



Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

WELCOME

WinCC flexible 2008

simatic hmi

SIEMENS

Copyright 2004 - 2008 Siemens AG. All rights reserved.

## Προγραμματισμός SCADA με WinCC Flexible 2008

*Σπουδαστές :* Σιταρίδου Σταυριάννα 41805  
Βρυώνης Κωνσταντίνος 36276

*Υπεύθυνη Καθηγήτρια :* Βελώνη Αναστασία - Λέκτορας  
Εφαρμογών

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### Προγραμματισμός SCADA με WinCC Flexible 8

<i>Σιταρίδου Σταυριάννα</i>	<i>41805</i>
<i>Βρυώνης Κωνσταντίνος</i>	<i>36276</i>

*Εισηγήτρια: Βελώνη Αναστασία - Λέκτορας Εφαρμογών*

*Εξεταστική Επιτροπή :*

*Ημερομηνία Εξέτασης :*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στα άτομα που κατά τη διάρκεια της φοίτησης μας βοήθησαν να εκπληρώσουμε με επιτυχία τις σπουδές μας. Τέλος, ένα τεράστιο ευχαριστώ στην εισηγήτρια της πτυχιακής μας που μας βοήθησε με τις χρήσιμες συμβουλές, τις γνώσεις και την υπομονή της για το θετικό αποτέλεσμα της εργασίας αυτής.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στα συστήματα SCADA και τον προγραμματισμό τους μέσω του λογισμικού Simatic WinCC Flexible ανήκει στην εταιρία Siemens. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα για την παρακολούθηση ορισμένων βασικών φυσικών μεγεθών του βιομηχανικού συστήματος σε πραγματικό χρόνο. Η εργασία περιέχει γενική αναφορά στα συστήματα SCADA και επικεντρώνεται στη χρήση και τον προγραμματισμό τους. Κυρίως κομμάτι της εργασίας αυτής αποτελεί ο τρόπος χρήσης του προγράμματος Simatic WinCC Flexible 8. Εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες αυτού του λογισμικού παρακολούθησης και ελέγχου της εταιρίας SIEMENS, που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση του ελέγχου της βιομηχανικής μονάδος που εξετάσαμε, κατορθώσαμε και εστίασαμε τις προσπάθειές μας στο προγραμματιστικό μέρος των εφαρμογών, αποφεύγοντας ηλεκτρομηχανολογικές κατασκευές. Με τον τρόπο αυτό, ασχοληθήκαμε με την διασύνδεση και ανάπτυξη κατάλληλων περιβαλλόντων παρακολούθησης και ελέγχου. Δημιουργήσαμε, έτσι, ολοκληρωμένα συστήματα SCADA, τα οποία αποτέλεσαν μία πολύτιμη γνωστική εμπειρία. Στα παρακάτω κεφάλαια γίνεται μία ιστορική αναφορά στα συστήματα SCADA και επεξηγήσή τους. Συνεχίζοντας στα επόμενα κεφάλαια, προχωράμε σε μία παρουσίαση του λογισμικού SIMATIC WinCC, από την φάση της εγκατάστασης στο υπολογιστικό μας σύστημα έως και την φάση της παραμετροποίησής του για την βιομηχανική μονάδα που επιθυμούμε να παρακολουθήσουμε. Επίσης, θα δημιουργήσουμε μία δοκιμαστική εφαρμογή για την περαιτέρω εμπέδωση των στοιχείων του λογισμικού υλοποιώντας παράλληλα έναν εικονικό προσομοιωτή, ακριβώς όμοιο με τον πραγματικό για την πλήρη κατανόηση της χρήσης αλλά και της σημασίας του SIMATIC WinCC. Τέλος, παραθέτουμε τα συμπεράσματά μας από την ενασχόληση με την παρούσα εργασία και στο παράρτημα, επίσης, παραθέτουμε τα προγράμματα αυτοματισμού που χρησιμοποιήσαμε. Επιπροσθέτως, δημιουργήσαμε κάποια βίντεο για να κάνουμε πιο κατανοητή τη χρήση του προγράμματος.

## ABSTRACT

This Ptyxiaki refers to SCADA systems and how we use the software SIMATIC WinCC Flexible 2008 SIEMENS. A program for monitoring some physical quantities of an industrial system in real-time. The paper contains a general reference to SCADA systems and focuses on the use of SIMATIC WinCC Flexible 2008 (SP2-3). A major part of this work is how to use the Simatic WinCC Flexible 8 program. Taking advantage of the capabilities of this SIEMENS monitoring and control software we used to implement the industry test that we examined, we managed and focused our efforts on the programming part of the applications, avoiding electromechanical constructions. We have created integrated SCADA systems, which have been a valuable cognitive experience. The following chapters provide an historical reference to SCADA systems and their explanation. Continuing in the next chapters, we proceed to a presentation of the SIMATIC WinCC software, from the installation phase to our computing system, up to the configuration phase for the industrial unit we wish to monitor. We will also create a test application to further consolidate the software components while implementing a virtual simulator that is exactly the same as the real one to fully understand the use and the importance of SIMATIC WinCC. Lastly, we give our conclusions from the work with the present work and in the appendix we also list the automation programs we used. There are also videos, we have made as part of this paper, to make clearer the use of the program.

## Περιεχόμενα:

<b>1.1</b>	<b>Ιστορική αναδρομή .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>Ορισμός SCADA .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3</b>	<b>Μέρη ενός SCADA .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4</b>	<b>Αρχιτεκτονική Συστημάτων SCADA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5</b>	<b>Διασύνδεση .....</b>	<b>17</b>
<b>1.6</b>	<b>Πρωτόκολλα Επικοινωνίας .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.1</b>	<b>Πρωτόκολλο Modbus</b>	<b>19</b>
<b>1.6.2</b>	<b>Πρωτόκολλο Profibus</b>	<b>20</b>
<b>1.6.3</b>	<b>Πρωτόκολλο DNP3</b>	<b>21</b>
<b>1.7</b>	<b>Μέρη Συστήματος &amp; Τηλεχειρισμός .....</b>	<b>23</b>
<b>1.7.1</b>	<b>Κεντρική Τερματική Μονάδα (MTU)</b>	<b>23</b>
<b>1.7.2</b>	<b>Αισθητήρες και ευφυείς συσκευές (IED's)</b>	<b>23</b>
<b>1.7.3</b>	<b>Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες (RTU)</b>	<b>24</b>
<b>1.7.4</b>	<b>Τα PLC</b>	<b>25</b>
<b>1.7.5</b>	<b>Τύποι συσκευών HMI</b>	<b>26</b>
<b>1.8</b>	<b>Λογισμικά συστήματα SCADA .....</b>	<b>28</b>
<b>1.9</b>	<b>Εφαρμογές συστημάτων SCADA στην καθημερινότητα .....</b>	<b>29</b>
<b>1.10</b>	<b>Πλεονεκτήματα &amp; Μειονεκτήματα Συστημάτων SCADA .....</b>	<b>30</b>
<b>1.10.1</b>	<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>30</b>
<b>1.10.2</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>	<b>32</b>

<b>1.11 Ασφάλεια Συστημάτων SCADA .....</b>	<b>34</b>
<b>1.12 Το Μέλλον των SCADA.....</b>	<b>36</b>
Κεφάλαιο 2 :	
<b>2.1 Εγκατάσταση SIMATIC WinCC flexible 2008.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 Στάδια εγκατάστασης .....</b>	<b>38</b>
Κεφάλαιο 3 :	
<b>3.1 Γνωριμία με το SIMATIC WinCC Flexible 8.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2 Δυνατότητες του λογισμικού WinCC Flexible 8.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3 Εκκίνηση λογισμικού SIMATIC WinCC Flexible.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4 Το περιβάλλον εργασίας του SIMATIC WinCC Flexible.....</b>	<b>61</b>
<b>3.5 Δουλεύοντας στο περιβάλλον εργασίας του SIMATIC WinCC Flexible 8.....</b>	<b>67</b>
Κεφάλαιο 4 :	
<b>4.1 Γνωριμία με το πρόγραμμα.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2 Η Εφαρμογή.....</b>	<b>71</b>
<b>4.3 Υλοποίηση.....</b>	<b>75</b>

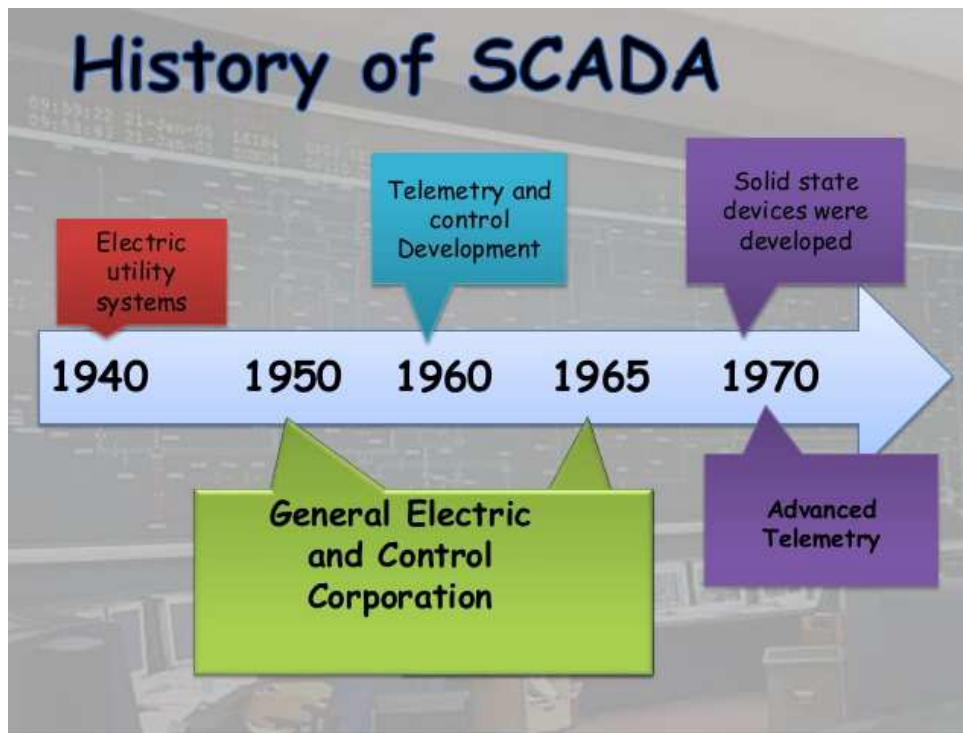


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 Ιστορική αναδρομή

Τα τελευταία 30 χρόνια η ανάπτυξη στο χώρο των βιομηχανικών συστημάτων υπήρξε ιδιαίτερα σημαντική, έχοντας συμβάλλει καθοριστικά σε αυτό η τεχνολογία των ψηφιακών συσκευών, είτε με τη χρησιμοποίηση ευφυών συσκευών είτε με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και επικοινωνιακών δικτύων. Οι δεξαμενές καυσίμου, η εξοικονόμηση ενέργειας, τα συστήματα φωτισμού καθώς και τα επίπεδα νερού είναι μόνο μερικά από τα πράγματα που ίσως κάθε σύγχρονη βιομηχανική μονάδα θα πρέπει να εποπτεύει για να εξασφαλιστεί η ομαλή και αδιάλειπτη λειτουργία της. Η ανάγκη για αξιόπιστη ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και οι ενέργειες ελέγχου που απαιτούνται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής, είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη των συστημάτων SCADA. Η ανάγκη για εποπτικό έλεγχο, σαν μία γενική έννοια, αναπτύχθηκε για πρώτη φορά σε ηλεκτρικά συστήματα βιομηχανικών μονάδων. Η δημιουργία, δηλαδή, ενός απομακρυσμένου υποσταθμού, που να ελέγχει σε πραγματικό χρόνο χωρίς την παρουσία ανθρώπινου παράγοντα την κατάσταση συσκευών που αποτελούν την παραγωγική διαδικασία. Έτσι στην αρχή της δεκαετίας του 1940, παρατηρούνται αρχικές προσπάθειες ένωσης βιομηχανικής μονάδας με τον απομακρυσμένο υποσταθμό με χρήση απλών καλωδίων. Επίσης, η ασφάλεια του όλου συστήματος παίζει βασικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία μίας μονάδας. Γι' αυτόν τον λόγο, υιοθετήθηκε ένα πρότυπο **επιλογής - επιβεβαίωσης - λειτουργίας (select - check - operate)** κατά το οποίο ο χειριστής περίμενε την επιβεβαίωση από τη συσκευή πριν τελικά αρχίσει να λειτουργεί. Λαμβάνοντας τα αποτελέσματα των παραπάνω κινήσεων, οι εταιρίες Westinghouse και North Electric Company ξεκινούν την ανάπτυξη του ελεγκτικού συστήματος Visicode. Η General Electric καθώς και η Control Corporation, στις αρχές τις δεκαετίας του 1950 και το 1965, ξεκινούν επίσης την ανάπτυξη ενός ανεξάρτητου προγράμματος εποπτικού ελέγχου. Τα προγράμματα αυτά βρήκαν αμέσως χρήση σε αγωγούς μεγάλων αποστάσεων, εταιρείες φυσικού αερίου και ακόμη και στα αεροδρόμια για τα φώτα του διαδρόμου προσγείωσης. Παράλληλα, κατά το 1960, η τηλεμετρία αρχίζει να κάνει την εμφάνισή της για σκοπούς παρακολούθησης της παραγωγικής διαδικασίας. Με την έλευση των υπολογιστών στην βιομηχανία (μετά το 1970), το κόστος σύνδεσης μειώθηκε αισθητά, μετακινώντας τους εργάτες από την χειρωνακτική παραγωγή στον χειρισμό των υπολογιστικών συστημάτων. Η αναβάθμιση

από τους αρχικούς υπολογιστές τεχνολογίας **8bit** σε νέους **16bit** όπως και η εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών τα επόμενα χρόνια, πρόσφεραν μία ευελιξία στον προγραμματισμό και την επικοινωνία μεταξύ των μονάδων συλλογής δεδομένων του βιομηχανικού τομέα. Αυτή ήταν η γέννηση του συστήματος εποπτικού ελέγχου **SCADA**. Αργότερα μεταφέρθηκαν σε **PCs**(Προσωπικούς Υπολογιστές), όπου έτρεχαν κυρίως σε DOS, VMS και UNIX.



Διάγραμμα εξέλιξης των συστημάτων SCADA

Αρχικά τα συστήματα SCADA αντιμετώπισαν προβλήματα καθώς τα σήματα ήταν αναλογικά και όχι ψηφιακά. Ακόμα πρέπει να προσθέσουμε ότι στα πρώτα επίπεδα εφαρμογής τα συστήματα SCADA δεν είχαν δυνατότητα επικοινωνίας λόγω των πρωτοκόλλων επικοινωνίας που προορίζονταν για περιορισμένη χρήση. Τα σύγχρονα συστήματα SCADA έχουν μεταφερθεί σε **διακομιστές (Servers)** για την συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων και σταθμούς εργασίας για την οπτική παρουσίαση και την εποπτεία των διεργασιών, ενώ οι αρχικές μετρήσεις, καθώς και ο αυτόματος έλεγχος εκτελείται σε **PLCs (Programmable Logic Controllers – Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές)**.

## 1.2 Ορισμός SCADA

Ο όρος **SCADA** είναι ακρωνύμιο του όρου **Supervisory Control And Data Acquisition**, που σημαίνει Εποπτικός Έλεγχος και Συλλογή Δεδομένων. Ένα τέτοιο σύστημα επιτρέπει στον χειριστή να εποπτεύει και να ελέγχει διεργασίες οι οποίες βρίσκονται κατανεμημένες μεταξύ διαφόρων συστημάτων SCADA. Ένα σύστημα **SCADA** χρησιμοποιείται για τον εποπτικό έλεγχο και την απόκτηση στοιχείων. Όπως το όνομα δείχνει, δεν είναι ένα πλήρες σύστημα ελέγχου, αλλά εστιάζει στο εποπτικό επίπεδο. Υπό αυτήν τη μορφή, είναι καθαρά ένα πακέτο λογισμικού που τοποθετείται πάνω από το υλικό στο οποίο διασυνδέεται, γενικά μέσω των ελεγκτών προγραμματισμένης λογικής (**PLCs**), ή άλλων εμπορικών ενοτήτων υλικού. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν στους μηχανικούς, τους επόπτες, τους μανάτζερ και τους χειριστές να παρακολουθούν και να αλληλεπιδρούν με τις διεργασίες της παραγωγής μέσω των οθονών εποπτείας του SCADA. Η διαδικασία λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι η συλλογή των πληροφοριών, η αποστολή τους σε ένα κεντρικό σημείο επεξεργασίας, η εκτέλεση της απαραίτητης ανάλυσης και ελέγχου και τέλος η παρουσίαση της πληροφορίας. Επειδή το τελευταίο διαθέτει πιο εύχρηστο περιβάλλον και μεγαλύτερες υπολογιστικές δυνατότητες, μπορεί να χειριστεί εξαιρετικά πολύπλοκες λειτουργίες και υπολογισμούς, χωρίς κίνδυνο να επέμβει επισφαλώς στον πυρήνα του αυτόματου ελέγχου ο οποίος διεξάγεται από τα PLCs. Στο σημείο αυτό γίνεται κατανοητό ότι υπάρχει μια διαφοροποίηση του ελέγχου που διεξάγει το σύστημα SCADA και του αυτόματου ελέγχου διεργασιών και βρόχων που εκτελούν τα PLCs. Το σύστημα των τελευταίων ονομάζεται **Σύστημα Διανεμημένου Ελέγχου (Distributed Control System - DCS)**.

## 1.3 Βασικά μέρη ενός SCADA

Ένα σύνθητες σύστημα SCADA χρησιμοποιεί σαν κεντρικό πυρήνα έναν κεντρικό υπολογιστή, αρκετά μεγάλης υπολογιστικής ισχύος, στον οποίο βρίσκεται το λογισμικό SCADA εγκατεστημένο, όπως και το πρόγραμμα της εκάστοτε εφαρμογής. Η ζητούμενη τηλεμετρία στον επιθυμητό χώρο, επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση σταθμών τηλεμετρίας **RTU (Remote Telemetry Units)**. Οι σταθμοί αυτοί «διαβάζουν» τις τιμές διαφόρων μεγεθών που μας ενδιαφέρουν (τάση, πίεση, θερμοκρασία κτλ), τις

μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα και τα σήματα αυτά τα μεταδίδουν ενσύρματα ή ασύρματα με κατάλληλες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις στον κεντρικό υπολογιστή, ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Από εκεί και πέρα, αρχίζει η παρακολούθηση και επεξεργασία τους από τους χρήστες του κεντρικού υπολογιστή και εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για τη λειτουργία της εκάστοτε διεργασίας.

Ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο στην ολοκλήρωση ενός συστήματος SCADA αποτελούν οι τύποι των δικτύων, με τα οποία επικοινωνούν τόσο ο κεντρικός υπολογιστής με τους χρήστες όσο και τα διάφορα PLC μεταξύ τους. Για μία σύνθετη βιομηχανική εφαρμογή, συνήθως απαιτούνται αρκετά PLC, το καθένα επιφορτισμένο με ένα συγκεκριμένο τμήμα και η διασύνδεση αυτών έχει άμεσες συνέπειες στην ορθή λειτουργία και άμεση ανταπόκριση του SCADA.

Αναλυτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα βασικά μέρη ενός συστήματος SCADA είναι :

- Κεντρικός υπολογιστικός σταθμός ή κεντρικό σύστημα παρακολούθησης όπου εγκαθίστανται το λογισμικό SCADA.



Εικόνα 1.3.1:Κεντρικός υπολογιστικός σταθμός

- Δίκτυο επικοινωνίας ή γραμμή επικοινωνίας μέσω του οποίου μεταδίδεται η πληροφορία.



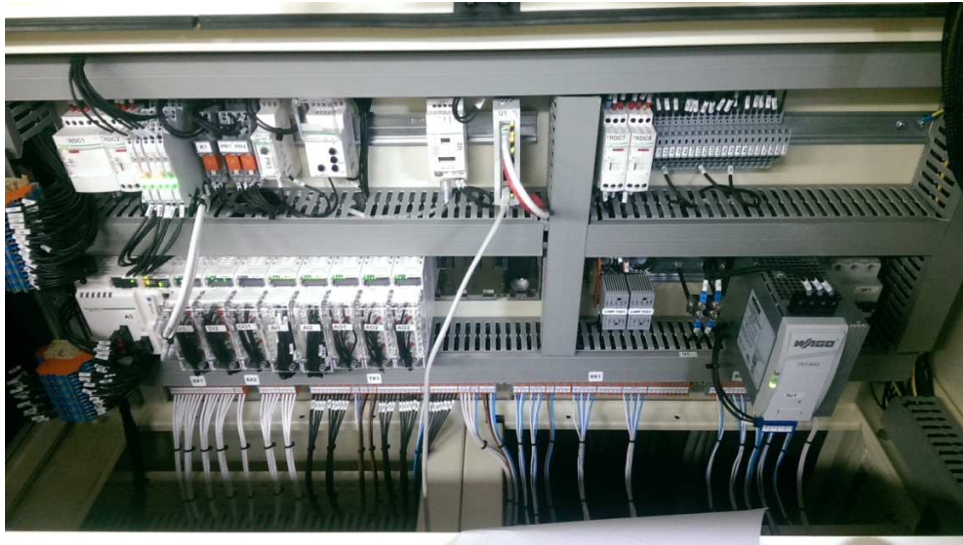
Εικόνα 1.3.2: Γραμμή επικοινωνίας

- RTU ή απομακρυσμένος σταθμός που ελέγχει τα σήματα. Αυτός ο απομακρυσμένος σταθμός ελέγχεται απ' το κεντρικό σύστημα ελέγχου και κωδικοποιεί ή αποκωδικοποιεί τα σήματα.



Εικόνα 1.3.3: RTU

- Εξοπλισμός πεδίου ή ελεγχόμενο σύστημα. Δηλαδή αναφερόμαστε στο κύριο σύστημα της διαδικασίας, το οποίο δέχεται τα αναλογικά και τα ψηφιακά σήματα τα οποία εποπτεύονται απ' τον απομακρυσμένο σταθμό.



Εικόνα 1.3.4: Πίνακας ελέγχου

## 1.4 Αρχιτεκτονική

Ένα σύστημα SCADA διακρίνεται σε δύο βασικά επίπεδα το "επίπεδο πελατών" που φροντίζουν για την αλληλεπίδραση μηχανών ατόμων και το "επίπεδο κεντρικών υπολογιστών στοιχείων" που χειρίζεται τα περισσότερα από τα στοιχεία διαδικασίας τα οποία ελέγχουν τις δραστηριότητες. Οι κεντρικοί υπολογιστές στοιχείων επικοινωνούν με τις συσκευές μέσω των ελεγκτών διαδικασίας. Οι ελεγκτές διαδικασίας, π.χ. PLCs, συνδέονται με τους κεντρικούς υπολογιστές στοιχείων είτε άμεσα είτε μέσω των δικτύων είτε μέσω αρτηριών πεδίου (fieldbuses) που είναι ιδιόκτητες (π.χ. Siemens H1), ή μη ιδιόκτητες (π.χ. Profibus). Οι κεντρικοί υπολογιστές στοιχείων συνδέονται ο ένας με τον άλλον και με τους σταθμούς πελατών μέσω του τοπικού δικτύου LAN Ethernet. Οι κεντρικοί υπολογιστές στοιχείων και οι σταθμοί πελατών είναι πλατφόρμες NT αλλά για πολλά προϊόντα οι σταθμοί πελατών μπορούν επίσης να είναι W95 μηχανές.

Τα προϊόντα είναι πολλαπλών καθηκόντων και είναι βασισμένα σε μια βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (RTDB) που βρίσκεται σε έναν ή περισσότερους κεντρικούς υπολογιστές. Οι κεντρικοί υπολογιστές είναι αρμόδιοι για τα στοιχεία (απόκτηση και χειρισμός τους) (π.χ. ελεγκτές, συναγερμός που ελέγχουν, υπολογισμοί, αναγραφή και αρχειοθέτηση ψηφοφορίας) σε ένα σύνολο παραμέτρων.

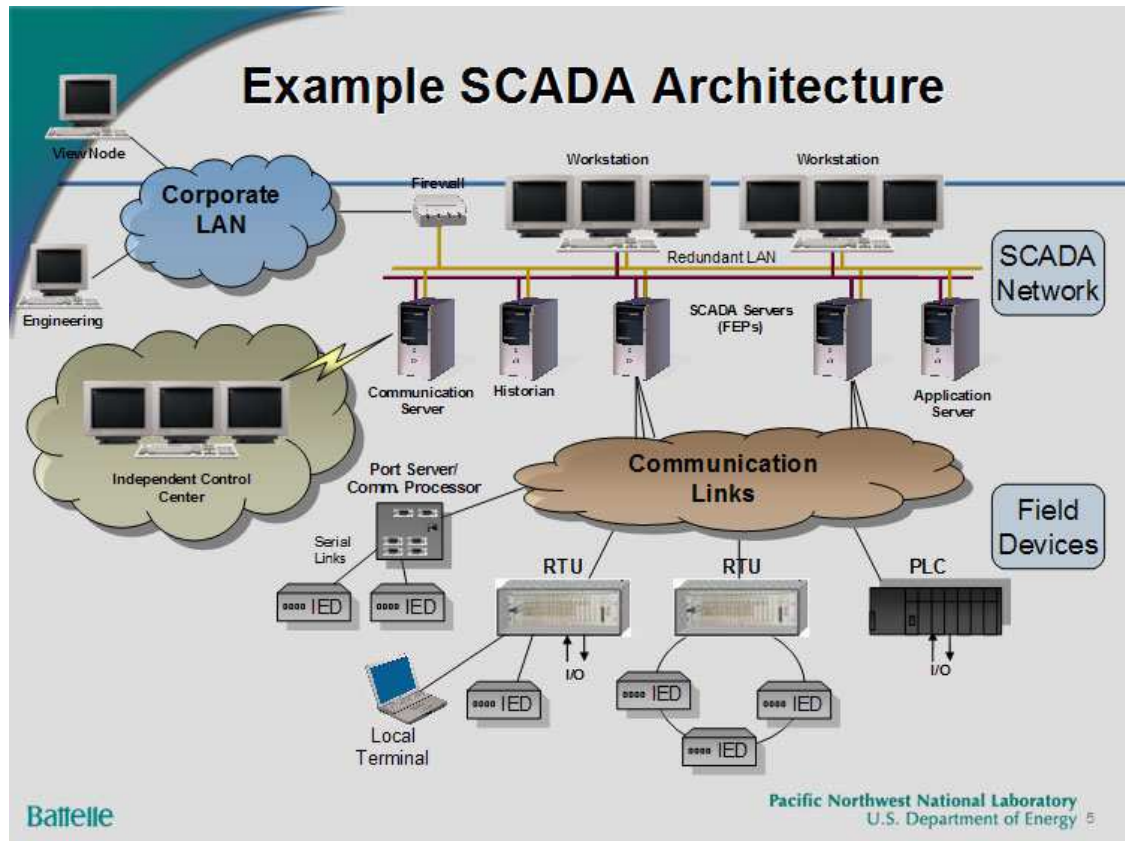
Πιο αναλυτικά, ένα σύστημα SCADA από άποψη υλικοτεχνικής υποδομής, αποτελείται από μια συλλογή αισθητηρίων και ευφυών συσκευών. Αναλυτικότερα, μπορούμε να τα χωρίσουμε στις εξής κατηγορίες:

1. Ένα **δίκτυο έξυπνων συσκευών (Intelligent Electronic Devices - IED's)** που συνδέεται με το σύστημα όπου επιθυμούμε να εποπτεύσουμε μέσω αισθητήρων και ελεγκτών. Το δίκτυο αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να μετρήσουμε και να ελέγξουμε συγκεκριμένα στοιχεία του συστήματος.
2. Ο **Κεντρικός Υπολογιστικός Σταθμός (Master Terminal Unit – MTU)**. Αποτελείται από ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα, αρκετά μεγάλης ισχύος, στον οποίο βρίσκεται το λογισμικό SCADA εγκατεστημένο, όπως και το πρόγραμμα της εκάστοτε εφαρμογής. Με άλλα λόγια, πρόκειται για τον πυρήνα του εποπτικού συστήματος SCADA.
3. **Τερματικές μονάδες (Remote Telemetry Unit - RTU's)** όπου συνδέονται στους διάφορους αισθητήρες. Έχουν την δυνατότητα ανάγνωσης και μετατροπής των δεδομένων που δέχονται από τους αισθητήρες σε ψηφιακά δεδομένα, σύμφωνα με το πρωτόκολλο επικοινωνίας που υποστηρίζουν. Επίσης αποτελούν βασικό κομμάτι της τηλεμετρίας του εποπτικού συστήματος διότι είναι υπεύθυνα για την αποστολή των δεδομένων στο Κεντρικό Εποπτικό Σύστημα καθώς και λήψης εντολών από το σύστημα.
4. **Προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (Programmable Logic Controller - PLC's)**. Είναι συσκευές με παρόμοια λειτουργία με τις τερματικές μονάδες. Σε αντίθεση όμως με τα RTU, τα PLC's δεν παρέχουν δυνατότητες τηλεμετρίας. Διαθέτουν όμως μεγάλες δυνατότητες ελέγχου καθώς υποστηρίζουν και περισσότερους αλγορίθμους ελέγχου (IEC 61131-3). Επίσης, λόγω του μικρότερου όγκου τους, είναι πιο οικονομικά.
5. Ένα **σύστημα τηλεμετρίας** για την διασύνδεση όλων των ελεγκτών. Παρέχει διασύνδεση των ευφυών και περιφερειακών συσκευών (IED's, PLC's, RTU's) με κέντρα ελέγχου και βάσεις δεδομένων είτε ενσύρματα είτε ασύρματα. Για την πιο ομαλή διασύνδεση των παραπάνω συσκευών, χρησιμοποιούνται σύγχρονα βιομηχανικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, για την σύνδεση των υπηρεσιών λογισμικού.
6. Μία **διεπαφή ανθρώπου – μηχανής (Human Machine Interface – HMI)**. Είναι η συσκευή η οποία βοηθά στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου στην βιομηχανική διαδικασία καθώς και στον έλεγχό της. Πρακτικά, αποτελεί τον τρόπο με τον οποίο



παρουσιάζονται δεδομένα σχετικά με την βιομηχανική λειτουργία στον άνθρωπο, δίνοντάς του έτσι την δυνατότητα να έχει έναν πλήρη έλεγχο καθώς και να επιδρά και ο ίδιος στην λειτουργία της βιομηχανικής διαδικασίας.

Και αναπαρίσταται κάπως έτσι:



### Εσωτερική επικοινωνία

Η επικοινωνία υπολογιστής-πελατών και υπολογιστής-κεντρικών υπολογιστών βασίζεται σε μια σχέση έκδοσης-περιγραφής που χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο TCP/IP, δηλ., μια εφαρμογή πελατών προσυπογράφει σε μια παράμετρο που είναι κύρια από μια ιδιαίτερη εφαρμογή κεντρικών υπολογιστών και αλλάζει μόνο σε εκείνη την παράμετρο με την οποία επικοινωνούν με την εφαρμογή πελατών.

### Πρόσβαση στις συσκευές

Οι κεντρικοί υπολογιστές στοιχείων επιλέγουν τους ελεγκτές σε ένα χρησιμοποιούμενο μέσω ενός ποσοστού επιλογής. Το ποσοστό επιλογής μπορεί να είναι διαφορετικό για διαφορετικές παραμέτρους. Οι ελεγκτές περνούν τις ζητούμενες παραμέτρους στους κεντρικούς υπολογιστές στοιχείων. Η χρονική επιλογή των παραμέτρων διαδικασίας εκτελείται χαρακτηριστικά στους ελεγκτές και αυτό ο χρόνος επιλογής (**time-stamp**) αναλαμβάνεται από τον κεντρικό υπολογιστή στοιχείων. Εάν ο ελεγκτής και το πρωτόκολλο επικοινωνίας χρησιμοποιήσουν την εκούσια μεταφορά στοιχείων έπειτα τα προϊόντα θα υποστηρίξουν αυτό επίσης.

### Γενιές συστημάτων SCADA

Θα παραθέσουμε μια περιγραφή των 3 γενεών συστημάτων SCADA.

- **Μονολιθική** (1<sup>η</sup> Γενιά)

Τα συστήματα SCADA αυτά είχαν ως κύριο στοιχείο του υπολογιστή μεγάλης ισχύος, μέσα από τον οποίο γίνονταν όλες οι λειτουργίες των δεδομένων. Τα συστήματα ήταν αυτόνομα και δεν υπήρχε σύνδεση με άλλα συστήματα. Η σύνδεση στον κύριο υπολογιστή γινόταν με ένα προσαρμογέα δικτύου που συνδέεται με την CPU του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή. Σε περίπτωση βλάβης υπήρχε δυνατότητα εφεδρικού συστήματος.

- **Διανεμημένη** (2<sup>η</sup> Γενιά)

Στα συστήματα 2<sup>ης</sup> γενιάς, η διαδικασία είναι κατανεμημένη σε διάφορους σταθμούς που συνδέονται μέσω LAN δικτύων τα οποία ουσιαστικά μοίρασαν τη λειτουργία σε περισσότερα συστήματα.

Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι:

- Κάθε σταθμός είναι επιφορτισμένος με μικρότερη εργασία , απ' το οποίο συνεπάγεται ότι το μέγεθος και το κόστος διαφέρουν από της 1<sup>ης</sup> γενιάς.
- Μερικοί απ' τους σταθμούς αυτούς χρησιμοποιήθηκαν ως HMI (Διασύνδεση μηχανής & ανθρώπου).

Ουσιαστικά η διαφορά 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> γενιάς εντοπίζεται στο ότι τα συστήματα 1<sup>ης</sup> γενιάς με το εφεδρικό σχέδιο, σε αντίθεση με της 2<sup>ης</sup> γενιάς τα οποία συνδέονται μέσω LAN, είχαν βελτιώσει την αξιοπιστία του συστήματος.

- **Δικτυωμένη (3<sup>η</sup> Γενιά)**

Στα συστήματα 3<sup>ης</sup> γενιάς έχουμε ανοιχτά πρότυπα επικοινωνίας, χρησιμοποιούμε στα συστήματα SCADA για την επικοινωνία συσκευών και κεντρικού σταθμού αρχιτεκτονικής WAN όπως στο πρωτόκολλο Διαδικτύου IP(Internet Protocol). Αυτή είναι η σημαντικότερη αναβάθμιση στα συστήματα 3<sup>ης</sup> γενιάς τα οποία πλέον διανέμουν την λειτουργία τους μέσα από WAN πρωτόκολλα και όχι από τοπικά LAN. Πλέον με τη χρήση αυτή μέσω Internet τα συστήματα είναι εκτεθειμένα σε κακόβουλες επιθέσεις, αλλά μέσα από την συνεχή αναβάθμιση στα συστήματα ασφαλείας εξαλείφεται ο κίνδυνος.

## 1.5 Διασύνδεση

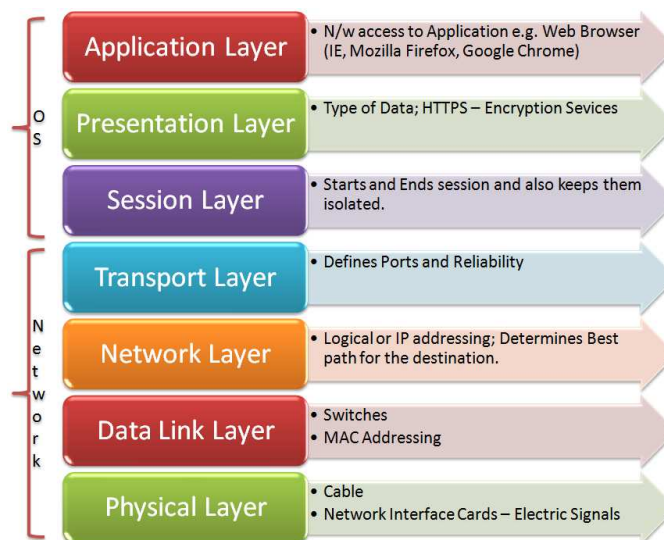
Τα προϊόντα Η/Υ παρέχουν την υποστήριξη για τα πρότυπα της Microsoft όπως η **δυναμική ανταλλαγή στοιχείων (DDE)** που επιτρέπει π.χ. την δυναμική εμποτεία σε ένα φύλλο EXCEL, **Δυναμική σύνδεση βιβλιοθήκης (DLL)** και αντικειμένου **συνδέσεων και ενσωμάτωση (OLE)**.

Τα προϊόντα Η/Υ παρέχουν επίσης:

- Μια ανοικτή διεπαφή συνδετικότητας βάσεων δεδομένων (ODBC) στα στοιχεία archive/logs, αλλά όχι στη βάση δεδομένων διαμόρφωσης.
- Μια δυνατότητα εισαγωγών/εξαγωγών ASCII για τα στοιχεία διαμόρφωσης,
- Μια βιβλιοθήκη APIs που υποστηρίζει την C, την C ++, και την visual basic (VB) στα στοιχεία πρόσβασης στο RTDB, archive/logs. Το API συχνά δεν παρέχει την πρόσβαση στα εσωτερικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του προϊόντος όπως ο χειρισμός συναγερμών, η υποβολή έκθεσης, η τάση.

## 1.6 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Όπως είδαμε στις αναφορές μας στην αρχιτεκτονική και τη δομή των συστημάτων SCADA, τα RTU's συμμετέχουν κατά κόρον στην τηλεμετρία ενός συστήματος. Για να διασφαλιστεί η ορθότητα και να αυξηθεί η ασφάλεια και η ταχύτητα αποστολής δεδομένων, από και προς το βιομηχανικό δίκτυο, απαιτείται η κρυπτογράφηση των πακέτων επικοινωνίας με βιομηχανικά πρωτόκολλα. Κάθε πρωτόκολλο μπορεί να διαχωριστεί σε δύο βασικά μέρη. Το πρώτο μέρος αποτελεί το **κύριο πρωτόκολλο** (master protocol), το οποίο περιέχει δεδομένα σχετικά με την εγκαθίδρυση επικοινωνίας με τον κεντρικό σταθμό ελέγχου του συστήματος. Αντιθέτως, το δεύτερο μέρος περιέχει δεδομένα εγκατάστασης επικοινωνίας για το RTU. Τα πρωτόκολλα βασίζονται στο **Διεθνές Πρότυπο του OSI των 7 επιπέδων**. Με αυτόν τον τρόπο, το δίκτυο επικοινωνίας γίνεται άμεσα επεκτάσιμο και παραμετροποιήσιμο. Έτσι δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης και ανταλλαγής δεδομένων με διάφορες συσκευές ελέγχου.



Εικόνα 1.4.1: Πρότυπο OSI

Το πρωτόκολλο που βασίζονται τα βιομηχανικά εποπτικά συστήματα TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol) που βρίσκεται στο **τρίτο επίπεδο του OSI**. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στις σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες σήμερα, τα κυριότερα βιομηχανικά πρωτόκολλα επικοινωνίας που συναντούμε είναι τα πρωτόκολλα **Modbus**, **Profibus**, **DNP3** και το **IEC 60870**. Επίσης, πρωτόκολλα που εμφανίζονται εξίσου σε εποπτικά συστήματα σε μικρότερη κλίμακα, είναι τα **ASCII RP-570**, **Hart** και **Conitel**. Στη συνέχεια θα αναφέρουμε κάποια βασικά πρωτόκολλα.

### 1.6.1 Το Πρωτόκολλο Modbus

Το πρωτόκολλο **Modbus** είναι ένα ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο για την αποστολή και λήψη δεδομένων κυρίως σε εφαρμογές αυτοματισμού και ευφυείς συσκευές (**IED's**). Πρόκειται για ένα πρότυπο ανοικτού κώδικα. Αναπτύχθηκε αρχικά στην εταιρία Modicon στα τέλη της δεκαετίας του 1970 ως σειριακό πρωτόκολλο για την επικοινωνία με **PLC** και **RTU**. Πολύ σύντομα όμως καθιερώθηκε ως το πλέον χρησιμοποιούμενο πρότυπο σε περιβάλλοντα βιομηχανική παραγωγής λόγω των παρακάτω πλεονεκτημάτων:

- Είναι απλό στην χρήση του και σχετικά εύκολο στην υλοποίηση του.
- Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο ανοικτού κώδικα, όπου μπορεί να υποστηρίξει μεγάλη γκάμα συσκευών.
- Αναπτύχθηκε ειδικά για βιομηχανικές εφαρμογές.

Το **πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής ανταλλαγής μηνυμάτων** που τοποθετείται στο έβδομο επίπεδο του μοντέλου OSI και παρέχει client/server επικοινωνία μεταξύ συσκευών που συνδέονται με διαφορετικούς τύπους συσκευών, κάνοντας χρήση των στάνταρ RS-232 και RS-422/485. Κάποιες νεότερες εκδόσεις του πρωτόκολλου μπορούν να υποστηρίξουν αποστολές ακόμα και μέσω Ethernet ή TCP/IP, στέλνοντας πακέτα 1bit ή 16bit. Το Modbus ορίζει δύο τύπους συσκευών οι οποίες επικοινωνούν, τον **Modbus Master** και **Modbus Slave**. Ο Modbus Master είναι η συσκευή που αποστέλει τα μηνύματα και ο Modbus Slave απαντά στα μηνύματα που δέχεται. Σε περίπτωση σφάλματος αποστολής στέλνεται μήνυμα ότι έγινε λάθος ζητώντας παράλληλα επαναποστολή του μηνύματος. Ο Modbus Master είναι συνήθως η συσκευή η οποία

συλλέγει τα δεδομένα από πολλούς περιφερειακούς σταθμούς μετρήσεων και αυτοματισμού. Ένας Modbus Master μπορεί να επικοινωνεί μέχρι και με 247 Modbus Slaves οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στο ίδιο δίκτυο και έχει ο καθένας την δικιά του μοναδική διεύθυνση επικοινωνίας ή αναγνωριστικό αριθμό σταθμού.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του πρωτοκόλλου Modbus για την μετάδοση σε διαφορετικά είδη δικτύων, οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι παρακάτω:

- **Modbus RTU** για σειριακή επικοινωνία
- **Modbus ASCII** για σειριακή επικοινωνία
- **Modbus TCP** για επικοινωνία με το πρωτόκολλο TCP.
- **Modbus X**, σαν επέκταση του από δικτύου Modbus, κυρίως για σύγχρονα συστήματα SCADA

Αναλόγως του τύπου πρωτοκόλλου ορίζονται και διαφορετικές δομές πακέτων για την αποστολή και μετάδοση μηνυμάτων.

## 1.6.2 Το Πρωτόκολλο Profibus

Το **πρωτόκολλο Profibus (PROcess FIEld BUS)** είναι ένα διεθνές και ευρέως αποδεκτό πρωτόκολλο, το οποίο συναντάται συνήθως σε εποπτικά συστήματα βιομηχανιών μεγάλου μεγέθους. Όπως και το πρωτόκολλο Modbus, πρόκειται για ένα πρωτόκολλο ανοικτού κώδικα, εμπίπτοντας και αυτό, όπως και τα πρωτόκολλα που αναφέρθηκαν παραπάνω, στο μοντέλο 7 επιπέδων του OSI. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η εύκολη και αποδοτική επικοινωνία περιφερειακών συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές. Οριστικοποιήθηκε σαν πρωτόκολλο επικοινωνίας στη Γερμανία ως το **DIN-19245** και αργότερα υπό το European National Standard **EN 50170**. Η ανάπτυξη του ξεκίνησε από την BMFT (Γερμανικό Υπουργείο Έρευνας και Τεχνολογίας) το 1989, σε συνεργασία με έναν μεγάλο αριθμό αυτοκινητοβιομηχανιών, και έπειτα χρησιμοποιήθηκε κυρίως από την εταιρία Siemens ως το βασικό πρωτόκολλο επικοινωνιών. Βασίζεται στο πρωτόκολλο IEC – 61158. Από τεχνικής απόψεως, το πρωτόκολλο Profibus υποστηρίζει μέχρι και 127 κόμβους με μέγιστη απόσταση από άκρο σε άκρο τα 27km κάνοντας χρήση κυρίως οπτικών ινών και αναμεταδοτών. Τα πακέτα μηνυμάτων έχουν μήκος 244 bytes/κόμβο συν 12 bytes overhead, συνολικά

δηλαδή 256 bytes και στηρίζονται στην τεχνική **polling-token passing**. Το Profibus βασίζεται και αυτό στην αρχιτεκτονική **Master-Active/Slave-Passive** ως εξής:

- Οι συσκευές Master ελέγχουν το bus όταν και όποτε τους παραχωρείται το δικαίωμα. Σε αυτήν την κατάσταση μεταφέρουν τα μηνύματα χωρίς να προηγηθεί απομακρυσμένο αίτημα.
- Οι συσκευές Slave είναι περιφερειακές συσκευές όπως λ.χ. αισθητήρες, μετατροπείς κλπ. Επιτρέπεται μόνο να αναγνωρίσουν τη λήψη μηνυμάτων ή να αποστείλουν μήνυμα κατόπιν αιτήματος της Master.

Μπορούμε να χωρίσουμε το πρωτόκολλο Profibus σε 3 βασικές κατηγορίες:

1. **Πρωτόκολλο Profibus DP** (Distributed Peripheral) το οποίο επιτρέπει τη χρήση πολλαπλών Master συσκευών με τις συσκευές Slave να αντιστοιχούν σε καθένα από αυτές. Αυτό σημαίνει πως παρότι όλες οι συσκευές Master έχουν πρόσβαση σε όλες τις Slave, μόνο η κύρια Master (στην οποία αντιστοιχεί η εκάστοτε Slave) έχει τη δυνατότητα να εγγράψει δεδομένα σε αυτή.

2. **Πρωτόκολλο Profibus FMS** (Fielbus Message Specification) το οποίο κάνει χρήση ενός peer – to – peer format και επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των Master με γενικό σύνολο 127 συσκευών πάνω στο bus. Σημείωση πως στο FMS είναι δυνατόν και οι 127 συσκευές να είναι Master.

3. **Πρωτόκολλο Profibus PA**, το οποίο αποτελεί νεότερη γενιά του DP στην οποία τα επίπεδα της τάσης και έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι χαμηλότερα ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ενδογενούς ασφάλειας βιομηχανικών εγκαταστάσεων (Class I, division II).

### 1.6.3 Το Πρωτόκολλο DNP3

Το **πρωτόκολλο DNP3** (*Distributed Network Protocol*) πρόκειται για ένα σύνολο πρωτοκόλλων επικοινωνίας που λαμβάνει χώρα μεταξύ των συσκευών ελέγχου σε ένα εποπτικό βιομηχανικό σύστημα. Αναπτύχθηκε από την εταιρία GE-Harris Canada (γνωστή και ως Westronic, Inc.) το 1990 σαν μία ορθότερη έκδοση του πρωτοκόλλου IEC 60870-5 και δόθηκε προς χρήση στο βιομηχανικό κοινό το 1993. Στις μέρες μας διαδραματίζει βασικό ρόλο στα βιομηχανικά συστήματα SCADA καθώς αποτελεί

πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ των Κεντρικών Σταθμών Ελέγχου, των RTU's και των ευφυών ηλεκτρονικών συσκευών (*Intelligent Electronic Devices - IED's*) που είναι συνδεδεμένα πάνω στο σύστημα. Από τεχνικής πλευράς, το πρωτόκολλο DNP3 ορίζεται κυρίως στο **επίπεδο ζεύξης δεδομένων** (2ο επίπεδο) του μοντέλου αναφοράς OSI. Παρέχει μηχανισμούς πολυπλεξίας και κατακερματισμού των δεδομένων που αποστέλλονται, ελέγχου σφαλμάτων και εγγύησης της ακεραιότητας των δεδομένων (*CRC Check*). Παράλληλα όμως ορίζεται και στα επίπεδα μεταφοράς και εφαρμογής (6ο και 7ο επίπεδο κατά OSI), καθορίζοντας έτσι διάφορες λειτουργίες και δεδομένα για την κατάλληλη επικοινωνία τους με το σύστημα SCADA.



Εικόνα 1.6.3.1 Πρότυπο Πρωτοκόλλου DNP3

Σύμφωνα με το μοντέλο του πρωτοκόλλου DNP3 που παρατίθεται παραπάνω, κάθε πακέτο μπορεί να έχει μέγεθος έως και 16 bytes, αναλόγως με το μέγεθος των δεδομένων που περιέχει. Για να εκκινήσει η αποστολή των δεδομένων από τους τερματικούς σταθμούς (*RTU's*) προς τον Κεντρικό Εποπτικό Σταθμό (*MTU*), θα πρέπει να εδραιωθεί ένας διάυλος επικοινωνίας μεταξύ τους. Αυτό πραγματοποιείται με κατάλληλα πακέτα που αποστέλλονται από τα RTU's προς τον MTU και το αντίθετο (*send - receive messages*), στα πρότυπα της σχέσης master - slave. Η αποστολή των δεδομένων από τα RTU's του συστήματος SCADA προς τον MTU πραγματοποιείται με τον διαχωρισμό των δεδομένων σε **2 βασικές κατηγορίες: τις στατικές δομές** (*data objects*) και τις **δομές γεγονότων** (*event objects*). Οι στατικές δομές περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα τιμή και κατάσταση της συσκευής. Σε αντίθεση, οι δομές γεγονότων παράγονται από μεταβολές στις τιμές των δεδομένων. Οι μεταβολές αυτές με την σειρά τους κατακερματίζονται σε 4 κλάσεις: την κλάση 0 όπου περιέχει όλα τα δεδομένα από τις στατικές δομές και τις κλάσεις 1 – 3 όπου περιέχουν τα δεδομένα από τις δομές γεγονότων που έχουν παραχθεί. Η ανάθεση των δεδομένων στην ανάλογη κλάση γίνεται είτε μέσω ειδικού αλγόριθμου είτε βάση προτεραιότητας των δεδομένων, από την υψηλότερη προς την χαμηλότερη. Όταν κάποιο από τα δεδομένα δεν αντιστοιχηθεί σε κάποια από τις κλάσεις 1 – 3, τότε αυτόματα ανατίθεται στην κλάση 0.



Για να διασφαλιστεί η ακεραιότητα των δεδομένων, τοποθετούνται 2 bytes ελέγχου (CRC) κάθε 16 bytes των αποστέλλομενων δεδομένων. Η ανάγνωση από τον MTU πραγματοποιείται με παρόμοιο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, ο κεντρικός σταθμός, λαμβάνοντας το απεσταλμένο πακέτο, πραγματοποιεί ανάγνωση είτε όλων των πακέτων ταυτόχρονα είτε ξεχωριστά, αναλόγως με την προτεραιότητα που τους έχει τεθεί. Παράλληλα, λόγω της δυνατότητας συγχρονισμού που παρέχει το πρωτόκολλο DNP3, μπορεί να υλοποιηθεί η αποστολή πακέτων ακόμα και από συσκευές όπου λειτουργούν με ασύγχρονο τρόπο επικοινωνίας.

## 1.7 Μέρη Συστήματος & Τηλεχειρισμός

Η τεχνολογία HMI (**Human Machine Interface**), είναι αυτή που ευθύνεται για την επικοινωνία του ανθρώπου & της μηχανής, και μέσω αυτής εξασφαλίζεται η παραγωγικότητα και το βέλτιστο αποτέλεσμα των μηχανών. Τα συστήματα HMI είναι προσαρμοσμένα σε υπολογιστές για επιτήρηση και έλεγχο μέσω προγραμμάτων όπως το WinCC για έλεγχο μηχανημάτων αρχιτεκτονικής SCADA.

Μέσω μια συσκευής HMI ο χειριστής μπορεί να ελέγχει την διαδικασία. Το πακέτο HMI για το σύστημα SCADA περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα σχεδίασης που το προσωπικό μπορεί να αλλάξει τον τρόπο που αυτά τα στοιχεία εκπροσωπούνται στο περιβάλλον.

### 1.7.1 Κεντρική Τερματική Μονάδα (MTU)

Αποτελεί την καρδιά σε ένα σύστημα βιομηχανικού ελέγχου SCADA. Πρόκειται για ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο λαμβάνει τα δεδομένα που αποστέλλονται από τα διάφορα περιφερειακά συστήματα του ελεγκτικού μηχανισμού (αισθητήρες, IED's, RTU's), τα επεξεργάζεται και αποστέλλει τα ανάλογα αποτελέσματα για την ορθή και άρτια διαχείριση του συστήματος.

### 1.7.2 Αισθητήρες και ευφείς συσκευές (IED's)

Πρόκειται για συσκευές όπου μας δίνουν την δυνατότητα ανίχνευσης τυχών αλλαγών και μεταβολών ορισμένων βασικών τιμών που επιθυμούμε να παρακολουθούμε στο

βιομηχανικό μας σύστημα. Παρουσιάζοντας μία γενική έννοια του όρου, σαν αισθητήρα ορίζουμε μία συσκευή όπου μας δίνει την δυνατότητα να ανιχνεύσουμε αλλαγές ή γεγονότα σε κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό που έχουμε ορίσει αυτόματα. Δέχεται ως είσοδο τυχών αλλαγές στην μορφή ή στην ποσότητα του χαρακτηριστικού που έχουμε ορίσει και μας δίνει μία αντίστοιχη έξοδο, πολλές φορές είτε ως ηλεκτρικό είτε ως οπτικό σήμα, μαζί με συγκεκριμένα δεδομένα που αφορούν την μεταβολή αυτή. Σαν εξέλιξη των συσκευών αυτών, οι έξυπνοι αισθητήρες πρόκειται για συσκευές πάνω στις οποίες έχει ολοκληρωθεί τουλάχιστον ένα αισθητήριο στοιχείο και ένα κύκλωμα επεξεργασίας σήματος. Ο όρος ευφυής (smart) διατηρείται για να δηλώσει την επιμέρους ή την ολοκληρωτική ενσωμάτωση της κύριας μονάδας επεξεργασίας, η οποία προσθέτει ευφυΐα στο όλο σύστημα. Ορισμένα παραδείγματα χρήσης αισθητήρων σε βιομηχανικές μονάδες είναι οι αισθητήρες καπνού, υγρασίας καθώς και αισθητήρες ανίχνευσης της κίνησης.

### 1.7.3 Απομακρυσμένες Τερματικές Μονάδες (RTU)

Μία απομακρυσμένη τερματική μονάδα (RTU) αποτελείται από μία υπολογιστική μονάδα, υποκινούμενη από μικροεπεξεργαστές, όπου εγκαθίσταται σε μία απομακρυσμένη τοποθεσία στο ελεγχόμενο περιβάλλον της βιομηχανίας μας. Βασικό του μέλημα είναι η συλλογή δεδομένων από την ελεγχόμενη βιομηχανική μονάδα, η κωδικοποίησή τους σε μορφή εύκολα μεταδιδόμενη καθώς και η μετάδοσή τους, μέσω του βιομηχανικού δικτύου, είτε σε άλλες συσκευές στο δίκτυο, είτε στο κύριο εποπτικό υπολογιστή (MTU) είτε ακόμα και από τον master προς όλο το δίκτυο. Μπορούμε, με άλλα λόγια, να παρομοιάσουμε την σχέση των RTU's με τα MTU's σαν την σχέση master – slave! Τα RTU's είναι υπεύθυνα για την ύπαρξη της διασύνδεσης (τηλεμετρίας) μεταξύ των συσκευών που απαρτίζουν το σύστημα. Γι' αυτόν τον λόγο είναι εξοπλισμένα με κανάλια εισόδου, αναλογικά και ψηφιακά, για την ανίχνευση ή μέτρηση των χαρακτηριστικών που μας αφορούν, κανάλια εξόδου, επίσης αναλογικά και ψηφιακά, για τον έλεγχο και την



επικοινωνία με το δίκτυο, ένδειξη συναγερμού όπως επίσης και ρελέ εξόδου

#### 1.7.4 Τα PLC

Επειδή αναφερθήκαμε αρκετά στα PLC ερχόμαστε να επεξηγήσουμε κάποια πράγματα για αυτά. Το PLC είναι ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής. Πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '60 με σκοπό να αντικαταστήσουν τους ηλεκτρονόμους και να αξιοποιήσουν τις σπουδαίες δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών στη βιομηχανία. Από τις πρώτες εφαρμογές των υπολογιστών στη βιομηχανία ήταν οι αυτόματες εργαλειομηχανές (τόρνοι, φρέζες κτλ.), οι οποίες μέχρι τότε χρησιμοποιούσαν κυρίως μηχανολογικούς και λιγότερο ηλεκτρολογικούς αυτοματισμούς. Η επιτυχημένη αυτή εφαρμογή οδήγησε τους μηχανικούς να αρχίσουν να σκέφτονται την αντικατάσταση όλων των μηχανικών αυτοματισμών ενός εργοστασίου από υπολογιστές. Όμως μέχρι τη δεκαετία του '80 αυτό ήταν αδύνατο, διότι οι υπολογιστές ήταν συσκευές πανάκριβες και δύσκολες στη χρήση. Στις αρχές της δεκαετίας του '80 οι εταιρίες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού εμφανίζουν στους τεχνικούς και μηχανικούς της βιομηχανίας ένα νέο προϊόν αυτοματισμού, το οποίο ονόμασαν PLC. Σήμερα τα PLC έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ σε σχέση με τα πρώτα μοντέλα της δεκαετίας του '80 και ο κλασικός αυτοματισμός με relay τείνει να εκλείψει. Όλες οι καινούριες εγκαταστάσεις αυτοματισμού χρησιμοποιούν PLC.

Ο όρος PLC προκύπτει από τα αρχικά των λέξεων **Programmable Logic Controller** που σημαίνει ότι είναι ένα ψηφιακό ηλεκτρονικό σύστημα σχεδιασμένο για χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον, το οποίο χρησιμοποιεί μια προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση εντολών ώστε να επιτελούνται διάφορες λειτουργίες όπως λογικές, χρονικές, μετρητικές και αριθμητικές πράξεις και να ελέγχονται μέσω αναλογικών και ψηφιακών μονάδων διάφορες μηχανές ή διαδικασίες. Το PLC είναι δηλαδή μία ηλεκτρονική διάταξη που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν ένας πίνακας κλασικού αυτοματισμού. Όπως ο πίνακας αυτοματισμού έτσι και το PLC έχει εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και έναν αλγόριθμο που καθορίζει τους συνδυασμούς εισόδων που παράγουν ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα στις εξόδους.

Τα μειονεκτήματα του πίνακα αυτοματισμού είναι ότι για την εκτέλεση των αυτοματισμών απαιτούνται πολλοί ηλεκτρονόμοι (**relay**), καλωδιώσεις, χρονικά και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές με αποτέλεσμα η διόρθωση βλαβών στα συστήματα αυτά να είναι δύσκολη. Επίσης οι ηλεκτρονόμοι απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για να λειτουργήσουν και αποτελούν κύριο αίτιο ηλεκτρονικού θορύβου.



Τα PLC από την άλλη έχουν το σημαντικό πλεονέκτημα ότι δε χρειάζονται ηλεκτρονόμοι και λοιπές ηλεκτρονικές συσκευές, με αποτέλεσμα να απαιτούν πολύ μικρό χώρο για την εγκατάστασή τους και διαθέτουν πολλή μεγάλη ταχύτητα στην εκτέλεση των εντολών. Σε ένα πίνακα κλασσικού αυτοματισμού ο αλγόριθμος που αποφασίζει ποιος συνδυασμός εισόδων ενεργοποιεί μια ή περισσότερες εξόδους συνιστάται από την καλωδίωση του πίνακα (και άρα παραμένει σταθερός) ενώ στα PLC εξαρτάται κάθε φορά από το πρόγραμμα που είναι αποθηκευμένο στη μνήμη του. Ο αυτοματισμός του PLC μπορεί να αλλάξει αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμά του, χωρίς να αλλάξει η συνδεσμολογία του. Με άλλα λόγια ο αυτοματισμός σε ένα κλασσικό σύστημα αυτοματισμού εξαρτάται από το υλικό (“hardware”) ενώ στο PLC εξαρτάται από το λογισμικό (“software”).

Ένα PLC από κατασκευαστικής πλευράς αποτελείται από την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU), τη μονάδα εισόδων (digital & analog input), τη μονάδα εξόδων (digital & analog output), το τροφοδοτικό(PS) και τις διατάξεις ενδείξεων και χειρισμών. Ο αριθμός εισόδων και εξόδων καθορίζεται σύμφωνα με τις ανάγκες του αυτοματισμού

### 1.7.5 Τύποι συσκευών HMI

Η τεχνολογία HMI επιτρέπει με απλά λόγια την επικοινωνία του ανθρώπου με την μηχανή. Πρόκειται δηλαδή για το όργανο το οποίο παρουσιάζει δεδομένα από κάποια διεργασία σε έναν χειριστή και μέσω αυτής, ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να ελέγξει

και να εποπτεύσει τη διεργασία. Συνήθως συνδέεται με βάσεις δεδομένων του συστήματος SCADA και προγράμματα λογισμικού, με την παροχή διαγνωστικών ελέγχων και πληροφοριών διαχείρισης, όπως η προγραμματισμένη διαδικασία συντήρησης, έχοντας συγκεκριμένες σχηματικές παραστάσεις για ένα συγκεκριμένο αισθητήρα ή μηχανή, καθώς και σύστημα αντιμετώπισης προβλημάτων. Για την ορθότερη και ταχύτερη ανταπόκριση του χειριστή, το σύστημα HMI παρουσιάζει τις πληροφορίες αυτές γραφικά, με τη μορφή μιμικού διαγράμματος. Αυτό σημαίνει ότι ο χειριστής μπορεί να δει μια σχηματική παράσταση της μονάδας που ελέγχεται.

Οι κατηγορίες τέτοιων συσκευών είναι:

- **Push button Panels (PP)**

Με τα PP το μόνο που χρειάζεται είναι μια τετράγωνη τομή στον πίνακα και ένα καλώδιο δικτύου.

Τα PP έχουν μπουτόν και LED, με μεγάλη διάρκεια ζωής, έτοιμες περιοχές για κοινά στοιχεία καθώς και λειτουργίες διαγνωστικών. Τα PP ενσωματώνουν παλμογεννήτρια για flashing των LED όπου χρειαστεί, ενώ παραμετροποιούνται μέσα από μενού από μια οθόνη και ένα πληκτρολόγιο.



Οι συσκευές έχουν την δυνατότητα να εμφανίζουν την πληροφορία σε μορφή κειμένου ή σε μορφή γραφικών ενώ ο χειρισμός τους επιτυγχάνεται από ενσωματωμένα πλήκτρα.

Υπάρχουν 3 βασικές κατηγορίες:

- Text Displays (TD)
- Operator Panels (OP)
- Touch Panels (TP)



## 1.8 Λογισμικά συστημάτων SCADA

Ουσιαστικά ο παρών τίτλος της πτυχιακής εργασίας <<Προγραμματισμός σε γλώσσά SCADA>> θα εξετάσει διάφορες εφαρμογές μέσω γλώσσας προγραμματισμού σε συνδυασμό με λογισμικά υλοποίησης SCADA. Η σχεδίαση εφαρμογών SCADA γίνεται μέσα από διάφορα λογισμικά και θα παραθέσουμε ενδεικτικά κάποια λογισμικά SCADA σε συνδυασμό με τους αντίστοιχους κατασκευαστές.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ
<b>ABB</b>	<b>MicroSCADA</b> <b>SattGraph 5000</b>
<b>ARC</b> <b>Informatique</b>	<b>PcVue</b>
<b>Androit</b> <b>Technologies</b>	<b>Androit</b>
<b>Advantech</b>	<b>Advantech Studio</b>
<b>AFCON</b>	<b>P-CIM</b>
<b>Automation X</b>	<b>Automation X</b>
<b>Ellipse Software</b>	<b>Ellipse SCADA</b>
<b>Gefanut</b>	<b>Cimplicity</b>
<b>Wonderwave</b>	<b>In Touch</b>
<b>WinCC</b>	<b>Siemens</b>
<b>Factorylinx</b>	<b>Siemens</b>
<b>Iconics</b>	<b>Genesis 32</b>
<b>Schneider</b> <b>Electric</b>	<b>CitectSCADA</b>
<b>7-Technologies</b>	<b>IGSS</b>

Πίνακας 1.

Το πλήθος των παραπάνω αναφερόμενων λογισμικών και κατασκευαστών είναι ένα πλήθος ενδεικτικά μόνο της ποσότητας των διαφόρων προγραμμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά με σκοπό να καλυφθούν οι διαρκώς μεταβαλλόμενες και αυξανόμενες απαιτήσεις της βιομηχανίας.

## 1.9 Εφαρμογές συστημάτων SCADA στην καθημερινότητα

Εφαρμογές Συστημάτων SCADA στην καθημερινότητα:

- Δίκτυα ύδρευσης.
- Συστήματα ηλεκτρικών δικτύων και ενεργειακής διαχείρισης.
- Διυλιστήρια πετρελαίου καθώς και διανομή πετρελαίου.
- Μεταφορά και διανομή φυσικού αερίου.

Ουσιαστικά το λογισμικό που χρησιμοποιεί για τις εφαρμογές SCADA στην καθημερινότητα που προαναφέραμε θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Το σύστημα να είναι έτσι διαμορφωμένο ώστε τα πιθανά σφάλματα να μην οδηγούν σε κατάρρευση του επί του συνόλου, και να μπορεί να ανταποκρίνεται σε κακόβουλες επιθέσεις.
- Να χαρακτηρίζεται από ασφάλεια κατά τη διάρκεια λειτουργίας του και να ελέγχεται για την ομαλή του λειτουργία.
- Και τέλος θα πρέπει να είναι εύχρηστο δηλαδή να συνδυάζει απλοϊκότητα χρήσης ως προς το χρήστη, δηλαδή αμεσότητα ως προς το χειρισμό και τις διαδικασίες που θέλει να εκτελέσει καθώς και να υπάρχει δυνατότητα διασύνδεσης των συστημάτων.

Πιο συγκεκριμένα :

- Να ελέγχονται οι διεργασίες.

- Να υπάρχει γραφική απεικόνιση των διεργασιών, έτσι ώστε να απεικονίζονται τα τμήματα της διεργασίας.
- Να υπάρχει εποπτεία και καταγραφή των συμβάντων, δηλαδή δημιουργία ιστορικού.
- Να γίνεται ανάλυση δεδομένων και να ειδοποιείται το προσωπικό σε περιπτώσεις σφάλματος.
- Να υπάρχει υποστήριξη από διάφορες γλώσσες προγραμματισμού όπως VB, C++ καθώς και αποθήκευση πληροφοριών σε βάσεις δεδομένων.
- Και τέλος έλεγχο των χειριστών στα διάφορα μέρη του συστήματος SCADA.

## 1.10 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Συστημάτων SCADA

Όπως όλα τα συστήματα έτσι και τα SCADA χαρακτηρίζονται από κάποια θετικά και κάποια αρνητικά στοιχεία. Μιλάμε δηλαδή για τη χρησιμότητα του αλλά και τις δυσκολίες τους. Παρακάτω θα αναφερθούμε αναλυτικά στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους.

### 1.10.1 Πλεονεκτήματα

Για να χαρακτηριστεί άρτια και απροβλημάτιστη η λειτουργία σε έναν βιομηχανικό οργανισμό, είναι απαραίτητη η πραγματοποίηση του βέλτιστου χειρισμού, με την βοήθεια των διάφορων μηχανικών μέσων, των ροών ενέργειας και υλών μέσω της παρακολούθησης της ροής πληροφορίας. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος απαιτείται συνήθως να γίνει ένας συμβιβασμός μεταξύ κάποιων οικονομικών και ποιοτικών παραγόντων που θα οδηγήσει σε κάποια άλλα οφέλη. Οφέλη βεβαίως τα οποία μπορούν να διαρθρωθούν σε πολλά επίπεδα τόσο για τον ανθρώπινο παράγοντα όσο και για την παραγωγική διαδικασία. Ορισμένα ενδεικτικά οφέλη που αφορούν κυρίως την παραγωγική διαδικασία αναφέρονται παρακάτω.



- Αύξηση της παραγωγής λόγω αξιοποίησης όλων των παρεχόμενων πόρων στο μέγιστο δυνατό βαθμό, π.χ. λειτουργώντας τη βιομηχανική μονάδα στα ανώτερα όριά της.
- Μείωση του κόστους της παραγωγικής διαδικασίας ανά μονάδα προϊόντος λόγω βέλτιστης χρήσης των εσωτερικών πηγών ενέργειας και μείωσης του κόστους εργασίας .
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων που παράγονται χάρις την δυνατότητα να διατηρούνται οι συνθήκες λειτουργίας μέσα σε στενά όρια ανοχών καθώς επίσης διότι τα σφάλματα πλέον μπορούν να εντοπίζονται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης των επιμέρους μηχανών .
- Ευελιξία παραγωγής κάτω από συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες αγοράς .
- Παρακολούθηση της διαδικασίας παραγωγής, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η εξομάλυνσή της και η μέγιστη απόδοση της βιομηχανικής μονάδας.
- Αύξηση της επικοινωνίας μεταξύ των επιπέδων της βιομηχανικής μονάδας, και κυρίως μεταξύ της διοίκησης και της παραγωγής .
- Δυνατότητα στο προσωπικό να λαμβάνει αποφάσεις μετά από πληρέστερη ενημέρωση, ώστε να εκπληρώνει τις υποχρεώσεις του με μεγαλύτερη επιτυχία .
- Γρηγορότερος εντοπισμός και αντιμετώπιση σφαλμάτων, που εκτός από την βελτίωση της απόδοσης προσφέρει και μείωση του κόστους συντήρησης .

Κάνοντας μία εκτενής αναφορά σε μερικά πρακτικά παραδείγματα που παρουσιάζουν το όφελος της χρήσης των συστημάτων SCADA στην παραγωγική διαδικασία μπορούμε να αναφέρουμε ότι:

- Παρέχεται η δυνατότητα στη διοίκηση και τους μηχανικούς να προβάλουν πληροφορίες στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή τους, είτε η πηγή των δεδομένων βρίσκεται κοντά τους είτε μίλια μακριά.
- Αυξάνεται η ικανότητα της πλήρους παραμετροποίηση του εποπτικού συστήματος κατ' ανάγκη του χρήστη, με την βοήθεια χιλιάδων περιφερειακών

συσκευών μέτρησης και ελέγχου, όπου μπορούν να ενσωματωθούν στο σύστημα άμεσα και χωρίς επιπλέον κόστος.

- Οι χειριστές μπορούν να χρησιμοποιούν οθόνες PC's που τρέχουν Microsoft Windows για να εποπτεύουν ή και να ελέγχουν τον εξοπλισμό, μέσω εύχρηστων GUI's (**Graphical User Interfaces** – Γραφικά Περιβάλλοντα Χρήσης).
- Οι ενημερώσεις κρίσιμων καταστάσεων (**Alarms**) μπορούν να γίνονται με ηχογραφημένα μηνύματα τα οποία μπορούν να εκπέμπονται αυτόματα μέσω τηλεφώνων, ασυρμάτων, δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών κτλ.
- Ο οποιοσδήποτε χειριστής μπορεί πλέον να αποθηκεύσει μεγαλύτερο όγκο καθώς και να ανακτήσει «ιστορικά» δεδομένων, για περαιτέρω συγκρίσεις, συμπεράσματα ή διάγνωση σφαλμάτων.
- Ο απομακρυσμένος εξοπλισμός μπορεί να ρυθμιστεί από απόσταση, χωρίς την φυσική παρουσία του χρήστη στον χώρο.
- Ο χειριστής είναι πλέον σε θέση να ενσωματώνει σε πραγματικό χρόνο (**real time**) δεδομένα και μετρήσεις στο εποπτικό σύστημα.
- Επιτρέπεται η χρήση φθηνών και εύχρηστων προσωπικών υπολογιστών ως τερματικές συσκευές. Οι υπολογιστές αυτοί είναι πιο εύκολο και οικονομικό να αναβαθμιστούν ή να υποστούν μετατροπές από ότι ο εξειδικευμένος εξοπλισμός.
- Παράλληλα, επιτρέπεται η χρήση σύγχρονων και συνηθισμένων πρωτοκόλλων και υλικών δικτύων, που είναι επίσης εύκολο και οικονομικό να αναβαθμιστούν, να προσαρμοστούν ή να αντικατασταθούν. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η αξιόπιστη δικτυακή επικοινωνία μεταξύ υλικού διαφορετικών κατασκευαστών.
- Η ύπαρξη τεχνικής υποστήριξης και συντήρησης του συστήματος από τον προμηθευτή του.

### 1.10.2 Μειονεκτήματα

Η διασύνδεση των συστημάτων SCADA στον εποπτικό μηχανισμό μίας βιομηχανικής μονάδος σαφώς και μπορεί να μας δώσει άπειρες λύσεις στην διαχείριση του ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας. Ταυτόχρονα όμως, εμφανίζει αρκετά προβλήματα κατά την

ενσωμάτωσή τους σε αρκετές σύγχρονες βιομηχανίες. Ενδεικτικά, τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν τα συστήματα αυτά είναι:

- Κατασκευαστικά, τα συστήματα SCADA μπορούν να χαρακτηριστούν ως **πολύπλοκα, κοστοβόρα** και αρκετά **απαιτητικά** από πλευράς υλικών. Οι βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρονικών ειδών είναι αναγκασμένες σε έναν ατέρμονο κύκλο αναβάθμισης των παραγόμενων συσκευών για να είναι σε θέση να ακολουθήσουν την συνεχόμενη εξέλιξη των συστημάτων.
- Ο χειριστής έχει την δυνατότητα να παρέμβει στην λειτουργία ορισμένων περιφερειακών συσκευών.
- Σε βιομηχανικές μονάδες μεγάλης έκτασης απαιτούνται πολύπλοκες συνδέσεις όπου ορισμένες φορές είναι δύσκολο να υλοποιηθούν.
- Λόγω της πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζει τα συστήματα, είναι απαραίτητη η παρουσία ανθρώπινου δυναμικού με πολλές και εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις όπως αναλυτής συστήματος ή προγραμματιστής αισθητήρων.
- Τα σύγχρονα εποπτικά συστήματα εμφανίζουν αρκετά κενά ασφαλείας λόγω της ύπαρξης του internet ως μέσω επικοινωνίας και διασύνδεσης μεταξύ των συσκευών, δίνοντας έτσι την δυνατότητα υποκλοπής και παραποίησης της παραγωγικής διαδικασίας.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω στοιχεία εναποθέτουμε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρει περιληπτικά τα συν και τα πλην των συστημάτων SCADA.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Προβολή και διαχείριση δεδομένων απ' όπου και αν βρίσκεσαι .</li> <li>✓ Πλήρη παραμετροποίηση συστήματος.</li> <li>✓ Εύχρηστος χειρισμός μέσω GUI.</li> <li>✓ Άμεση ενημέρωση alarms</li> <li>✓ Μεγαλύτερη δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Πολύπλοκα, κοστοβόρα και απαιτητικά.</li> <li>✗ Διαρκή αναβάθμιση περιφερειακών συσκευών.</li> <li>✗ Παρέμβαση σε περιορισμένες συσκευές ελέγχου.</li> <li>✗ Εγκαταστάσεις με δύσκολη υλοποίηση.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Δυνατότητα ανάκτησης ιστορικού.</li> <li>✓ Απομακρυσμένος προγραμματισμός συστήματος.</li> <li>✓ Καταγραφή και ενσωμάτωση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.</li> <li>✓ Χρήση PC's σαν τερματικές συσκευές.</li> <li>✓ Δικτύωση μέσω σύγχρονων πρωτοκόλλων και υλικών.</li> <li>✓ Εύκολη τεχνική υποστήριξη .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✘ Παρουσία ανθρωπίνου δυναμικού με εξειδικευμένες γνώσεις.</li> <li>✘ Αρκετά κενά ασφαλείας λόγω διασύνδεσης μέσω internet.</li> </ul>
---	---

### 1.11 Ασφάλεια στα SCADA

Στο πρώιμο στάδιο δημιουργίας τους, τα συστήματα SCADA δεν χρειαζόταν να ενσωματώνουν προστασία από εξωτερικούς παράγοντες. Ο λόγος ήταν ότι ελάχιστοι γνωρίζανε τα συστήματα SCADA, πάρα μόνον οι προγραμματιστές και οι διαχειριστές τους. Στη σημερινή εποχή όμως τα εποπτικά συστήματα αποτελούν κύριο στόχο επιθέσεων και κακόβουλων ενεργειών σε μία βιομηχανική μονάδα. Η μετάβαση από τα ιδιωτικά δίκτυα σε μία πιο τυποποιημένη και ανοικτή λύση, παράλληλα με την αύξηση των συζεύξεων των συστημάτων SCADA στα διάφορα εταιρικά δίκτυα, μεταξύ αυτών και του διαδικτύου, μπορεί μεν να έχει δημιουργήσει καλύτερες συνθήκες ενσωμάτωσης διαφορετικών συστημάτων και συσκευών σε μία βιομηχανική μονάδα, αλλά έχει καταστήσει τα βιομηχανικά συστήματα πιο ευάλωτα αυξάνοντας τον κίνδυνο δικτυακών επιθέσεων από τρίτους. Ανατρέχοντας στην ιστορία, την 1η Οκτωβρίου 2003, ο Robert F. Dacey, Διευθυντής για Ζητήματα Ασφάλειας Πληροφοριών στο Γενικό Λογιστήριο του Κράτους (*General Accounting Office - GAO*), κατά την διάρκεια της κατάθεσής του ενώπιον της Υποεπιτροπής Τεχνολογίας, Πολιτικής Πληροφόρησης και Διακυβερνητικών Σχέσεων των Η.Π.Α ανέφερε:

*«Για αρκετά χρόνια, κίνδυνοι ασφαλείας έχουν αναφερθεί σε συστήματα ελέγχου, στα οποία βασίζονται πολλές από τις κρίσιμες υποδομές της χώρας για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των διαδικασιών αρκετών ευαίσθητων λειτουργιών της χώρας. Πέραν των γενικών κυβερνοαπειλών, οι οποίες έχουν μία σταθερά αυξανόμενη τροχιά, διάφοροι άλλοι*

παράγοντες έχουν συμβάλει στην κλιμάκωση των κινδύνων που σχετίζονται με τα συστήματα ελέγχου, συμπεριλαμβανομένης (1) της έγκρισης τυποποιημένων τεχνολογιών με γνωστά θέματα ευπάθειας, (2) της σύνδεσης των συστημάτων ελέγχου σε άλλα δίκτυα, (3) των περιορισμών που τέθηκαν σχετικά με τη χρήση των υφιστάμενων τεχνολογιών και πρακτικών ασφάλειας, (4) των μη ασφαλών απομακρυσμένων συνδέσεων και (5) την ευρεία διαθεσιμότητα των τεχνικών πληροφοριών σχετικά με τα συστήματα ελέγχου»

Με λίγα λόγια, οι υπεύθυνοι ασφάλειας των συστημάτων SCADA στις βιομηχανικές μονάδες θα πρέπει να επικεντρωθούν στα παρακάτω ζητήματα:

- Την έλλειψη ενδιαφέροντος για την ασφάλεια και τον έλεγχο ταυτότητας στο σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη λειτουργία ορισμένων δικτύων SCADA που βρίσκονται ήδη εν λειτουργία .
- Την πεποίθηση ότι τα συστήματα SCADA υπερτερούν σε θέματα ασφάλειας λόγω της χρήσης εξειδικευμένων πρωτοκόλλων επικοινωνίας και ιδιωτικών διεπαφών σύνδεσης .
- Την πεποίθηση ότι ορισμένα παλαιότερα συστήματα SCADA δεν διατρέχουν κίνδυνο υποκλοπής λόγω της μη ύπαρξης του διαδικτύου ως μέσω επικοινωνίας.

Στο επιχειρησιακό περιβάλλον του σήμερα, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες παραγράφους, όλα τα συστήματα εσωτερικής λειτουργίας μίας βιομηχανίας, συμπεριλαμβανομένου και του εποπτικού συστήματος SCADA, συνδέονται με δίκτυα όπου στηρίζονται σε **πρωτόκολλα επικοινωνίας TCP/IP**. Η δικτύωση των περιφερειακών συσκευών ενός συστήματος SCADA (*PLC's, IED's, RTU's*), όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, επιτυγχάνεται μέσω διαφορετικών πρωτοκόλλων όπως τα **Modbus, IEC – 60870 - 5** και **DNP3**. Όμως η διασύνδεση των συσκευών αυτών με τους τερματικούς σταθμούς γίνεται συνήθως μέσω τηλεφωνικών γραμμών, μισθωμένων δικτύων, δορυφορικών συνδέσεων, ακόμα και μέσω ραδιοσυχνοτήτων, δημιουργώντας έτσι μία ψευδή αίσθηση ασφάλειας, από την στιγμή που οι τερματικές συσκευές δεν είναι συνδεδεμένες στο ίδιο δίκτυο.

## 1.12 Το Μέλλον των SCADA

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες που υλοποιήθηκαν πάνω στο θέμα, οι εταιρείες σχεδίασης λογισμικών SCADA κυκλοφορούν συνήθως μια σημαντική έκδοση λογισμικού, με το πολύ δύο πρόσθετες δευτερεύουσες εκδόσεις το χρόνο. Η ταχύτατη εξέλιξη των συστημάτων αυτών έγκειται στο γεγονός ότι πρέπει να εκμεταλλευτούν τις νέες ευκαιρίες αγοράς, για να καλύψουν τις νέες απαιτήσεις των πελατών τους και τις νέες τεχνολογίες. Δεδομένου ότι οι ανάγκες των βιομηχανιών αυξάνονται, οι νέες εκδόσεις SCADA έχουν ως σκοπό να χειριστούν τις συσκευές όπως και ολόκληρα τα συστήματα ως πλήρεις οντότητες (*classes*) που τοποθετούν όλες τις συγκεκριμένες ιδιότητες και τη λειτουργία τους σε αυτά. Επιπλέον, θα υποστηρίζουν την ανάπτυξη πολύ-ομάδων (*multi team development*). Οι μελλοντικές τάσεις είναι τόσο το λογισμικό των PLC όσο και το λογισμικό HMI/SCADA να ενοποιηθούν και να θεωρούνται έως ένα πλήρες και ενοποιημένο πακέτο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## 2.1 Εγκατάσταση SIMATIC WinCC flexible 2008

Για την εκπόνηση της εργασίας μας χρειαζόταν να γίνει εγκατάσταση του λογισμικού SIMATIC WinCC flexible σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, αναλαμβάνοντας τον ρόλο του HMI. Πρόκειται για απαραίτητο εργαλείο ώστε να αναπτύξουμε τις πειραματικές εφαρμογές που αναλύονται στα παρακάτω κεφάλαια. Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας μας θα δείξουμε αναλυτικά πως εγκαταστήσαμε το πρόγραμμα σε Windows 2007. Ο συνολικός χρόνος εγκατάστασης υπολογίζεται περίπου στα 25' με 35' (λεπτά). Για την εγκατάσταση του SIMATIC WinCC χρησιμοποιήθηκε ένας εικονικός ηλεκτρονικός υπολογιστής με χαρακτηριστικά τα οποία αναγράφονται παρακάτω:

- Επεξεργαστική ισχύς (CPU) 1,8MHz Dual Core
- Μνήμη RAM 2GB
- Σκληρός δίσκος HDD 100GB
- Λογισμικό Window 7 Home Edition 32bit.

## 2.2 Στάδια εγκατάστασης

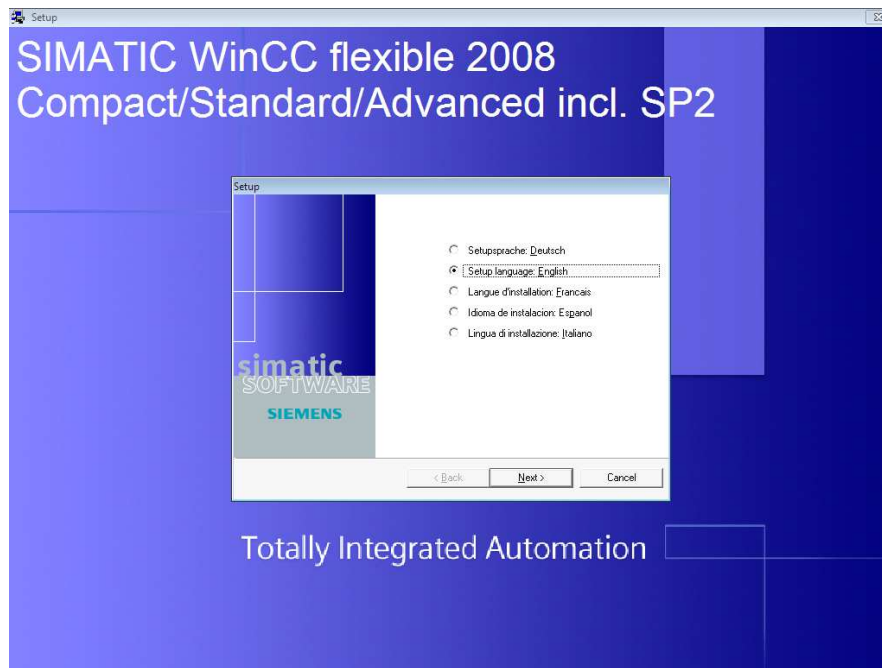
Τοποθετώντας το DVD με το πρόγραμμα μας εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο υποδοχής.



Εικόνα 2.1 Παράθυρο υποδοχής

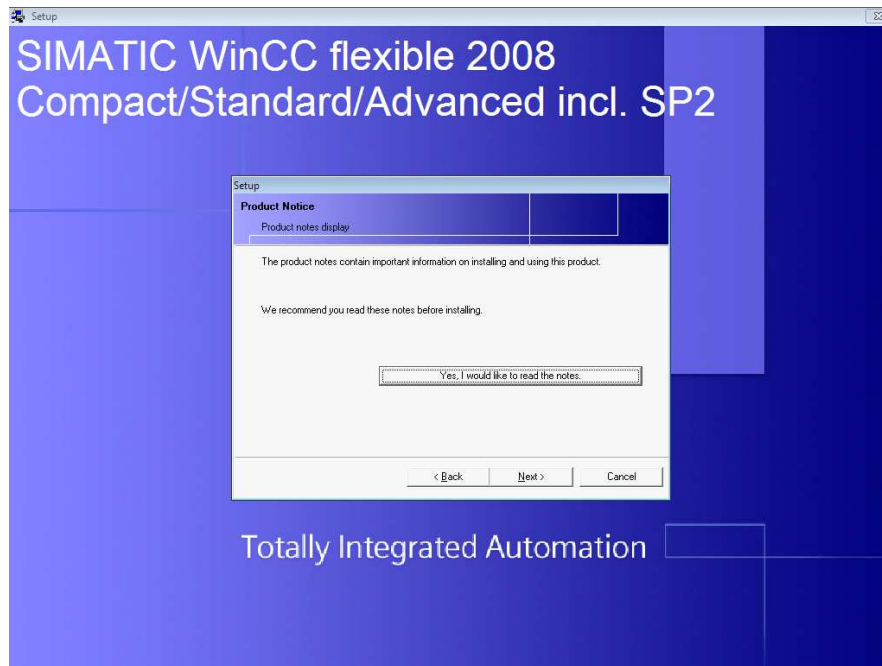


Μετά από λίγα δευτερόλεπτα εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο επιλογής γλώσσας για την εγκατάσταση και επιλέγουμε την γλώσσα που επιθυμούμε. Σε αυτό το σημείο να τονίσουμε ότι δεν υπάρχουν Ελληνικά και επιλέξαμε τα Αγγλικά. Αφού κάνουμε αριστερό “κλικ” στη γλώσσα που επιθυμούμε πατάμε το κουμπί με ετικέτα “Next”.



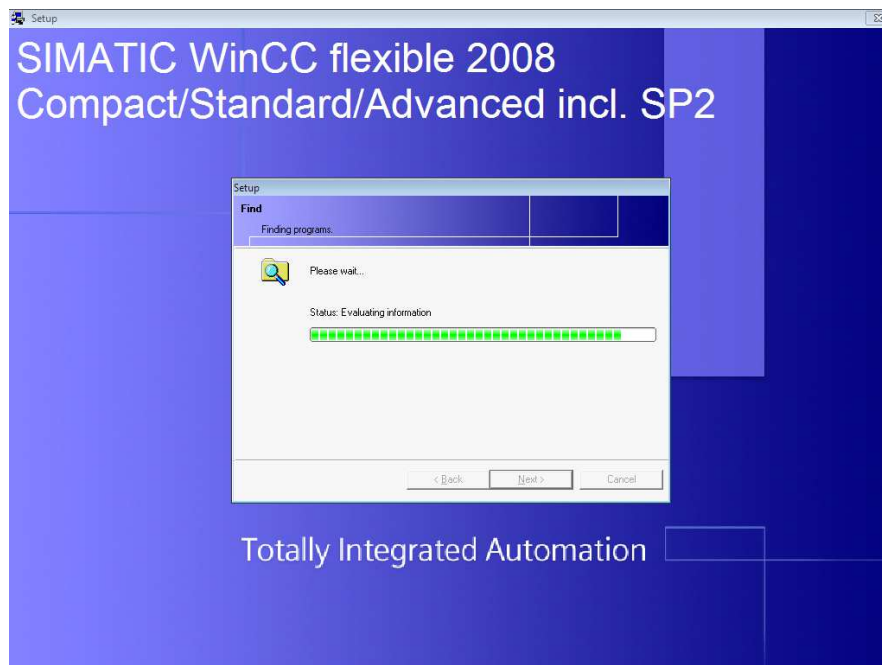
Εικόνα 2.2 Επιλογή Γλώσσας για την εγκατάσταση

Μετά από αυτό το βήμα, μας εμφανίζει ένα παράθυρο που αναφέρεται σε σημειώσεις σχετικά με τα δικαιώματα και τις δυνατότητες του προγράμματος. Μπορούμε να τις διαβάσουμε πατώντας πάνω στην επιλογή “Yes, I would like to read the notes” ή να τις παραβλέψουμε προχωρώντας κατευθείαν στο επόμενο βήμα πατώντας “Next”.

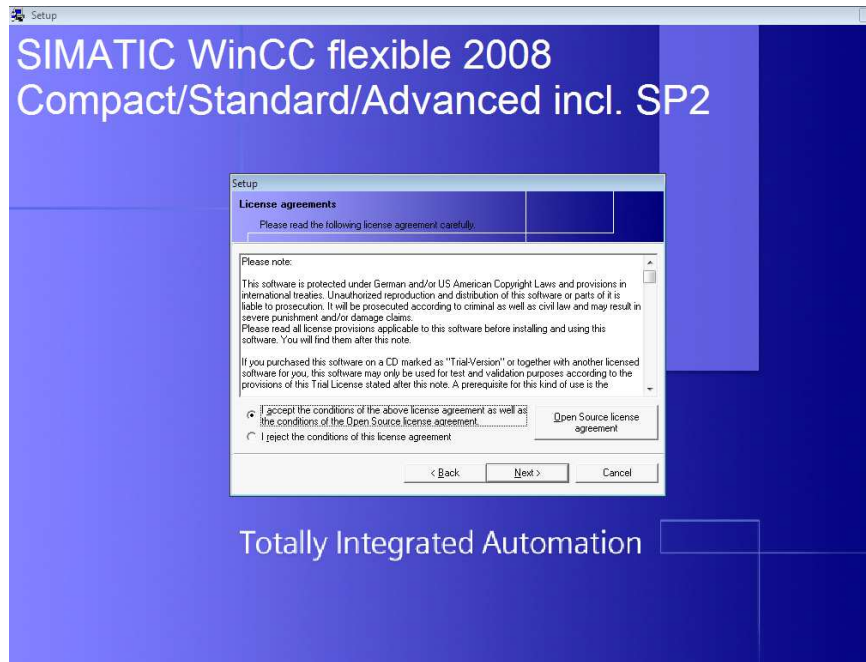


Εικόνα 2.3

Στη συνέχεια το πρόγραμμά μας αναλύει και επεξεργάζεται τις δυνατότητες του συστήματός μας για να εξακριβώσει αν είναι κατάλληλο για την εγκατάσταση του λογισμικού .



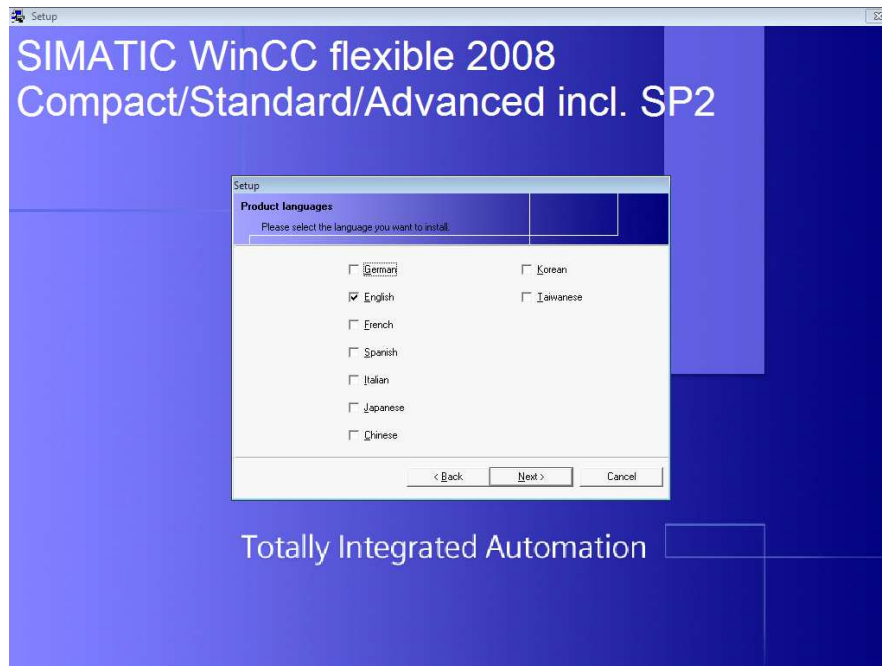
Εικόνα 2.4



Εικόνα 2.5 Αποδοχή όρων

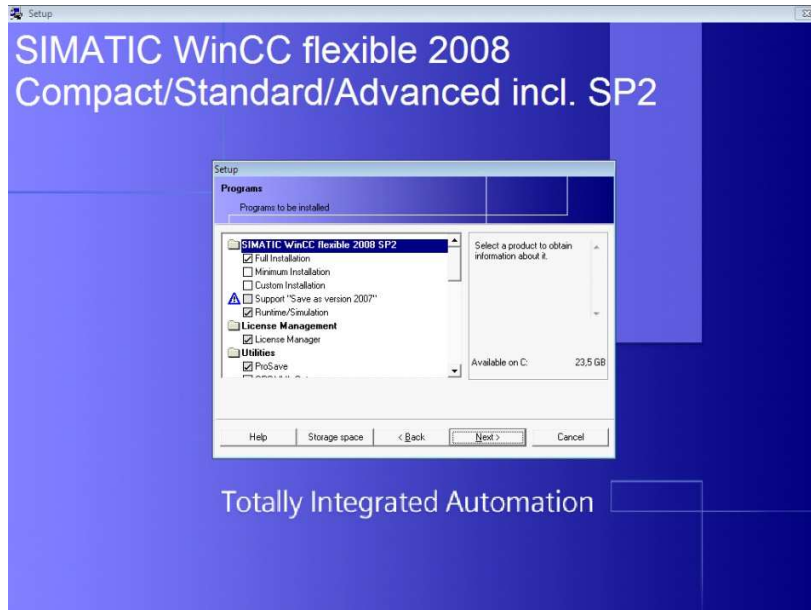
Μόλις τελειώσει ο έλεγχος και αν οι δυνατότητες του συστήματος επαρκούν, μας εμφανίζει ένα παράθυρο όπου αναλύονται οι κανονισμοί και τα δικαιώματα που έχει το λογισμικό SIMATIC WinCC. Για να συνεχίσουμε την εγκατάσταση, θα πρέπει να “τικάρουμε” τον πρώτο κύκλο που βρίσκεται στο κάτω αριστερά μέρος του παραθύρου (I accept the conditions of the above license...), συμφωνώντας έτσι με τους όρους χρήσης. Στη συνέχεια πατάμε “Next” για να συνεχίσουμε.

Συνεχίζοντας μπαίνουμε στο κυρίως κομμάτι της εγκατάστασης. Στο τρέχον παράθυρο εμφανίζονται οι **επιλογές γλώσσας** για το πρόγραμμά μας. Έχουμε επιλέξει μόνο την **Αγγλική γλώσσα**.



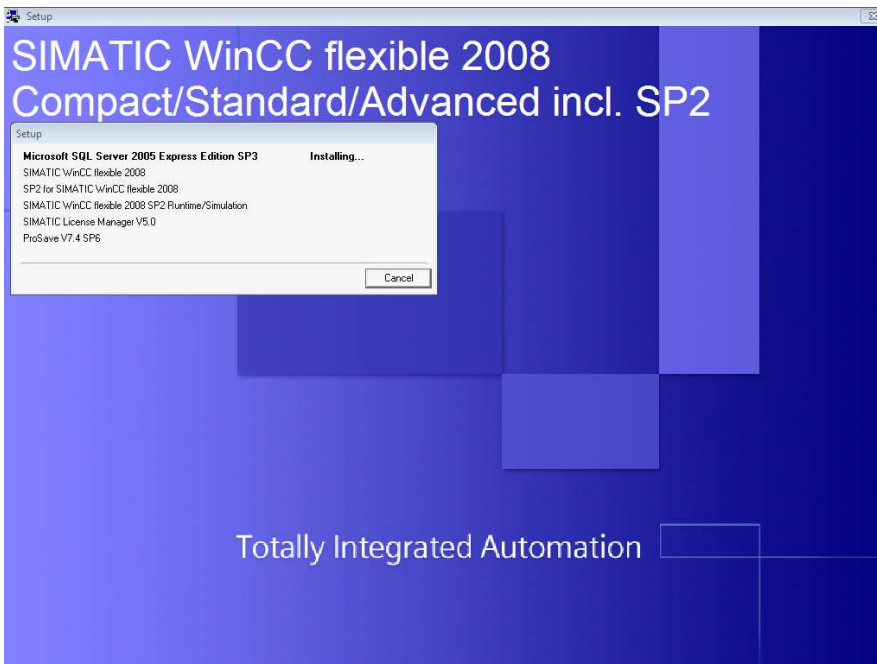
Εικόνα 2.6 Επιλογή Γλώσσας Προγράμματος

Στη συνέχεια εμφανίζεται παράθυρο με τις εκδόσεις και τα πακέτα του προγράμματος. Επιλέγουμε την έκδοση SIMATIC WinCC flexible 2008 SP2 και βλέπουμε ότι είναι επιλεγμένα η full εγκατάσταση και το Runtime/Simulation. Έχουμε δηλαδή την πλήρη έκδοση και προσομοιωτή για να τρέχουμε τα παραδείγματα που κάνουμε. Γενικά βλέπουμε τι περιέχει το πακέτο που επιλέξαμε.



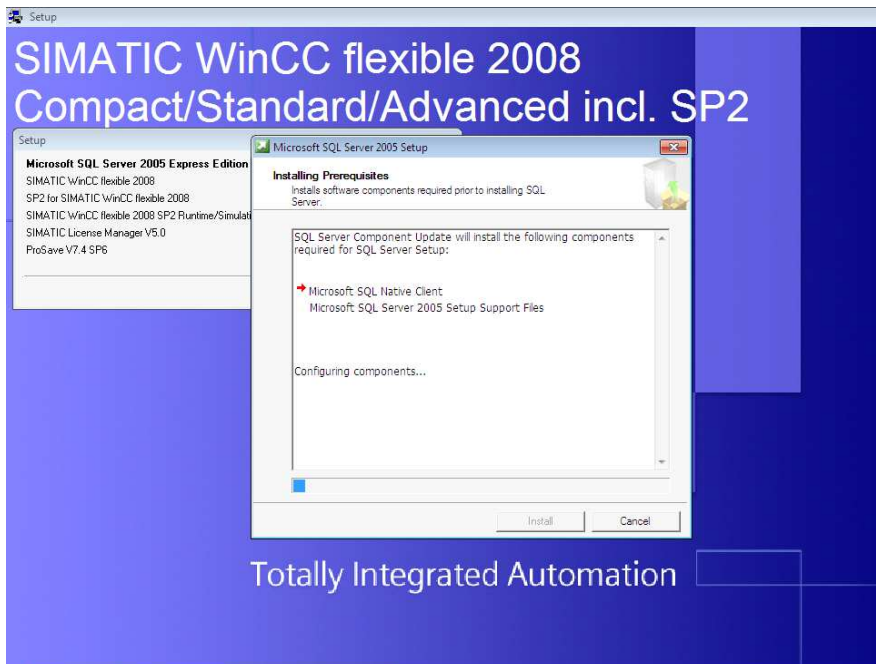
Εικόνα 2.7 Επιλογή Πακέτων

Ακολουθεί παράθυρο εγκατάστασης του Microsoft SQL Server 2005 και περιμένουμε να τελειώσει η διαδικασία.

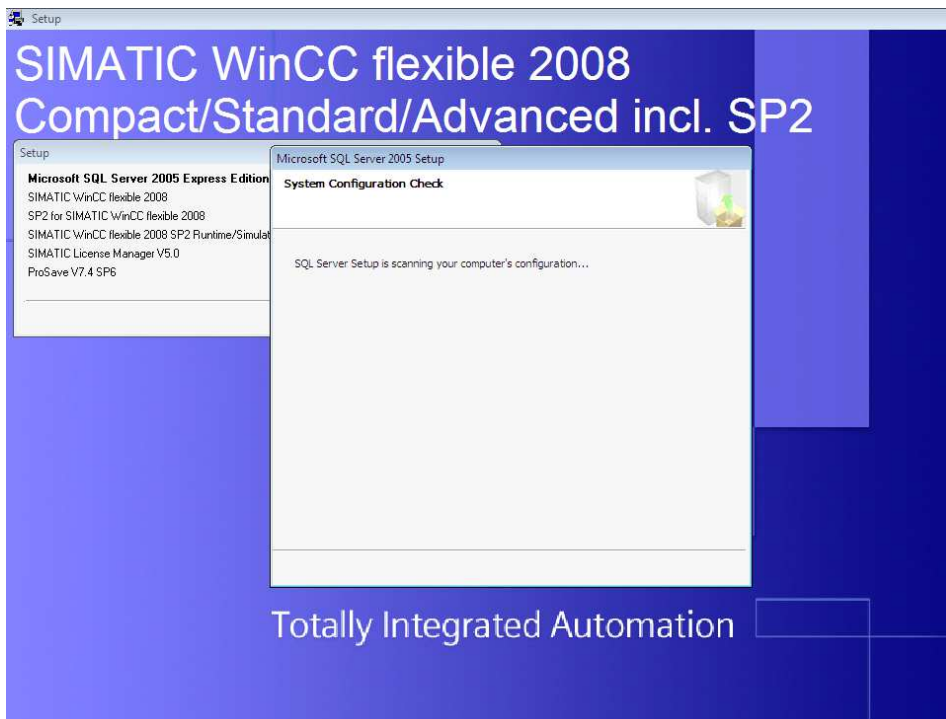


Εικόνα 2.8 Εγκατάσταση Microsoft SQL Server 2005 Express Edition SP3

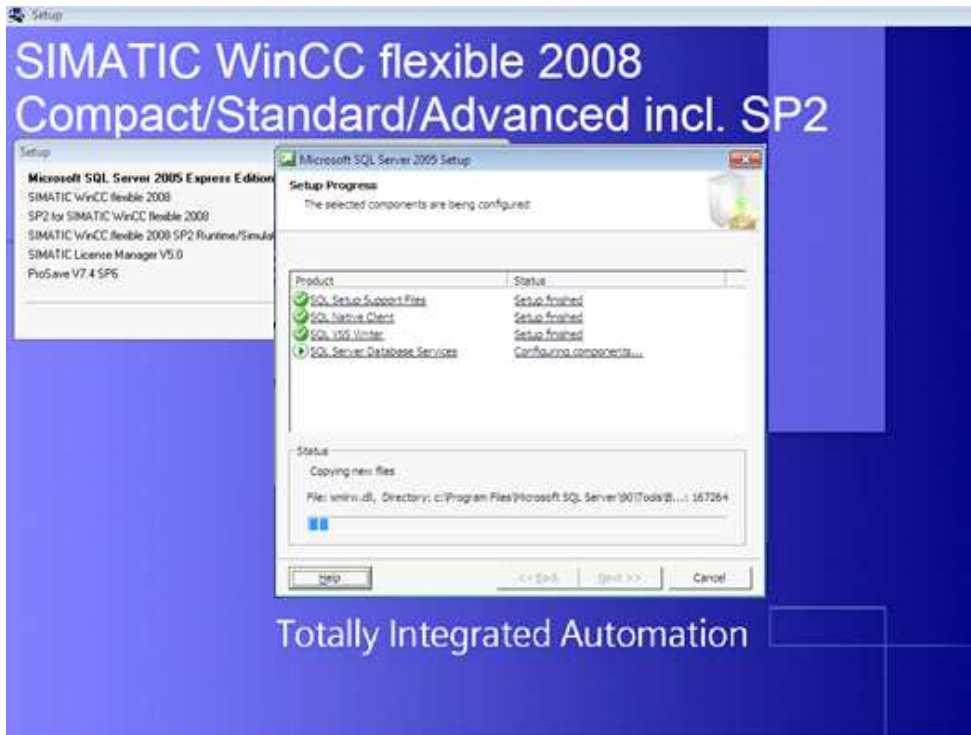
Οι επόμενες εικόνες δείχνουν την πορεία εγκατάστασης.



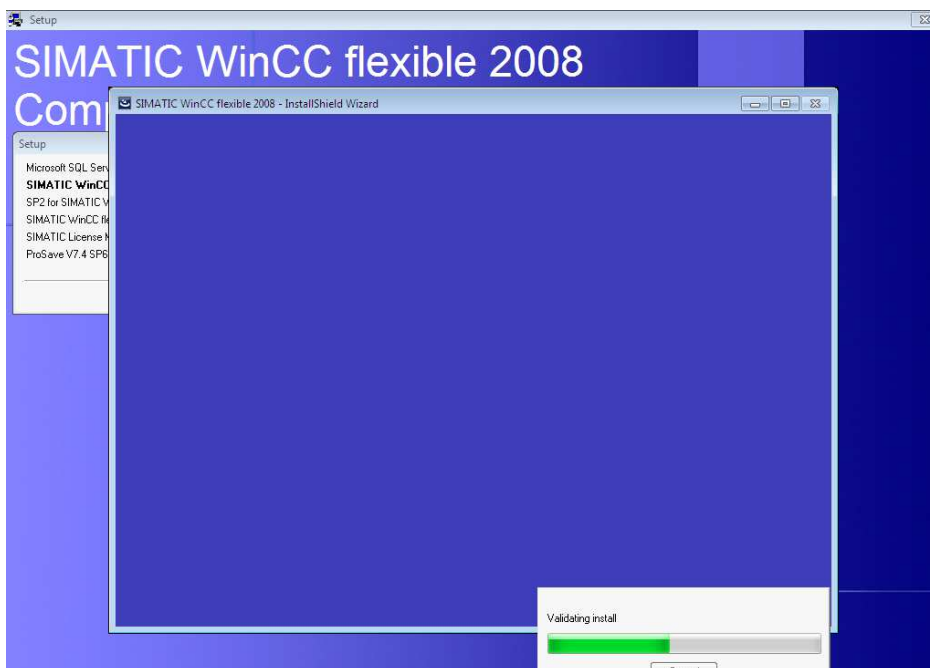
Εικόνα 2.9



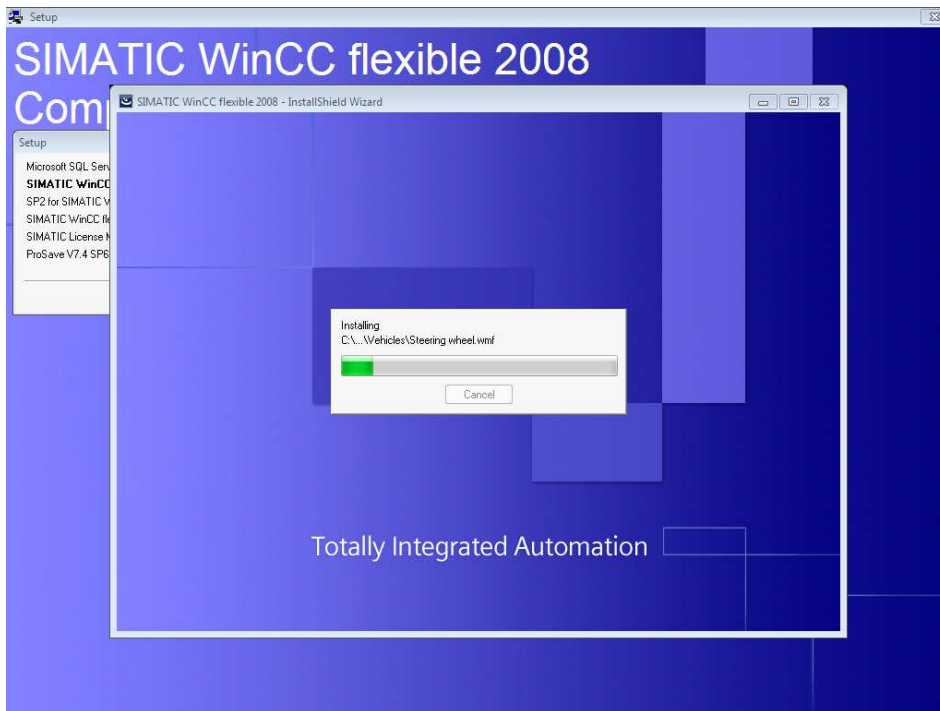
Εικόνα 2.10



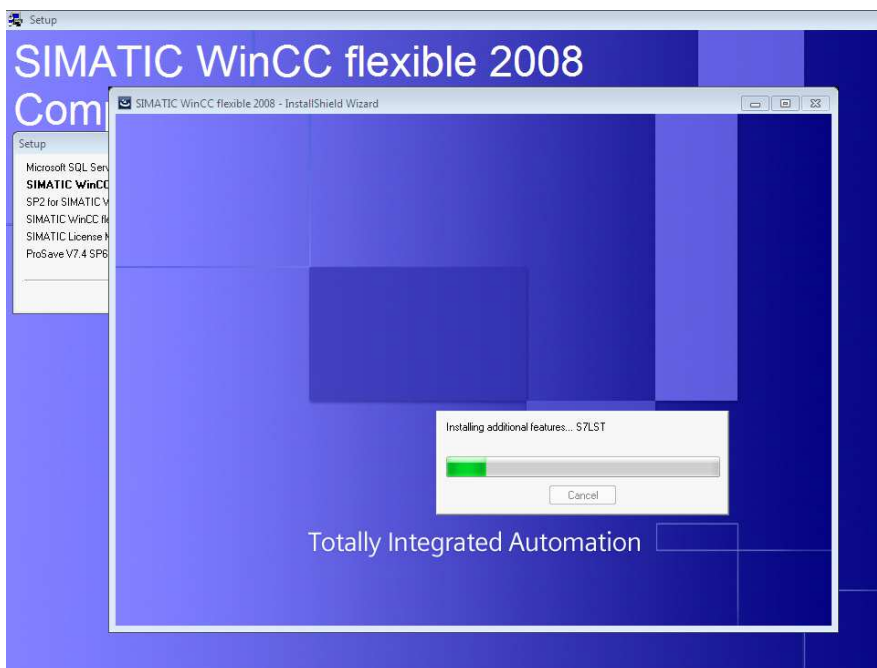
Εικόνα 2.11



Εικόνα 2.12 Εγκατάσταση SIMATIC WinCC flexible 2008

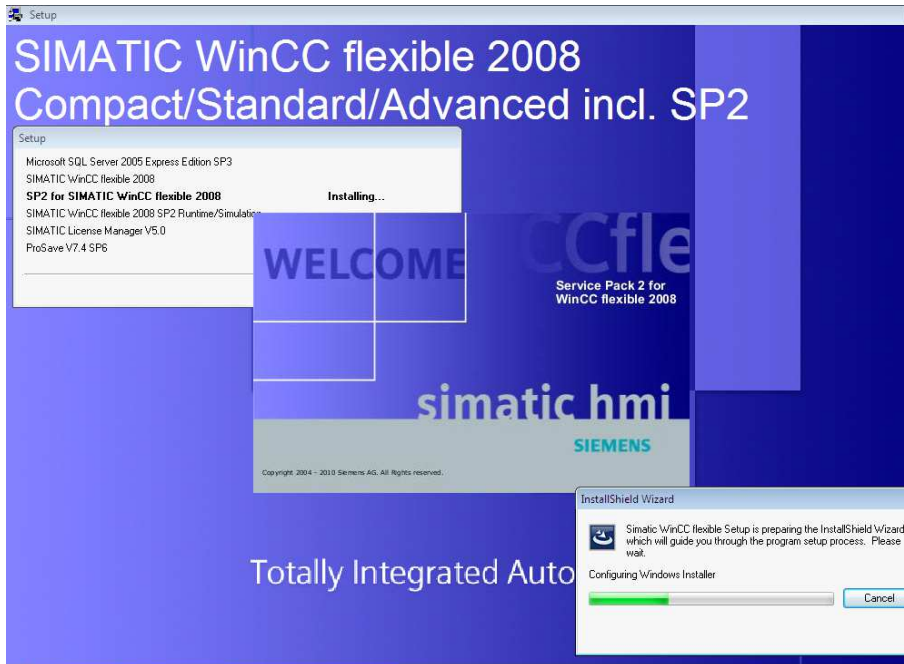


Εικόνα 2.14

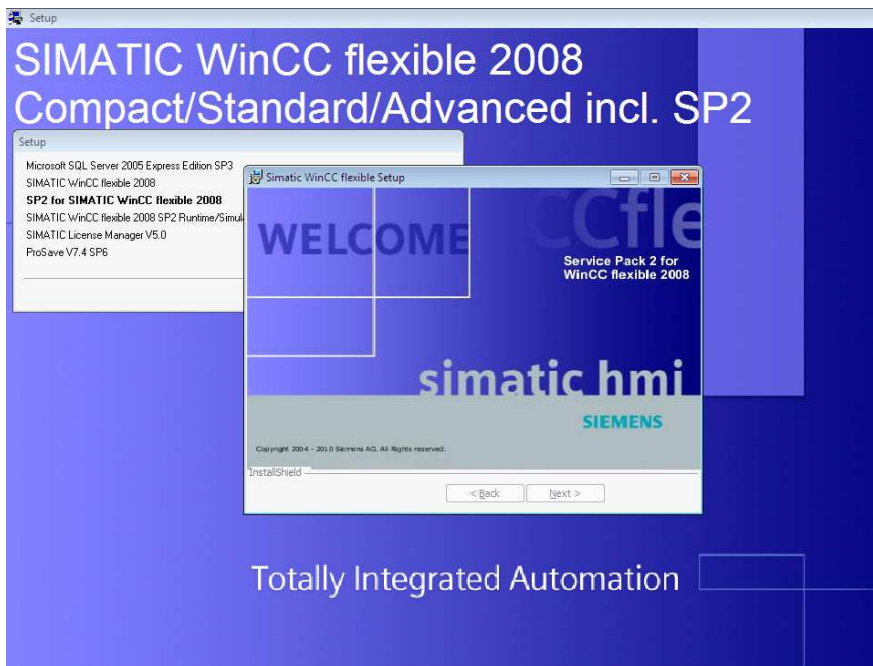


Εικόνα 2.15

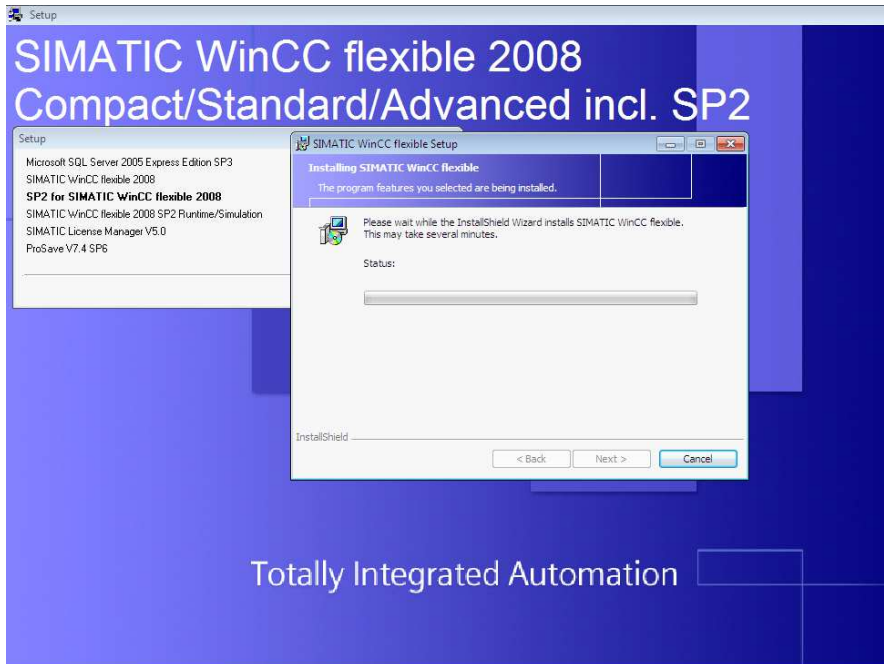




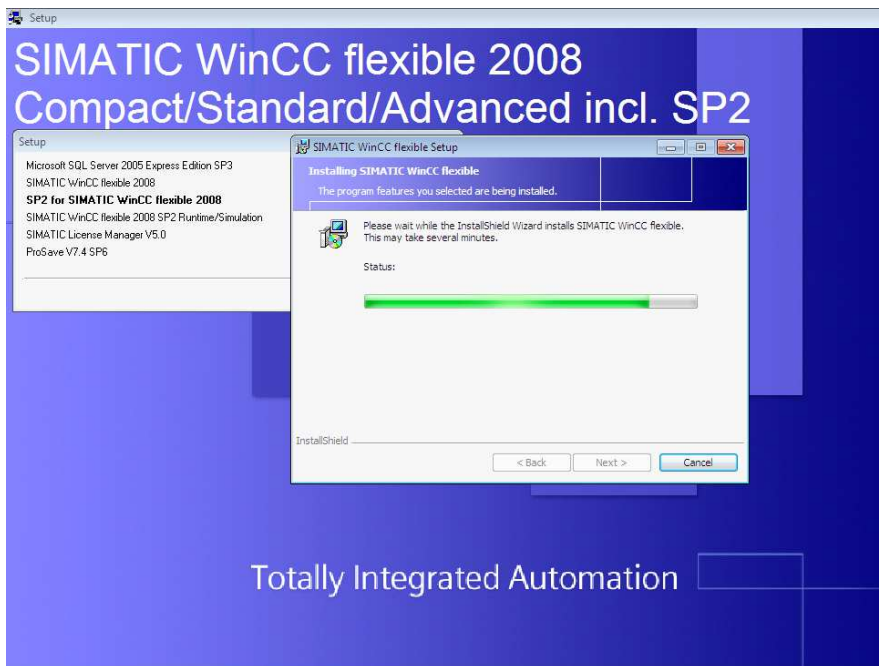
Εικόνα 2.16 Εγκατάσταση SP2 for SIMATIC WinCC flexible 2008



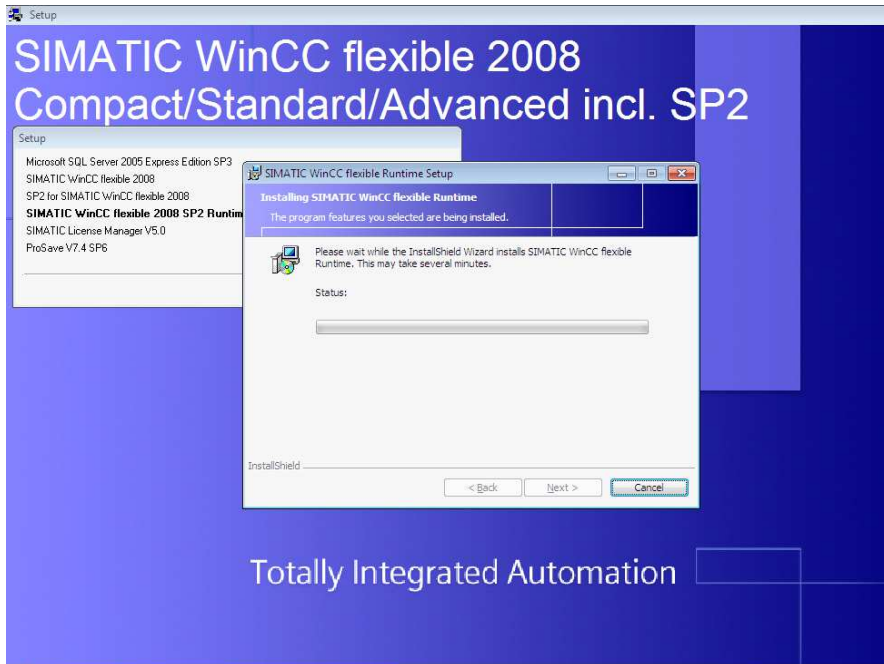
Εικόνα 2.17



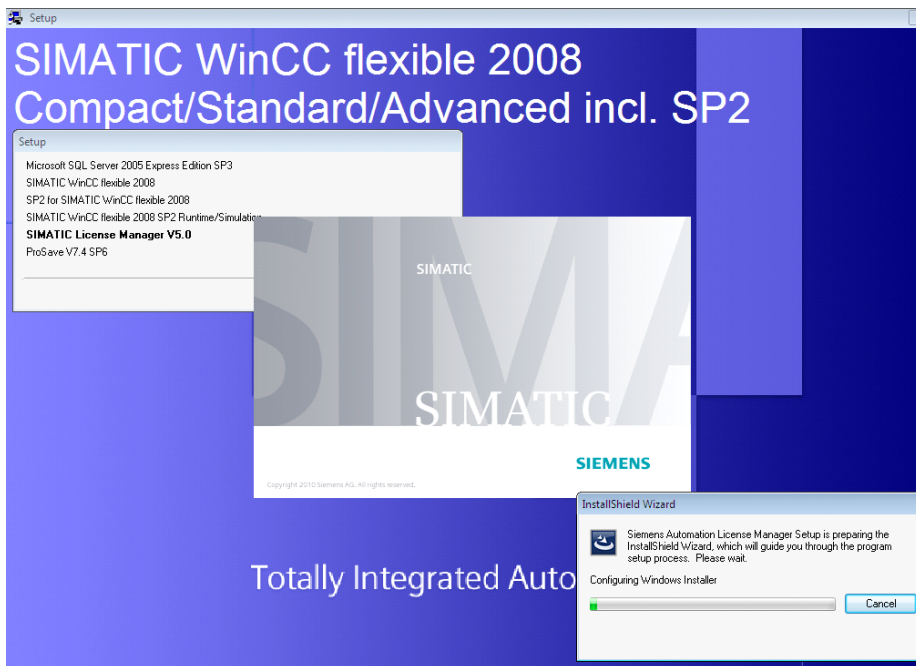
Εικόνα 2.18



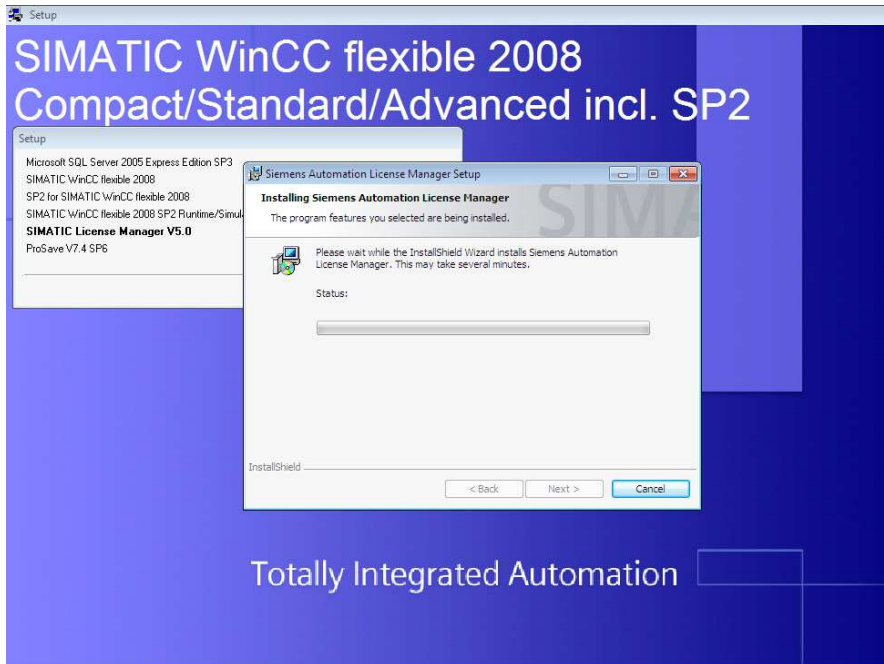
Εικόνα 2.19



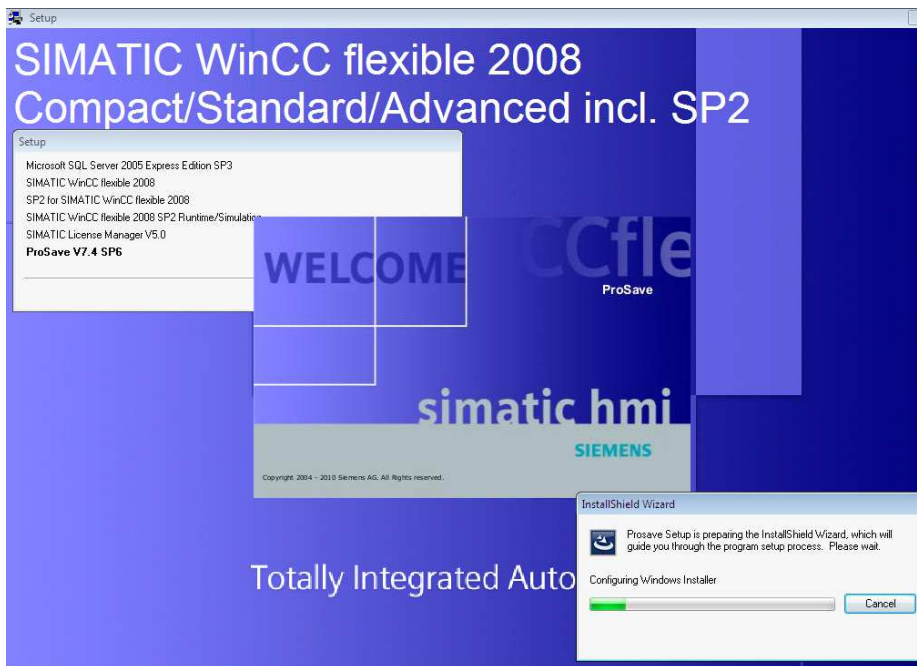
Εικόνα 2.20 WinCC flexible 2008 SP2 Runtime/Simulation



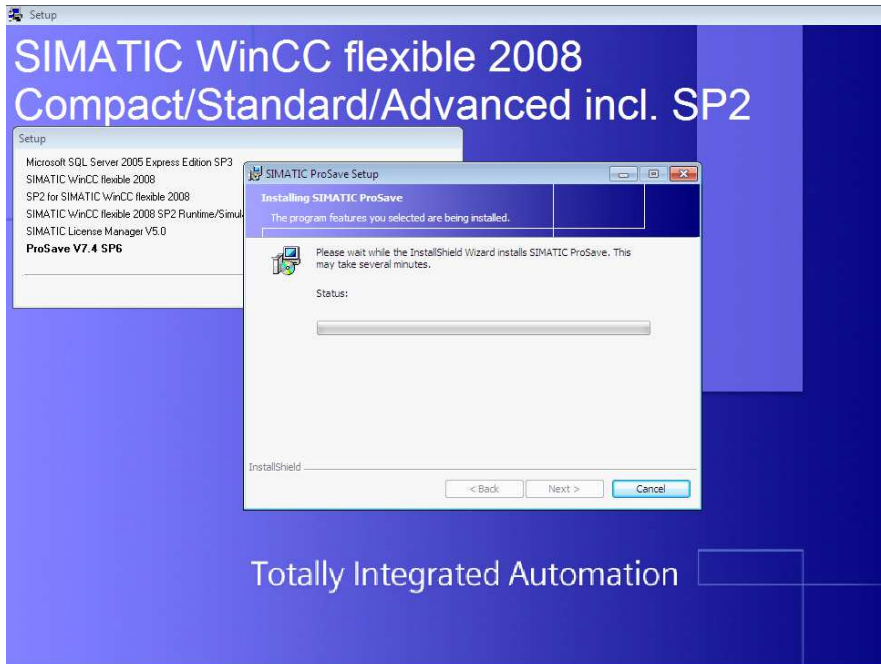
Εικόνα 2.21 Εγκατάσταση SIMATIC License Manager V5.0



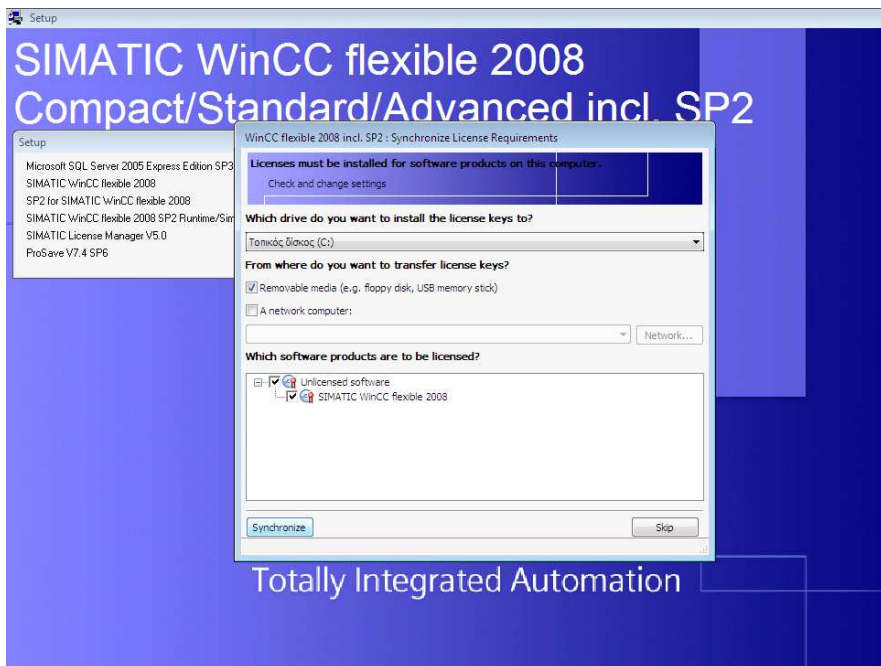
Εικόνα 2.22



Εικόνα 2.23 Εγκατάσταση ProSave V7.4 SP6

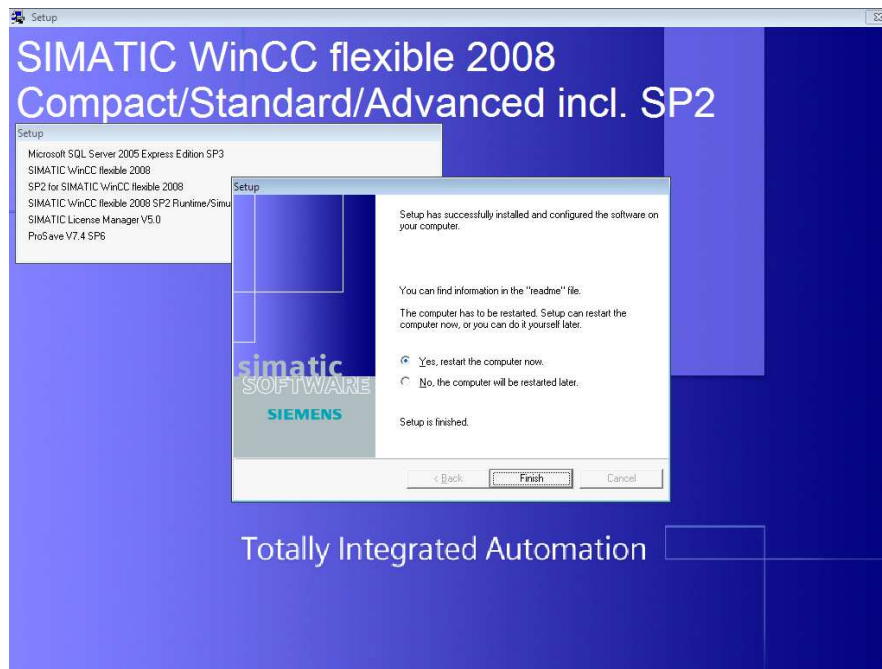


Εικόνα 2.24



Εικόνα 2.25 Εισαγωγή κλειδιών ενεργοποίησης

Ολοκληρώνουμε την εγκατάσταση του προγράμματος.



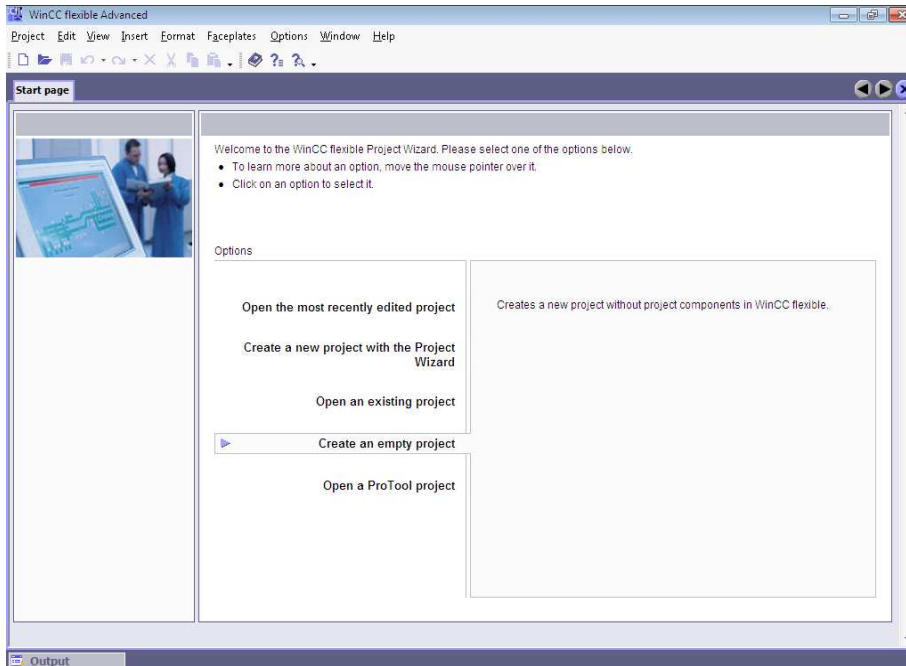
Εικόνα 2.26 Ολοκλήρωση Εγκατάστασης

Πλέον μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα κανονικά.

Παρακάτω εμφανίζεται η αρχική οθόνη του προγράμματος και οι επιλογές που έχουμε οι οποίες είναι :

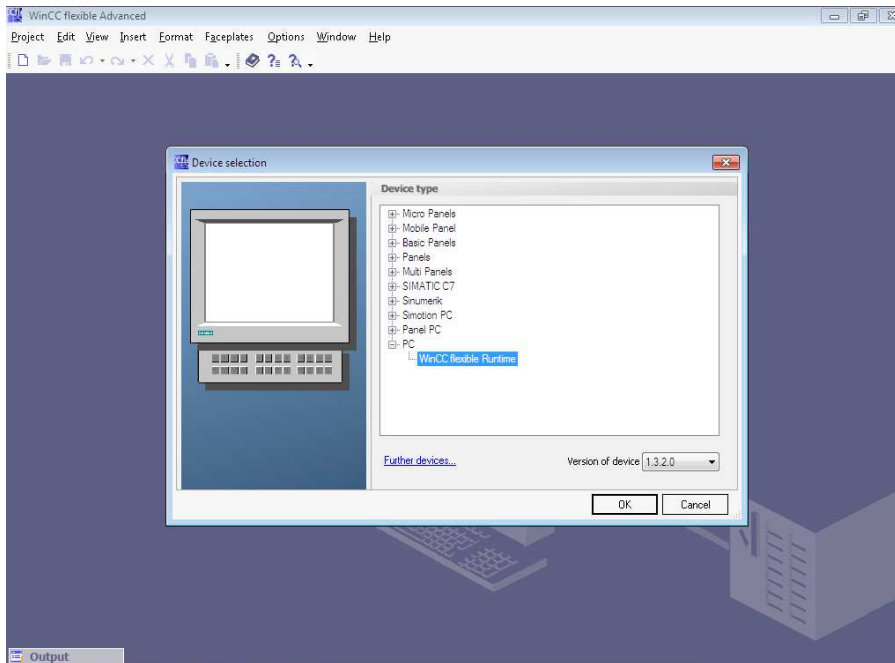
- 1) Άνοιγμα του πιο πρόσφατου αρχείου που επεξεργάστηκε.
- 2) Δημιουργία νέου αρχείου μέσω Wizard.
- 3) Άνοιγμα ήδη υπάρχοντος αρχείου (και από άλλες πηγές εκτός pc)
- 4) Δημιουργία καινούργιου κενού αρχείου.
- 5) Άνοιγμα αρχείου Pro Tool , αρχείο υψηλής επεξεργασίας.

Ας δημιουργήσουμε ένα καινούργιο κενό αρχείο.

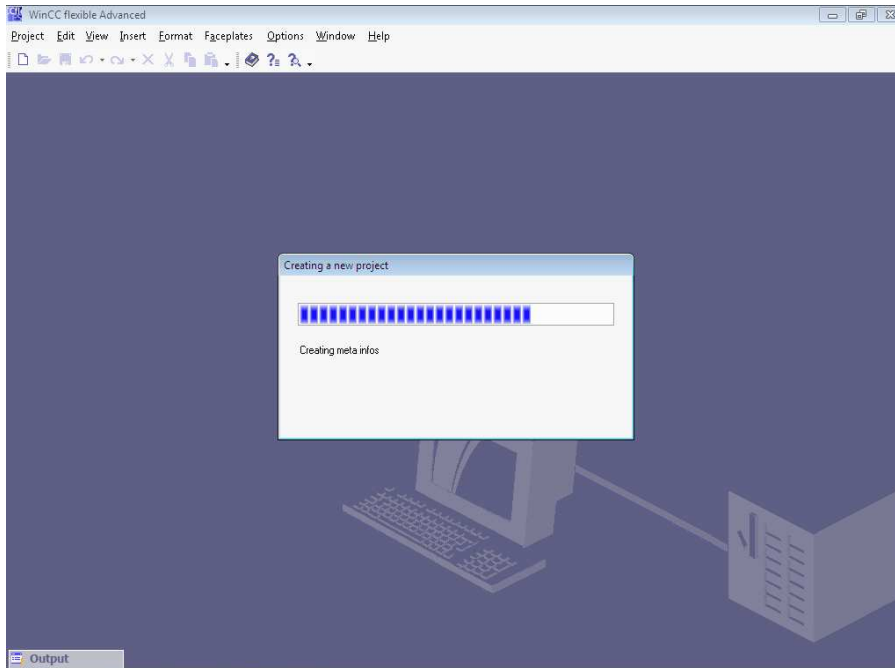


Εικόνα 2.27 Εκκίνηση εφαρμογής WinCC

Επιλογή αρχείου Runtime. Αυτό γίνεται για να έχουμε περιβάλλον προσομοίωσης μέσω του ίδιου του προγράμματος.



Εικόνα 2.28 Επιλογή επιφάνειας WinCC flexible Runtime



Εικόνα 2.29 Φόρτωση επιφάνειας εργασίας WinCC



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Γνωριμία με το SIMATIC WinCC Flexible 8

Το λογισμικό SIMATIC WinCC αναπτύχθηκε και κυκλοφόρησε στις αγορές από την εταιρία Siemens κατά το έτος 1996. Στην σημερινή του μορφή, χρησιμοποιείται κυρίως για την δημιουργία εφαρμογών με σκοπό την εποπτεία και τον έλεγχο συστημάτων SCADA και εφαρμογών HMI. Μέσα από τις εφαρμογές αυτές ο εκάστοτε χρήστης θα μπορεί να παρακολουθεί σε γραφικό περιβάλλον και με αποδοτικό τρόπο οποιοδήποτε κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας μίας βιομηχανικής μονάδος. Το λογισμικό SIMATIC WinCC χρησιμοποιεί έναν SQL Server της Microsoft, για την ορθή και εύκολη καταγραφή των δεδομένων που αντλεί από το σύστημα SCADA, καθώς και VBScript και ANSI C, για τον προγραμματισμό των εφαρμογών που το απαρτίζουν.

Μερικές από τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει το SIMATIC WinCC είναι:

- Επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί μία διεργασία. Η διεργασία αυτή απεικονίζεται γραφικά σε μία οθόνη και η κατάστασή της ενημερώνεται κάθε φορά που τροποποιείται η διεργασία.
- Επιτρέπει στο χρήστη να ελέγξει την διαδικασία που παρακολουθεί. Για παράδειγμα, μπορεί να τροποποιήσει την επιθυμητή τιμή μίας παραμέτρου ή να ανοίξει μία βαλβίδα μέσω του γραφικού περιβάλλοντος.
- Μία ένδειξη συναγερμού (Alarm) μπορεί να προειδοποιήσει το χρήστη για κρίσιμες εξελίξεις που σχετίζονται με μία διεργασία. Για παράδειγμα αν η τιμή κάποιας μεταβλητής ξεπεράσει κάποιο άνω όριο τότε υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης ενός προειδοποιητικού παραθύρου.
- Κατά την διάρκεια λειτουργίας του WinCC, οι παράμετροι μίας διεργασίας μπορούν, είτε να τυπωθούν, είτε να αποθηκευθούν ηλεκτρονικά σε κάποιο αρχείο για τη δημιουργία κάποιου αρχείου παρακολούθησης της όλης πορείας της διεργασίας.

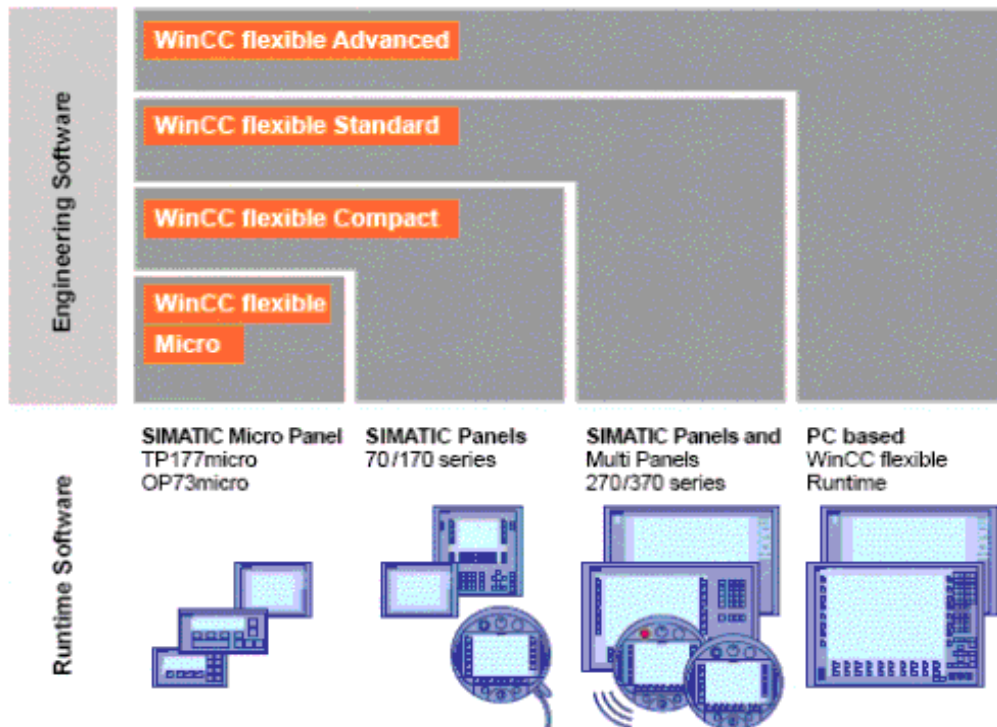
Άλλες πιο ειδικευμένες δυνατότητες του SIMATIC WinCC είναι:

- Η διασύνδεσή του με εφαρμογές Πληροφοριακών Συστημάτων όπως είναι εφαρμογές **ERP** της εταιρίας **SAP** για παράδειγμα ή με εφαρμογές λογιστικών φύλλων όπως είναι το Microsoft Excel, όπως επίσης και με οποιαδήποτε εφαρμογή απαιτεί ο χρήστης αφού το περιβάλλον διασύνδεσης είναι ανοιχτό.

- Η δημιουργία κατακεντρωμένων συστημάτων SCADA με τη χρήση της ενσωματωμένης τεχνολογίας του διαδικτύου, όπως επίσης και συστημάτων αρχιτεκτονικής **Client –Server**.

Το λογισμικό **SIMATIC WinCC Flexible** αποτελεί μία ολοκληρωμένη σουίτα προγραμμάτων βιομηχανικού ελέγχου προσφέροντας στον εκάστοτε χρήστη μια ευρεία γκάμα συστημάτων μηχανικής, σε γραφικό περιβάλλον και με αποδοτικό τρόπο. Ιδανικά προσαρμοσμένο σε κάθε βιομηχανικό σύστημα και γενικά σε οποιοδήποτε project επιθυμούμε να ελέγχουμε, πλήρως παραμετροποιήσιμο από τον χρήστη, το λογισμικό WinCC Flexible 8 αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο σε κάθε σύγχρονη βιομηχανική μονάδα. Αποτελούμενο από πολλές διαφορετικές εκδόσεις, δύναται να υποστηρίξει ένα ευρύ φάσμα HMI συστημάτων και λειτουργιών. Για τις ανάγκες της πτυχιακής μας εργασίας, έχουμε ήδη πραγματοποιήσει την εγκατάσταση της έκδοσης Standard, καλύπτοντας έτσι όλες τις ανάγκες που έχουμε για τα υποπρογράμματα που θα απαιτηθούν για τον πλήρη βιομηχανικό μας έλεγχο. Μπορούμε πάντα να στραφούμε σε μια υψηλότερη έκδοση μέσω της λειτουργίας Powerpack.

Το WinCC Flexible είναι διαθέσιμο στις εξής εκδόσεις, όπως αυτές παρουσιάζονται στην εικόνα:



### 3.2 Δυνατότητες του λογισμικού WinCC Flexible 8

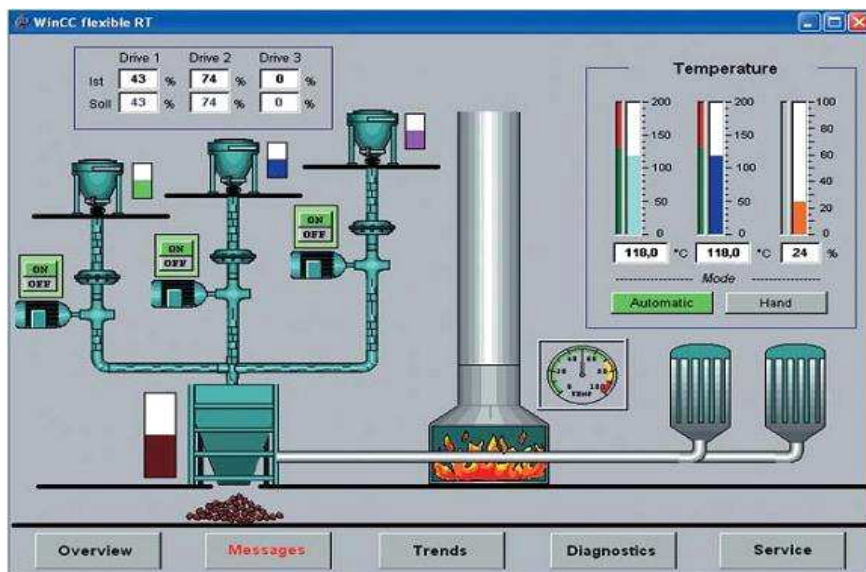
Όπως έχει προαναφερθεί, το SIMATIC WinCC Flexible αποτελεί μία ολοκληρωμένη σουίτα διαφόρων υποπρογραμμάτων με απώτερο σκοπό την ολοκληρωμένη και ασφαλή εποπτεία του συστήματος παραγωγής σε μία αυτοματοποιημένη βιομηχανική μονάδα. Μερικές από τις δυνατότητες που μπορεί να μας προσφέρει το λογισμικό είναι:

- Το WinCC Flexible επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί μία διεργασία. Η διεργασία αυτή απεικονίζεται γραφικά σε μία οθόνη και η κατάσταση της ενημερώνεται κάθε φορά που τροποποιείται η διεργασία.

- Το WinCC Flexible επιτρέπει στο χρήστη να ελέγξει την διαδικασία που παρακολουθεί. Για παράδειγμα μπορεί να τροποποιήσει την επιθυμητή τιμή μίας παραμέτρου ή να ανοίξει μία βαλβίδα μέσω του γραφικού περιβάλλοντος.
- Μία ένδειξη συναγερμού (Alarm) μπορεί να προειδοποιήσει το χρήστη για κρίσιμες εξελίξεις που σχετίζονται με μία διεργασία. Για παράδειγμα αν η τιμή κάποιας μεταβλητής ξεπεράσει κάποιο άνω όριο τότε υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης ενός προειδοποιητικού παραθύρου.
- Κατά την διάρκεια λειτουργίας του WinCC Flexible, οι παράμετροι μίας διεργασίας μπορούν, είτε να τυπωθούν, είτε να αποθηκευθούν ηλεκτρονικά σε κάποιο αρχείο για τη δημιουργία κάποιου αρχείου παρακολούθησης της όλης πορείας της διεργασίας.

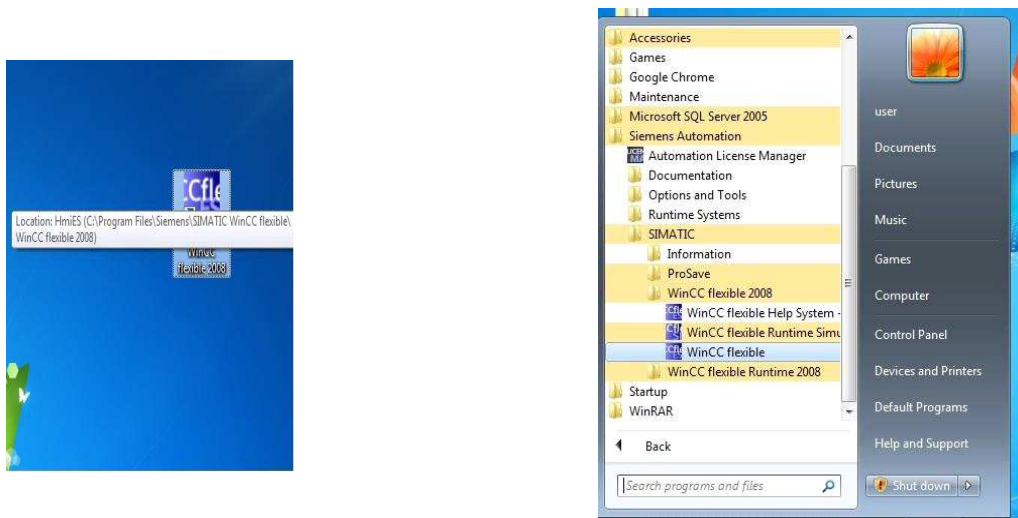
Άλλες πιο ειδικευμένες δυνατότητες του WinCC Flexible είναι:

- Η διασύνδεσή του με εφαρμογές Πληροφοριακών Συστημάτων όπως είναι εφαρμογές ERP της εταιρίας SAP για παράδειγμα ή με εφαρμογές λογιστικών φύλλων όπως είναι το Microsoft Excel, όπως επίσης και με οποιαδήποτε εφαρμογή απαιτεί ο χρήστης αφού το περιβάλλον διασύνδεσης είναι ανοιχτό.
- Η δημιουργία κατανεμημένων συστημάτων SCADA με τη χρήση της ενσωματωμένης τεχνολογίας του διαδικτύου, όπως επίσης και συστημάτων αρχιτεκτονικής Client – Server.



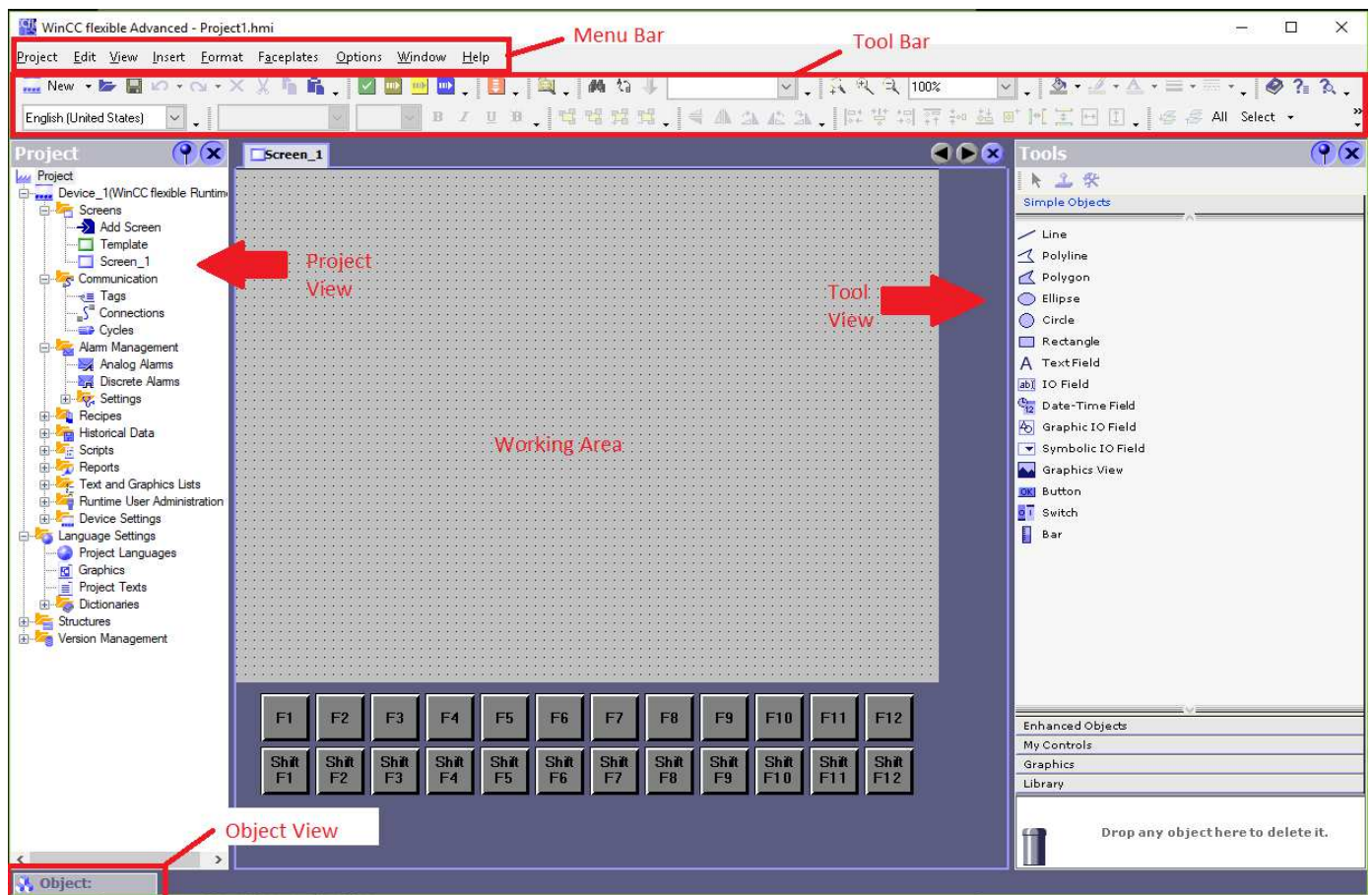
### 3.3 Εκκίνηση λογισμικού SIMATIC WinCC Flexible

Η σουίτα WinCC flexible δημιουργήθηκε για τον σχεδιασμό σε γλώσσα προγραμματισμού με ακριβή χαρακτηριστικά και υψηλή απόδοση. Μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες που υποστηρίζονται από την επιλεγμένη συσκευή HMI. Για να ξεκινήσουμε το λογισμικό, κάνουμε κλικ στο εικονίδιο στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή ή το επιλέγουμε από μενού Έναρξη (Start) των Windows, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Θα πρέπει να επισημάνουμε πως το λογισμικό WinCC flexible επιτρέπει ανοικτό μόνο ένα project ανά πάσα στιγμή, έχοντας όμως την δυνατότητα να λειτουργούμε ταυτόχρονα διάφορα projects, με το άνοιγμα του WinCC flexible όσες φορές απαιτείται. Παράλληλα, το WinCC flexible μας επιτρέπει να διαμορφώσουμε πολλές συσκευές HMI (οθόνες) ακόμα και στο ίδιο project.

### 3.4 Το περιβάλλον εργασίας του SIMATIC WinCC Flexible



Το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού WinCC flexible αποτελείται από διάφορα στοιχεία (elements). Μερικά από τα στοιχεία αυτά συνεργάζονται με ειδικά υποπρογράμματα (editors) όπου λειτουργούν αρμονικά μαζί με το όλο λογισμικό, για τον πλήρη και αδιάλειπτο έλεγχο της βιομηχανικής μας μονάδος.

Αναλυτικότερα, ανοίγοντας το λογισμικό WinCC Flexible, όπως υποδείχτηκε στην παραπάνω παράγραφο, μας εμφανίζεται το βασικό περιβάλλον εργασίας του προγράμματος, όπως αυτά εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα.

Όπως είναι εμφανές και στην εικόνα, αποτελείται από διάφορα υποπρογράμματα και εργαλεία, για την πιο άμεση και ολοκληρωμένη εποπτεία ενός βιομηχανικού συστήματος SCADA. Παρακάτω παρουσιάζεται μία συνοπτική ανάλυση των λειτουργιών αυτών.

## Menu Bar και Tool bar

Μέσω των **menu bar** και **toolbar** μας παρέχεται η δυνατότητα πρόσβασης σε όλες τις λειτουργίες που παρέχονται στο WinCC Flexible. Όταν τοποθετούμε το δείκτη του ποντικιού πάνω σε κάποια λειτουργία μας εμφανίζει παράλληλα και την επεξήγηση του εργαλείου.

Με τα **menu bars** και τα **tool bars** υπάρχει πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες που χρειαζόμαστε για την ρύθμιση της HMI συσκευής. Καθώς ο αντίστοιχος editor ενεργοποιείται, παρουσιάζονται τα αντίστοιχα menu commands και toolbars επάνω στην λειτουργία του editor. Όταν πατάμε πάνω σε μια command με το ποντίκι εμφανίζεται το αντίστοιχο tooltip.

Τα menu bars και tool bars είναι εξ' ορισμού τοποθετημένα στο άνω άκρο της οθόνης κατά την δημιουργία και την εκτέλεση ενός νέου project. Η θέση τους είναι όμως παραμετροποιήσιμη, αναλόγως με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη. Μετακινώντας τα toolbars σε κάποια άλλη θέση, κατά την επανεκκίνηση του λογισμικού WinCC Flexible, θα βρεθούν ξανά στην αρχική τους θέση, όπου είχε γίνει τελευταία φορά save στο πρόγραμμα.

Να σημειώσουμε παράλληλα ότι μέσω του menu bar, μας δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης όλων των δυνατών λειτουργιών του λογισμικού, παρέχοντας μας έτσι άμεση πρόσβαση σε σημαντικές λειτουργίες που χρησιμοποιούνται συχνά. Συγκεκριμένα, όπως διακρίνεται και στην παρακάτω εικόνα, κάνοντας κλικ στην επιλογή View του menu bar, στο μενού Toolbars, μας εμφανίζονται όλα τα υποπρογράμματα και μενού που μας ενδιαφέρουν για το πρόγραμμα. Με ένα απλό κλικ πάνω στην λειτουργία που επιθυμούμε, μπορούμε να εμφανίσουμε οποιοδήποτε μενού στο αρχικό περιβάλλον εργασίας του λογισμικού μας.



Το μενού που παρέχεται από το λογισμικό WinCC Flexible απεικονίζεται παρακάτω :

Menu	Brief Description
Project	Contains commands for project management.
Edit	Contains commands for using the clipboard and search functions.
View	Contains commands for opening and closing individual elements as well as for zoom and layer settings. You can reopen a closed element using the “View” menu.
Paste	Contains commands for pasting new objects.
Format	Contains commands for arranging and formatting screen objects.
Faceplates	Contains commands for creating and editing faceplates.
Tools	Contains commands for changing the user interface language and configuring the basic settings in WinnCC flexible, for example.
View	Contains commands for managing multiple views in working area and for switchind between views.
Help	Contains commands for calling help functions.

### Επιφάνεια εργασίας (Working area)

Πρόκειται για την βασικότερη περιοχή του προγράμματος. Όλα τα αντικείμενα και οι λειτουργίες ενός project επεξεργάζονται στην επιφάνεια εργασίας. Με την απόκρυψη της επιφάνειας εργασίας μπορούμε να τροποποιήσουμε με μετακινήσεις ή ακόμα και με αποκρύψεις, ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χρήστη. Η επιφάνεια εργασίας (working area) χρησιμοποιείται για την επεξεργασία δεδομένων του project, είτε σε μορφή πίνακα (labels), είτε ακόμα και σε γραφική μορφή (tags ή graphic format).

Κάθε λειτουργία και editor του λογισμικού ανοίγει σε ξεχωριστή καρτέλα ελέγχου (tab control) στην επιφάνεια εργασίας. Όσον αφορά τα graphic editors, κάθε στοιχείο εμφανίζεται σε διαφορετική καρτέλα, επιτυγχάνοντας έτσι έναν καλύτερο έλεγχο και οργάνωση στο project μας. Παράλληλα όμως, μόνο μια καρτέλα μπορεί να είναι ενεργή όταν ταυτόχρονα είναι ανοιχτοί πολλοί editors. Για να περιηγηθούμε σε διαφορετική

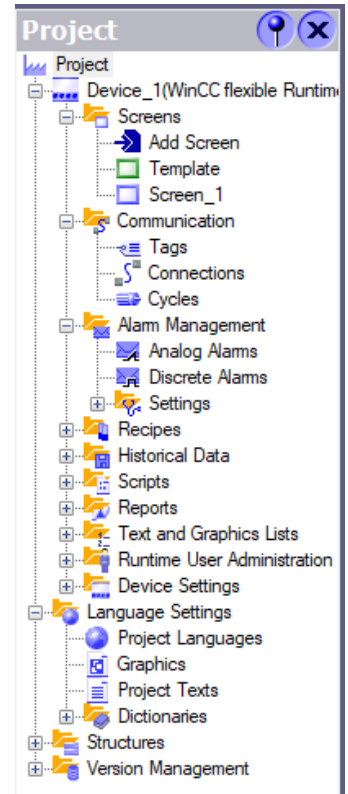
καρτέλα editor αρκεί μόνο ένα κλικ στην κατάλληλη καρτέλα tab. Το λογισμικό WinCC Flexible μπορεί να υποστηρίξει ταυτόχρονα έως και 20 editors μαζί.

## Project View

Με την λειτουργία του project view μπορούμε να έχουμε ολική πρόσβαση σε κάθε δεδομένο του project. Όλα τα στοιχεία που δέχονται επεξεργασία και υποστηρίζονται από την συσκευή HMI, απεικονίζονται στο συγκεκριμένο τμήμα παραθύρου του προγράμματος. Επίσης, σε κάθε editor έχει ανατεθεί ένα σύμβολο χάρις το οποίο προσδιορίζεται πιο εύκολα η χρήση τους.

Η δομή του ενεργού μας project στο τμήμα παραθύρου project view εμφανίζεται πάντα με ιεραρχική σειρά, όπως παρουσιάζεται παρακάτω:

- Project
- HMI συσκευή
- Envelope
- Objects



Το project view χρησιμοποιείται για να δημιουργήσουμε και να ανοίξουμε objects εργασίας. Μπορούμε να ταξινομήσουμε σε φακέλους τα αντικείμενα του project για να έχουμε μια δομή. Ο χειρισμός του project view θα μπορούσαμε να πούμε ότι μοιάζει με του Windows Explorer. Το shortcut menu έχει σημαντικές εντολές και είναι διαθέσιμο σε όλα τα αντικείμενα.

Τα στοιχεία του Graphic Editor εμφανίζονται στο Project view και Object. Τα στοιχεία του Tabular editor εμφανίζονται μόνο στην Object view.

## Property View

Το property view χρησιμοποιείται για να διαχειριστούμε τις ιδιότητες του αντικειμένου όπως παράδειγμα το χρώμα που θα έχουμε στην οθόνη μας με την επιφάνεια εργασίας στα διάφορα αντικείμενα της και είναι διαθέσιμα για συγκεκριμένους editors. Το περιεχόμενο του “Property view” βασίζεται σε επιλεγμένο αντικείμενο. Το “Property view” δείχνει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του επιλεγμένου αντικειμένου στις κατηγορίες. Μετά την έξοδο από τα input field γίνεται αμέσως η αλλαγή των τιμών.

Τα invalid entries ξεχωρίζουν από το έγχρωμο φόντο. Θα εμφανιστεί μια tooltip για βοήθεια να διορθωθούν τα entry.

Παράδειγμα : Η ιδιότητα του αντικείμενου “height” συνδέεται σε λογικά με μια “byte” μεταβλητή. Αυτός ο τύπος Tag έχει μια περιοχή τιμών από 0 -255 . Όταν για παράδειγμα βάλουμε μια τιμή 300 στο “height” κουτί του “Property view” , η τιμή που βάλουμε είναι με έγχρωμο φόντο όταν βγούμε από το κουτί.

## Library

Η βιβλιοθήκη (Library) είναι ένα στοιχείο του toolbox view που παρέχει πρόσβαση στα πρότυπα αντικειμένων της οθόνης. Δίνεται η δυνατότητα προσθήκης αντικειμένων στην οθόνη. Ως αποτέλεσμα έχουμε αύξηση της αποδοτικότητας του προγραμματισμού, με πολλαπλή χρήση ή με επαναχρησιμοποίηση του πρότυπου αντικειμένου.

Η βιβλιοθήκη είναι μία βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται συχνά (πχ. video objects, labels κοκ.). Το κάθε αντικείμενο ρυθμίζεται μία φορά κατά την αποθήκευση του στη βιβλιοθήκη. Έπειτα το επαναχρησιμοποιούμε όποτε θελήσουμε.

Στοιχεία που μπορούμε να αποθηκεύσουμε σε μία βιβλιοθήκη :

- Objects Screen
- Functions και Scripts
- Texts
- Logs
- Edit images

- Tags
  - Alarms
  - Faceplates
- 
- **Global Library**

Η Global Library όπως καταλαβαίνουμε από την ερμηνεία, είναι αποθηκευμένη σε ένα αρχείο στο Win CC και είναι διαθέσιμη για όλα τα projects. Δηλαδή δεν είναι συνδεδεμένη με τη βάση δεδομένων του κάθε project αλλά είναι κοινή για όλα.

- **Project Library**

Η project library βρίσκεται στη βάση δεδομένων του κάθε project για το οποίο έχει δημιουργηθεί. Δηλαδή χρησιμοποιείται από αυτό το project και μόνο.

Και στις δύο βιβλιοθήκες δημιουργούνται φάκελοι που αποτελούν μια structure για τα objects που περιέχονται. Τα στοιχεία μίας project library μπορούν να αντιγραφούν πάνω σε μία global. Επίσης μπορούμε να ανταλλάξουμε τη βιβλιοθήκη από την toolbox view σε ξεχωριστό παράθυρο. Αυτό γίνεται επιλέγοντας τη toolbox view από το shortcut menu της project library και την ξανά επιλέγουμε για να αποκαταστήσουμε τη βιβλιοθήκη στο toolbox view.

## **Output Window**

Πρόκειται για ένα σύστημα παραγωγής συναγερμών (production system alerts), που επίσης, εμφανίζει τα events που δημιουργούνται.

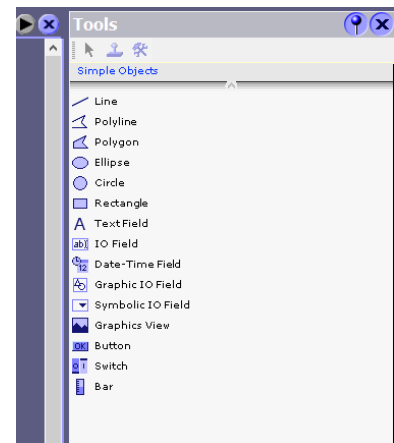
Το output view απεικονίζει τα events του συστήματος. Πρόκειται για κατηγορίες που ορίζουν τις αντίστοιχες ενότητες WinCC που έχουν δημιουργηθεί από μία σειρά events στο σύστημα. Ένα παράδειγμα που μπορούμε να αναφέρουμε είναι η δημιουργία events για την κατηγορία generator κατά τη διάρκεια του check of consistency. Η ταξινόμηση των event του συστήματος, γίνεται κάνοντας κλικ στην αντίστοιχη επικεφαλίδα κάθε στήλης. Το αναδυόμενο μενού που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετάβαση στην τοποθεσία ενός error ή ενός label και για να αντιγραφεί ή να σβηστεί ένα event.

Ακόμη εμφανίζει όλα τα event του συστήματος για την τελευταία ενέργεια. Κάθε καινούργια ενέργεια αντικαθιστά τα προηγούμενα event του συστήματος. Τέλος μπορούμε να ανακτήσουμε ακόμα τα παλιά event από ένα ξεχωριστό log αρχείο.

### Tools View

Το object view συνήθως το βρίσκουμε δεξιά της οθόνης. Δείχνει όλα τα στοιχεία που επιλέγονται από το project view. Στο tools view εμφανίζεται επίσης το περιεχόμενο των φακέλων ή των επιλεγμένων editors. Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τον τρόπο επιλογής του project view και αν αυτό επηρεάζει την εμφάνιση του objects view.

Κάνουμε διπλό κλικ σε κάποιο object στο Object View για να ανοίξουμε τον αντίστοιχο editor. Οι **drag-and-drop** λειτουργίες είναι διαθέσιμες για όλα τα object που εμφανίζονται στο object window. Παραδείγματα που υποστηρίζονται με drag-and-drop ενέργειες:



Τα μεγάλα ονόματα αντικείμενων συντομεύονται στο **Object View**. Μετά τη μετακίνηση του δείκτη του ποντικιού στο αντικείμενο, το πλήρες όνομα εμφανίζεται ως **Tooltip**. Όταν ένας μεγάλος αριθμός των αντικειμένων είναι διαθέσιμος, γρήγορα εντοπίζουμε το αντικείμενο που θέλουμε πληκτρολογώντας απλώς το πρώτο γράμμα του αντικειμένου.

## 3.5 Δουλεύοντας στο περιβάλλον εργασίας του SIMATIC WinCC Flexible 2008

### Τοποθέτηση- Placement

Η προκαθορισμένη (**default**) θέση του editor βρίσκεται στα δεξιά ή κάτω από τα toolbars. Οι ειδικές εντολές του editor βρίσκονται στα μενού του (editor menu). Οι positions του editor αλλά και οι information service θα αποκαθίστανται κάθε φορά που

εμείς ξεκινάμε το WinCC εφόσον έχει γίνει αναδιάταξη σε προηγούμενες sessions, ώστε να συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις που έχουμε.

### **Windows και Toolbars**

Το WinCC μας επιτρέπει να προσαρμόζουμε την “**διάταξη**” (**layout**) των **frames** και των **toolbars**. Για να διευρύνουμε την επιφάνεια εργασίας μας μπορούμε να αποκρύψουμε ορισμένα πλαίσια που δε χρησιμοποιούνται συχνά. Το μενού view μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να αποκαταστήσουμε την προεπιλεγμένη διάταξη (default layout frames) και εργαλεία ( toolbars).

### **Docking Frames / Toolbars**

Το docking αναφέρεται στην ολοκλήρωση ενός παραθύρου στην επιφάνεια εργασίας του WinCC. Μας δίνεται η ικανότητα να αποκρύψουμε αυτόματα τα πλαίσια (boxes), προκειμένου να αυξηθεί η επιφάνεια εργασίας. Ένα παράθυρο μπορεί να αναδιπλώνεται σε ένα πλαίσιο στο άνω, κάτω, δεξιό και αριστερό άκρο.

### **Συνδυασμός Frames**

Ένα πλαίσιο (frame) μπορεί να συνδυαστεί με ένα άλλο. Κάθε πλαίσιο αντιπροσωπεύεται στο combined frame από μία ξεχωριστή tab. Για να αλλάξουμε σε διαφορετικό contex, κάνουμε κλικ στην κατάλληλη tab.

### **Αυτόματη απόκρυψη παραθύρων (windows)**

Παράθυρα τα οποία δεν μας είναι τόσο χρήσιμα μπορούν να αποκρυφτούν, ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια εργασίας. Για να τα επαναφέρουμε το παράθυρο στην οθόνη, κάνουμε κλικ στο title bar.

### Λουλεύοντας με το ποντίκι

Στο WinCC χρησιμοποιούμε κατά κύριο όρο το ποντίκι. Η σημαντικότερη λοιπόν λειτουργία (operating function) του ποντικιού στο πλαίσιο (contex) είναι η “drag and drop” και η κλήση των εντολών από το contex menu.

#### **Drag and drop:**

Η λειτουργία **drag and drop** ευρέως γνωστή σε διάφορα προγράμματα διευκολύνει τη ρύθμιση. Παραδείγματος χάριν , όταν κάνουμε **drag and drop** σε μία μεταβλητή από το **Tools View** σε μία εικόνα επεξεργασίας (image processing), το σύστημα δημιουργεί αυτόματα ένα I/O πεδίο που είναι λογικά συνδεδεμένο με τη μεταβλητή. Για να διαμορφώσουμε μια αλλαγή στην οθόνη, κάνουμε drag and drop την απαιτούμενη εικόνα επεξεργασίας επάνω στην επιλογή “image processing” που εμφανίζεται στην επιφάνεια εργασίας. Αυτό δημιουργεί ένα “button” διαμόρφωσης και περιέχει μια αντίστοιχη λειτουργία αλλαγής οθόνης. Η λειτουργία drag-and-drop είναι διαθέσιμη για όλα τα αντικείμενα του "Project View" και "Object View". Ο δείκτης του ποντικιού δείχνει αν η λειτουργία drag-and-drop υποστηρίζεται στον προορισμό ή όχι.

#### **Shortcut menu:**

Στο WinnCC έχουμε τη δυνατότητα να κάνουμε **δεξί κλικ** σε οποιοδήποτε αντικείμενο για να ανοίξουμε το **Contex menu**. Πρόκειται για ένα μενού που εμφανίζει τις εντολές που μπορούμε να εκτελέσουμε στη δεδομένη κατάσταση.

### Λουλεύοντας με το Πληκτρολόγιο.

Το WinnCC παρέχει τη δυνατότητα χρήσης **πλήκτρων άμεσης πρόσβασης (hotkeys)**. Τα πλήκτρα αυτά μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να εκτελέσουμε συχνά απαιτούμενες εντολές του μενού. Το μενού εμφανίζει τότε ένα hotkey είναι διαθέσιμο για σχετική εντολή ή όχι. Στο WinnCC ενσωματώνονται και τα hotkeys που παρέχονται από τα Windows.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε, βήμα-βήμα, πως χρησιμοποιείται το WinCC flexible 2008 μέσα από απλά παραδείγματα. Είναι ένα χρήσιμο κεφάλαιο για όσους δεν έχουν ξανά χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα, καθώς θα χρησιμοποιήσουμε βασικές δυνατότητες του προγράμματος, προσπαθώντας να το κάνουμε κατανοητό.. Παραθέτουμε κάποια εκτυπώσεις εικόνας σε πραγματικό χρόνο (print screens) και υπάρχουν και αντίστοιχα βίντεο αναρτημένα. Τα αντίστοιχα βίντεο θα τα βρείτε :



#### 4.1 Γνωριμία με το πρόγραμμα.

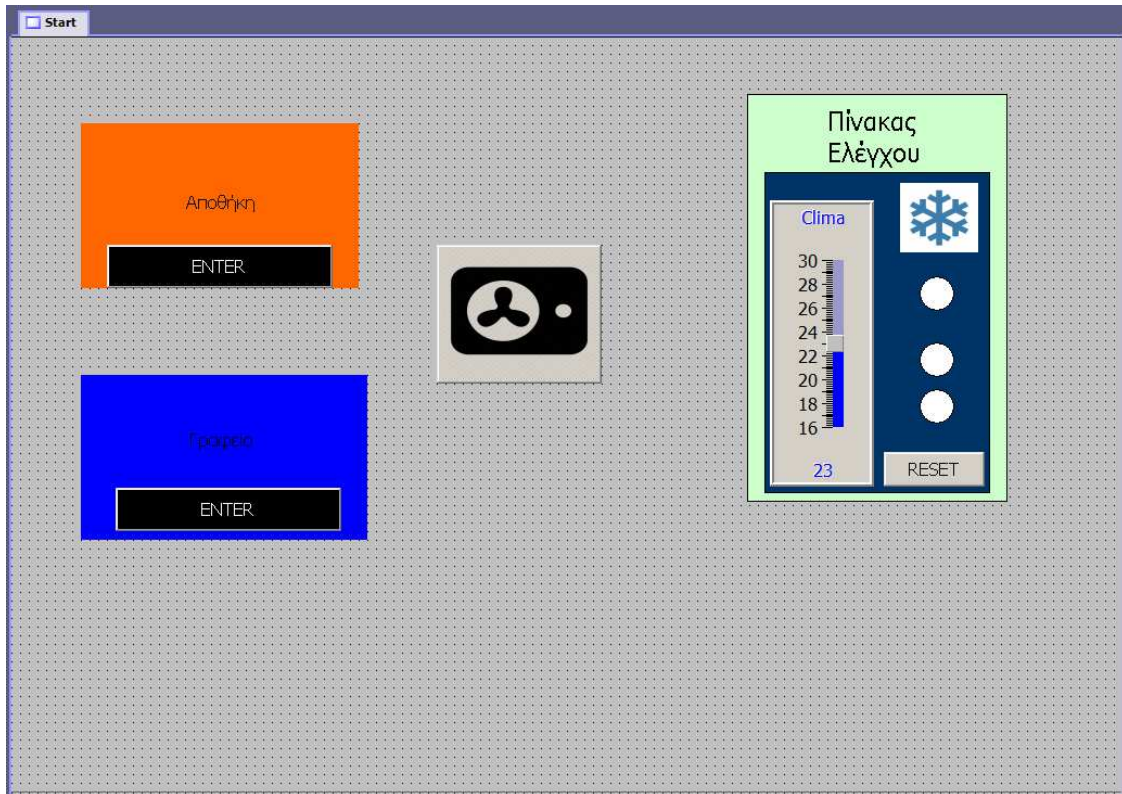
Το πρόγραμμα μας προσφέρει την απεικόνιση πραγματικών συνθηκών. Για αυτό το λόγο έχει προεγκατεστημένες βασικές συσκευές που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν εποπτικό έλεγχο. Στις επόμενες εικόνες βλέπετε κάποιες από αυτές. Οι συσκευές αυτές ή objects όπως ονομάζονται στο πρόγραμμα είναι σχεδόν έτοιμες προς χρήση. Το object view μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε κάποια αλλαγή στην εμφάνιση της συσκευής ή να προσθέσουμε κάποια ενέργεια. Υπάρχουν έτοιμες ενέργειες που μπορούμε να επιλέξουμε δημιουργώντας έναν σύνδεσμο (tag) και πιο σύνθετες δημιουργώντας τα δικά μας υποπρογράμματα (script) σύμφωνα με κάτι που πρέπει να κάνουμε. Υποσημείωση: Τα script σε αυτή την έκδοση του winCC δεν δίνουν μεγάλη ελευθερία προγραμματισμού. Αν θέλετε να κάνετε κάτι πιο εξειδικευμένο καλό θα ήταν να εγκαταστήσετε κάποια από τις προηγούμενες εκδόσεις γιατί τα υποπρογράμματα έχουν μεγάλους

περιορισμούς.

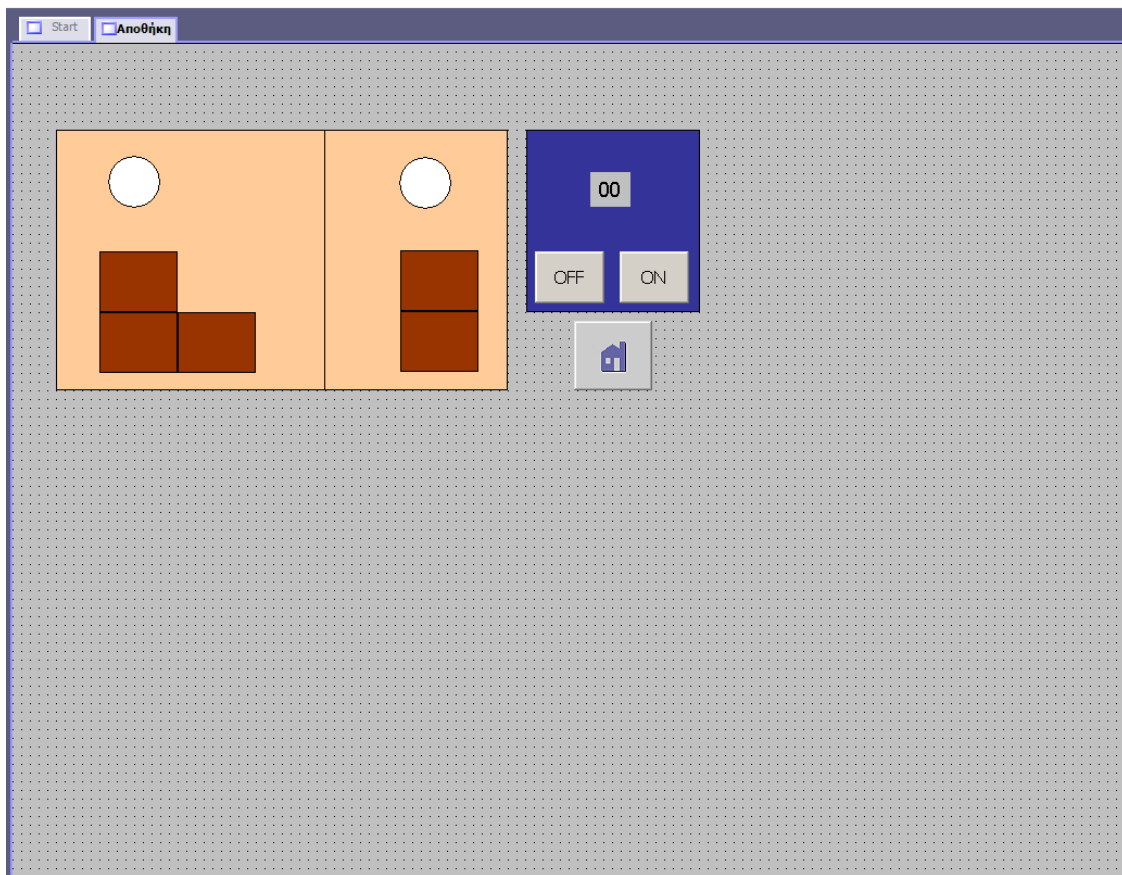
#### 4.2 Η Εφαρμογή.

Η δική μας εφαρμογή αναφέρεται σε μία αποθήκη η οποία χρησιμοποιεί 3 χώρους. Ο ένας χώρος αποτελεί το γραφείο. Ο δεύτερος χώρος είναι η αποθήκη. Ο τρίτος χώρος είναι το μέρος όπου βρίσκεται η δεξαμενή που χρησιμοποιεί ο κλιματισμός. Για αυτούς τους τρεις χώρους δημιουργήσαμε ένα περιβάλλον ελέγχου που αφορά τον κλιματισμό και τον φωτισμό. Η κεντρική οθόνη του συστήματος είναι αυτή που ακολουθεί.

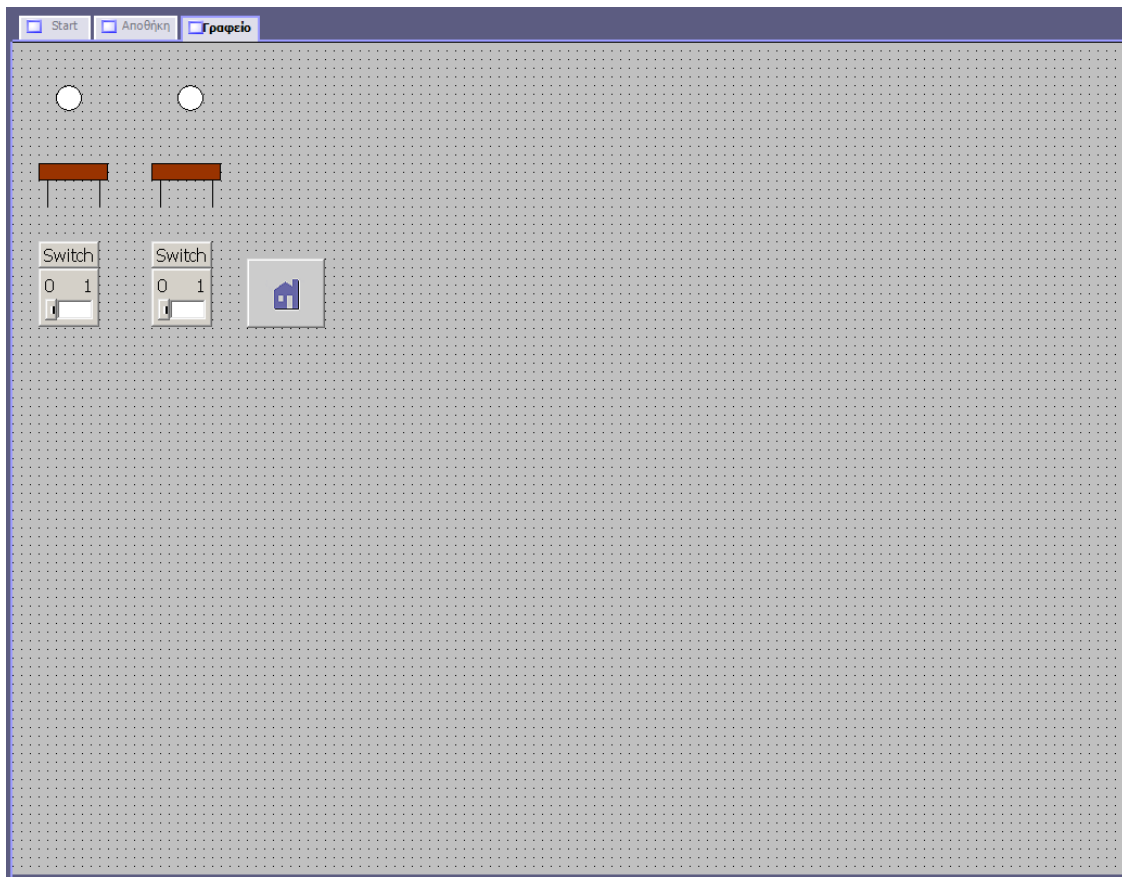
.



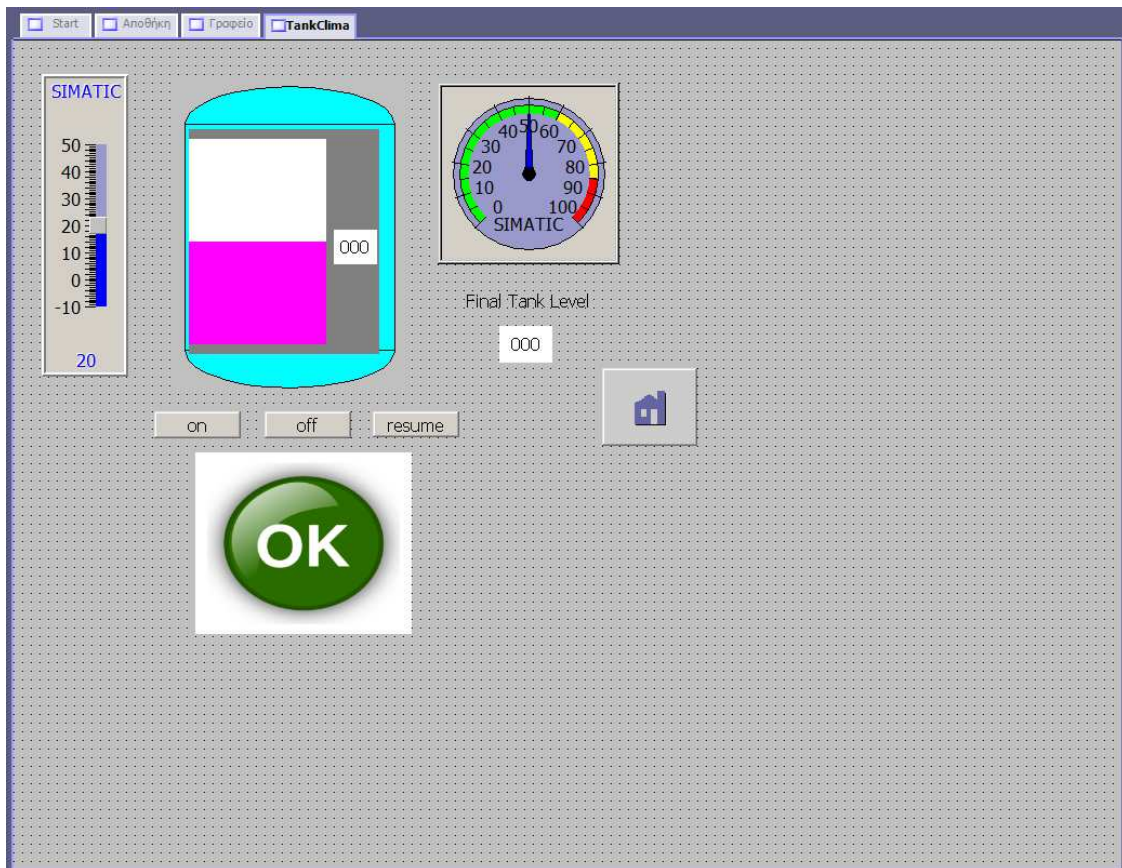
Κάθε ένας από τους χώρους αποτελείται από μία οθόνη με ξεχωριστες ιδιότητες.  
Ο Πίνακας Ελέγχου έχει την ρύθμιση του κλιματισμού και όλων των φώτων.

**Αποθήκη:**

Η αποθήκη είναι ένας χώρος που η θερμοκρασία πρέπει να ελέγχεται και έχει κοινό φωτισμό.

**Γραφείο:**

Το γραφείο δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις. Επικοινωνεί με τον κεντρικό κλιματισμό και έχει δύο αυτόνομα φώτα.

**Tank Clima :**

Η τελευταία οθόνη περιέχει την υδρόψυξη που χρησιμοποιεί ο κεντρικός κλιματισμός που αποτελείται από την δεξαμενή το μαπαρόμετρο και την οθόνη καταστάσεων.

### 4.3 Υλοποίηση

Για την υλοποίηση του προγράμματος βασιστήκαμε κυρίως στην δημιουργία “Tag”. Τα tag χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για τον φωτισμό και τον ρυθμιστή θερμοκρασίας. Ας δούμε ένα παράδειγμα:

Κάνοντας διπλό κλικ στο Tags το οποίο θα βρούμε στο Project View μας ανοίγει μία καρτέλα η οποία θα είναι κενή. Κάνοντας διπλο κλικ στο πρώτο κουτάκι μας δημιουργεί ένα καινούργιο Tag.

Το από πάνω παράδειγμα είναι το tag που χρησιμοποιήσαμε για το φωτισμό της αποθήκης και είναι <Internal Tag> τύπου <Int>.

Name	Display name	Connection	Data type	Address	Array elements	Acquisition cycle	Comment	Data log	Logging acquisition mode	Logging cycle
light		<Internal tag>	Int	<No address>	1	1 s		<Undefined>	Cyclic continuous	<Undefined>

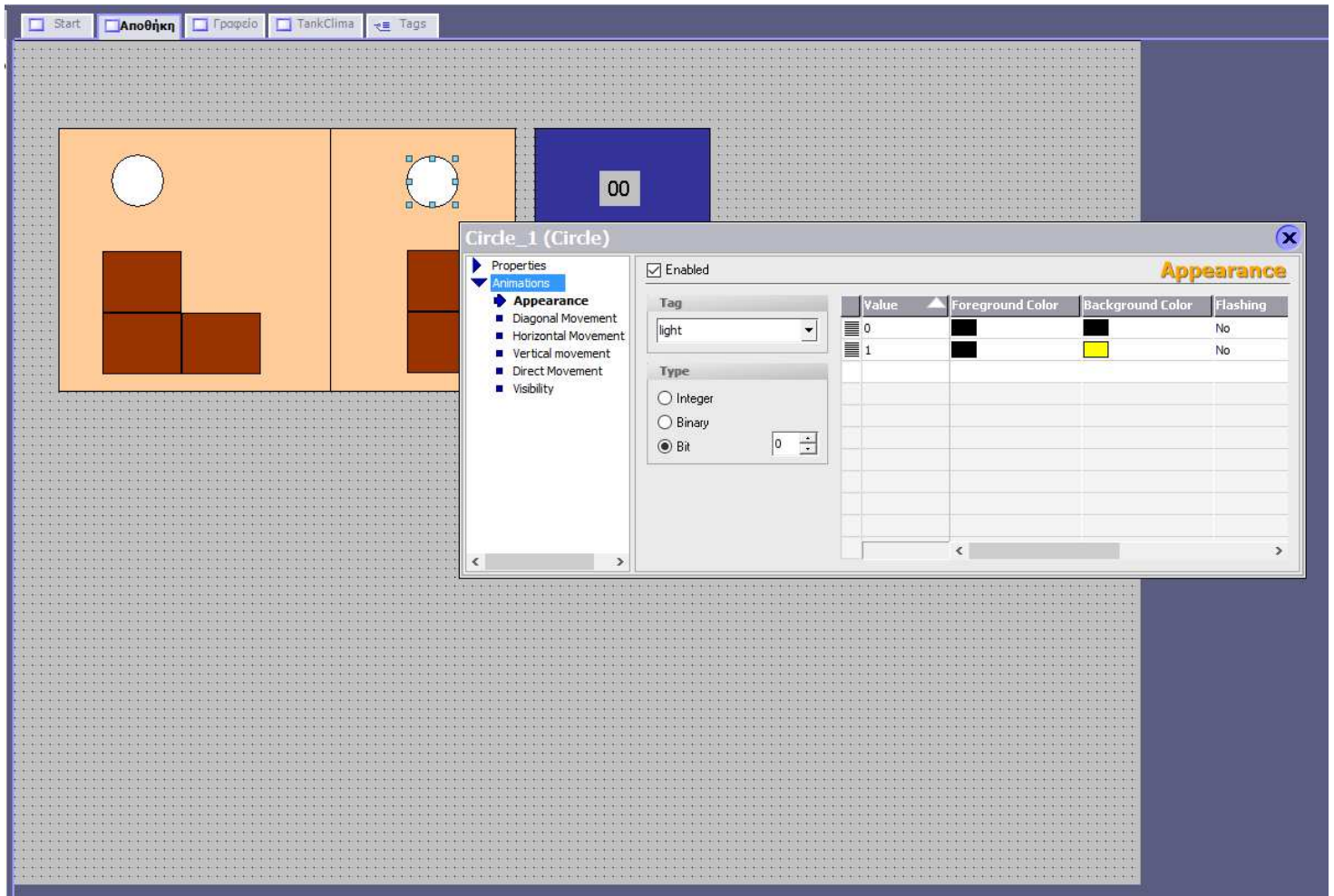
Επιλέγουμε τώρα το αντικείμενο (στην προκειμένη περίπτωση κουμπί) που θα επηρεάζει την τιμή του tag. Πηγαίνουμε στα Properties του.

The screenshot shows the WinCC Flexible interface with a button configuration window open. The main window displays a control panel with two orange tanks and a blue control panel with 'OFF' and 'ON' buttons. The 'Button\_4 (Button)' configuration window is open, showing the 'Events' tab. The 'Click' event is selected, and the 'Function List' is displayed with the following configuration:

Function	Tag (Out)	Value
1 SetValue	light	1
2 <No function>		

Επιλέγουμε τον διακόπτη ON και ρυθμίζουμε να αλλάζει η μεταβλητή με το πάτημά του

Στη συνέχεια ρυθμίζουμε με τον ίδιο τρόπο από τα properties και event του αντικειμένου



που θέλουμε να επηρεάζεται με τη μεταβολή του Tag.

Όταν η τιμή του Tag είναι 0 το κάνουμε μαύρο. Όταν η μεταβλητή γίνει 1 το κάνουμε κίτρινο.

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να συνδέσουμε δύο ή περισσότερα αντικείμενα μεταξύ τους γενικότερα χρησιμοποιώντας ένα κοινό Tag.

Ας ρήξουμε τώρα μία ματιά στη δεξαμενή.

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a tank control system. The main window shows a tank with a pink liquid level, a gauge, and a bar chart. The gauge is labeled 'Gauge\_1 (Gauge)' and the bar chart is labeled 'Bar\_1 (Bar)'. The gauge's 'Function List' window is open, showing a 'SetValue' function with 'Tag (Out)' and 'Value' both set to 'Tank'. The bar chart's 'General' window is open, showing the 'Scale' section with 'Maximum value' set to 100, 'Minimum value' set to 0, and 'Process' set to 'Tank' with a cycle time of 1 s.

Χρησιμοποιήσαμε μία δεξαμενή από τα Graphics, ορίσαμε μέγιστη και ελάχιστη τιμή και την συνδέσαμε και με το παρόμετρο.

Στο παραδειγμά μας έχουμε χρησιμοποιήσει τρία κουμπιά για την ρύθμιση της δεξαμενής τα : **on – off – resume**.

**On:** Ξεκινάει να γεμίζει από την αρχή.

**Off :** Σταματάει το γέμισμα

**Resume :** Συνεχίζει το γέμισμα από εκεί που είχε σταματήσει.



Σε αυτό το σημείο της εφαρμογής χρειάστηκε να συντάξουμε scripts.

Ακολουθούν τα script που δημιουργήθηκαν ώστε να εκτελούνται όσα αναφέραμε.

**ON :**

Dim i

Dim bt,lb,ms

'Set bt=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("stop") //Θέτουμε αρχικές

Set lb=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("IO2") // καταστάσεις

Set ms=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("Text1")

i=0

SmartTags ("Tag2") = 0 // Αν το Tag είναι 0 τότε τρέχει την Stop2

stop2

Do Until i>=100 //Γεμίζει τη δεξαμενή

SmartTags("Tank")=i

i=i+0.0001

If SmartTags("Tag2") = 1 Then //Αν το Tag είναι 1 τότε τρέχει

SmartTags("tag3") = I // το tag3

lb.Visible = True

ms.Visible = True

Exit Do

End If

Loop

SmartTags("tag3") = i //Εμφανίζει την τελική τιμή σε παράθυρο

lb.Visible = True

ms.Visible = True

**Resume:**

Dim lb,ms,j

Set lb=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("IO2") //Θέτουμε αρχικές

Set ms=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("Text1") // καταστάσεις

j = SmartTags("tag3") //Θέτουμε στο j την μεταβλητή που έχει μέχρι στιγμής η  
δεξαμενή

SmartTags ("Tag2") = 0 // Αν το Tag είναι 0 τότε τρέχει την Stop2

stop2

Do Until j>=100

SmartTags("Tank")=j //Γεμίζει τη δεξαμενή από εκεί που είχε σταματήσει

j=j+0.0001

If SmartTags("Tag2") = 1 Then

SmartTags("tag3") = j

lb.Visible = True

ms.Visible = True

Exit Do

End If

Loop

SmartTags("tag3") = j //Εμφανίζει την τελική τιμή σε παράθυρο

lb.Visible = True

ms.Visible = True

**Stop 2:**

Dim lb,ms

Set lb=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("IO2") //Σταματά τη

Set ms=HmiRuntime.Screens("TankClima").ScreenItems("Text1") //διαδικασία

lb.Visible = False //Δεν εμφανίζει την τελική τιμή σε παράθυρο

ms.Visible = False

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Α. Βελώνη – Σ. Αλατσαθανιός, «Βιομηχανική Πληροφορική», Αθήνα 2014
2. Jose Angel Gomez Gomez, «Survey of SCADA SYSTEMS and visualization of a real life process», Master Thesis of Swedish Department of Electrical Engineering 2002
3. Συστήματα Παραγωγής CAD-CAM-CAE: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΕΛΕΓΧΟΥ Εκδόσεις. Πανεπιστήμιο Πειραιά.
4. Γεώργιος Χασάπης, «Αρχιτεκτονική και Προγραμματισμός Συστημάτων Βιομηχανικού Ελέγχου», Εκδόσεις ΖΗΤΗ,
5. Μάνεσης, Σ., (2009) Συστήματα Προγραμματιζόμενων Βιομηχανικών Αυτοματισμών.
6. Μαραντίδης, Ν., (2000) Αυτοματισμός με SIMATIC S7, Siemens.
7. Μοντελοποίηση και Έλεγχος Βιομηχανικών Συστημάτων με χρήση Γενικευμένων Αυτομάτων", Διδακτορική Διατριβή, Β. Δεληγιάννης, Πάτρα 2009.
8. Εγκατάσταση, Λειτουργία και Ανάπτυξη Εφαρμογής Βιομηχανικού Δικτύου PROFIBUS DP και σταθμού Εποπτικού Ελέγχου", Διπλωματική εργασία, Β. Δεληγιάννης, Πάτρα 2002.
9. Συστήματα Βιομηχανικών Αυτοματισμών", Στ. Μάνεση, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 2006.
10. Michael J. Shaw, "Information-Based Manufacturing", Kluwer Academic Publishers, 2001.
11. Interactive Retrieval of 3D Shape Models using Physical Objects. Ichida Hiroyasu, Itoh Yuichi, Kitamura Yoshifumi, και Kishino Fumio. 2004. ACM. <http://portal.acm.org> .
12. Thapa, D., Park, S.C., Park, C.M. and Wang, G.N. (2007) 'Controller logic design and Implementation using t-MPSG', ICCAS 2007, International Conference on Control,
13. Automation and Systems, Article number 4406584, pages 1540-1544.
14. WinCC flexible Getting Started Options Edition 04/2006 A5E00279943-03.
15. WinCC flexible 2008 Getting Started - First-Time Users Getting Started Edition 06/2008 A5E00279548-04.

