperature WMS {"customData":"","layer":"1","layerTitle":"Temperature","layerType":"Overlay","o
Lightning WMS {"customData":"","layer":"1","layerTitle":"Lightning","layerType":"Overlay","opac
Add the new source data to the blank line above


ArchestrA IDE
Galaxy Edit View Object Window Help
Graphic Toolbox
IDE 2017 UPDATE 1
IO Device Mapping
Drag a column header and drop it here to group by that column
Device | ScanGroup | Object | Attribute | I/O | Device.ScanGroup Override | Object.Attribute Override | Resulting Reference | Runtime Value
Model
Ready
Administrator
Demo_UOM on WW-SERVER


ArchestrA IDE
Galaxy Edit View Object Window Help
Import Object(s)
Iowa
General Attributes Scripts Object Information
Inherited User extended
Search Current Attributes (Ctrl + E)
Attributes
FlowTarget [$State]
The target flow for this state.
FlowTotal [$State]
The current flow from this state.
2 of 276 displayed. 1 selected.
Symbols
MapSymbol [$State]
4 of 4 displayed. 0 selected.
Name: FlowTarget
Description: The target flow for this state.
Data type: Float
Writeability: User writeable
Initial value: 50,0
Eng units: MGD
Available features:
I/O
History
Limit alarms
ROC alarms
Deviation alarms
Bad value alarm
Statistics
Log change
Read
Read/Write
Read from / Write to: Simulator.Fast.Iowa.FlowTotal.SP /VT_R4
Output destination differs from input source
Import Object package(s) containing object configuration data and code modules
Administrator
Demo_UOM on WW-SERVER

Βιβλιογραφία

[1] “A PLC as an industry 4.0 component,” in Proceedings of 2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2016, 2016, pp. 10–15.

[2] “Big data: A survey,” in Mobile Networks and Applications, vol. 19,no. 2, 2014, pp. 171–209.

[3] A. Juels, “RFID security and privacy: A research survey,” pp. 381–394, 2006.

[4] Afifa, L.N., Priyambodo, T.K.: Review on Internet of Things, 3(9), 397–401 (2016)

[5] Alan, A., Saldivar, F., Goh, C., Chen, W.: Self-organizing tool for smart design with predictive customer needs and wants to realize Industry 4.0. IEEE World Congr. Comput. Intell., 24–29 (2016)

[6] Almada-Lobo, F.: The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). J. Innov. Manag. 3(4), 17 (2016)

[7] Atzori, L., Lera, A., Morabito, G.: Internet of things: a survey. Comput. Networks **54**(15), 2787–2805 (2010)

[8] Bi, Z., Da Xu, L., Wang, C.: Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing. IEEE Trans. Ind. Inform. **10**(2), 1537–1546 (2014)

[9] Chung, M., Kim, J.: The internet information and technology research directions based on the fourth industrial revolution. KSII Trans. Internet Inform. Syst. 10(3), 1311–1320 (2016)

[10] Current Members| Industrial Internet Consortium. http://www.iiconsortium.org/members.htm. Accessed 25 Apr 2018

[11] Foradis, T., Thramboulidis, K.: From Mechatronic Components To Industrial Automation Things, 1st edn. Web. 20, October 2016

[12] Gigli, M.: Internet of things: services and applications categorization. Adv. Internet Things 1(2), 27–31 (2011)

[13] Ing Reiner Anderl, Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. Int. Semin. High Technol. (2014)

[14] Internet of Things Global Standards Initiative, Internet of Things Global Standards Initiative (2015). http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx

[15] IoT Technology 2017 Overview Guide on Protocols, Software, Hardware and Network Trends. http://postscapes2.webhook.org/internet-of-things-technologies

[16] J. Yick, B. Mukherjee, and D. Ghosal, “Wireless sensor network survey,” Computer Networks, vol. 52, no. 12, pp. 2292–2330, 2008.

[17] Kagermann H, Helbig J, Hellinger A et al (2013) Recommendations for Implementing the strategic initiative Industrie 4.0: securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 working group, Forschungsunion

[18] Lee, J., Bagheri, B., Jin, C.: Introduction to cyber manufacturing. Manuf. Lett. 8, 11–15 (2016)

[19] Leit˜ao, P., Colombo, A.W., Karnouskos, S.: Industrial automation based on cyberphysical systems technologies: prototype implementations and challenges. Comput. Ind. 81, 11–25 (2016)

[20] Li, Y., Hou, M., Liu, H., Liu, Y.: Towards a theoretical framework of strategic decision, supporting capability and information sharing under the context of Internet of Things. Inf. Technol. Manag. **13**(4), 205–216 (2012)

[21] Ning, H., Liu, H.: Cyber-physical-social based security architecture for future internet of things. Adv. Internet Things 2(1), 17 (2012)

[22] P. Evan C, "Industrial Internet: Pushing the boundries of Minds and Machines," pp. 1–37, 2012. [Online]. Available: http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial Internet.pdf

[23] Qin J, Liu Y, Grosvenor R et al (2016) A categorical framework of manufacturing for Industry 4.0 and beyond. Proc CIRP 52:173–178

[24] Rahman, A.B.A.: Comparison of Internet of Things (IoT) Data Link Protocols (2015)

[25] Roblek, V., Meko, M., Krape, A.: A Complex View of Industry 4.0. SAGE Open 6(2), 111 (2016)

[26] Segura Velandia, D.M., Kaur, N., Whittow, W.G., Conway, P.P., West, A.A.: Towards industrial Internet of things: crankshaft monitoring, traceability and tracking using RFID. Robot. Comput. Integr. Manuf. 41, 66–77 (2016)

[27] Shemshadi, A., Sheng, Q.Z., Zhang, W.E., Sun, A., Qin, Y., Yao, L.: Searching for the Internet of Things on the Web: Where It Is and What It Looks Like (2016)

[28] Vermesan, O., Friess, P.: Internet of Things Applications - From Research and Innovation to Market Deployment (2014)

[29] Weyrich, M., Ebert, C.: Reference architectures for the internet of things. IEEE Softw. 33(1), 112–116 (2016)

[30] What is a Wireless Sensor Network? - National Instruments (2016). http://www.ni.com/white-paper/7142/en/. Accessed 30 Mar 2018

[31] Z. Bi, L. D. Xu, and C. Wang, "Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, no. 2, pp. 1537–1546, 2014.

[32] Ziegeldorf, J.H., Morchon, O.G., Wehrle, K.: Privacy in the internet of things: threats and challenges. Secur. Commun. Netw. 7(12), 2728–2742 (2014)

[33] Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0) – Accessed January 2018