



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μια εναλλακτική πρόταση για  
τον αυτοματισμό οικιακών καταναλώσεων – «Έξυπνο Σπίτι»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Αλέξανδρος Δ. Ελευσινιώτης  
Αλέξανδρος Α. Κορδώνης

**Επιβλέπων :** Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2009





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Μια εναλλακτική πρόταση για  
τον αυτοματισμό οικιακών καταναλώσεων – «Έξυπνο Σπίτι»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Αλέξανδρος Δ. Ελευσινιώτης  
Αλέξανδρος Α. Κορδώνης

**Επιβλέπων : Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος**

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 4<sup>η</sup> Φεβρουαρίου 2009

.....  
Κωνσταντίνος  
Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Περικλής Μπούρκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Νικόλαος Θεοδώρου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2009

.....  
Αλέξανδρος Δ. Ελευσινιώτης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Αλέξανδρος Α. Κορδώνης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Αλέξανδρος Ελευσινιώτης, 2009

Copyright © Αλέξανδρος Κορδώνης, 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία, είναι ουσιαστικά μία προσπάθεια εύρεσης ύστερα από μελέτη, εναλλακτικής λύσης για την τελική υλοποίηση του «έξυπνου σπιτιού». Βασική του λειτουργία, είναι η αυτοματοποίηση των οικιακών καταναλώσεων και συσκευών. Η λύση, η οποία είναι και ο σκοπός συγγραφής της εργασίας αυτής, θίγει τα διάφορα ζητήματα που αφορούν το «έξυπνο σπίτι» σήμερα, τόσο σε επίπεδο κατασκευής του, όσο και σε επίπεδο λειτουργίας του.

Στα πρώτα κεφάλαια αναπτύσσονται γενικές πληροφορίες, όπως ο ηλεκτρονόμος καστανίας, ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC), το βασικό λογισμικό (SCADA) που χρησιμοποιήθηκε στην οθόνη αφής αυτής, αλλά και το επιμέρους λογισμικό που δημιουργήθηκε.

Στα επόμενα κεφάλαια, πραγματεύεται το προγραμματιστικό μέρος της διπλωματικής εργασίας. Σε αυτό, ενυπάρχουν οι επιμέρους κώδικες, που έχουν συνταχθεί για τα ήδη ανεπτυχθέντα PLC και SCADA. Όλα τα εμπόδια, οι δυσκολίες και το πώς τελικά υπερκεράστηκαν, περιγράφονται σε αυτό το κεφάλαιο.

Έπεται, ένα ρεαλιστικό παράδειγμα, που εφαρμόζεται σε μια τυπική οικία και επισυνάπτονται λεπτομερή ηλεκτρολογικά σχέδια της οικίας αυτής. Δίνεται ακόμα έμφαση και καταγράφονται οι διαφορές ενός τυπικού και ενός «έξυπνου σπιτιού» και γίνεται μερική αναφορά στο κόστος κατασκευής του τελευταίου.

Τέλος, σημειώνονται τα συμπεράσματα, - συμπεράσματα που εξήχθησαν, αφού πρώτα συνυπολογίστηκαν το κόστος κατασκευής και λειτουργίας, αλλά και η ασφάλεια που μπορεί να παρέχει στον εκάστοτε ιδιοκτήτη ένα «έξυπνο σπίτι».

### *Λέξεις Κλειδιά*

Έξυπνο Σπίτι, PLC, SCADA, ηλεκτρονόμος καστανίας ή μανδάλωσης , κεντρικός έλεγχος, ηλεκτρολογική εγκατάσταση, ηλεκτρολογικός πίνακας.

## **ABSTRACT**

The scope of this thesis is an attempt to create an alternative solution of the traditional concept of the “smart home”. The “smart home” is an automation of several household appliances and devices, in order for the modern house to work in a more effective and comfortable way.

The first chapter focuses on establishing the technical foundations for the construction of the smart home application by analyzing all the necessary devices used. These are the latching relay, PLC (Programmable Logic Controller), the touch screen and the SCADA programming used on it. We also provide explanations on the basic functions of each device and show how all this are assembled together in a pattern.

Thereafter, we expand on the Programmable Part of this thesis focusing on a full and detailed analysis of the PLC and SCADA codes and on how the programs are loaded on the PLC and the touch screen.

The next chapter, presents and applies a realistic pattern of these alternative installation –smart home, with fully – detailed electrical drawing in a house. Moreover, it highlights the benefits of a smart home solution when compared to an average house and we also evaluate the cost.

The last chapter refers effectuation and actually implementation of this application showing how various obstacles, technical difficulties and challenges where finally surmounted. In the end, some conclusions are drawn focusing on the cost effectiveness and the safety, this solution can provide.

### *Keywords*

Smart home, PLC, SCADA, latching relay, central control, electrical installation, electrical board.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΑΝΑΦΟΡΑ .....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΚΟΠΟΣ .....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΟΘΟΝΗ ΑΦΗΣ.....	20
4.1 Γενικές Πληροφορίες.....	20
4.2 Δομή .....	22
4.3 Κύρια Μέρη.....	23
4.4 Διαστάσεις .....	25
4.5 Τεχνικές Πληροφορίες.....	26
4.6 Επικοινωνία με PLC .....	27
4.7 Χαρακτηριστικά Λειτουργικού συστήματος.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ - PLC .....	29
5.1 Γενικές Πληροφορίες.....	29
5.2 Επικοινωνία με Υπολογιστή.....	41
5.3 Δομή Εισόδων – Εξόδων .....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC .....	45
6.1 STEP7 – Γλώσσα προγραμματισμού για PLCs της Siemens.....	45
6.2 Προγραμματισμός του PLC .....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ SCADA .....	64
7.1 Γενικές πληροφορίες.....	64
7.2 MOVICON .....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ .....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	94
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 - ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ .....	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	97

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Στις μέρες μας, ο χρόνος έχει γίνει πολύτιμος λόγω της πληθώρας εργασιών και υποχρεώσεων που καλείται να εκπληρώσει ο κάθε σύγχρονος άνθρωπος κατά την διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Κάθε υποχρέωση, σε όλους σχεδόν τους τομείς της ζωής μας, γίνεται ολοένα και πιο απαιτητική από άποψη χρόνου, ολοένα και πιο εύκολη από άποψη χρήσεως. Κάποτε τα πιάτα από το καθημερινό μας δείπνο πλένονταν στο χέρι και η πόρτα του γκαράζ έκλεινε χειροκίνητα, τώρα όμως τα παραπάνω γίνονται πιο γρήγορα, πιο εύκολα και χωρίς την επίβλεψή μας.

Υπάρχει δηλαδή μια τάση προς την αυτοματοποίηση των λειτουργιών. Σε αυτό βέβαια, έχει βοηθήσει η ανάπτυξη της τεχνολογίας. Οι διάφοροι τομείς της, όπως η πληροφορική, η ηλεκτρονική, οι τηλεπικοινωνίες κ.α., μπορεί να είχαν αρχικά προσφέρει λύσεις σε διάφορες περιπτώσεις, η κάθε μία όμως στο πεδίο της. Η περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας, έφερε το πάντρεμα όλων αυτών των γνωστικών αντικειμένων, με αποτέλεσμα να έχουμε μία πρόοδο, που ίσως κάποτε να μην αποτελούσε ούτε φαντασία για εμάς. Τα αυτοκίνητα έχουν κεντρικό κλείδωμα, ηλεκτρικά παράθυρα, ηλεκτρικούς καθρέφτες, αυτόματους επιλογείς CD και πολλές ακόμα ευκολίες και ανέσεις. Τα εργοστάσια, οι βιομηχανίες και τα πολυκαταστήματα έχουν και αυτά υψηλώς αυτοματοποιημένα συστήματα, που καταφέρνουν να κάνουν τους εργαζόμενους πιο αποδοτικούς και τα ίδια τα κτίρια πιο λειτουργικά. Αυτόματες πόρτες, ρολά που κλείνουν - αν υπάρχει έντονη ηλιοφάνεια, φωτισμός που ανάβει - με χρήση υπερύθρων, αλλά και πιο σοβαρές λειτουργίες, όπως η κύλιση των ταινιοδρόμων, σε μια σειρά παραγωγικής διαδικασίας με την απλή χρήση κουμπιών, είναι πια παραδείγματα αυτοματισμού που συναντούμε καθημερινά.

Τα προαναφερθέντα είναι έξυπνες λύσεις, επιτεύγματα μικρά ή μεγάλα χάριν της τεχνολογικής προόδου, τα οποία μπορούν να βρουν εφαρμογή όχι μόνο στις παραπάνω περιπτώσεις, αλλά τα συναντάμε και στις απλές, καθημερινές μας ασχολίες, όπως τις οικιακές. Σε κάθε σπίτι πλέον, υπάρχει τηλεχειριστήριο τηλεόρασης ή κλιματιστικού, διακόπτες που ανοιγοκλείνουν αυτόματα με τη



θερμοκρασία δωματίου, ώστε να την κρατούν σταθερή σε ένα χώρο, καθώς επίσης και συστήματα συναγερμού, βασισμένα στη χρήση υπερύθρων ή ανίχνευσης ήχου. Επίσης, έχουμε συστήματα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης, αυτόματες γκαραζόπορτες, αυτόματα ποτιστικά συστήματα που λειτουργούν με χρονοδιακόπτες και διάφορα άλλα. Όλες αυτές οι συσκευές είναι ξεχωριστές οντότητες και η κάθε μία επιτελεί τη μοναδική και συγκεκριμένη λειτουργία της. Σταδιακά, δημιουργήθηκε η ανάγκη προς αναζήτηση μίας ολοκληρωμένης λύσης, ενός ενιαίου πλαισίου διαδικασιών, το οποίο και θα εξυπηρετεί όσο το δυνατόν περισσότερες ανάγκες του κατοίκου μίας τυπικής οικίας. Έτσι, δημιουργήθηκε τα τελευταία χρόνια, η έννοια του «έξυπνου σπιτιού» και οπωσδήποτε στις μέρες μας γίνεται πράξη. Το «έξυπνο σπίτι», είναι ένα σπίτι το οποίο έχει ομαδοποιήσει, οργανώσει και αυτοματοποιήσει τις λειτουργίες του, ανάλογα βέβαια με την ανάγκη και τη θέληση που έχει ο εκάστοτε ιδιοκτήτης. Σε αυτό βοήθησε, η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η επικοινωνία που μπορεί να έχει ο κάθε ένας κλάδος της με τον άλλον, όπως προαναφέρθηκε.

Η παρούσα διπλωματική εργασία, θέλει να αναδείξει την ευκολία, την απλότητα, την ευελιξία, αλλά και την χρησιμότητα που έχει ένα «έξυπνο σπίτι». Θα αναδείξει ουσιαστικά την καρδιά του «έξυπνου σπιτιού», ποιες είναι οι βασικές του μονάδες, πώς λειτουργούν και πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Ο κύριος όγκος των υλικών και διαδικασιών που θα αναλύσουμε, είναι ηλεκτρολογικής φύσεως. Πριν περάσουμε όμως, στα επιμέρους ηλεκτρολογικά του μέρη, θα δούμε πρώτα τι κάνει αυτό το «έξυπνο σπίτι», γιατί είναι έξυπνο και πόσο και, καταληκτικά, να αποφανθούμε για το αν και κατά πόσο είναι οικονομικά συμφέρον προς εμάς να μένουμε σε ένα τέτοιο σπίτι και γιατί;

Πολλές φορές οδηγούμαστε στην παρανόηση, πως ένα «έξυπνο σπίτι» είναι αυτό που ομαδοποιεί τον φωτισμό, δίνοντας έτσι την δυνατότητα αρκετών σεναρίων. Στην πραγματικότητα όμως ένα τέτοιο σπίτι, σημαίνει πολλά περισσότερα. Οι αυτοματισμοί που αφορούν στην κεντρική διαχείριση διαφόρων συστημάτων μίας οικίας, ονομάζονται συνήθως «έξυπνο σπίτι». Αυτό ελέγχει τις εγκαταστάσεις της οικίας, με στόχο την ομαδοποίηση κάποιων λειτουργιών και την αυτοματοποίηση κάποιων άλλων. Το «έξυπνο σπίτι» χαρακτηρίζεται από την ολοκλήρωση των υπηρεσιών του, δηλαδή χρησιμοποιεί τα ίδια περιφερειακά για πολλές χρήσεις (π.χ., τα αισθητήρια του συναγερμού χρησιμοποιούνται και για τον έλεγχο του φωτισμού, οι οθόνες των τηλεοράσεων, για να δέχονται και την εικόνα της θυροτηλεόρασης, το

τηλέφωνο, για να μας στέλνει μήνυμα ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα ή ότι κάποιος βρίσκεται μπροστά στην εξώπορτα κ.α.). Τέτοια συστήματα με προηγμένες δυνατότητες κυκλοφορούν ήδη στην αγορά και προσφέρουν τη δυνατότητα να ενοποιήσουν κάθε οικιακό εξοπλισμό, όπως τον κλιματισμό, το σύστημα ασφαλείας, την πισίνα, τα ρολά, τα ηχητικά συστήματα και το τηλεφωνικό δίκτυο, ώστε να μπορούμε να τα ελέγχουμε από μια οθόνη αφής, έναν απλό διακόπτη τοίχου ή ένα τηλεχειριστήριο. Ο αντίστοιχος όρος στα Αγγλικά και ενδεχομένως συνηθέστερος ακόμα στην Ελλάδα, είναι το «smart home» ή «smart house». Όλα αυτά τα συστήματα έχουν πολύ περισσότερες δυνατότητες, από το να ελέγχουν τις λειτουργίες μιας οικίας και για αυτόν τον λόγο τα συναντούμε και σε μεγάλους επαγγελματικούς χώρους, όπως συνεδριακά κέντρα, αίθουσες ξενοδοχείων, εστιατόρια και σε αρκετές ακόμα εφαρμογές.

Μία τέτοια δημιουργία και λειτουργία μπορεί να μας προσφέρει αρκετά. Με το σπίτι αυτό, απολαμβάνουμε την πολυτέλεια με το πάτημα ενός και μόνο πλήκτρου. Η ευελιξία του συστήματος, επιτρέπει στον ιδιοκτήτη να δημιουργεί διάφορα, δικής του επιλογής σενάρια φωτισμού, όπως διαδρομές, πλήκτρα πανικού, πλήκτρα "all off" και πολλά άλλα. Πρέπει να μας παρέχει την δυνατότητα, όταν είμαστε μέσα, να ενεργούμε εύκολα, χωρίς να είναι απαραίτητη η μετακίνηση μας εντός των χώρων του σπιτιού και, ταυτόχρονα, πρέπει να εξακολουθεί να λειτουργεί ως κλασικό σπίτι. Ενώ, θα πρέπει και όταν ακόμα βρισκόμαστε εκτός της οικίας, να μας παρέχεται η δυνατότητα να ενεργούμε εξίσου εύκολα, μέσω τηλεφώνου ή διαδικτύου.

Τα «έξυπνα σπίτια» μπορούν να αναλάβουν πρωτοβουλίες, όπως να ρυθμίσουν την εσωτερική θερμοκρασία τους, να κλείσουν τα καλοριφέρ - όταν κάποιο παράθυρο ξεχαστεί ανοικτό, να ανεβάσουν μόνα τους τις τέντες - για να μην καταστραφούν από τον αέρα, να προσομοιώσουν κίνηση ανοιγοκλείνοντας τα φώτα και τα ρολά, αποθαρρύνοντας τους διαρρήκτες κατά την απουσία μας, ή απλώς να ενημερώσουν τον ιδιοκτήτη για την κατάσταση της οικίας του, μέσω διαδικτύου - θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, βροχή, αέρας, αποθέματα νερού, πετρελαίου, κατάσταση ρολών, τεντών, εξόδων και οτιδήποτε άλλο για το οποίο θα έπρεπε να είμαστε ενήμεροι.

Πρέπει όμως, να γνωρίζουμε τις βασικές λειτουργίες του. Σε ένα πρώτο επίπεδο η βασική λειτουργία ενός «έξυπνου σπιτιού», φαίνεται πως είναι ο έλεγχος του φωτισμού, στην ουσία όμως μας δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθούμε και να διαχειριζόμαστε όλες τις εγκαταστάσεις, μέσω οποιουδήποτε τρόπου μπορούμε να

έχουμε επικοινωνία (τηλέφωνο, διαδίκτυο, κινητό τηλέφωνο) με το σπίτι μας, όπως τη θέρμανση, το ζεστό νερό, το συναγερμό, τα φώτα, τα ρολά, το αυτόματο πότισμα ή ακόμα και τη στάθμη του πετρελαίου. Μας δίνει τη δυνατότητα για μεταφορά εικόνας και ήχου στο κινητό μας ή στο γραφείο, όταν προκύπτουν προειδοποιήσεις (alarm) τις οποίες θεωρούμε σημαντικές. Παράλληλα, με την δημιουργία σεναρίων, μπορούμε να έχουμε στα χέρια μας ένα πολύ δυνατό εργαλείο για τον έλεγχο των εγκαταστάσεων.

Τα σενάρια που μπορούμε να εφαρμόσουμε είναι ουσιαστικά άπειρα και αφορούν την εξοικείωση του χρήστη με το πρόγραμμα. Γι' αυτό πολλές φορές το σύστημα προγραμματίζεται με κάποια βασικά σενάρια και στην πορεία, ανάλογα με τις επιθυμίες του εκάστοτε χρήστη της οικίας, προσαρμόζεται σε πιο σύνθετα σενάρια. Μελλοντικές επεκτάσεις ή διαφοροποιήσεις πραγματοποιούνται με μικρό κόστος, εφόσον η αλλαγή ενυπάρχει του προγραμματισμού. Μερικά από τα πιθανά σενάρια που μπορούμε να εφαρμόσουμε σε μια οικία είναι:

- \* Φεύγω / Έρχομαι (όταν αποχωρώ από το σπίτι το σύστημα κλείνει όλες τις ηλεκτρικές καταναλώσεις, θέρμανση, ύδρευση, ρολά, τέντες, συναγερμό, φυσικό αέριο κ.α.).

- \* Σενάρια φωτισμού κατοικίας (party mode, home cinema κ.α.)

- \* Κλείσιμο, άνοιγμα όλων των ρολών ταυτόχρονα / ασφάλιση της κατοικίας (το βράδυ ή όταν ξυπνάμε το πρωί).

- \* Δυνατότητα προγραμματισμού αυτόματης εκτέλεσης λειτουργιών (ανάβουν σταδιακά τα φώτα όσο δύει ο ήλιος, ανοίγουν αυτόματα τα ρολά όταν έχουμε alarm φωτιάς, κ.α.).

- \* Επιστρέφουμε από τη δουλειά - με την χρήση του τηλεφώνου ανάβουμε το θερμοσίφωνο πριν φτάσουμε ή κλείνουμε την παροχή ρεύματος σε κάποια συσκευή που έχουμε ξεχάσει ανοιχτή.

- \* Χρονοπρογράμματα για το αυτόματο πότισμα.

- \* Έλεγχος θέρμανσης ή κλιματισμού.

- \* Αναφορές κατάστασης για εσωτερική, εξωτερική θερμοκρασία, ηλιοφάνειας, ταχύτητας ανέμου, στάθμης πετρελαίου, νερού.

Τα παραπάνω δύνανται να εκτελούνται μέσω κάθε διακόπτη εντός του σπιτιού, οπουδήποτε και αν τοποθετηθεί. Στην περίπτωση που χρειαστεί να κάνουμε την οποιαδήποτε αλλαγή, που σχετίζεται με κάποιο σενάριο ή λειτουργία, απλώς αναπρογραμματίζουμε το σύστημα χωρίς καμία άλλη επέμβαση.

Το «έξυπνο σπίτι» χρησιμοποιεί προηγμένη μορφή της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, για να ενώσει όλα τα μηχανικά και ψηφιακά μέρη που έχει ένα σπίτι σήμερα, για να γίνει πιο εύχρηστο, ευχάριστο και "γρήγορο". Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε επιγραμματικά κάποιους από τους αυτοματισμούς που θα μας ήταν περισσότερο χρήσιμοι και ενδεχομένως απαραίτητοι σε ένα τέτοιου είδους σπίτι:

- ✓ Κεντρικός ελεγκτής αυτοματισμού
- ✓ Έλεγχος φωτισμού
- ✓ Κεντρικό σύστημα συναγερμού
- ✓ Κεντρικό σύστημα θέρμανσης
- ✓ Κεντρικό σύστημα διανομής εικόνας και ήχου
- ✓ Σύστημα ποτίσματος
- ✓ Σύστημα παρακολούθησης από κάμερες
- ✓ Έλεγχος ζεστού νερού
- ✓ Έλεγχος ηλεκτρικών συσκευών
- ✓ Έλεγχος πισίνας
- ✓ Έλεγχος καιρικών συνθηκών
- ✓ Εφαρμογές προγραμματισμού
- ✓ Υπολογιστικά προγράμματα
- ✓ Έλεγχος μέσω κινητού
- ✓ Έλεγχος μέσου ασύρματου δικτύου

Και εδώ ανακύπτει το ερώτημα των δυσκολιών και του κόστους κατασκευής ενός «έξυπνου σπιτιού». Για νέες κατοικίες ή κατοικίες που βρίσκονται υπό γενική επισκευή, η σωστή λύση μπορεί να προκύψει μόνο μετά από σοβαρή μελέτη, η οποία και θα τεκμηριώνει γραπτώς όλη την προτεινόμενη καλωδίωση. Αν είμαστε στην φάση της μελέτης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων της κατοικίας μας, ζητάμε από τον μηχανικό να μας ενημερώσει για τα συστήματα «smart home» και τα εντάσσουμε στην μελέτη. Στην αγορά υπάρχουν έτοιμα πακέτα, που είναι όμως μεμονωμένα και συνήθως ασύμβατα με άλλες συσκευές, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις η τιμή τους ξεπερνάει τα λογικά πλαίσια. Όπως είδαμε παραπάνω, ένα «έξυπνο σπίτι», είναι όντως «έξυπνο», θεωρείται το σπίτι του μέλλοντος και η τελική κατασκευή του, δεν απαιτεί τα υπέρογκα χρηματικά ποσά που αξιούν και ζητούν τελικά οι εταιρίες που κυριαρχούν στον τομέα. Το κόστος δηλαδή, ενός τέτοιου

σπιτιού μπορεί να υπολογιστεί, αφού πρώτα εξετάσουμε τι περιλαμβάνει ένα κλασσικό σήμερα σπίτι και πόσα από αυτά θέλουμε να ελέγχουμε «έξυπνα»:

1. Φωτισμό
2. Ηλεκτρικά Ρολά
3. Σύστημα Ασφαλείας
4. Ψύξη και θέρμανση
5. Αυτόματο πότισμα σε αρκετές περιπτώσεις
6. Audio/Video συστήματα – για τους λάτρεις των οπτικο-ακουστικών μέσων
7. Θυροτηλεόραση – Τηλεφωνικό κέντρο – Δίκτυο Υπολογιστών κ.α.

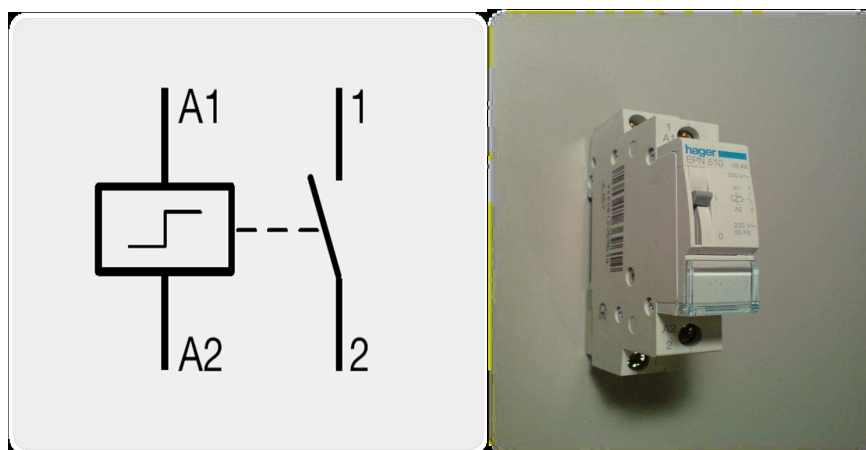
Αρκετοί από εμάς, κατασκευάζοντας μία οικία σήμερα, έχουμε στο μυαλό μας την υποδομή για την τοποθέτηση τουλάχιστον ενός μεγάλου μέρους εκ των παραπάνω συστημάτων. Στα περισσότερα σπίτια, καταλήγουν να τοποθετηθούν αρκετοί από τους παραπάνω κύριους τομείς που βρίσκουμε σε μία κλασική οικία, από διάφορες εταιρείες με βάση τις προδιαγραφές που έχουμε καταγράψει. Η υποδομή που θα χρειαστούμε για μία απλή οικία με γνώμονα τα παραπάνω, θα ήταν καλωδιακή για την λειτουργία και την προμήθεια των υλικών. Το έξυπνο σπίτι δεν διαφοροποιείται πάνω σε αυτό. Η λογική του είναι να ομαδοποιήσει όλες τις παραπάνω λύσεις και να δώσει στον ιδιοκτήτη την δυνατότητα, να μπορεί να τα ελέγχει μέσα από ένα κεντρικό σύστημα (σεναριογράφο - controller). Η έννοια του έξυπνου σπιτιού δεν προδιαγράφει κάποια ακριβή λύση, αλλά την τοποθέτηση όλων των παραπάνω με γνώμονα την καλύτερη διαχείριση, την οργάνωση και την δημιουργία βιώσιμων συνθηκών. Το επιπλέον κόστος σε όλα τα παραπάνω, δεν παύει να είναι ο προγραμματισμός των συνθηκών αυτών, της οπτικοποίησης και των σεναρίων που μας ενδιαφέρουν. Άρα, το κόστος μίας έξυπνης οικίας, είναι αναλογικό ως προς τι θέλουμε να έχουμε από όλα τα παραπάνω υποσυστήματα και πόσα ακόμα θα θέλαμε να προσθέσουμε για να διευκολύνουν την καθημερινότητα και εν γένει τη ζωή μας!

Αξίζει βέβαια να αναφερθεί ότι τα έξυπνα σπίτια δεν προάγουν μόνο την άνεση, την ευκολία και την εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου, αλλά μπορούν να επιτελέσουν και σημαντικό ρόλο στην υγεία και στη φροντίδα ανθρώπων που το έχουν ανάγκη. Στη Βρετανία μελετώνται έξυπνα σπίτια που φροντίζουν τους ηλικιωμένους, καταγράφοντας τις κινήσεις τους και παρακολουθώντας την υγεία τους. Νέες τεχνολογίες, όπως αισθητήρες, δορυφορικά συστήματα, GPS, που

«κρύβονται» στα «έξυπνα σπίτια», θα επιτρέπουν στους ηλικιωμένους να ζουν ανεξάρτητοι, με ασφάλεια στο δικό τους χώρο για μεγαλύτερο διάστημα, χωρίς να απαιτείται η παρουσία τρίτων. Σύμφωνα με τις πληροφορίες της BRE, της φιλανθρωπικής ερευνητικής οργάνωσης πίσω από το εγχείρημα, σε συνεργασία με το βρετανικό υπουργείο Υγείας, τα «έξυπνα σπίτια» θα έχουν τη δυνατότητα να ειδοποιούν την οικογένεια του ηλικιωμένου ή το γιατρό του, σε περίπτωση που καταγραφούν αλλαγές στην κατάσταση της υγείας του, σημειωθούν πτώση ή τραυματισμός του ή άλλη μη συνηθισμένη συμπεριφορά. Μέσω αμφίδρομου συστήματος επικοινωνίας, ο ηλικιωμένος θα μπορεί να ενημερώνει τους συγγενείς ή το γιατρό του για το τι ακριβώς συμβαίνει, αν δεν μπορεί να φτάσει στο τηλέφωνο ή να χρησιμοποιήσει τη συσκευή. Το δίκτυο νέων τεχνολογιών στα «έξυπνα σπίτια» θα μπορεί, για παράδειγμα, να διακόπτει την παροχή νερού σε περίπτωση ατυχήματος στο μπάνιο ή διαρροής, όπως επίσης και να ειδοποιεί το κοντινότερο νοσοκομείο ή την πυροσβεστική σε περίπτωση διαρροής γκαζιού. Ειδική συσκευή, τοποθετημένη στο μπάνιο ή στην κουζίνα, θα μπορεί να «δίνει» στους ηλικιωμένους τα φάρμακά τους στη σωστή δοσολογία, τη σωστή στιγμή, ειδοποιώντας τους με ηχητικό σήμα για να μην παραλείψουν οποιαδήποτε λήψη του φαρμάκου. Τα πρώτα σπίτια «τηλεφροντίδας», θα είναι έτοιμα να δεχτούν τους πρώτους ενοίκους σύντομα. Και εάν το εγχείρημα αποδειχθεί επιτυχημένο, οι αντίστοιχες νέες τεχνολογίες θα αρχίσουν να τοποθετούνται σε χιλιάδες σπίτια ηλικιωμένων και ατόμων με χρόνιες ασθένειες. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του βρετανικού υπουργείου Υγείας, τουλάχιστον 500.000 Βρετανοί, που τώρα βρίσκονται σε κέντρα φροντίδας ηλικιωμένων, αν το επιθυμούν θα μπορούν να επιστρέψουν στο δικό τους «έξυπνο σπίτι τηλεφροντίδας».

Κλείνοντας την εισαγωγή αυτή, δεν θα μπορούσε να λείπει η αναφορά των επιμέρους στοιχείων ενός «έξυπνου σπιτιού», καταγράφοντας το θεωρητικό του υπόβαθρο, συγκρίνοντας τον κλασικό αυτοματισμό με το σύγχρονο, εντοπίζοντας τυχόν διαφορές τους. Η ζήτηση σύγχρονων συστημάτων αυτοματισμού ελέγχου, εμφανίστηκε αρχικά στον τομέα της βιομηχανικής παραγωγής, καθώς υπήρχαν απαιτήσεις για μεγαλύτερη ταχύτητα, αξιοπιστία, ευελιξία και αποτελεσματικότητα στον έλεγχο. Έτσι, αναπτύχθηκαν ποικίλα συστήματα ελέγχου, όπως οι ηλεκτρονόμοι (relays), τα λογικά συστήματα, τα συστήματα υπολογιστών και οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC's).

Στο κύκλωμα ελέγχου της κατασκευής που θα αναλυθεί παρακάτω, χρησιμοποιούμε έναν ειδικό τύπο ηλεκτρονόμου που ονομάζεται ηλεκτρονόμος μανδάλωσης ή καστάνιας (latching relay). Το ρελέ καστάνιας ή ρευματώθησης είναι ένα μηχανικό ρελέ, στο οποίο όταν δοθεί παλμός, γυρίζει ένα γρανάζι και το «δοντάκι» σπρώχνει την επαφή και οπλίζει, πετυχαίνοντας με αυτό τον τρόπο την αυτοσυγκράτηση. Στον επόμενο παλμό επιστρέφει το γρανάζι στην αρχική του θέση και αφοπλίζεται η επαφή. Τα σύγχρονα ρελέ καστάνιας είναι ηλεκτρονικά. Ένα ρελέ καστάνιας δεν καταναλώνει ρεύμα κατά τη λειτουργία του. Επίσης αν συμβεί διακοπή ρεύματος δεν αλλάζει η κατάσταση του, αφού δεν συνδέεται με τη φάση, παρά μόνο μέσω του μπουτόν. Οι παλμοί τάσης μπορούν να προέρχονται από έναν διακόπτη με επαναφορά, όπως και μέσω εντολών οι οποίες θα δίνονται από ένα PLC, βάση κάποιου ειδικού προγράμματος. Στη συνέχεια παρατίθεται το ηλεκτρολογικό σχέδιο και η φωτογραφία ενός ηλεκτρονόμου του προαναφερθέντος είδους:



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΑΝΑΦΟΡΑ

---

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται και ουσιαστικά έπεται αυτής του συνάδελφου Δημητρίου Τ. Καρακούση με τίτλο «Μια εναλλακτική πρόταση για τον αυτόματο έλεγχο οικιακών καταναλώσεων και εφαρμογή στο έξυπνο σπίτι». Στόχος εκείνης της διπλωματικής ήταν να δώσει μια εναλλακτική προσέγγιση για την έννοια του «έξυπνου σπιτιού» και προτείνει, πώς μπορεί να υλοποιηθεί με απλά ηλεκτρολογικά εξαρτήματα, άμεσα διαθέσιμα στην αγορά και χωρίς να απαιτούνται ειδικές γνώσεις. Αναλύονται τα βασικά εξαρτήματα της εγκατάστασης, τα οποία είναι ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης, ο ανιχνευτής κίνησης, το μπουτόν ράγας, ο ηλεκτρονόμος διαφυγής, το καλώδιο UTP και άλλα. Επίσης, γίνονται μετρήσεις σε διάφορες καταστάσεις των κυκλωμάτων, όπως οι μεταβατικές και προτείνονται οι καλύτερες λύσεις. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις που γίνονται σε διαγράμματα και επισημαίνονται τα προβλήματα που εμφανίζονται, μαζί με τις λύσεις τους, καθώς και τα λάθη που πρέπει να αποφευχθούν.

Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση μιας τυπικής οικίας και προτάθηκε ένα πακέτο «έξυπνου σπιτιού». Τα ηλεκτρολογικά σχέδια έγιναν λεπτομερώς, για να φανεί όλη η πορεία που πρέπει να ακολουθηθεί προς την υλοποίηση του «έξυπνου σπιτιού». Υπήρχαν δύο σχέδια, καθότι δεν είχαν αυτοματοποιηθεί όλα τα φορτία της οικίας. Έγινε ένα σχέδιο για τα κλασικής χρήσεως φορτία και ένα άλλο για τα αυτοματοποιημένα. Βρέθηκε, ότι η εγκατάσταση είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη και ρυθμίσιμη, ειδικά αν χρησιμοποιηθεί η ηλεκτρονική συσκευή ελέγχου, PLC. Ένα επιπλέον συμπέρασμα ήταν ότι το κόστος της εγκατάστασης είναι σημαντικά μικρότερο, από αυτό που οι ηλεκτρολογικές εταιρίες παρουσιάζουν ως «εγκατάσταση έξυπνου σπιτιού», διότι στα έτοιμα πακέτα που παρουσιάζονται από τις εταιρίες, περιλαμβάνονται επιπλέον χρεώσεις για τις πατέντες που έχουν κατατεθεί, καθώς επίσης και για τη μεγιστοποίηση του κέρδους.

Καταληκτικά, σημείωνε πως με την εναλλακτική πρόταση ανοίγονται νέοι ορίζοντες για τις οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, καθώς οι δυνατότητες αλλαγής



ρύθμισης και παραμετροποίησής της, περιορίζονται μόνο στη φαντασία και τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη, διατηρώντας ταυτόχρονα το κόστος σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα και παρέχοντας μεγάλη ελευθερία επιλογών.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΣΚΟΠΟΣ

---

Με βάση τα προαναφερθέντα της προηγούμενης διπλωματικής εργασίας, προχωρήσαμε στην υλοποίηση ενός πιο σύγχρονου συστήματος αυτοματισμού οικιακών φορτίων. Κυριότερος στόχος είναι να γίνει μια κατασκευή του ηλεκτρολογικού μέρους μιας οικίας, η οποία θα μπορεί αφ' ενός να χειρίζεται τα φορτία καταναλώσεων μέσω ρελέ και αφ' ετέρου θα έχει την ικανότητα χειρισμού των φορτίων μέσω κατάλληλου αυτοματισμού. Επιλεχθήκαν τυπικά φορτία καταναλώσεων (κυρίως φωτισμός), τοποθετήθηκαν σε μια μακέτα, εισήχθησαν όμως και μέρη αυτοματισμού, τα κυριότερα από τα οποία είναι: το PLC, η οθόνη αφής και οι ηλεκτρονόμοι καστάνιας.

Το PLC προγραμματίστηκε με βάση κάποιο σενάριο που θα ήθελε κάποιος ιδιοκτήτης στην οικία του. Περιλαμβάνει διάφορα σενάρια, όπως ομαδοποίηση κάποιων ζωνών φωτισμού, αλλά και σενάρια που λειτουργούν με βάση το χρόνο. Για παράδειγμα ο υποτιθέμενος ιδιοκτήτης, θέλει κάποια φώτα να ανοιγοκλείνουν συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, ακόμα και αν λείπει ο ίδιος από το σπίτι. Τα σενάρια και ο προγραμματισμός τους θα περιγραφούν λεπτομερώς παρακάτω.

Δεύτερος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι να δοθεί μία λύση απεικόνισης της κατάστασης του σπιτιού μέσω μίας οθόνης, η οποία τοποθετείται σε όποιο σημείο του σπιτιού θέλει ο ιδιοκτήτης. Επιπλέον, η οθόνη αυτή είναι αφής με σκοπό να μπορεί ο οποιοσδήποτε να χειριστεί οποιοδήποτε φορτίο θέλει, παντού μέσα στο σπίτι. Έτσι, φεύγοντας για παράδειγμα από το σπίτι κάποιος, κοιτάζοντας μόνο την οθόνη θα μπορεί να καταλάβει ποια συσκευή είναι ανοιχτή και με ένα απλό άγγιγμα αυτής, θα μπορεί να την απενεργοποιήσει και αντίστροφα. Το πρόγραμμα της οθόνης αφής θα αναλυθεί και αυτό λεπτομερώς.

Στο κύριο μέρος της διπλωματικής εργασίας, αρχικά, θα αναλυθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διαφόρων συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν. Σε αυτές ανήκουν ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής, η οθόνη αφής, οι ηλεκτρονόμοι καστάνιας και το τροφοδοτικό που χρησιμοποιήσαμε. Θα παρουσιαστεί η πορεία

κατασκευής της μακέτας και όλα τα ενδιάμεσα στάδια, γιατί και πώς καταλήξαμε στα υλικά που αγοράσαμε και ποια η λογική της συνδεσμολογίας τους. Τέλος θα εισαχθούν πλήρη ηλεκτρολογικά σχέδια της κατασκευής, ώστε να γίνουν κατανοητές οι διάφορες συνδεσμολογίες.

Απώτερος σκοπός της διπλωματικής εργασίας, είναι να αναδείξει το κόστος του εξοπλισμού του «έξυπνου σπιτιού», καθότι στις μέρες μας έχει παρερμηνευθεί και αυτό επειδή διάφορες εταιρείες το κοστολογούν και τελικά το προσφέρουν σε υψηλές και ενδεχομένως απαγορευτικές τιμές για τον οποιονδήποτε. Τέλος, θα δείξουμε ότι οι εργασίες που απαιτούνται για την κατασκευή ενός «έξυπνου σπιτιού» δεν απαιτούν εξειδικευμένη γνώση και χρήση δυσεύρετων υλικών για την εκτέλεσή τους και επιπλέον πως βασίζονται σε απλές ηλεκτρολογικές ιδέες και εφαρμογές.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΟΘΟΝΗ ΑΦΗΣ

---

### 4.1 Γενικές Πληροφορίες

Όπως είπαμε παραπάνω, ένας επιπλέον τρόπος να χειριστούμε τα φορτία μας είναι μέσω μίας οθόνης αφής. Κατόπιν έρευνας αγοράς, καταλήξαμε σε μία γερμανική εταιρία –VIPA- ([www.vipa.de](http://www.vipa.de)). Η οθόνη αφής, εκτός από το χειρισμό των φορτίων, παρέχει και εικόνα ανά πάσα στιγμή των καταναλώσεων.



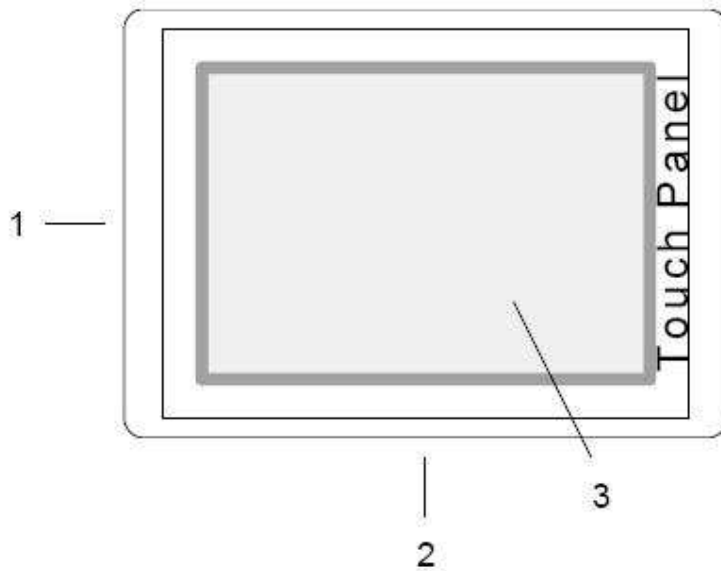
Η οθόνη αφής είναι μια ολοκληρωμένη συσκευή που λειτουργεί ως ένας υπολογιστής, βασισμένη στο λειτουργικό σύστημα Windows CE. Εκτός από τις

εκτεταμένες λειτουργίες χάρη στο λειτουργικό της, προσφέρει επίσης και ποικίλους τρόπους επικοινωνίας. Η οθόνη αφής μπορεί να διαμορφωθεί, να ρυθμιστεί και να ελεγχθεί. Συμπεριλαμβανομένου ενός προγράμματος SCADA, η οθόνη αφής είναι ικανή να ελέγξει διάφορα τμήματα της επεξεργασίας. Μερικά από τα χαρακτηριστικά της είναι:

- Microsoft Windows CE V5.0
- Ικανότητα επιλογής διάφορων προγραμμάτων SCADA
- 6 MB μνήμης για το χρήστη
- Θύρες για CF-Card II και MMC/SD καρτών μνήμης
- Κατακόρυφη ή οριζόντια προβολή κατόπιν επιλογής του χρήστη
- MPI, Profibus, DP slave, USB-B θύρες
- Αλουμινένιο περίβλημα
- Ανάλυση οθόνης σε 240x320/320x240 (16 επίπεδα)
- Ανθεκτική οθόνη αφής
- Βαθμός προστασίας IP65 κατά DIN40050
- Τύπος: 605LQS- VIPA 605-1BL00
- Περιγραφή: 5,7’’ QVGA, LCD μονόχρωμη, MPI/PROFIBUS, DP/RS485, USB-B

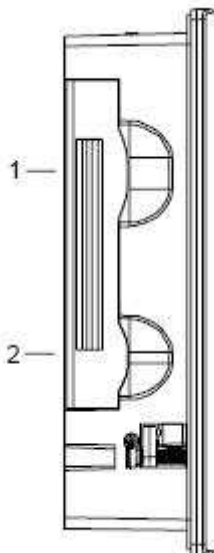
## 4.2 Δομή

Εμπρός όψη:



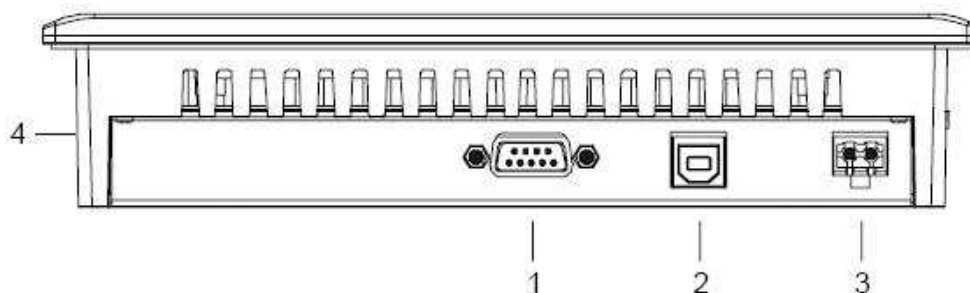
- 1) Αποθηκευτικοί χώροι (CF, SD/ MMC)
- 2) Θύρες επικοινωνίας και παροχή ενέργειας
- 3) Οθόνη αφής

Πλευρική όψη:



- 1) Μνήμη Flash
- 2) MMC/SD

Κάτω όψη:



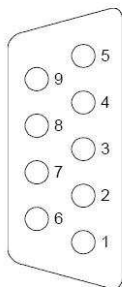
- 1) MPI/ Profibus DP/RS485 interface
- 2) USB-B θύρα
- 3) Παροχή 24V DC
- 4) Θύρα για CF/SD/MMC μνήμη

### 4.3 Κύρια Μέρη

Η οθόνη αφής έχει μνήμη μεγέθους 64MB. Αυτή η μνήμη δεν είναι buffered και σβήνεται όταν η οθόνη απενεργοποιηθεί. Επίσης, οι διευθύνσεις εισόδων είναι αποθηκευμένες σε αυτή τη μνήμη, οπότε σε κάθε επανεκκίνηση παίρνουν τις αρχικές τους τιμές. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται μνήμες τύπου Flash, ώστε να μπορούμε να αποθηκεύουμε τα προγράμματα μας και τις ρυθμίσεις που θέλουμε κάθε φορά.

Ας δούμε στη συνέχεια πως είναι διαμορφωμένη η θύρα για το Profibus DP / MPI interface (RS485):

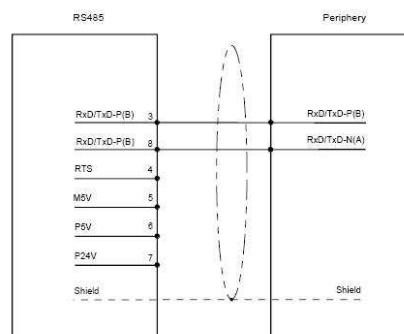
**Profibus DP /  
MPI interface  
(RS485)**



*9pin jack*

Pin	RS485
1	n.c.
2	M24V
3	RxD/TxD-P (Line B)
4	RTS
5	M5V
6	P5V
7	P24V
8	RxD/TxD-N (Line A)
9	n.c.

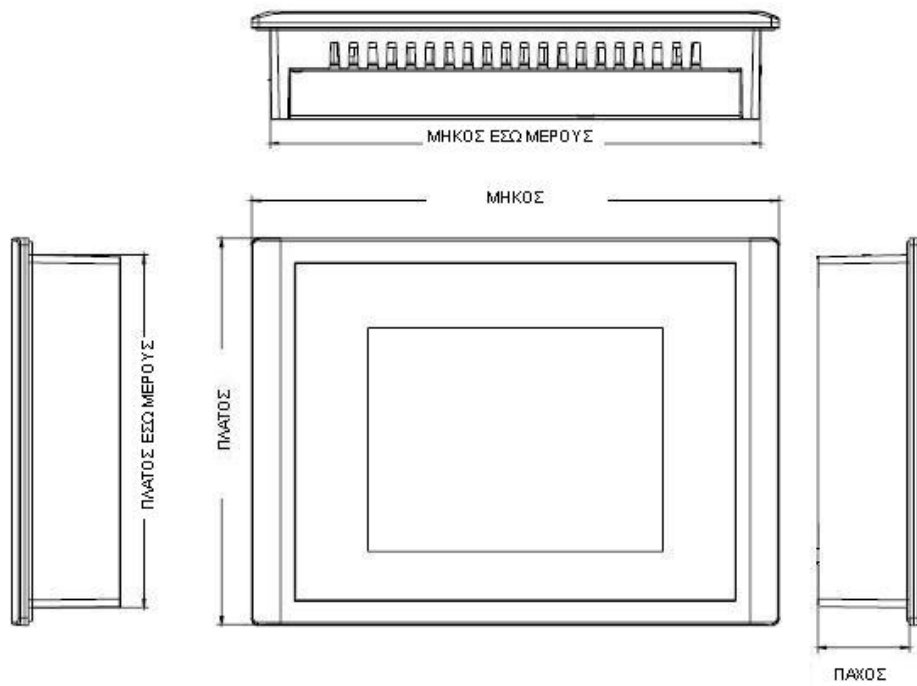
*Connection RS485*



Όταν συνδεθεί η οθόνη με την παροχή ρεύματος, θα δούμε ότι ξεκινάει ο Startup Manager της VIPA, όπως φαίνεται παρακάτω. Δε θα αναφερθούμε εκτενέστερα στις ικανότητες του λειτουργικού σε αυτό το σημείο, καθώς παρακάτω αναγράφονται επιγραμματικά τα χαρακτηριστικά των Windows CE που φέρει η οθόνη, καθώς επίσης στη συνέχεια θα παρουσιαστεί και το πρόγραμμα που έχουμε υλοποιήσει για τη συγκεκριμένη διπλωματική.



#### 4.4 Διαστάσεις



Διαστάσεις έσω μέρους (ΜxΠ) : 200x144mm

Διαστάσεις μπροστινού πάνελ : 212x156mm

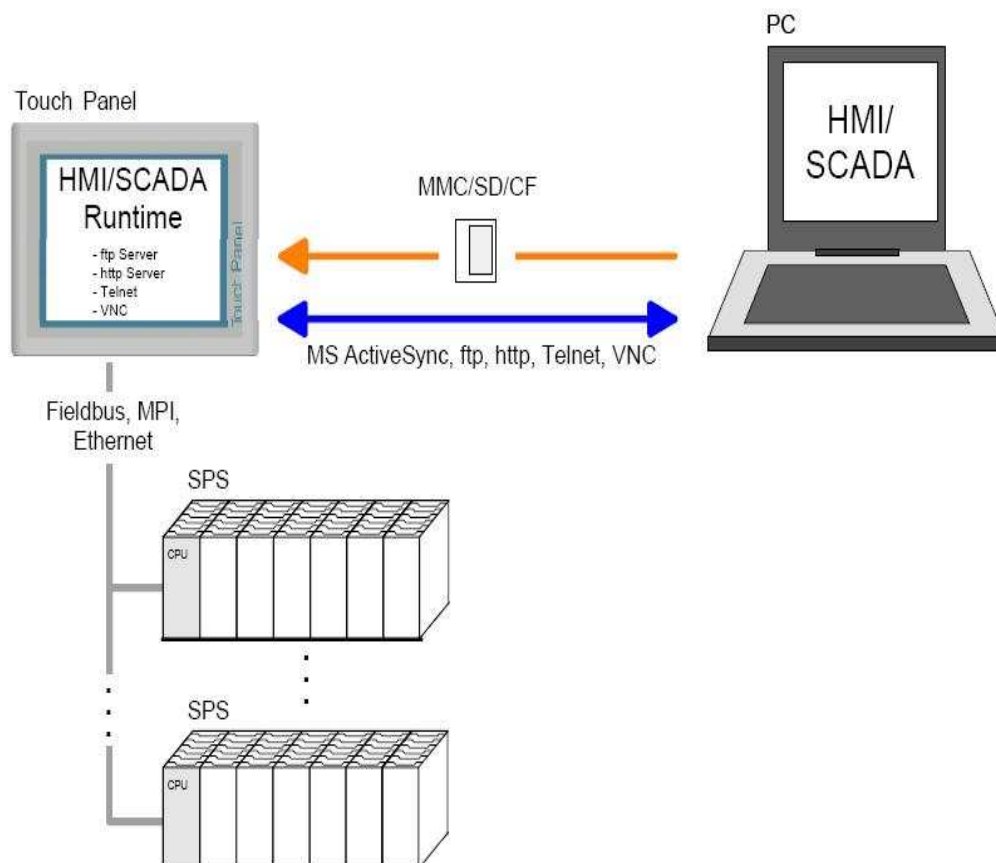
Διάσταση πάχους : 37mm

## 4.5 Τεχνικές Πληροφορίες

Παροχή ονομαστικής τάσης	DC 24V (20.4...28.8V)
Ονομαστικό ρεύμα	0.4V
Ηλεκτροστατική εκφόρτωση(ESD), αποφόρτωση	Acc. IEC 61000-4-2/IEC 61000-4-4 (up to level3)
Αντοχή σε δονήσεις	Acc. IEC 60068-2-6/IEC 60068-2-7 (1G-12G)
Επίπεδα καταστολής θορύβου	Acc. IEC 61000-6-4
Πιστοποιητικό	CE
Επεξεργαστής	Xscale 520MHz
Ρολόι	hardware clock, buffered
Θέση προβολής	κάθετη/οριζόντια
Θερμοκρασιακή αντοχή λειτουργίας	0...+50 C
Υγρασιακή αντοχή	έως 85%
Θερμοκρασιακή αντοχή αποθήκευσης και μεταφοράς	-20 ...+60 C
Μεγεθος οθόνης	5.7"
Ανάλυση οθόνης	320x240/240x320
Χρώματα οθόνης	LCD ασπρόμαυρη (16 επίπεδα)
MTBF Backlights (25 C)	ca. 75000h
Τύπος μνήμης	32MB Flash/64MB RAM
Διαθέσιμη μνήμη για το χρήστη	6MB
MPI (12Mbits) , Profibus DP	RS485 isolated
USB	USB-B
Βάρος	1.2kg

## 4.6 Επικοινωνία με PLC

Αρχικά, πλατφόρμες SCADA πρέπει να εγκατασταθούν σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εκεί, μπορούμε να δημιουργήσουμε το δικό μας πρόγραμμα, στη συνέχεια να το προσομοιώσουμε και τελικά να το μεταφέρουμε στην οθόνη αφής. Από τη στιγμή που το πρόγραμμα έχει μεταφερθεί, είναι άμεσα εκτελέσιμο. Χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους drivers, η οθόνη αφής συνδέεται με το PLC διαμέσου σειριακού καλωδίου RS232, MPI, fieldbus και Ethernet. Κατά τη λειτουργία χρήσεως, η συσκευή που ελέγχουμε, το PLC και η οθόνη αφής, λειτουργούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουμε δώσει εμείς στο πρόγραμμα. Οι διάφορες μεταβλητές φαίνονται στην οθόνη και μπορούν να αλλαχθούν και να αξιολογηθούν.



## 4.7 Χαρακτηριστικά Λειτουργικού Συστήματος

Στην οθόνη που έχουμε είναι εγκατεστημένο το λειτουργικό Windows CE Professional Plus 5.0. Αυτό, έχει ήδη εγκατεστημένες λειτουργίες με τη βοήθεια των οποίων, το κάθε πρόγραμμα που φορτώνουμε στη κάρτα μνήμης της οθόνης που έχουμε φτιάξει με το πρόγραμμα MOVICON, μπορεί να εκτελεστεί. Παρακάτω φαίνονται μερικά χαρακτηριστικά του λειτουργικού συστήματος:

- Activesync μεταφορά αρχείων μέσω USB-B
- Registry editor
- Wordpad (σημειωματάριο)
- Δείκτης ποντικιού
- Υποστήριξη WLAN (SD card)
- Δυνατότητα προβολής αρχείων μορφής word, excel, powerpoint και pdf
- Internet explorer 6
- HP – Printer driver
- Telnet
- Web - browser
- Vnc - browser
- Ftp - browser
- Ras - browser

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ- PLC

---

### 5.1 Γενικές Πληροφορίες

Η «καρδιά» του «έξυπνου σπιτιού», είναι ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής. Ο όρος προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής προκύπτει από τον αγγλικό όρο programmable logic controller και ορισμός του είναι ο ακόλουθος:

«...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/ψηφιακών μονάδων, διάφορες μηχανές ή διαδικασίες»

Τα PLC's χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του '60, με σκοπό να αποτελέσουν μία πιο οικονομική, ευέλικτη και αξιόπιστη λύση, για τα πολύπλοκα συστήματα ελέγχου και προστασίας, που βασίζονταν μέχρι τότε σε ηλεκτρομηχανικούς ηλεκτρονόμους (relays). Τα μειονεκτήματα των συστημάτων relays ήταν πολλά. Τα relays, ως ηλεκτρομηχανικές συσκευές έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την λειτουργία τους και ευθύνονται για σημαντικό ηλεκτρικό θόρυβο. Κατά δεύτερο λόγο, η εύρεση και η διόρθωση βλαβών σε συστήματα με πολλά relays, είναι μια επίπονη διαδικασία. Οι μικρές διαστάσεις των PLC's, η ταχύτητα και η ευκολία στον προγραμματισμό τους, αλλά και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, αποτέλεσαν τις αιτίες για να διαδοθούν ταχύτατα και να παράγονται από μεγάλο αριθμό εταιρειών. Το βασικό τους πλεονέκτημα είναι πως οι οποιοσδήποτε αλλαγές στον τρόπο ελέγχου, γίνονται αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα στη μνήμη του προγραμματιζόμενου ελεγκτή, χωρίς να χρειαστεί να αλλάξει η συνδεσμολογία του, όπως συμβαίνει στον έλεγχο με ηλεκτρονόμους, όπου οποιαδήποτε αλλαγή είναι πολύ δύσκολη και χρονοβόρα.

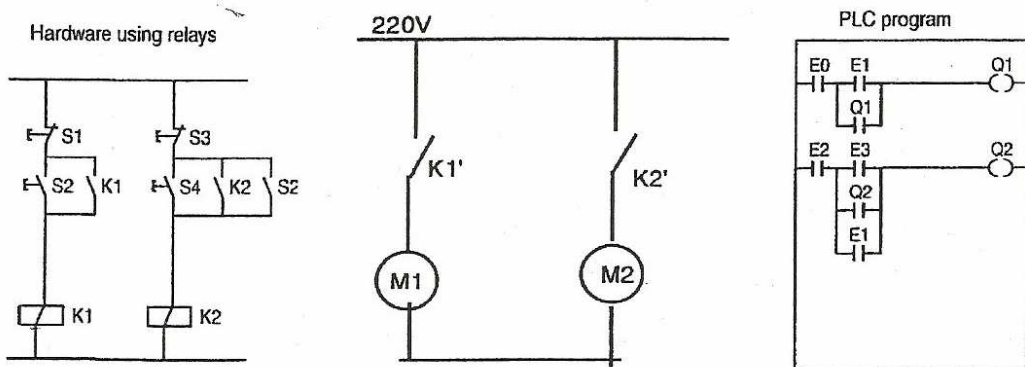
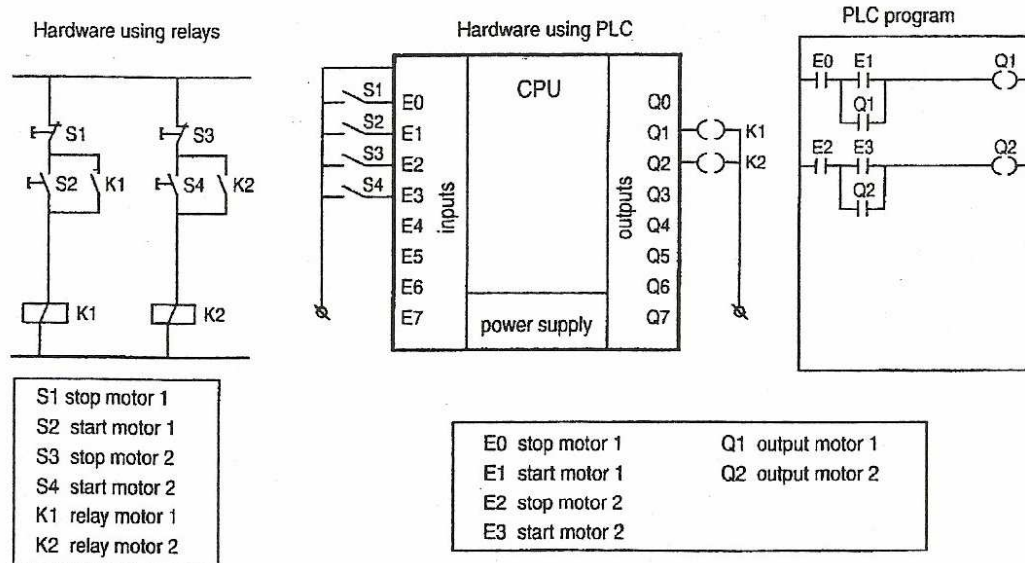
Στις αρχές της δεκαετίας του '70, άρχισαν να αναπτύσσονται συστήματα επικοινωνίας και δικτύωσης των PLC's μεταξύ τους. Το πρώτο σύστημα επικοινωνίας PLC ήταν το Modbus της Modicon, με το οποίο απομακρυσμένα PLC's μπορούσαν να επικοινωνούν με το ελεγχόμενο σύστημα. Ανάλογα πρωτόκολλα επικοινωνίας (proprietary), αναπτύχθηκαν και από άλλες εταιρίες, ήταν όμως ασύμβατα μεταξύ τους.

Τη δεκαετία του '80, έγινε μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν κάποια κοινά πρότυπα (standards) για τα πρωτόκολλα επικοινωνίας των δικτύων PLC, τα οποία θα εξασφάλιζαν τη μεταξύ τους συμβατότητα. Εκείνη την εποχή, έγινε επίσης προσπάθεια να μειωθεί το μέγεθος των PLC's και να αναπτυχθεί το λογισμικό που θα έκανε εφικτό τον προγραμματισμό τους από προσωπικό υπολογιστή και όχι από τερματικά σχεδιασμένα αποκλειστικά για τον προγραμματισμό των PLC's.

Από κατασκευαστικής απόψεως, ένα PLC αποτελείται από έναν μικροελεγκτή (αποτελούμενο βασικά από μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU), από περιοχές μνήμης και από κατάλληλα κυκλώματα για τη λήψη και αποστολή σημάτων εισόδου και εξόδου), ο οποίος επιτρέπει την εισαγωγή και αποθήκευση εντολών από τον χρήστη, οι οποίες ελέγχουν διάφορες παραγωγικές διαδικασίες. Οι εντολές αυτές δίνονται σε ηλεκτρονόμους ή διακόπτες, που με τη σειρά τους διεγείρουν ή δέχονται τις αποκρίσεις των ελεγχόμενων ηλεκτρομηχανικών συσκευών.

Ο αριθμός των ψηφιακών εξόδων και εισόδων ενός PLC, καθορίζεται με βάση τις ανάγκες του αυτοματισμού. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των PLC's, είναι η ευκολία με την οποία μπορούν να αλλάζουν τη συμπεριφορά τους. Αν για παράδειγμα, κάποιο PLC έχει ρυθμιστεί για να θέτει εντός και εκτός λειτουργίας κάποιον ηλεκτρονόμο με τη χρήση δύο κουμπιών, εύκολα μπορεί να κάνει το ίδιο και με ένα - αρκεί μια μικρή επέμβαση στο λογισμικό του. Είναι προφανής ο λόγος που οι συσκευές αυτές έχουν αντικαταστήσει πολύπλοκα συστήματα αυτοματισμών. Τα τελευταία χρόνια, τα PLC's έχουν αρχίσει να κατακλύζουν και την αγορά των οικιακών (μικρο)συσκευών, με αποτέλεσμα τη σύλληψη και δημιουργία του «έξυπνου σπιτιού».

Στο παρακάτω σχήμα, φαίνεται ένα παραδοσιακό σύστημα αυτοματισμού βασισμένο σε ηλεκτρονόμους και σε πιεστικούς διακόπτες (μπουτόν).



Δίπλα σε αυτό, σημειώνεται με παραστατικό τρόπο, πώς μπορεί να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα με ένα PLC. Στην πρώτη περίπτωση, οποιαδήποτε αλλαγή απαιτεί επιπλέον καλωδιώσεις και εξοπλισμό, ενώ στη δεύτερη αρκεί μια μικρή αλλαγή στο πρόγραμμά του.

Η ανάγκη για συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού με χαμηλό κόστος, με ευκολία χρήσης και επεκτασιμότητας, είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών. Οι χρήσεις τους είναι πολλές και ποικίλες. Αρχικά, σχεδιάστηκαν για να αντικαταστήσουν τα κλασικά "πεδία" (πίνακες) με ηλεκτρονόμους, για τον έλεγχο διαφόρων μηχανημάτων και συστημάτων. Αργότερα, λόγω των δυνατοτήτων προγραμματισμού τους και της μεγάλης ποικιλίας εξωτερικών συμπληρωματικών μονάδων (π.χ. εισόδων/εξόδων), η χρήση τους εξαπλώθηκε σε πολύ πιο σύνθετες εφαρμογές, όπως ο έλεγχος και η παρακολούθηση παραγωγικών διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και ως ελεγκτές κλειστού βρόχου PID, PD ή PI.

Οι κύριες λειτουργίες ενός PLC είναι οι εξής:

- ✓ Προγραμματίζεται από το χρήστη πολλές φορές, δηλαδή δε χρειάζεται η μεσολάβηση του κατασκευαστή, προκειμένου να γίνουν αλλαγές στο πρόγραμμα.
- ✓ Περιλαμβάνει έτοιμες προγραμματιζόμενες ρουτίνες, όπως ρουτίνες χρονισμού, ψηφιακής λογικής, μετρητών και άλλες στις οποίες ο χρήστης έχει τη δυνατότητα πρόσβασης.
- ✓ Το PLC, κατά τη λειτουργία του διαβάζει διαδοχικά τη μνήμη, τις εισόδους και τις εξόδους με προκαθορισμένη σειρά. Αυτό, δίνει στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να γνωρίζει με ακρίβεια την απόκριση του συστήματος ελέγχου στο πρόγραμμα του PLC.
- ✓ Παρέχει διαγνωστικά μηνύματα λάθους, πραγματοποιώντας περιοδικούς εσωτερικούς ελέγχους της λειτουργίας του επεξεργαστή, της μνήμης, των εισόδων και των εξόδων.
- ✓ Δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης των καταστάσεων των μεταβλητών, των εισόδων και των εξόδων στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος.
- ✓ Το περίβλημα του PLC το προστατεύει από υγρασία, δονήσεις, θόρυβο και αντέχει και σε διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.
- ✓ Τέλος, το PLC παρέχει δυνατότητα προγραμματισμού γενικής χρήσεως, δηλαδή δεν είναι σχεδιασμένο για εξειδικευμένες εφαρμογές, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια μεγάλη κατηγορία εφαρμογών ελέγχου, αποτελεσματικά και αξιόπιστα.

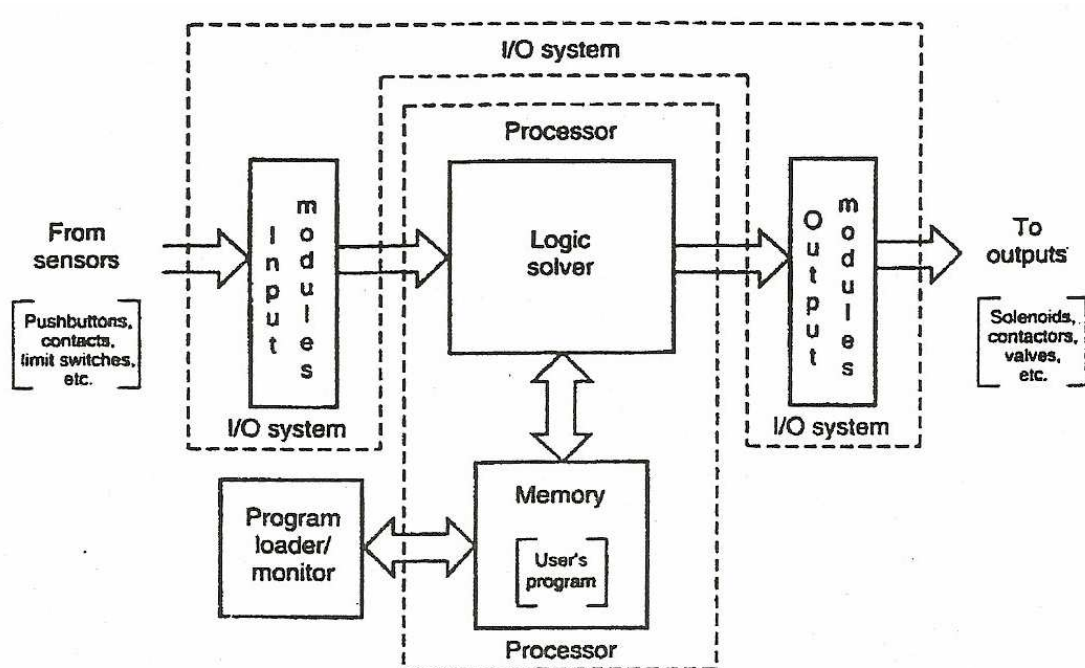
Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής είναι συνδεδεμένος σε διάφορα σημεία της παραγωγής, απ' όπου μέσω αισθητήρων και μεταλλακτών λαμβάνει σήματα (ψηφιακά ή αναλογικά) από τις εισόδους του. Τα σήματα αυτά, τα επεξεργάζεται η κεντρική μονάδα (CPU) σύμφωνα με τις εντολές που έχουμε αποθηκεύσει στη μνήμη, εκτελεί αριθμητικές και λογικές πράξεις, και τα αποτελέσματα των λογικών επεξεργασιών (RLO), μεταβιβάζονται στις αντίστοιχες εξόδους, οι οποίες και είναι συνδεδεμένες με άλλα σημεία παραγωγής. Έτσι, γίνεται συνεχής έλεγχος και παρακολούθηση της πορείας της παραγωγής, αλλά υπάρχει και η δυνατότητα πρόβλεψης, για την αντιμετώπιση βλαβών ή σφαλμάτων.

Σε κάθε προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή διακρίνουμε τα παρακάτω μέρη:

- ✓ Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων



- ✓ Μονάδα τροφοδοσίας
- ✓ Κεντρική μονάδα επεξεργασίας
- ✓ Μονάδα εισόδου
- ✓ Μονάδα εξόδου



Οι μονάδες από τις οποίες αποτελείται ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής τοποθετούνται σε ειδικά πλαίσια, στα οποία ενσωματώνεται σύστημα αγωγών για την επικοινωνία τους. Διακρίνουμε δύο είδη πλαισίου:

1. το κεντρικό πλαίσιο και
2. το πλαίσιο επέκτασης

Στο κεντρικό πλαίσιο τοποθετούνται σε συγκεκριμένη θέση η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) και η μονάδα τροφοδοσίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η μονάδα τροφοδοσίας δε διατίθεται ανεξάρτητη, αλλά είναι ενσωματωμένη στο κεντρικό πλαίσιο. Στις υπόλοιπες θέσεις του κεντρικού πλαισίου τοποθετούνται μονάδες εισόδων/εξόδων. Στην περίπτωση που οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου δεν επαρκούν για την τοποθέτηση των μονάδων εισόδου/εξόδου, τότε χρησιμοποιείται το πλαίσιο επέκτασης. Το πλαίσιο αυτό, δέχεται μόνο μονάδες εισόδων/εξόδων και συνδέεται με το κεντρικό μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου. Τα πλαίσια επέκτασης μπορούν να είναι ένα ή περισσότερα και ο αριθμός τους εξαρτάται

από τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Επίσης, μπορούν να βρίσκονται κοντά στο κεντρικό, δηλαδή σε απόσταση έως και 2.5 μέτρα ή σε μεγάλη απόσταση, έως 600 μέτρα.

Οι μονάδες (κάρτες) εισόδου λαμβάνουν σήματα, ψηφιακά και αναλογικά και τα μεταφέρουν στη κεντρική μονάδα επεξεργασίας και διακρίνονται σε ψηφιακές και αναλογικές. Οι ψηφιακές μονάδες εισόδου δέχονται μόνο ψηφιακά σήματα από αισθητήρια και επαφές, ενώ οι μονάδες εξόδου στέλνουν σήματα εντολών προς το ελεγχόμενο σύστημα και διακρίνονται σε ψηφιακές και αναλογικές. Οι ψηφιακές μονάδες, στέλνουν ψηφιακά σήματα εντολών προς το ελεγχόμενο σύστημα. Για την τροφοδοσία των εισόδων/εξόδων χρησιμοποιείται μονάδα τροφοδοσίας ανεξάρτητη από αυτήν του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή, που μπορεί να είναι συνεχούς ή εναλλασσόμενης τάσης. Τα κυκλώματα τάσεων εισόδου ή εξόδου είναι τελείως ανεξάρτητα μεταξύ τους. Μια μονάδα (κάρτα) εισόδου ή εξόδου περιλαμβάνει συνήθως 4, 8, 16 ή 32 εισόδους ή εξόδους.

Κάθε είσοδος (έξοδος) χαρακτηρίζεται μονοσήμαντα από τη διεύθυνση byte και τη διεύθυνση bit. Ως διεύθυνση byte μιας εισόδου (εξόδου) ορίζεται το byte, στο οποίο και ανήκει η είσοδος (έξοδος). Ως διεύθυνση bit ορίζεται το συγκεκριμένο bit μέσα στο byte, στο οποίο αντιστοιχεί η είσοδος (έξοδος) αυτή. Μια είσοδος χαρακτηρίζεται ως : Ix.y, όπου I : είσοδος, x: διεύθυνση byte, y: διεύθυνση bit, ενώ μία έξοδος χαρακτηρίζεται ως : Qx.y, όπου Q: έξοδος, x: διεύθυνση byte, y: διεύθυνση bit (π.χ. Q10.2). Η διεύθυνση byte, εξαρτάται από την αρίθμηση των μονάδων, ενώ η διεύθυνση bit, είναι ο αριθμός που είναι τυπωμένος πάνω στη μονάδα.

Οι μετατροπείς εισόδου, μετατρέπουν τα σήματα εισόδου από τις υπό παρακολούθηση συσκευές σε λογικά σήματα, τα οποία μπορούν να διαβαστούν απευθείας από τον επεξεργαστή του PLC. Το κύκλωμα του λογικού αναλυτή του PLC στη συνέχεια, διαβάζει τις εισόδους και καθορίζει τις καταστάσεις εξόδου, με βάση τη λογική του προγράμματος που έχει εισάγει ο χρήστης. Οι μονάδες εξόδου, μετατρέπουν τα σήματα εξόδου που προέρχονται από το λογικό αναλυτή, σε σήματα χρήσιμα για τις υπό έλεγχο συσκευές.

Ο επεξεργαστής αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά τμήματα:

- ✓ μνήμη
- ✓ κεντρική μονάδα επεξεργασίας
- ✓ διάλογοι διευθύνσεων και δεδομένων
- ✓ τμήμα εισόδων-εξόδων

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (central processing unit – CPU) ελέγχει και εκτελεί όλες τις λειτουργίες του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή. Υπάρχει ένα εσωτερικό κανάλι επικοινωνίας (bus system) που μεταφέρει πληροφορίες από τη CPU στη μνήμη και τις μονάδες I/O και αντίστροφα. Η σχεδίαση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας καθορίζει την ευελιξία ενός επεξεργαστή PLC (αν π.χ. μπορεί να επεκταθεί ή να τροποποιηθεί σε μελλοντική αναβάθμιση) και επηρεάζει την ταχύτητά του. Η ταχύτητα του επεξεργαστή εκφράζεται από το ρυθμό σάρωσης δεδομένης περιοχής μνήμης. Όσο πιο γρήγοροι είναι οι επεξεργαστές, τόσο υψηλότερο είναι το κόστος τους. Εκτός από το χρόνο σάρωσης της μνήμης ενός επεξεργαστή, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν κατά την αγορά του και ο χρόνος απόκρισης των εισόδων-εξόδων.

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- ✓ Αριθμητική Λογική Μονάδα (arithmetic logical unit- ALU): εκτελεί τις αριθμητικές και λογικές πράξεις και αποτελείται από δύο ή τέσσερις κεντρικούς καταχωρητές (accumulators). Μέσα σε αυτούς αποθηκεύονται οι πληροφορίες από τις εισόδους και τις εξόδους και εκτελούνται οι αριθμητικές και λογικές πράξεις.
- ✓ Επεξεργαστής (processor): ο επεξεργαστής ακολουθώντας τη ροή του προγράμματος, καλεί στη μνήμη και εκτελεί τις αντίστοιχες εντολές σειριακά και συνεχώς με κυκλική διαδικασία. Επεξεργάζεται τις πληροφορίες από τη μνήμη απεικόνισης εισόδων (PII), υπολογίζοντας ταυτόχρονα τους ενεργούς απαριθμητές, τα χρονικά, καθώς και τα σήματα από τις βοηθητικές μονάδες.
- ✓ Λειτουργικό σύστημα (ROM): το λειτουργικό σύστημα περιέχει προγράμματα του συστήματος (system programs) που καθορίζουν το τρόπο εκτέλεσης του προγράμματος ελέγχου, τον τρόπο αντιμετώπισης των εισόδων και εξόδων, την κατανομή της μνήμης και τη διακίνηση δεδομένων. Το λειτουργικό σύστημα δεν μπορεί να τροποποιηθεί.
- ✓ Εσωτερική μνήμη προγράμματος (program memory).
- ✓ Μνήμη απεικόνισης εισόδων (PII-process image input table): η μνήμη απεικόνισης εισόδων είναι μια καθορισμένη περιοχή της RAM, όπου αποθηκεύονται τα σήματα από τις εισόδους του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

- ✓ Μνήμη απεικόνισης εξόδων (PIQ-process image output table): είναι μια καθορισμένη περιοχή της RAM, όπου αποθηκεύονται τα σήματα από τις εξόδους του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.
- ✓ Χρονικά, απαριθμητές, βοηθητικά: είναι μία άλλη περιοχή της RAM, όπου υπάρχουν διαθέσιμα τα χρονικά, οι απαριθμητές και τα βοηθητικά.

Η μνήμη του επεξεργαστή ενός PLC μπορεί να είναι είτε πτητική είτε μη πτητική. Πτητική, είναι η μνήμη η οποία χάνει το περιεχόμενό της όταν σταματήσει η τροφοδοσία (όπως για παράδειγμα η μνήμη RAM). Στους ελεγκτές PLC είναι απαραίτητη και η μη πτητική μνήμη, ώστε να μην χρειάζεται να ξεφορτώνεται το πρόγραμμα κάθε φορά που κλείνει η τροφοδοσία.

Στη μνήμη RAM (random access memory), αποθηκεύεται το πρόγραμμα ελέγχου, στο οποίο μπορεί να γίνει εύκολα οποιαδήποτε αλλαγή. Το μειονέκτημά της όμως είναι πως, εάν σταματήσει η τροφοδοσία του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή με τάση και δεν υπάρχει μπαταρία (battery backup), το πρόγραμμα χάνεται. Για να εξασφαλίσουμε την ακεραιότητα του προγράμματος, πρέπει να το αποθηκεύουμε σε μία εξωτερική μονάδα μνήμης, EPROM ή EEPROM, όπου παραμένει αναλλοίωτο και δε χάνεται παρά μόνο αν το σβήσουμε εμείς. Στη μνήμη αποθηκεύεται το πρόγραμμα αυτοματισμού και το λειτουργικό πρόγραμμα (operating system) του PLC. Τα είδη των μνημών, τα οποία διατίθενται στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές, είναι:

- ✓ Battery-backed-up CMOS RAM. Πρόκειται για μνήμη ανάγνωσης και εγγραφής κατασκευασμένη από ημιαγωγούς. Τα βασικά στοιχεία αποθήκευσης που ονομάζονται κελιά (cells), είναι διατεταγμένα σε σειρές και στήλες και αποθηκεύουν ένα bit πληροφορίας, η δε πρόσβαση σε αυτά είναι άμεση και πάρα πολύ γρήγορη (τυχαία προσπέλαση). Οι αποθηκευμένες πληροφορίες στη μνήμη RAM, διατηρούνται μόνο εφ' όσον υπάρχει τροφοδοσία, διαφορετικά χάνονται. Παρ' όλο που οι περισσότερες μνήμες τυχαίας προσπέλασης είναι πτητικές, οι μνήμες τύπου CMOS, καταναλώνουν τόσο λίγη ενέργεια, που μια μικρή μπαταρία αρκεί για την ανάκτηση των δεδομένων σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας. Αυτές οι μπαταρίες ποικίλουν, όσον αφορά το χρόνο ζωής τους. Μπαταρίες με μικρό χρόνο ζωής είναι οι αλκαλικές και οι μπαταρίες υδραργύρου, οι οποίες αντικαθίστανται περιοδικά (από έξι μήνες έως ένα έτος). Αντίθετα, υπάρχουν και μπαταρίες με μεγάλο χρόνο ζωής, όπως οι

μπαταρίες λιθίου, οι οποίες αντικαθίστανται κάθε δέκα χρόνια, ή οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, όπως οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου και μολύβδου.

- ✓ Μνήμη EPROM. Πρόκειται για μνήμη μόνο ανάγνωσης, το περιεχόμενο της οποίας, μπορεί να σβηστεί και να γραφτεί εκ νέου πολλές φορές. Η μνήμη αυτή, χρησιμοποιείται ως μόνιμη μνήμη αποθήκευσης του προγράμματος μετά την ολοκλήρωσή του, καθώς είναι το ασφαλέστερο μέσο αποθήκευσης για βιομηχανικές συνθήκες. Για να τροποποιηθεί το πρόγραμμα στη μνήμη EPROM, πρέπει να βγει από τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή, επομένως να γίνει αναγκαστική διακοπή λειτουργίας του, κάτι που αποτελεί μειονέκτημά του. Τα δεδομένα αυτού του τύπου μνήμης μπορούν να χαθούν, μόνο αν εκτεθούν σε υπεριώδη ακτινοβολία και για το λόγο αυτό λέγονται και UV-EPROM.
- ✓ Μνήμη EEPROM. Πρόκειται και εδώ για μνήμη μόνο ανάγνωσης, το περιεχόμενο της οποίας μπορεί να σβηστεί και να γραφτεί αρκετές φορές, με ηλεκτρικό, όμως τρόπο. Χρησιμοποιείται ως μόνιμη μνήμη αποθήκευσης του προγράμματος αυτοματισμού μετά την ολοκλήρωση των αλλαγών του. Προτιμάται από τη μνήμη EPROM, επειδή προσφέρει μεγαλύτερη ευκολία στην αποθήκευση του προγράμματος. Ο αριθμός των τροποποιήσεων των αποθηκευμένων πληροφοριών, είναι περιορισμένος, σε αντίθεση με τη μνήμη RAM, που είναι απεριόριστος:



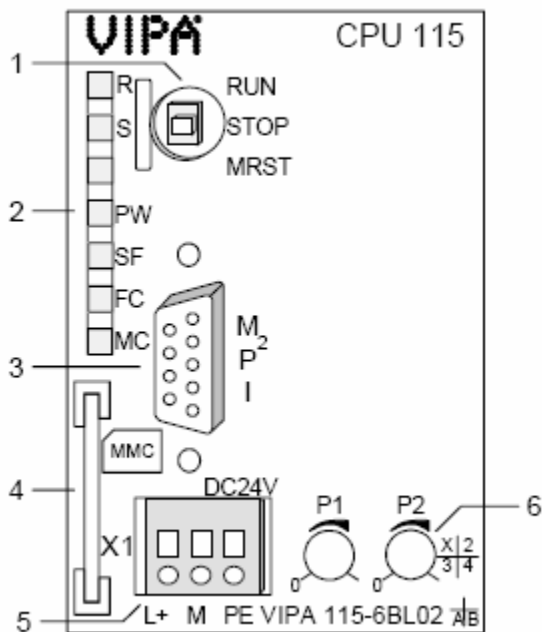
Το συγκεκριμένο PLC που έχουμε αγοράσει από την εταιρεία VIPA ([www.vipa.de](http://www.vipa.de)), ονομάζεται system 100V CPU 11x και χάριν απλότητας εμείς θα το αναγράφουμε στο εξής ως 11x ή απλά PLC. Το PLC λοιπόν, είναι ικανό να προγραμματιστεί είτε με την Step7 της Siemens είτε από το WinPLC7- πρόγραμμα που παρέχει η ίδια η VIPA. Είναι ικανό να πάρει μέχρι και 160 I/O, προσθέτοντας απλώς επεκτάσεις εισόδων ή εξόδων, ανάλογα με το τι θέλουμε κάθε φορά.

Το 11x είναι μια ιδανική λύση για μικρές και μεσαίες ανάγκες, όπως για παράδειγμα ένα τυπικό «έξυπνο σπίτι». Οι ανάγκες του είναι μικρές (συγκριτικά με μία βιομηχανία για παράδειγμα), οπότε ένα μικρό PLC μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις μας. Είναι εύκολο στην τοποθέτησή του, αφού μπορεί εύκολα να στηριχθεί σε μία ράγα 35mm. Αντέχει από 0 μέχρι 60 βαθμούς Κελσίου σε συνθήκες λειτουργίας, ενώ η αντοχή του για αποθήκευση και μεταφορά κυμαίνεται από -20 έως 70°C. Επίσης, είναι ανθεκτικό στην υγρασία, αθόρυβο και δε χρειάζεται ψύξη (ανεμιστηράκι) για να λειτουργήσει. Η συσκευή είναι σχεδιασμένη για να λειτουργεί και σε περιβάλλον με αυξημένη ηλεκτρομαγνητική επίδραση. Ωστόσο, καλό θα ήταν να λαμβάνουμε προφυλάξεις, για το που ακριβώς θα τοποθετηθεί με σκοπό, να μειώσουμε όσο είναι δυνατόν τις καταπονήσεις.



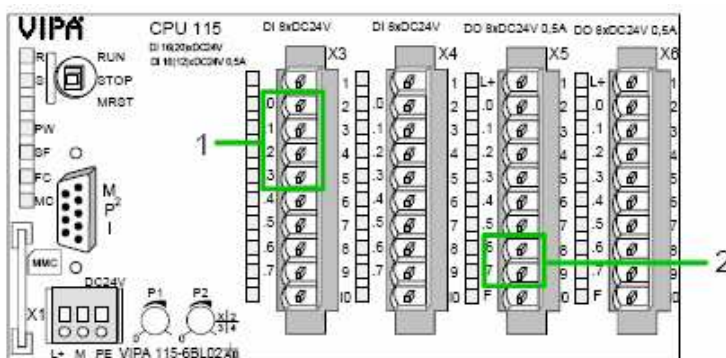
- Είναι συμβατά και μπορούν να οδηγηθούν από τα S7-300 της Siemens.
- Είναι συμβατά επίσης και με το Simatic Manager της Siemens.
- Μοναδική παροχή 24V.

- Οι μονάδες εισόδων-εξόδων είναι απομονωμένες η μία από την άλλη κατά στήλες.
- Κύρια/συνολική μνήμη: 16/24kB
- Το πολύ 4 είσοδοι μπορούν να παραμετροποιηθούν ως μετρητές ταχύτητας ή ως είσοδοι συναγερού.
- Το πολύ 2 έξοδοι έχουν τη δυνατότητα να γίνουν παλμικές με φυσιολογικές τιμές συχνοτήτων PWM ή υψηλών συχνοτήτων PWM μέχρι 50kHz.
- 2 αναλογικά ποτενσιόμετρα παρέχονται ενσωματωμένα, για να μπορούμε να ρυθμίσουμε εκ των προτέρων δύο αναλογικές τιμές.
- Εσωτερική μνήμη-ROM.
- Εγκατεστημένο με δική του μπαταρία ρολόι
- Υποδοχή για κάρτα μνήμης
- 256 χρονικά
- 256 μετρητές
- 8192 bits δείκτη



- 1) διακόπτης ελέγχου λειτουργίας (run/stop/reset)
- 2) διαγνωστικά LEDs
- 3) MP<sup>2</sup>I interface
- 4) υποδοχή κάρτας μνήμης
- 5) τροφοδοσία 24V DC
- 6) 2 αναλογικά ποτενσιόμετρα

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει παραπάνω, υπάρχει η δυνατότητα να έχουμε counter ή alarm inputs και pulse inputs. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι εισοδοι και έξοδοι πάνω στο PLC:



- [1] Counter or alarm inputs
- [2] Pulse outputs



Τα LEDs που βρίσκονται πάνω στο PLC είναι:

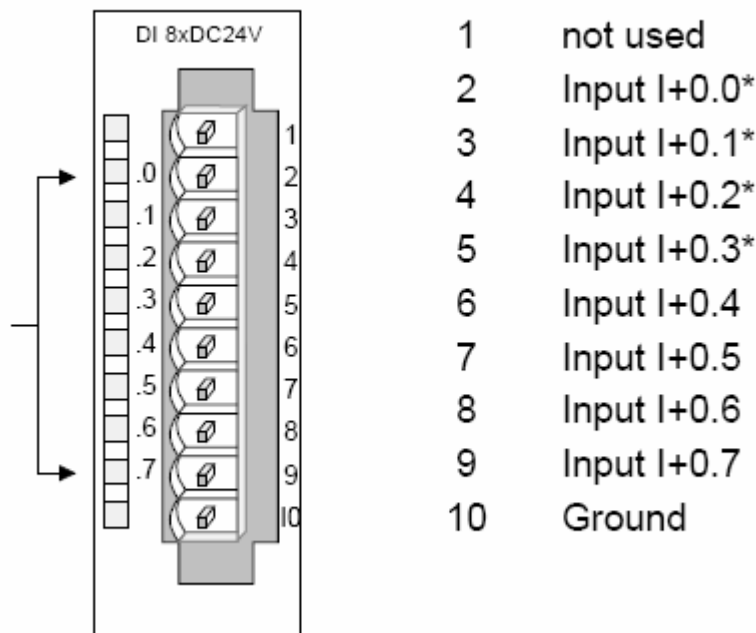
Ετικέτα	Χρώμα	Περιγραφή
R	πράσινο	η CPU είναι στη φάση RUN
S	κίτρινο	η CPU είναι στη φάση STOP
PW	πράσινο	η CPU ξεκινάει να λειτουργεί
SF	κόκκινο	κάποιο σφάλμα υπάρχει στο hardware
FC	κίτρινο	οι μεταβλητές ελέγχθηκαν και διορθώθηκαν
MC	κίτρινο	λειτουργία κάρτας μνήμης MMC

## 5.2 Επικοινωνία με Υπολογιστή

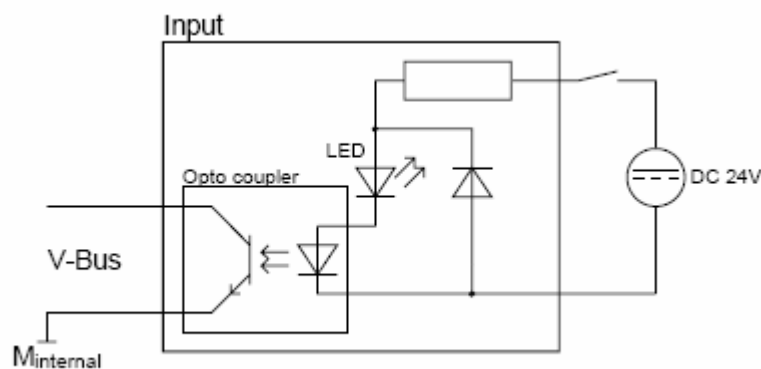
Η επικοινωνία με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, επιτυγχάνετε με την ένωση του πράσινου καλωδίου στην MPI θύρα του PLC, με μία σειριακή του υπολογιστή. Αρχικά, ορίζουμε την COM θύρα και μέσω του Simatic Manager της Siemens επιλέγουμε “PC adapter(MPI)” από την σχετική λίστα, με transfer rate στα 38400bps.

### 5.3 Δομή Εισόδων – Εξόδων

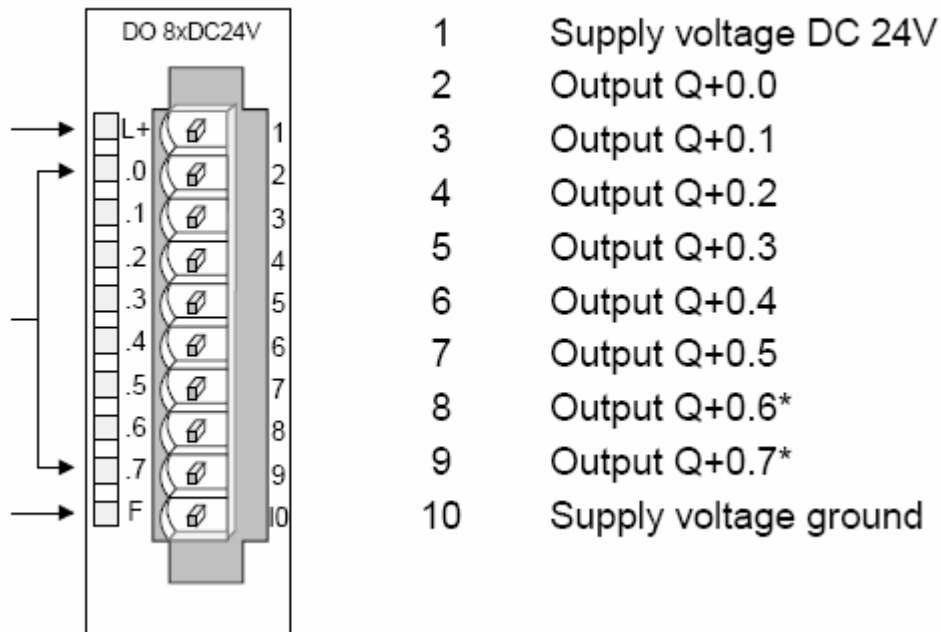
Στη συνέχεια φαίνεται κάθε μια διεύθυνση σε τι αντιστοιχεί, με την προϋπόθεση όμως ότι δεν έχει γίνει κάποια αλλαγή στο hardware του plc:



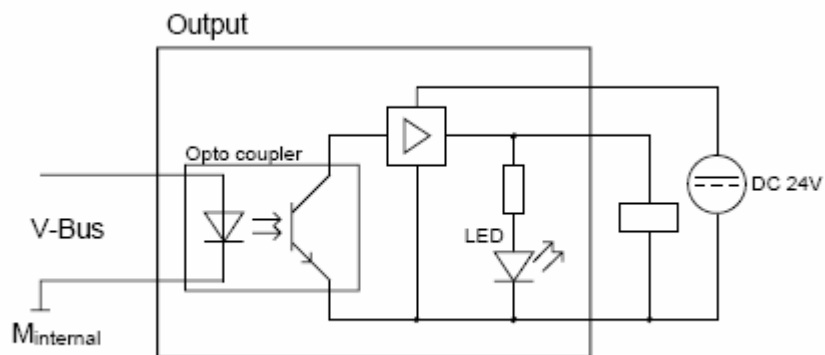
Τα .0 έως .7 είναι πράσινα LED. Αν ανάψει κάποιο πράσινο φως, σημαίνει ότι έχει διεγερθεί η αντίστοιχη είσοδος. Οι 4 πρώτες εισόδους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν counter ή alarm εισόδους. Και για λόγους πληρότητας παραθέτουμε και το ηλεκτρονικό κύκλωμα για μία είσοδο:



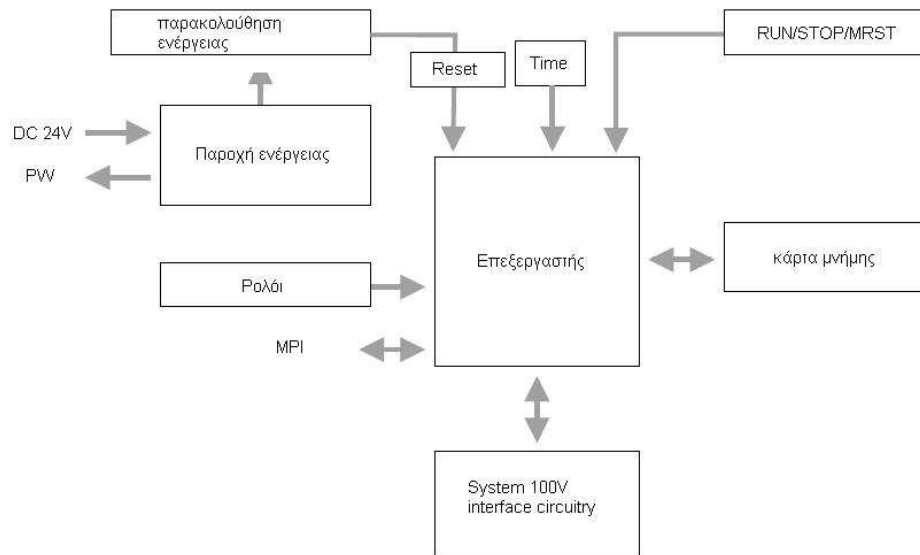
Αντίστοιχα έχουμε και για τις εξόδους:



Όπου το L+ είναι η ένδειξη ότι η παροχή ενέργειας μας είναι εντάξει, τα .0 έως .7 είναι πράσινα LEDs, όποιο ανάψει σημαίνει ότι η αντίστοιχη έξοδος δίνει κάποια τάση. Τέλος το κόκκινο LED, F, δείχνει ότι υπάρχει κάποιο σφάλμα, υπερθέρμανση, υπερφόρτωση ή βραχυκύκλωμα. Οι δύο τελευταίες εξοδοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως pulse outputs. Αντίστοιχα παρακάτω φαίνεται και το ηλεκτρονικό κύκλωμα για μία έξοδο:



Τέλος ας δείξουμε ένα μπλοκ διάγραμμα στο οποίο φαίνονται τα μέρη του plc:



Στην κάρτα μνήμης μπορούμε να φορτώσουμε το πρόγραμμα και να παρατηρήσουμε μέσω αυτής, αν τελικά το πρόγραμμα, όντως φορτώνεται στον επεξεργαστή του PLC. Επίσης, τα κουμπιά run/stop/mrst δίνουν αντίστοιχες εντολές στον επεξεργαστή, όπως και το ρολόι. Reset θα γίνει, εφόσον η παρακολούθηση ενέργειας "δει" την κατάλληλη τιμή της τάσης τροφοδοσίας. Όπως και σε κάθε υπολογιστή, έτσι και εδώ, ο επεξεργαστής είναι η «καρδιά» του συστήματος και σχεδόν κάθε διεργασία περνά από αυτόν.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC

---

### 6.1 STEP7 – Γλώσσα προγραμματισμού για PLC's της Siemens

Η STEP7 είναι το επίσημο πακέτο λογισμικού, που χρησιμοποιείται για την παραμετροποίηση και τον προγραμματισμό των Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών της σειράς SIMATIC της SIEMENS. Αποτελεί μέρος του ευρύτερου προϊόντος SIMATIC και υπάρχει στο εμπόριο σε διάφορες εκδόσεις. Όλες οι εκδόσεις, υποστηρίζουν όλους τους συμβατούς IBM/AT ηλεκτρονικούς υπολογιστές και απαιτούν λειτουργικό σύστημα Windows 95/98 ή Windows NT. Το περιβάλλον της STEP7 ταιριάζει απόλυτα με το λειτουργικό και είναι καθαρά παραθυριακό. Το τυπικό πακέτο λογισμικού παρέχει στο χρήστη υποστήριξη σε όλες τις φάσεις δημιουργίας μιας αυτοματοποιημένης διεργασίας. Οι εφαρμογές που περιέχει, προσφέρουν στο χρήστη τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Δημιουργία και διαχείριση έργων (projects).
- Παραμετροποίηση και αντιστοίχιση παραμέτρων στο υλικό.
- Παραμετροποίηση και δημιουργία διαύλων επικοινωνίας.
- Διαχείριση συμβόλων.
- Δημιουργία προγράμματος για τους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές.
- Φόρτωμα (download) του προγράμματος στους ελεγκτές.
- Δοκιμή του συστήματος αυτοματισμού.
- Διάγνωση λαθών.

Οι δυνατότητες αυτές παρέχονται από ξεχωριστά εργαλεία, που συνθέτουν το πακέτο λογισμικού STEP7. Το κάθε εργαλείο παρουσιάζεται σε αυτοτελές παράθυρο με ορισμένες δυνατότητες. Παρακάτω, θα παρουσιάσουμε τα εργαλεία αυτά

σημειώνοντας κάποιες βασικές λειτουργίες τους και επισημαίνοντας την χρησιμότητά τους.

### **SIMATIC Manager**

Το SIMATIC Manager είναι η εφαρμογή διαχείρισης όλων των δεδομένων που μπορεί να περιέχει ένα έργο αυτοματισμού, ανεξαρτήτως ποιος Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής χρησιμοποιείται. Τα απαραίτητα εργαλεία επεξεργασίας των δεδομένων αυτών, είναι διαθέσιμα στο χρήστη.

### **Symbol Editor**

Το Symbol Editor διαχειρίζεται όλα τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα. Με συμβολικά ονόματα μπορούμε να θεωρούμε δεδομένα εισόδου / εξόδου, έτοιμες συναρτήσεις, μεταβλητές κ.α. Το πρόγραμμα αυτοματισμού για ένα PLC μπορεί να γραφτεί είτε με απόλυτες διευθύνσεις, είτε με συμβολικά ονόματα. Οι διαθέσιμες λειτουργίες είναι οι ακόλουθες:

- Ορισμός συμβολικών ονομάτων και σχολίων για σήματα εισόδου / εξόδου, στοιχεία μνήμης και συναρτήσεις.
- Ταξινόμηση συμβολικών ονομάτων, που αφορούν είτε απλές μεταβλητές I/O, είτε συναρτήσεις (υπορουτίνες).
- Εισαγωγή από ή εξαγωγή προς άλλες εφαρμογές των Windows.

Ο πίνακας συμβόλων που δημιουργείται με το Symbol Editor, είναι διαθέσιμος και σε κάθε άλλο εργαλείο. Οποιαδήποτε αλλαγή στις ιδιότητες ενός συμβόλου, όποτε και αν γίνει, αναγνωρίζεται αυτόματα απ' όλα τα υπόλοιπα εργαλεία.

### **Diagnosing Hardware**

Οι συναρτήσεις διάγνωσης υλικού δίνουν στο χρήστη μια γενική εποπτεία της κατάστασης του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή. Υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης ενδεικτικών συμβόλων, που υποδηλώνουν πότε μια μονάδα έχει σφάλμα και πότε όχι. Με διπλό "κλικ" στη μονάδα αυτή, παρέχεται αναλυτική πληροφόρηση του σφάλματος. Οι πληροφορίες που δίνονται εξαρτώνται από την εκάστοτε μονάδα:

- Παρουσίαση γενικών πληροφοριών για την μονάδα (π.χ. σειριακός αριθμός, έκδοση, όνομα) και για την κατάσταση αυτής (π.χ. σφάλμα).

- Απεικόνιση των σφαλμάτων σε κάθε μονάδα.
- Προβολή μηνυμάτων διάγνωσης.

Ειδικότερα για τις μονάδες επεξεργασίας, οι συνήθεις πληροφορίες που παρουσιάζονται είναι οι ακόλουθες:

- Αιτίες σφαλμάτων κατά την επεξεργασία ενός προγράμματος του χρήστη.
- Μέτρηση της χρονικής διάρκειας του κύκλου σάρωσης του PLC (μεγαλύτερος, μικρότερος και τελευταίος κύκλος μηχανής).
- Δυνατότητες επικοινωνίας.
- Απεικόνιση δεδομένων (μέγιστος αριθμός εισόδων / εξόδων, διαθέσιμη μνήμη, απαριθμητές, χρονιστές, συναρτήσεις).

### **Programming Languages**

Υποστηρίζονται όλες οι γλώσσες προγραμματισμού (Ladder Logic, Statement List και Function Block Diagram), για τον προγραμματισμό των S7-300 και S7-400.

- Ladder Logic (ή LAD) είναι η γραφική απεικόνιση της γλώσσας προγραμματισμού STEP7. Η σύνταξή της είναι παρόμοια με τα παραδοσιακά κυκλώματα αυτοματισμού με γραφικά σύμβολα για όλα τα στοιχεία, ρελέ, διακόπτες, αισθητήρες κ.τ.λ.
- Statement List (ή STL) είναι η απεικόνιση του προγράμματος, με εντολές παρόμοιες με αυτές του κώδικα μηχανής.
- Function Block Diagram (ή FBD) είναι η γραφική απεικόνιση του προγράμματος, με χρήση λογικών πυλών, όπως στην άλγεβρα Boole.

### **Hardware Configuration**

Η χρησιμότητα του εργαλείου αυτού, έγκειται στην παραμετροποίηση και αντιστοίχιση παραμέτρων του υλικού, σε ένα έργο αυτοματισμού. Οι παρακάτω εργασίες είναι διαθέσιμες στον χρήστη:

- Για τον ορισμό του υλικού του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή, επιλέγουμε τα στοιχεία από ένα διαθέσιμο κατάλογο υλικού.
- Υπάρχει η δυνατότητα αντιστοίχισης παραμέτρων σε κάποια μονάδα - για παράδειγμα παράμετροι επικοινωνίας για κάποιον επικοινωνιακό επεξεργαστή.

## **NetPro (Network Configuration)**

Στην εφαρμογή NetPro γίνεται η παραμετροποίηση κάθε δυνατής επικοινωνίας μεταξύ Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών. Δεν θα επεκταθούμε σε λεπτομέρειες, καθώς η αποκατάσταση επικοινωνίας μεταξύ PLC, είναι αντικείμενο της όλης εργασίας και αναπτύσσεται εκτενέστατα στο επόμενο κεφάλαιο, με εφαρμογή στο βιομηχανικό δίκτυο PROFIBUS.

## **Επεκτάσεις**

Εκτός από τις εφαρμογές που ήδη αναφέραμε, υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης προαιρετικών πακέτων επέκτασης, που παρέχουν στο χρήστη περαιτέρω διευκολύνσεις. Για παράδειγμα, μπορούν να εγκατασταθούν γλώσσες προγραμματισμού υψηλότερου επιπέδου και τεχνολογικά προσανατολισμένα λογισμικά. Επίσης, υπάρχουν προγράμματα λογισμικού για τη χρησιμοποίηση ειδικών τεχνικών ελέγχου, όπως για παράδειγμα το FuzzyControl++, για την υλοποίηση ασαφών ελεγκτών ή το NeuroFuzzy για την υλοποίηση νευροασαφών ελεγκτών. Τέλος, υπάρχουν εξειδικευμένες διεπαφές ανθρώπου και μηχανής.



## 6.2 Προγραμματισμός του PLC

Για την εφαρμογή του «έξυπνου σπιτιού», όπως και για την υλοποίησή του, χρησιμοποιήσαμε το PLC της VIPA, κάτι που έχει ήδη αναφερθεί. Σε προηγούμενο κεφάλαιο, έχει γίνει ανάλυση του PLC και των χαρακτηριστικών του. Εμείς, για να προγραμματίσουμε το PLC της VIPA, χρησιμοποιήσαμε το SIMATIC STEP S7 της SIEMENS. Επιπρόσθετα, έγινε χρήση του προγράμματος WinPLC7 V4.25, το οποίο δίνεται από την εταιρεία της VIPA. Η χρήση του SIMATIC STEP S7 της SIEMENS ήταν πιο εύκολη, εφόσον γνωρίζαμε το περιβάλλον από προηγούμενη εμπειρία μας πάνω στα PLC. Πριν παρουσιάσουμε το πρόγραμμα το οποίο και υλοποιήσαμε, πρέπει να τονιστούν κάποιες παραδοχές και στοιχεία, τα οποία πρέπει να λάβει κανείς υπ' όψιν πριν μελετήσει το πρόγραμμα:

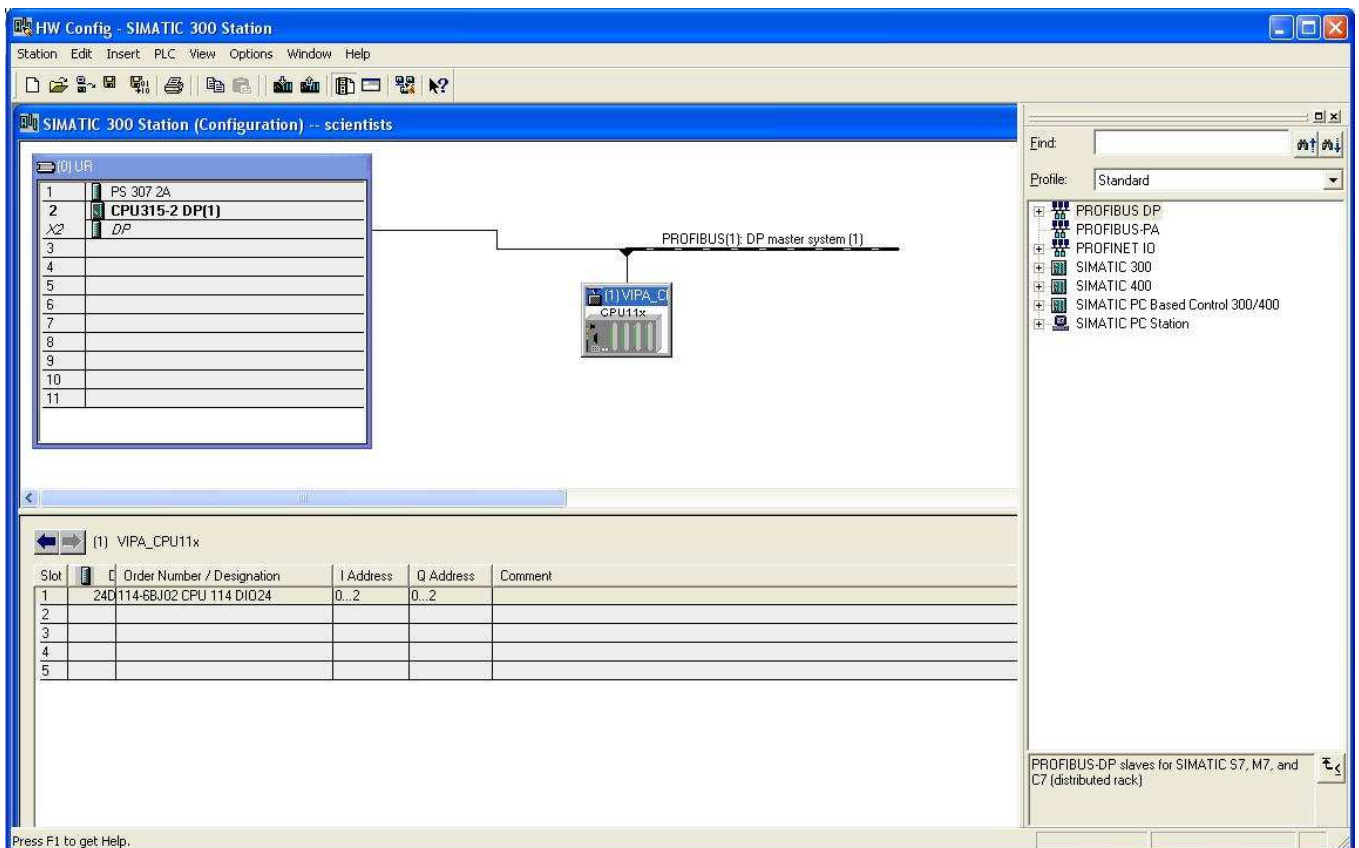
- ✓ Αρχικά όλη η υλοποίηση είναι έτσι κατασκευασμένη, ώστε για λόγους ευκολίας καθώς και για λόγους παρουσίασης να προσομοιώνεται μια ημέρα (δηλαδή 24 ώρες) ως 240 sec, δηλαδή τα 10sec αντιστοιχούν στην πραγματικότητα σε 1 ώρα.
- ✓ Δεσμεύουμε τις παρακάτω μεταβλητές για οποιαδήποτε χρησιμότητα μέσα στο πρόγραμμα του Simatic:

ΦΩΣ 1	MB10-11
ΦΩΣ 2	MB12-13
ΦΩΣ 3	MB14-15
ΦΩΣ 4	MB16-17
ΦΩΣ 5	MB18-19
ΡΟΛΟ UP	MB 20-21
ΡΟΛΟ DOWN	MB 22-23

- ✓ Πρέπει να τονιστεί εδώ, ότι το ρολό δεν προσομοιώνεται, διότι δεν υπάρχουν τερματοδιακόπτες που να σταματούν την κίνηση του ρολού.

Επίσης, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το περιβάλλον του SIMATIC STEP S7 προγραμματίζει κυρίως τα PLC της Siemens. Όμως, με το κατάλληλο PROFIBUS και

χρησιμοποιώντας την CPU-315 (DP), κατορθώσαμε να προσομοιώσουμε το PLC της Vira. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία του υλικού:



Η υλοποίηση έγινε με 2 τρόπους, που στην ουσία του προγραμματισμού δε διαφέρουν, αλλά στο επίπεδο του χρήστη, είναι τελείως διαφορετικοί. Στην πρώτη περίπτωση, που φαίνεται παρακάτω, ο χρήστης δεν μπορεί να προγραμματίσει τον Κεντρικό Έλεγχο και την Αυτόματη Λειτουργία, ενώ μπορεί μόνο να τα θέσει ON/OFF, αντίστοιχα. Είναι δηλαδή σχεδιασμένο το πρόγραμμα, ώστε να εκτελεί κάποιες πάγιες λειτουργίες. Στην δεύτερη περίπτωση, ο χρήστης μπορεί να επιλέγει εκείνος τι θέλει να κάνει ο κεντρικός έλεγχος καθώς και η αυτόματη λειτουργία. Αυτό, όπως θα φανεί και στην συνέχεια, έχει ως αποτέλεσμα το πρόγραμμα στο PLC να γίνει πιο απλό, ενώ το πρόγραμμα στην οθόνη αφής να γίνει πολυσύνθετο. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο κώδικας της STEP S7 της πρώτης περίπτωσης. Στο παρακάτω πρόγραμμα όταν πατηθεί ο Κεντρικός Έλεγχος (Central Button), υλοποιούνται τα εξής:

1. Φως 1 :           Ανοίγει/Κλείνει – Αλλαγή κατάστασης!
2. Φως 2 :           Κλείνει – Μόνο όταν είναι ήδη ανοικτό το Φως το Κλείνει!
3. Φως 3 :           Ανοίγει/Κλείνει – Αλλαγή κατάστασης!
4. Φως 4 :           Ανοίγει – Μόνο όταν είναι ήδη κλειστό το Φως το Ανοίγει!
5. Φως 5 :           Ανοίγει/Κλείνει – Αλλαγή κατάστασης!

Δεν έχει γίνει προσομοίωση για το ρολό, γιατί δεν υπάρχουν τερματοδιακόπτες!

Αντίστοιχα με την αυτόματη λειτουργία (Auto Mode) έχουμε:

	Ωρα σε sec (240 sec = 1 day)		Στην έναρξη Ανοίγει(A)/Κλείνει(K)	Εάν το Central Button Επηρεάζει
	Έναρξη	Λήξη		
Φως 1	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>A</b>	<b>OXI</b>
Φως 2	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>K</b>	<b>NAI</b>
Φως 3	<b>50</b>	<b>120</b>	<b>K</b>	<b>NAI</b>
Φως 4	<b>200</b>	<b>238</b>	<b>A</b>	<b>OXI</b>
Φως 5	<b>210</b>	<b>230</b>	<b>A</b>	<b>NAI</b>

Η τελευταία στήλη μας δείχνει αν στην περίπτωση που πατηθεί ο Κεντρικός Έλεγχος (Central Button) κατά την διάρκεια ενός 24ωρου(240sec), η αυτόματη λειτουργία επηρεάζεται ή όχι, αν δηλαδή θα εκτελεστεί κανονικά ή όχι

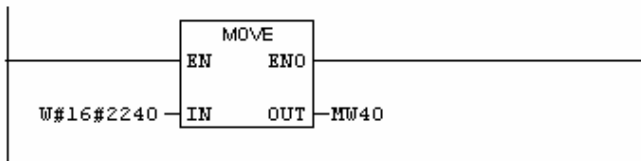
Το πρόγραμμα που υλοποιήσαμε φαίνεται παρακάτω:

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

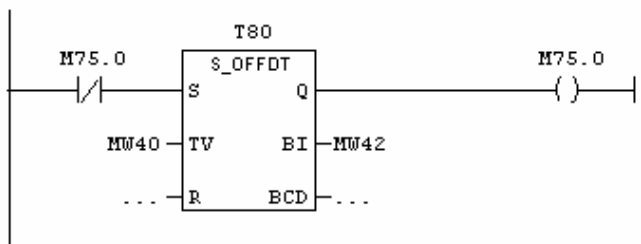
**Network 1:** Title:

Γίνεται η προσομοίωση του 24ωρου με την βοήθεια 240sec. Έτσι προσομοιώνουμε 1 ώρα σε 10 sec. Στην συνέχεια φαίνεται η εντολή MOVE ώστε να παράσουμε την μεταβλητή MW40 ότι έχουμε 240 sec.



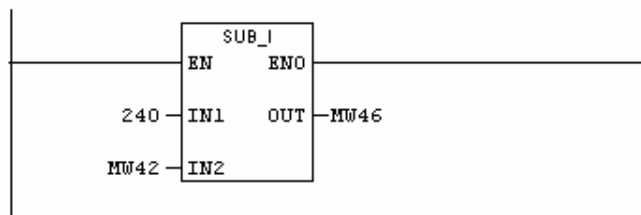
**Network 2:** Title:

Χρησιμοποιούμε το χρονικό S\_OFFDT για να μετρήσουμε 240->0 sec.



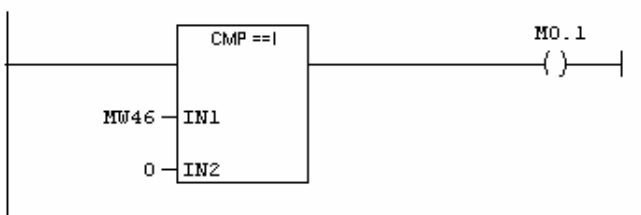
**Network 3:** Title:

Επὶν συνέχεια μετράμε τα 240sec τα οποία θέλουμε για την προσομοίωση και τα αποθηκεύουμε στην MW46.



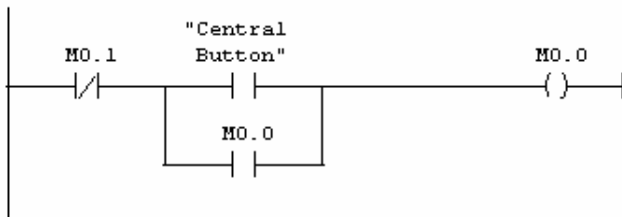
**Network 4:** Title:

Γίνεται έλεγχος για το πότε ξεκινάει μια μέρα!



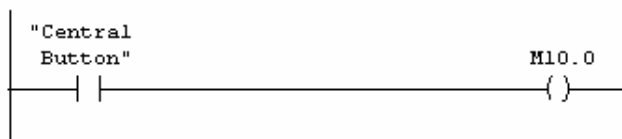
**Network 5 : Title:**

Ετην μεταβλητή M0.0 αποθηκεύουμαι αν εχει πατηθεί το Central Button κατά την διάρκεια μιας ημέρας.



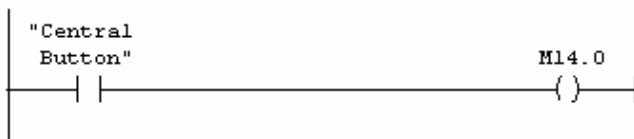
**Network 6 : Κεντρικός Έλεγχος - Central Button**

Τα Networks 6-10 αναφέρονται σε αυτή την λειτουργία, και σύμφωνα με τις παραδοχές που έχουν αναφερθεί!



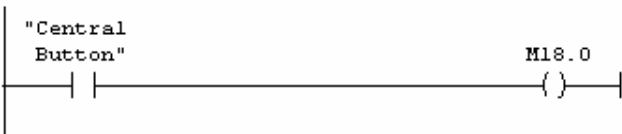
**Network 7 : Title:**

Comment:



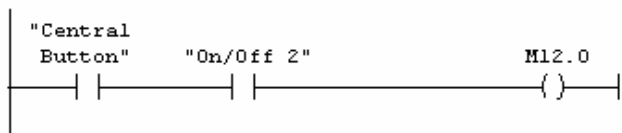
**Network 8 : Title:**

Comment:



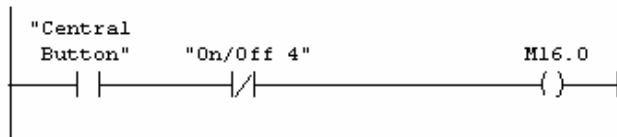
**Network 9 : Title:**

Comment:



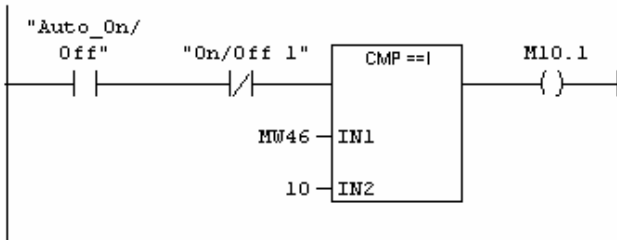
**Network 10 : Title:**

Comment:



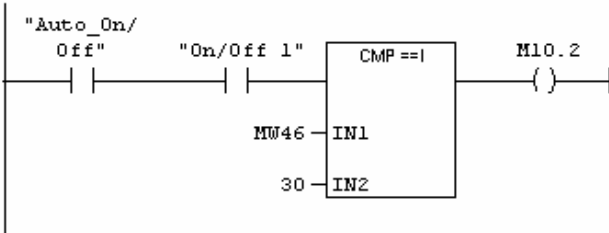
**Network 11 : Αυτοματη Λειτουργία - Auto Mode**

Το φως 1 όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω θέλουμε να ανάβει στη 1 (10sec) και να σβήνει στις 3 (30sec)



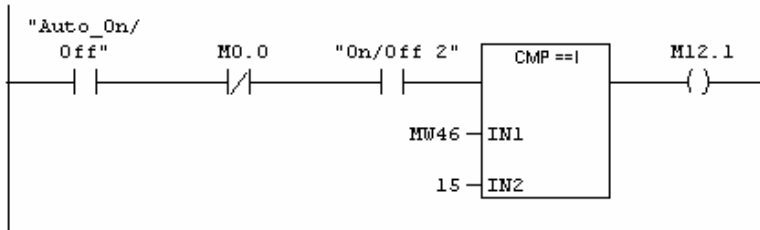
**Network 12 : Title:**

Αναφέρεται στο Network 6!



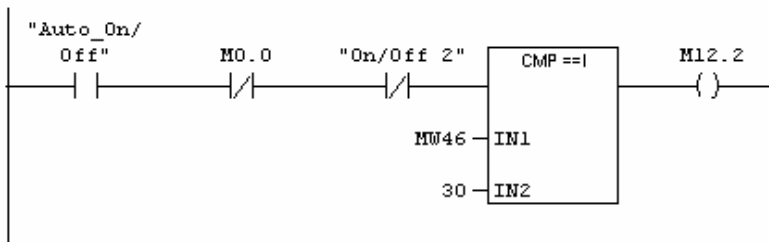
**Network 13 : Title:**

Το φως 2 όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω θέλουμε να ανάβει στη 1 κ 30 (15sec) και να σβήνει στις 3 (30sec)



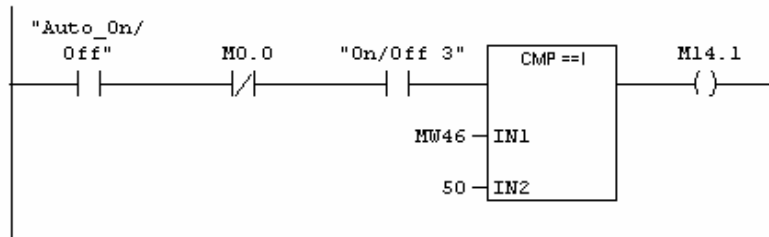
**Network 14 : Title:**

Αναφέρεται στο Network 8!



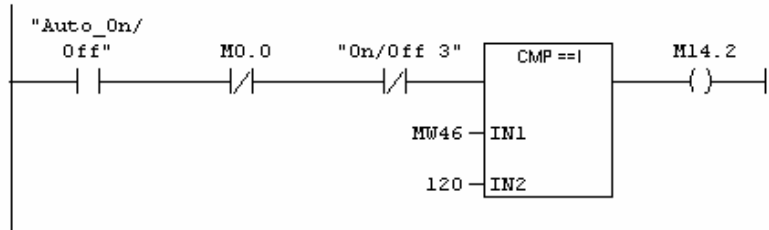
**Network 15 : Title:**

Το φως 3 όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω θέλουμε να ανάβει στις 12 (120sec) και να σβήνει στις 5 (50sec)



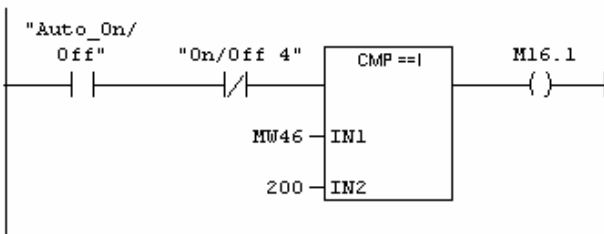
**Network 16 : Title:**

Αναφέρεται στο Network 10!



**Network 17 : Title:**

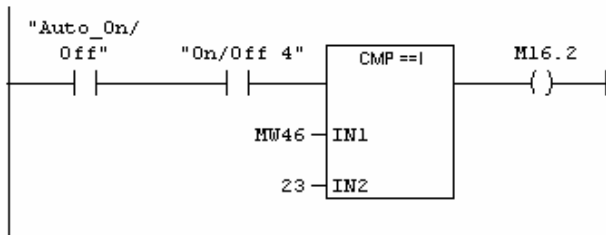
Το φως 4 όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω θέλουμε να ανάβει στις 20 (200sec) και να σβήνει στις 23 (230sec)



**Network 18** : Title:

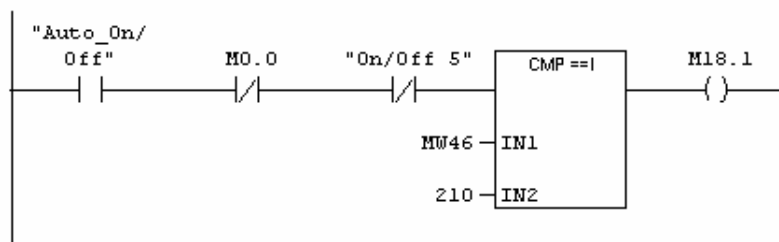
Αναφέρεται στο Network 12!

BOOL



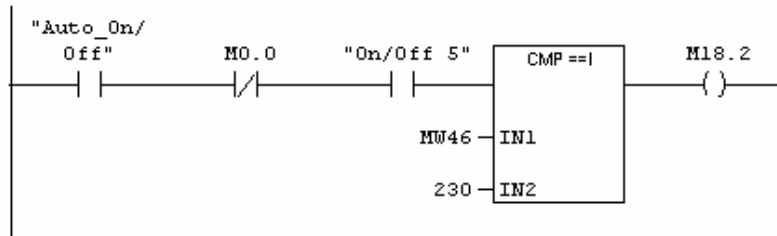
**Network 19** : Title:

Το φως 5 όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω θέλουμε να ανάβει στις 21 (210sec) και να σβήνει στις 23 (230sec)



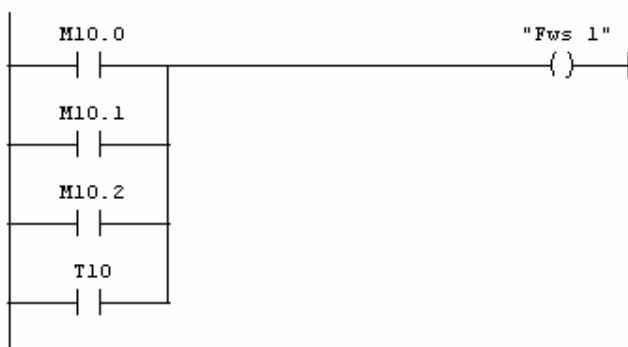
**Network 20** : Title:

Αναφέρεται στο Network 14!



**Network 21** : Title:

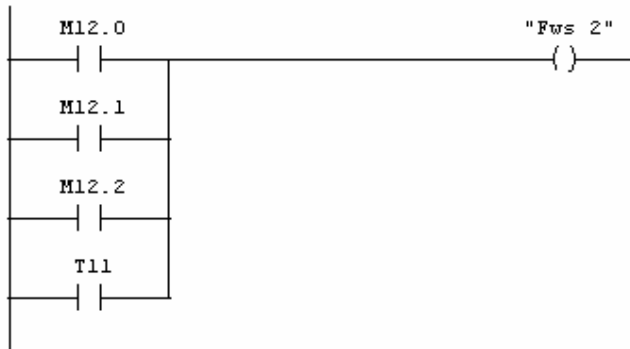
Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 1





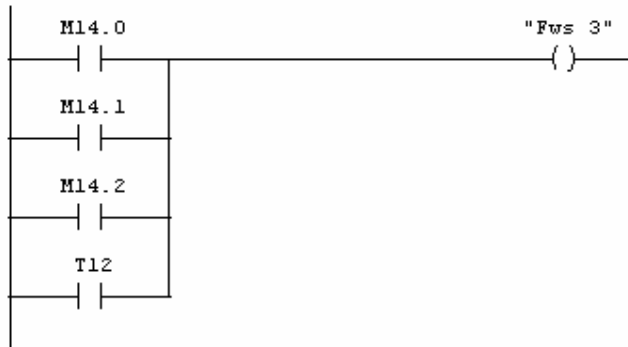
**Network 22 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 2



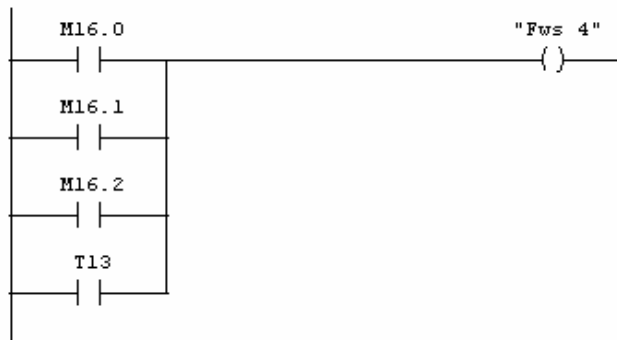
**Network 23 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 3



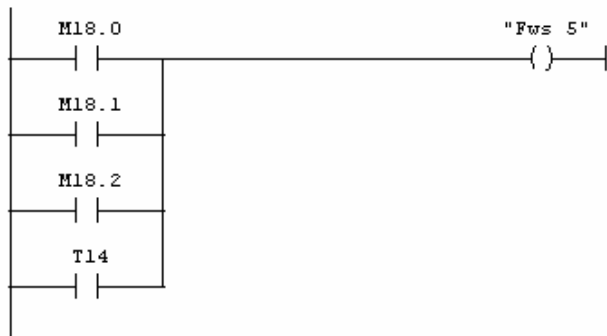
**Network 24 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 4



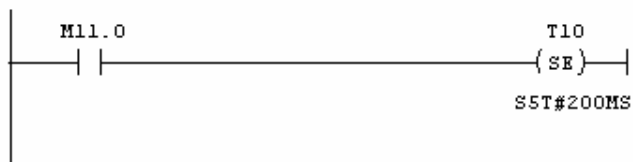
**Network 25 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 5



**Network 26 : Title:**

Το M11.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 27 : Title:**

Το M13.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 28 : Title:**

Το M15.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 29 : Title:**

Το M17.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



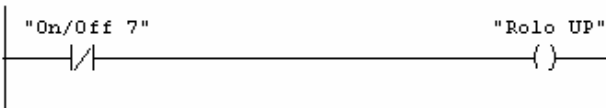
**Network 30 : Title:**

Το M19.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 31 : Ελεγχος ΜΠΟΥΤΟΝ**

Ελεγχουμε αν είναι ήδη πατημένο το μπουτον κάτω ώστε μην πατηθεί ταυτόχρονα και το πάνω!



**Network 32 : Title:**

Ελεγχουμε αν έχει ήδη πατημένο το μπουτον πάνω ώστε μην πατηθεί ταυτόχρονα και το κάτω!



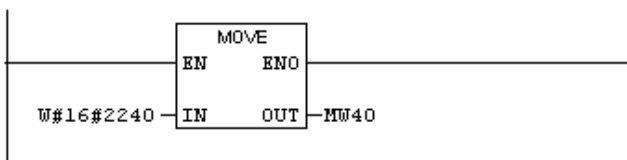
Στη συνέχεια παρουσιάζεται η δεύτερη υλοποίηση, με την οποία ο χρήστης μπορεί να ελέγχει τόσο την αυτόματη λειτουργία, όσο και τον κεντρικό έλεγχο, διαμορφώνοντάς τα σύμφωνα με τις επιθυμίες του. Το πρόγραμμα είναι:

**OB 1 : "Main Program Sweep (Cycle)"**

Comment:

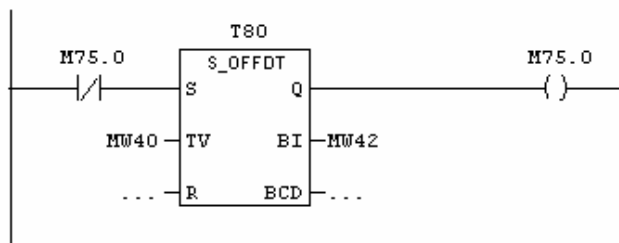
**Network 1:** Title:

Γίνεται η προσομοίωση του 24ωρου με την βοήθεια 240sec. Έτσι προσομοιώνουμε 1 ώρα σε 10 sec. Στην συνέχεια φαίνεται η εντολή MOVE ώστε να περάσουμε την μεταβλητή MW40 οτι έχουμε 240 sec.



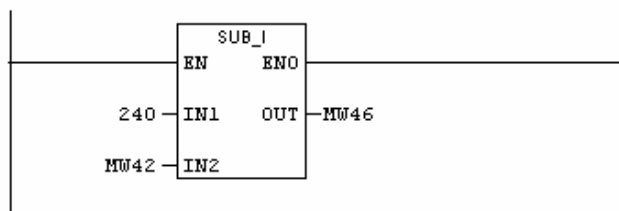
**Network 2 : Title:**

Χρησιμοποιούμε το χρονικό S\_OFFDT για να μετρήσουμε 240->0 sec.



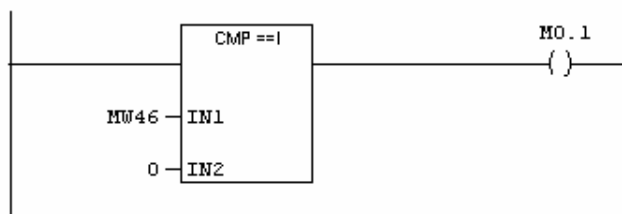
**Network 3 : Title:**

Στην συνέχεια μετράμε τα 240sec τα οποία θέλουμε για την προσομοίωση και τα αποθηκεύουμε στην MW46.



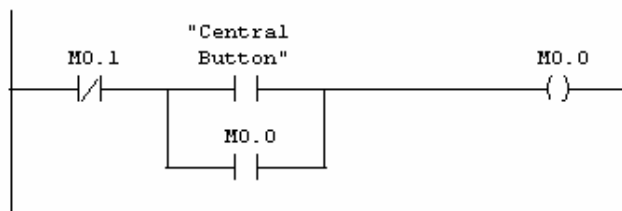
**Network 4 : Title:**

Γίνεται έλεγχος για το πότε ξεκινάει μια μέρα!



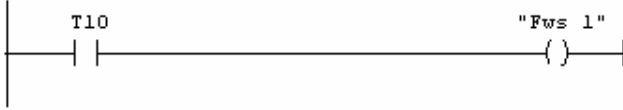
**Network 5 : Title:**

Στην μεταβλητή M0.0 αποθηκεύουμε αν έχει πατηθεί το Central Button κατά την διάρκεια μιας ημέρας.



**Network 6 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 1



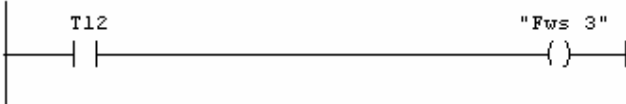
**Network 7 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 2



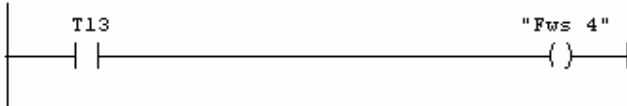
**Network 8 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 3



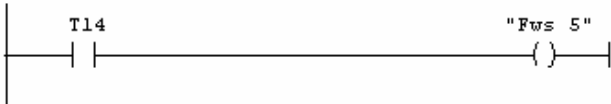
**Network 9 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 4



**Network 10 : Title:**

Με την βοήθεια του παρακάτω Network ανάβουμε το φως 5



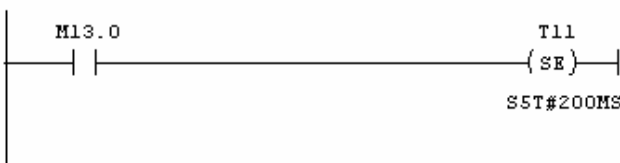
**Network 11 : Title:**

Το M11.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 12 : Title:**

Το M13.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 13 : Title:**

Το M15.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 14 : Title:**

Το M17.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



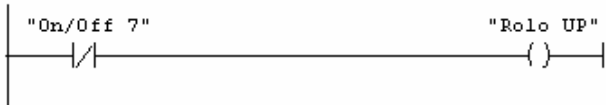
**Network 15 : Title:**

Το M19.0 είναι η εντολή που έρχεται απο την οθόνη όταν πατιέται κάποιο μπουτόν



**Network 16 : Έλεγχος ΜΠΟΥΤΟΝ**

Έλεγχουμε αν είναι ήδη πατημένο το μπουτόν κάτω ώστε μην πατηθεί ταυτόχρονα και το πάνω!

**Network 17 : Title:**

Έλεγχουμε αν έχει ήδη πατημένο το μπουτόν πάνω ώστε μην πατηθεί ταυτόχρονα και το κάτω!



Εδώ παρατίθεται ο πίνακας (symbol table) με τις μεταβλητές του προγράμματος:

Symbol	Address	Data Type	Comment
Auto_On/Off	I 1.7	BOOL	
Central Button	I 1.6	BOOL	
Cycle Execution	OB 1	OB 1	
Fws 1	Q 0.0	BOOL	
Fws 2	Q 0.1	BOOL	
Fws 3	Q 0.2	BOOL	
Fws 4	Q 0.3	BOOL	
Fws 5	Q 0.4	BOOL	
On/Off 1	I 0.0	BOOL	
On/Off 2	I 0.2	BOOL	
On/Off 3	I 0.4	BOOL	
On/Off 4	I 0.6	BOOL	
On/Off 5	I 1.0	BOOL	
On/Off 6	I 1.2	BOOL	
On/Off 7	I 1.4	BOOL	
Rollo DOWN	Q 0.6	BOOL	
Rolo UP	Q 0.5	BOOL	

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ SCADA

---

### 7.1 Γενικές πληροφορίες

Μια βιομηχανία επιβάλλει σήμερα, σαφή και κατανοητή παρουσίαση όλων των δεδομένων κάθε γραμμής. Τα στοιχεία είναι ανάγκη να εμφανίζονται στην οθόνη ενός υπολογιστή, έτσι ώστε ο υπεύθυνος κάθε γραμμής μεταφοράς να μπορεί να έχει όχι μόνο εποπτικό ρόλο, αλλά και να επεξεργάζεται τα στοιχεία που εμφανίζονται. Στη γενική ιδέα, πρέπει το αντίστοιχο λογισμικό απεικόνισης να μπορεί να είναι ευέλικτο, για να συνεργάζεται με μία ή με πολλές μονάδες αυτοματοποίησης και φυσικά το δίκτυο που το αποτελεί αυτό, να είναι σε χαμηλό κόστος και εύκολο τόσο στην τοποθέτηση, όσο και στην συντήρησή του. Έτσι, μπορούμε να έχουμε εποπτικό ρόλο σε όλα τα σημεία του δικτύου.

Το λογισμικό αυτό στη βιομηχανία ονομάζεται SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Οι βασικές έννοιες των συστημάτων SCADA, η δομή και οι βασικοί τους όροι είναι:

1. RTU: σημαίνει Remote Telemetry Unit, χρησιμοποιούνται σε όλα τα συστήματα SCADA και εγκαθίστανται σε απομακρυσμένα σημεία, με σκοπό την αποστολή και λήψη πληροφοριών και εντολών.
2. ΤΗΛΕΜΕΤΡΗΣΗ (TELEMETRY): είναι η αποστολή μετρήσεων και σημάτων ελέγχου από RTU σε RTU ή από και προς πολλαπλά RTUs. (TELE= distance, METER= measure).
3. SCADA: σημαίνει Supervision, Control And Data Acquisition (σύστημα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής πληροφοριών), βασίζεται συνήθως σε έναν Η/Υ, ο οποίος επικοινωνεί με ένα ή περισσότερα RTUs.

Ένα σύστημα SCADA συλλέγει πληροφορίες από διάφορες διεργασίες και χρησιμοποιείται για εποπτικό έλεγχο των διεργασιών αυτών. Το υπό έλεγχο σύστημα ή ένα τμήμα του, είναι πολύ πιθανό να βρίσκεται σε απομακρυσμένα σημεία. Με την τοποθέτηση στα σημεία αυτά σταθμών RTU's, παίρνουμε μετρήσεις των μεταβλητών



του συστήματος που μας ενδιαφέρουν και που σχετίζονται άμεσα με την υπό έλεγχο διεργασία. Οι μεταβλητές αυτές, μπορεί να είναι η ροή ενός υγρού και/ή η πίεση ενός αερίου. Επίσης, μπορεί να είναι θερμοκρασίες, τάσεις και ρεύματα, ταχύτητα ανέμου, σημάνσεις ή στάθμες υγρών. Όλες αυτές οι μετρήσεις μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα και αποστέλλονται μέσω των RTU's σε έναν κεντρικό υπολογιστικό σταθμό. Τα ηλεκτρικά αυτά σήματα μπορεί να είναι αναλογικά, ψηφιακά ή και παλμικά και η μετάδοσή τους γίνεται μέσω τηλεπικοινωνιακού δικτύου, ενσύρματα ή ασύρματα. Τα δομικά στοιχεία ενός συστήματος SCADA, είναι τα παρακάτω:

- ✓ Ένας κεντρικός υπολογιστικός σταθμός (Master Station Computer).
- ✓ Οι γραμμές επικοινωνίας (radio, καλωδιακή, τηλεφωνική).
- ✓ RTU's που κωδικοποιούν και αποκωδικοποιούν σήματα από τον πραγματικό κόσμο.
- ✓ Το ελεγχόμενο σύστημα (Field Instrumentation).

Ένα σύστημα SCADA συνήθως, αποτελείται από τα ακόλουθα υποσυστήματα:

- ✓ Ένα σύστημα ανθρώπινης αλληλεπίδρασης (HMI- Human Machine Interface), που έχει σαν σκοπό να παρουσιάζει τα δεδομένα της γραμμής και ο χρήστης να μπορεί να τα ελέγχει καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγής.
- ✓ Συνήθως από ένα συντονιστικό υπολογιστή, ο οποίος συλλέγει όλες τις πληροφορίες και στέλνει την κατάλληλη ανατροφοδότηση.
- ✓ Τηλεχειριζόμενες Τερματικές Μονάδες, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με αισθητήρες σε όλη τη διαδικασία, εναλλάσσοντας έτσι σήματα από τους αισθητήρες στο συντονιστικό υπολογιστή.
- ✓ Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC's).
- ✓ Επικοινωνιακή Υποδομή του συστήματος, ώστε όλα αυτά να συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους.

Τα συστήματα SCADA βρίσκουν τεράστιες εφαρμογές σε τομείς όπως:

- ✓ Μεταφορά και διανομή πετρελαίου ή φυσικού αερίου.
- ✓ Έλεγχος βιομηχανικών ηλεκτρικών δικτύων.
- ✓ Έλεγχος διωλιστηρίων πετρελαίου.
- ✓ Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης Σ.Η.Ε.
- ✓ Δίκτυα ύδρευσης.

- ✓ Έξυπνα σπίτια.

Τέλος αναφέρεται επιγραμματικά τι προσφέρει ένα σύστημα SCADA:

- ✓ Άμεση πληροφόρηση της κατάστασης της διεργασίας.
- ✓ Αντιστάθμιση των μεταβλητών ελέγχου της διεργασίας, με στόχο τη διατήρηση των δεδομένων ονομαστικών τιμών και τη διατήρηση των απαιτούμενων επιπέδων παραγωγής.
- ✓ Έγκαιρη σήμανση των βλαβών και της κακής λειτουργίας του εξοπλισμού στις διάφορες διεργασίες, για να παρέχεται η μέγιστη ασφάλεια του εξοπλισμού και των εργαζομένων.
- ✓ Πρόγνωση και διάγνωση βλαβών του εξοπλισμού και έγκαιρο εντοπισμό τους, για τη μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητάς του.
- ✓ Καταγραφή και αποθήκευση πληροφοριών, σχετικά με την παραγωγή και τη διαχείρισή της.
- ✓ Καλή λειτουργία του εξοπλισμού, με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης και επομένως της παραγωγικότητάς του.

Επίσης, συστήματα SCADA χρησιμοποιούνται σε συστήματα ύδρευσης πόλεων, φαρμακοβιομηχανίες, τσιμεντοβιομηχανίες, βιομηχανίες παραγωγής λιπασμάτων, βιομηχανίες πλαστικών και τροφίμων, στην κλωστοϋφαντουργία και σε πολλούς ακόμα τομείς της βιομηχανίας. Οι τομείς της παραγωγής, όπου μπορεί να εφαρμοστεί ένα σύστημα SCADA είναι αμέτρητοι.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως τα συστήματα SCADA αποτελούν ένα σύγχρονο τομέα της τεχνολογίας, συνεχώς αναπτυσσόμενο, που προσφέρει πλεονεκτήματα στον τομέα της παραγωγής και όχι μόνο. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα είναι η λεπτομερής καταγραφή της παραγωγής των μηχανημάτων, των βλαβών και των καθυστερήσεων, αλλά και των συνθηκών κατεργασίας και του κόστους των παραγόμενων προϊόντων. Υπάρχουν, βέβαια και τα προβλήματα του υψηλού κόστους, της έλλειψης τεχνογνωσίας και του εξειδικευμένου προσωπικού. Ωστόσο, τα οφέλη για μια επιχείρηση από την εφαρμογή ενός συστήματος SCADA είναι σημαντικά, ιδίως σε ένα ανταγωνιστικό και παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον. Πρέπει βέβαια, να σημειωθεί και να τονιστεί, πως όσον αφορά τον τομέα του «έξυπνου σπιτιού», το κόστος σε επίπεδο τεχνογνωσίας και εξειδίκευσης, είναι σαφώς χαμηλότερο, καθότι οι λειτουργίες που θέλουμε να ελέγχουμε είναι απλούστερες.

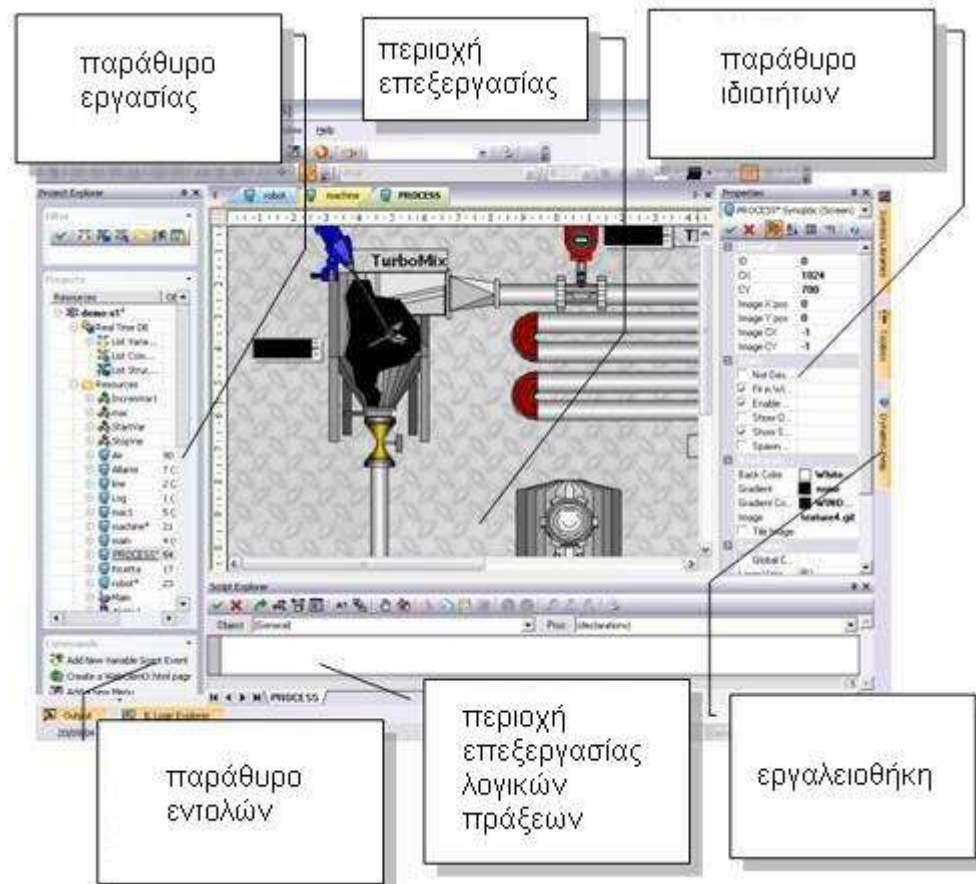
## 7.2 MOVICON

Το Movicon X είναι η δέκατη έκδοση της Movicon, μίας από τις μεγαλύτερες γενιές λογισμικού που αφορούν επίβλεψη, παρακολούθηση, απόκτηση δεδομένων και έλεγχο διαδικασιών, όπως συστήματα SCADA και HMI. Εύκολο στη χρήση, υψηλή απόδοση και παραμετροποίηση είναι τα κυρίαρχα στοιχεία, που το καθιστούν ένα πολύ καλό πρόγραμμα.

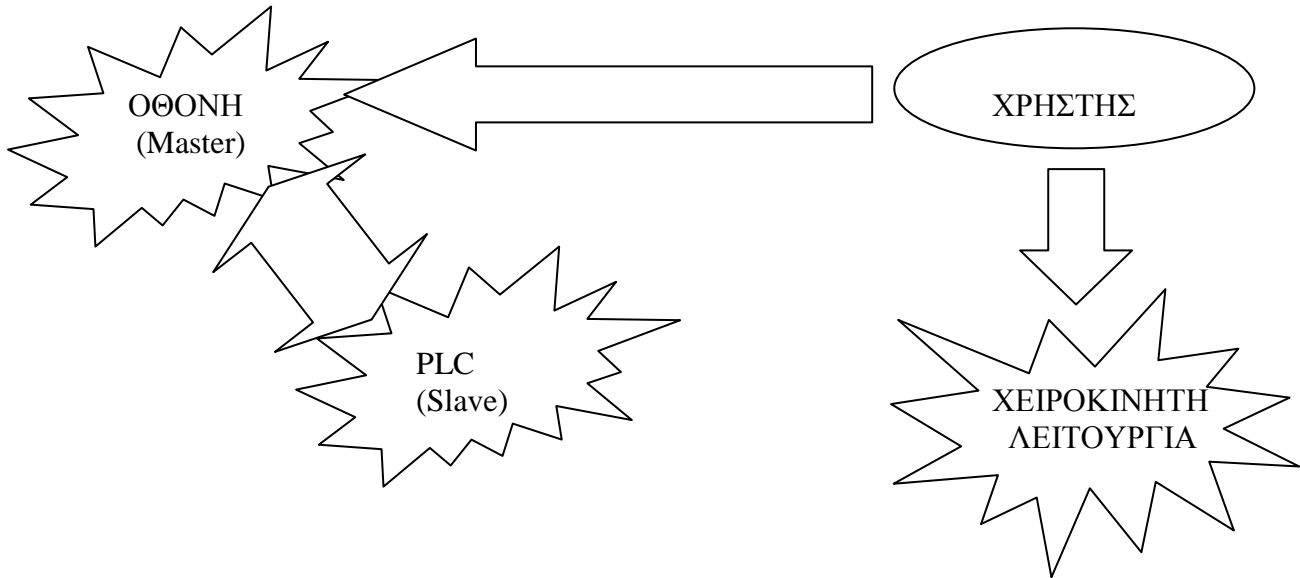
Το Movicon X είναι μια ενιαία ισχυρή πλατφόρμα, με πρωταρχικό στόχο την ευκολία, άνεση και ταχύτητα της εργασίας. Όλα τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν από τις ανάγκες για αυτοματοποίηση, έχουν ενσωματωθεί σε ένα ενιαίο περιβάλλον εργασίας. Η τεχνολογία προγραμματισμού, μας βοηθά με απλές κινήσεις, να επέμβουμε σε κάθε σημείο της διαδικασίας που επιβλέπουμε. Το λογισμικό βασίζεται σε τεχνολογία XML και περιλαμβάνει λειτουργίες ειδικά σχεδιασμένες στο να βοηθήσουν την απλότητα και την ασφάλεια σε όλα τα επίπεδα, καταργώντας τα φράγματα και τα ενοχλητικά εμπόδια που υπήρχαν στο παρελθόν.

Οι νέες τεχνολογίες, πάνω στις οποίες είναι βασισμένο το Movicon X, κατοχυρώνουν στο χρήστη ένα επαναστατικό προϊόν, χωρίς να χρειαστεί να κάνει συμβιβασμούς στην απόδοση και στην αρχιτεκτονική. Απλούστερα, είναι αφ' ενός πολύ εύκολο στο χρήστη και αφ' ετέρου αναπτύσσεται πολύ γρήγορα.

Το Movicon X μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλήρως από μικροεπεξεργαστές διάφορων τερματικών ή από φορητές συσκευές, βασισμένες στα Windows CE, αλλά και από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με οποιοδήποτε τύπο PLC. Η όψη του προγράμματος άλλα και τα κύρια μέρη του, φαίνονται παρακάτω:



Με την βοήθεια του MOVICON, δημιουργήσαμε το πρόγραμμα της διασύνδεσης μεταξύ του χρήστη και του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC). Αυτό το πρόγραμμα, απευθύνεται κυρίως στον προγραμματισμό της δικής μας λογικής, που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα. Παρόμοια λογική, σε μεγαλύτερο εύρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μια οικία. Επισημαίνουμε εδώ, ότι στο Movicon έγινε χρήση κυρίως της Instruction List (IL LOGIC) και λιγότερο της Visual Basic for Applications. Η γενική ιδέα που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση του «έξυπνου σπιτιού», είναι σχηματικά η εξής:



Η λογική επικοινωνίας μεταξύ PLC και οθόνης, έγινε με την βοήθεια του VIPA MPI Communication Driver και μέσω του καλωδίου RS232. Με την κατάλληλη διευθυνσιοδότηση, έγινε η αντιστοιχία μεταξύ της φυσικής διεύθυνσης στο PLC και του προγράμματος και παρουσιάζεται, ο τρόπος με τον οποίο, πραγματοποιήθηκε η υλοποίηση της παραπάνω ιδέας με την βοήθεια του Movicop.

# Welcome to

*About...*

# Smart Homes

**Exit**

**Settings**

**Language**

To paron programma anaferetai stin diplwmatiki me thema to..

## Eksypno Spiti

Creators:

Aleksandros Elefsiniotis (03103653)

Aleksandros Kordwnis (03103705)

**Back...**

Output

29/1/2009 3:17:10 μμ Com. Driver : SAP allocation error 0

Generic Infos | CAP | NUM | SCRL



Demo mode Time elapsed '0' min.

# Settings...

**Central Button Configuration...**

**Auto Mode Configuration...**

**...Back...**

Output

29/1/2009 3:33:25 µ Com. Driver : SAP allocation error 0

Generic Infos | CAP | NUM | SCRL







**info** Central Button Configuration

<b>Living Room</b>	Open	Close	Open/Close
<b>Bedroom 1</b>	Open	Close	Open/Close
<b>Bedroom 2</b>	Open	Close	Open/Close
<b>Kitchen</b>	Open	Close	Open/Close
<b>WC</b>	Open	Close	Open/Close
<b>Motor</b>	Up	Down	<b>...Back...</b>

Output

Press Alt+F4 or Alt+F12 to switch back in design mode. Press Ctrl+F8 to toggle the debug toolbar

Generic Infos | CAP | NUM | SCRL |  

## *Central Button Configuration HELP...*

**Kante Click sta dwmatia ta opoia thelete  
na xeirizeste otan patate stin othoni to Central Button!**

**Mporeite na epileksete ta parakatw:**

Open: Anoigei mia katanalwsi mono otan einai kleisti

Close: Kleinei mia katanalwsi mono otan einai anoikti

Open/Close: Allazei tin katastasi tis katanalwsi

**Back...**

Output

Press Alt+F4 or Alt+F12 to switch back in design mode. Press Ctrl+F8 to toggle the debug toolbar

Generic Infos | CAP | NUM | SCRL



**Auto Mode Configuration...**

*info*

<b>Living Room</b>	<b>On</b>	0	▲ ▼	<b>Off</b>	0	▲ ▼
<b>Bedroom 1</b>	<b>On</b>	0	▲ ▼	<b>Off</b>	0	▲ ▼
<b>Bedroom 2</b>	<b>On</b>	0	▲ ▼	<b>Off</b>	0	▲ ▼
<b>Kitchen</b>	<b>On</b>	0	▲ ▼	<b>Off</b>	0	▲ ▼
<b>WC</b>	<b>On</b>	0	▲ ▼	<b>Off</b>	0	▲ ▼
<b>Motor</b>	<b>Up</b>			<b>Down</b>		<b>...Back...</b>

Output

29/1/2009 3:42:23 µ Com. Driver : SAP allocation error 0

Generic Infos | CAP | NUM | SCRL

## *Auto Mode Configuration HELP...*

Epilekste to dwmatio kai tin wra pou thelete na anapsei kai na sbisei ena fws. To 24wro prosomoiwnete me 240sec.

**...Back...**

Output

29/1/2009 3:48:35 μμ The Real Time DB IO Comm. Driver 'PC Adapter' has been started...

Generic Infos| CAP| NUM| SCRL



Demo mode Time elapsed '0' min.

# Language Selection Epilogi Glwssas

**Ellinika**

**English**

Output

29/1/2009 3:32:42 μμ Com. Driver : SAP allocation error 0

Generic Infos | CAP | NUM | SCRL



Rolo

PANW
KATW

# Katopsi Xwrou

Central Button

Ypnodwmatio 1

WC
Ypnodwmatio 2

Saloni

Koyzina

0

▲
▼

Epilogi Glwssas

Epistrofi stin Arxi

Output
Generic Infos | CAP | NUM | SCRL

29/1/2009 3:57:40 μμ Com. Driver : SAP allocation error 0
⊙ ⊕

MOTOR

UP DOWN

# Floor Plan

Central Button

BedRoom 1

Living Room

WC

BedRoom 2

Kitchen

AUTO MODE

0

Language Selection

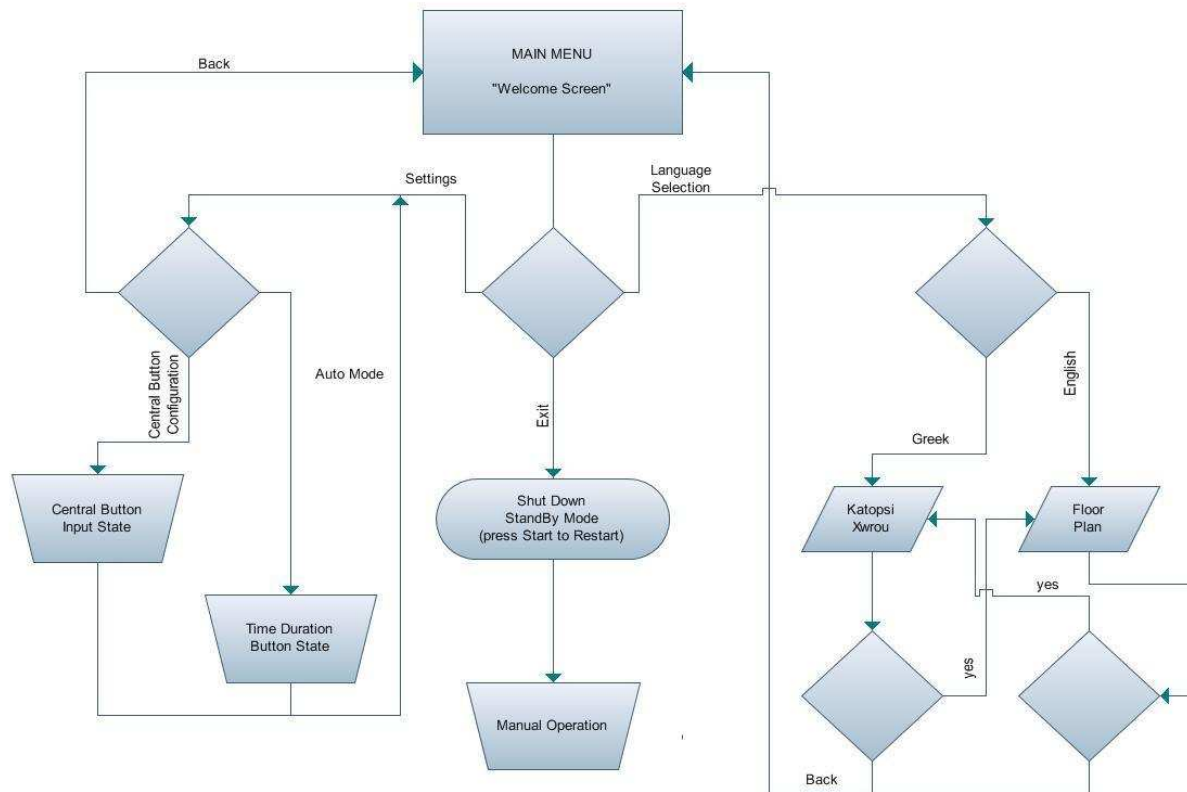
Back

Output

29/1/2009 3:58:48 µ Com. Driver : SAP allocation error 0

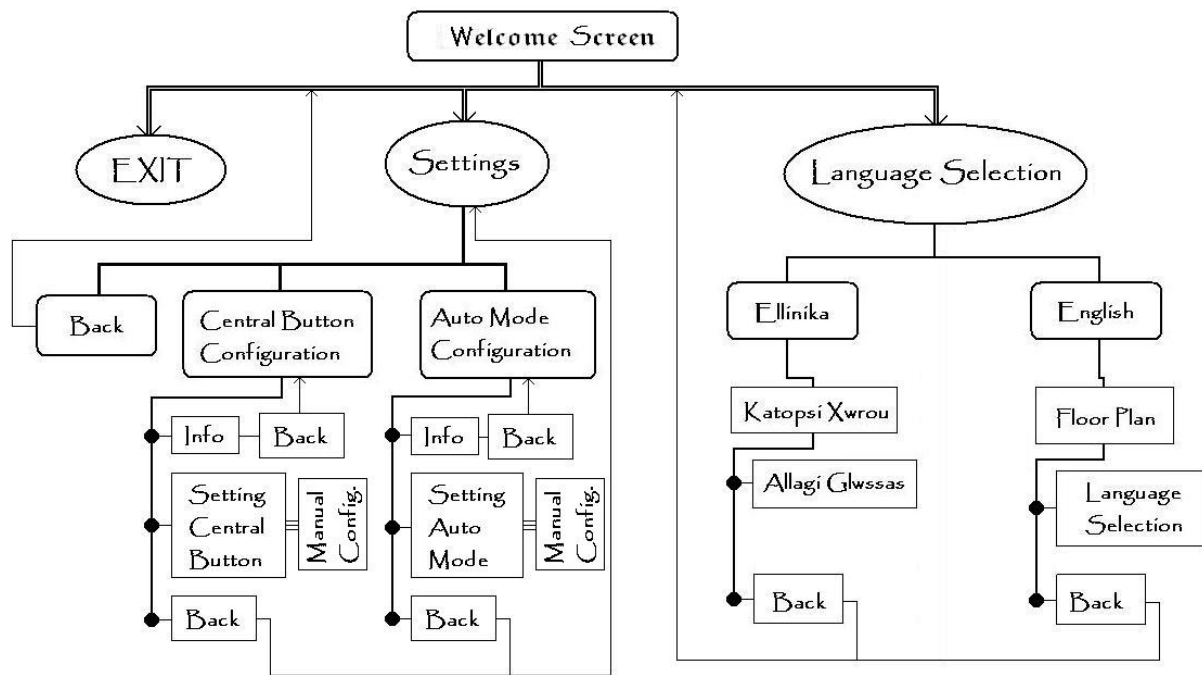
Generic Infos CAP NUM SCRL

Πριν αναφερθούμε στον κώδικα που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση κάποιων λειτουργιών, θα παρουσιάσουμε το παρακάτω λογικό διάγραμμα:



Φαίνονται οι λειτουργίες τις οποίες μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει κατά την διάρκεια του προγράμματος:





(Από το παραπάνω σχήμα, έχουμε παραλείψει για σχεδιαστικούς λόγους, την λειτουργία “About”, καθώς και το ότι στην οθόνη “Info” δεν φαίνεται το κείμενο που υπάρχει.)

Παρουσιάζεται ο κώδικας που χρησιμοποιήσαμε για να φτιάξουμε το Auto Mode, έτσι ώστε να δίνει εντολές στο PLC και ο χρήστης να μπορεί να προγραμματίζει την ώρα που θέλει να ανοίξει ή να κλείσει μία κατανάλωση (φυσικά είναι από 0-240sec, όπως έχουμε ήδη αναφέρει). Υπενθυμίζουμε, ότι το ρολό δεν έχει προσομοιωθεί επειδή δεν υπάρχουν τερματοδιακόπτες. Έτσι έχουμε:

A Auto  
A AM\_LV  
AN light\_LivingRoom  
A(  
L MW46  
L On\_LV  
==  
)  
AN M00  
=AM\_LV\_1

A Auto  
A AM\_LV  
A light\_LivingRoom  
A(  
L MW46  
L Off\_LV  
==  
)  
AN M00  
= AM\_LV\_2

A(  
O AM\_LV\_1  
O AM\_LV\_2  
)  
= livingRoom

A Auto  
A AM\_BD1  
AN light\_Bed1  
A(  
L MW46  
L On\_BD1  
==  
)  
AN M00  
=AM\_BD1\_1

A Auto  
A AM\_BD1  
A light\_Bed1  
A(  
L MW46  
L Off\_BD1  
==  
)  
AN M00  
= AM\_BD1\_2

A(  
O AM\_BD1\_1  
O AM\_BD1\_2  
)  
= Bed1

A Auto  
A AM\_BD2  
AN light\_bed2  
A(  
L MW46  
L On\_BD2  
==  
)  
AN M00  
=AM\_BD2\_1

A Auto  
A AM\_BD2  
A light\_bed2  
A(  
L MW46  
L Off\_BD2  
==  
)  
AN M00  
= AM\_BD2\_2

A(  
O AM\_BD2\_1  
O AM\_BD2\_2  
)  
= Bed2

```

A Auto
A AM_WC
AN light_Wc
A(
L MW46
L On_WC
==
)
AN M00
=AM_WC_1

```

```

A Auto
A AM_WC
A light_Wc
A(
L MW46
L Off_WC
==
)
AN M00
= AM_WC_2

```

```

A(
O AM_WC_1
O AM_WC_2
)
= Wc

```

```

A Auto
A AM_KT
AN Light_Kitchen
A(
L MW46
L On_KT
==
)
AN M00
=AM_KT_1

```

```

A Auto
A AM_KT
A Light_Kitchen
A(
L MW46
L Off_KT
==
)
AN M00
= AM_KT_2

```

```

A(
O AM_KT_1
O AM_KT_2
)
= VAR00001

```

Όταν ο χρήστης είναι στην Αυτόματη Λειτουργία και θέλει να προγραμματίσει το άνοιγμα ή το κλείσιμο κάποιας κατανάλωσης, τότε πατάει στο ON ή OFF αντίστοιχα και εμφανίζεται μια οθόνη (Numeric Pad), για να μπορεί να πληκτρολογήσει την ώρα που επιθυμεί. Αυτός ο κώδικας γράφτηκε σε Visual Basic και είναι:

```
Option Explicit
```

```
Public Sub Click()
```

```
    ExecuteCommand("<CommandType variable='On_LV' action='7' strobe='0' value='1'
max='240' min='0' chars='>Variable</CommandType>")
```

```
End Sub
```

Για τον προγραμματισμό του Central Button (Κεντρικός Έλεγχος) σε IL Logic

έχουμε:

```
A centralButton
A CB_LV
A(
O CB_LV_OC
O
A CB_LV_O
AN light_LivingRoom
O
A CB_LV_C
A light_LivingRoom
)
= livingRoom
```

```
A centralButton
A CB_BD2
A(
O CB_BD2_OC
O
A CB_BD2_O
AN light_bed2
O
A CB_BD2_C
A light_bed2
)
= Bed2
```

```
A centralButton
A CB_WC
A(
O CB_WC_OC
O
A CB_WC_O
AN light_Wc
O
A CB_WC_C
A light_Wc
)
= Wc
```

```
A centralButton
A CB_KT
A(
O CB_KT_OC
O
A CB_KT_O
AN Light_Kitchen
O
A CB_KT_C
A Light_Kitchen
)
= VAR00001
```

```
A centralButton
A CB_BD1
A(
O CB_BD1_OC
O
A CB_BD1_O
AN light_Bed1
O
A CB_BD1_C
A light_Bed1
)
= Bed1
```

Όταν ο χρήστης θέλει να προγραμματίσει το Central Button, τότε επιλέγει το δωμάτιο που θέλει και έπειτα τη λειτουργία που επιθυμεί να εκτελέσει η εκάστοτε κατανάλωση. Όμως, για να μην ενεργοποιήσει δύο λειτουργίες ταυτόχρονα, γράφτηκε ο παρακάτω κώδικας και έτσι αποτρέπεται το ενδεχόμενο αυτό. Ως

παράδειγμα, παρουσιάζεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε στο καθιστικό και με παρόμοια λογική, έγιναν και τα υπόλοιπα κουμπιά του προγράμματος.

Open	Close	Open/Close
A CB_LV_O AN CB_LV_C AN CB_LV_OC = CB_LV_O	A CB_LV_C AN CB_LV_O AN CB_LV_OC = CB_LV_C	A CB_LV_OC AN CB_LV_C AN CB_LV_O = CB_LV_OC

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

---

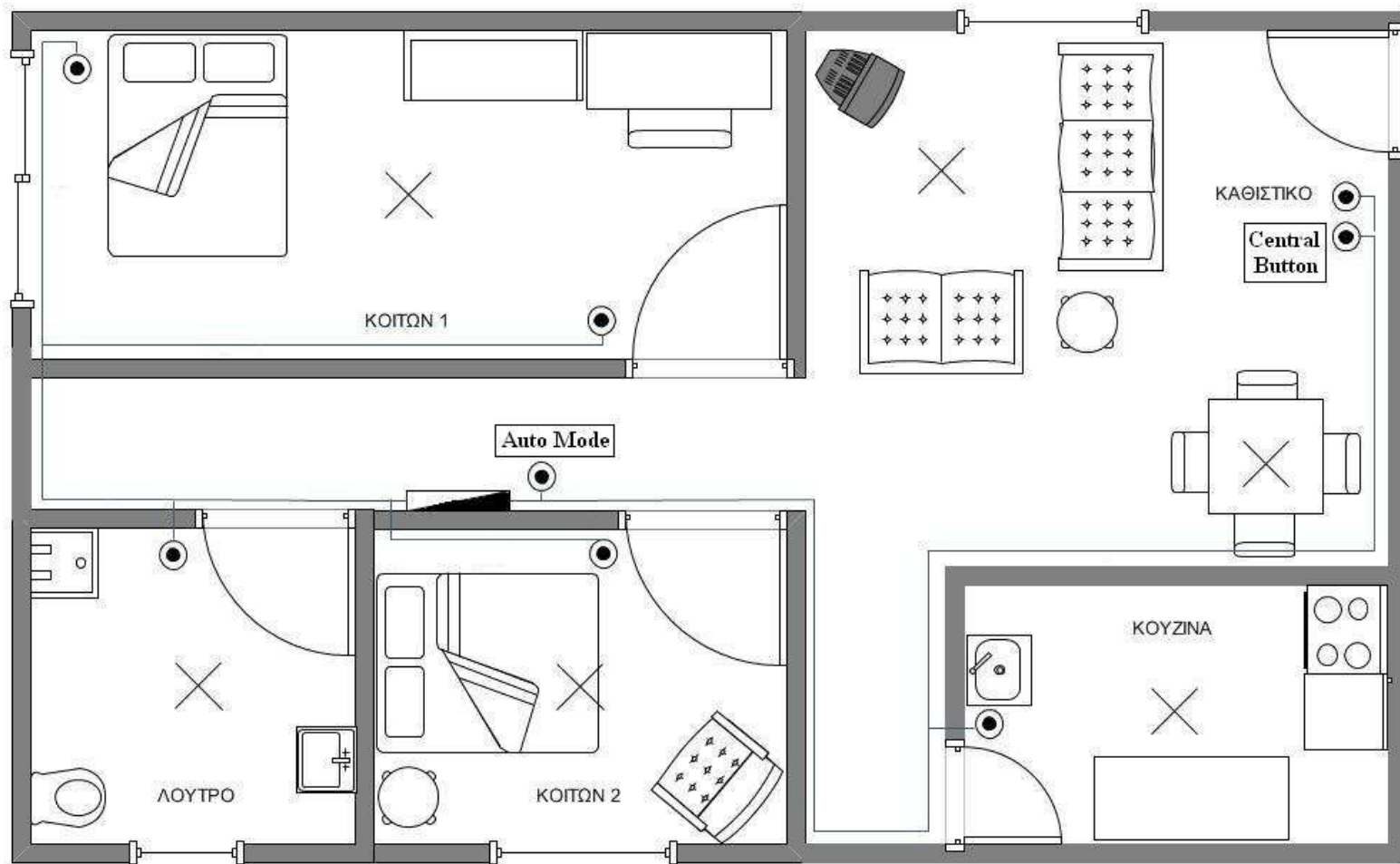
Ο κύριος σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι μια εναλλακτική αντιμετώπιση για τον αυτοματισμό οικιακών καταναλώσεων. Ήδη, στην οθόνη αφής φαίνεται η κάτοψη που προσομοιώνει μια πραγματική οικία. Ακολούθως θα χρησιμοποιηθεί η κάτοψη αυτή, μαζί με μία αρχιτεκτονική άποψη.



Το παραπάνω διαμέρισμα, διαθέτει όπως φαίνεται δυο υπνοδωμάτια (κοιτώνες), ένα λουτρό, μια κουζίνα και ένα καθιστικό. Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση της οικίας αυτής, αποτελείται από φωτισμό και από μια κίνηση (ρολό στον κοιτώνα 1). Όπως έχει προαναφερθεί, τα φώτα δεν ελέγχονται πλέον από διακόπτες, αλλά από μπουτόν. Με παρόμοιο τρόπο, θα μπορούσε κάποιος να συνδέσει πολλές ακόμα ηλεκτρικές λειτουργίες σε μια οικία.

Στην παρακάτω κάτοψη φαίνεται το κύκλωμα ελέγχου. Όταν αναφέρουμε κύκλωμα ελέγχου, εννοούμε όλα τα ασθενή ρεύματα και τάσεις, δηλαδή τάσεις των  $\pm 24V$ :



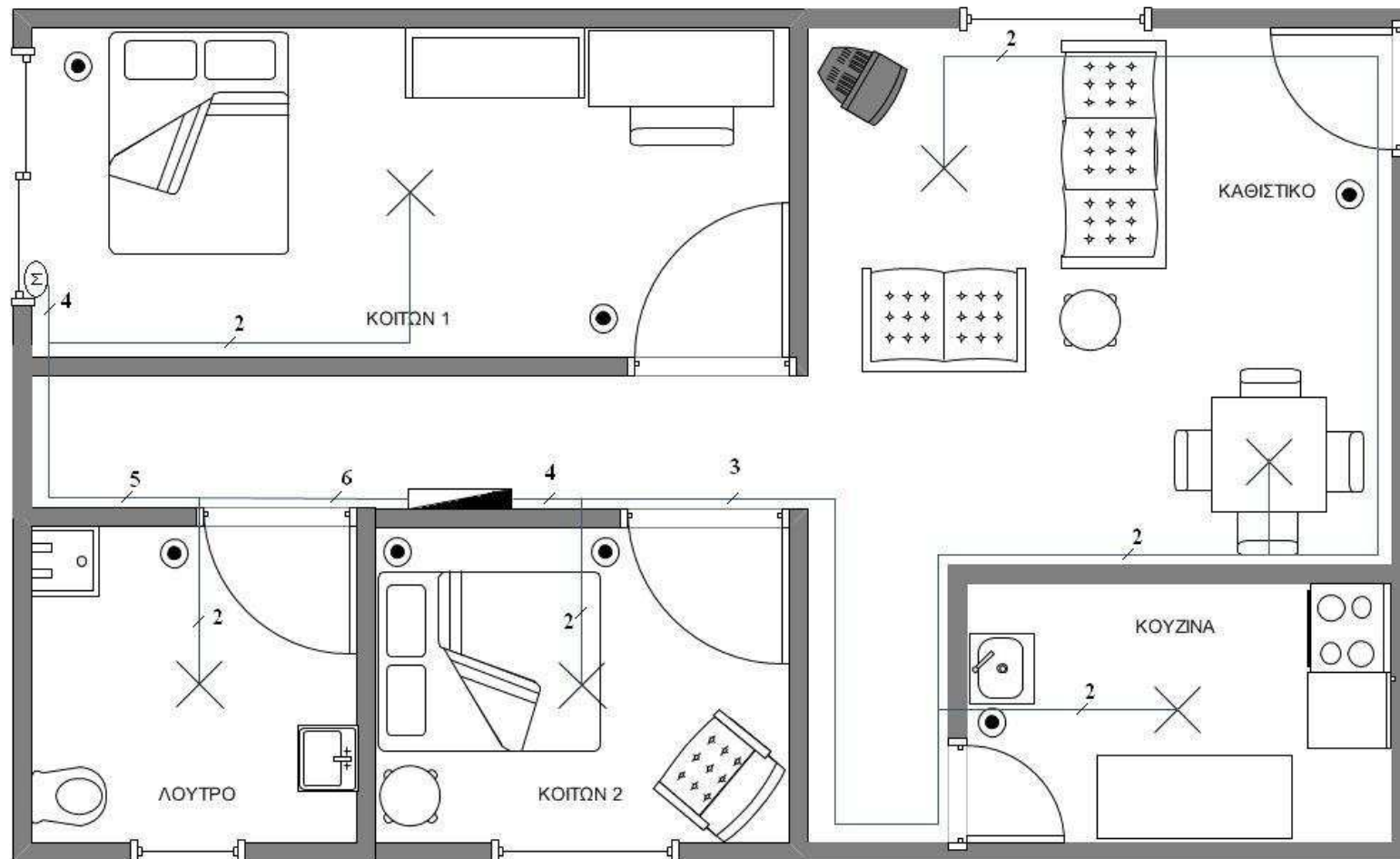


Το καθιστικό έχει δύο μπουτόν δίπλα στην πόρτα εισόδου, το ένα για τον έλεγχο του φωτός και το άλλο είναι ο κεντρικός έλεγχος (Central Button). Με το πάτημα αυτού, ανάβουν και τα 2 φώτα στο καθιστικό. Η κουζίνα έχει και εκείνη ένα μπουτόν στα αριστερά της εισόδου της. Ομοίως, υπάρχουν μπουτόν για τους 2 κοιτώνες (υπνοδωμάτια) και για το μπάνιο. Υπάρχει επίσης κοντά στον πίνακα η οθόνη αφής, η οποία δεν φαίνεται στο παραπάνω σχήμα και ένα μπουτόν για την αυτόματη λειτουργία (Auto Mode). Πρέπει να σημειώσουμε εδώ, ότι το παρόν σχέδιο δεν αποτελεί σχέδιο μιας πραγματικής οικίας και για τον λόγο αυτό, όλες οι θέσεις των μπουτόν, είναι πολύ απλουστευμένες. Ένα άλλο πλεονέκτημα της παραπάνω διαδικασίας, είναι ότι μπορούμε να προσθέσουμε πολλά μπουτόν εν παραλλήλω. Δεν εμφανίζεται με αυτόν τον τρόπο το πρόβλημα των αλλε-ρετούρ, που ο χρήστης δεν ξέρει αν είναι ανοικτός ή κλειστός ο διακόπτης. Όλο το κύκλωμα ελέγχου, τροφοδοτείται από το τροφοδοτικό.

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται είναι UTP (τεσσάρων ζευγών), τα οποία ουσιαστικά συνδέουν το μπουτόν με τον αντίστοιχο ηλεκτρονόμο μέσω του τροφοδοτικού. Ουσιαστικά, τόσο κάθε φωτεινή κατανάλωση, όσο και το ρολό χρειάζεται ένα ζεύγος καλωδίων, που να πηγαίνει ως το μπουτόν και να γυρίζει στον ηλεκτρονόμο, τα υπόλοιπα ζεύγη καλωδίων χρησιμοποιούνται για λόγους εφεδρείας. Έτσι, κάθε μπουτόν, αν δεν απαιτούνται και άλλα παράλληλα, χρειάζεται τη δική του καλωδίωση. Αφού το παράδειγμα δεν αντιστοιχεί στην πραγματικότητα, θεωρούμε πως κάθε μπουτόν θα έχει ένα δικό του UTP. Βέβαια, για λόγους ευκολίας, στο πείραμα δεν χρησιμοποιήσαμε ξεχωριστά καλώδια για κάθε μπουτόν.

Είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε, ότι το κύκλωμα ισχύος με το κύκλωμα ελέγχου, είναι εντελώς ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η τροφοδοσία για κάθε κατανάλωση στο κύκλωμα ισχύος, αναχωρεί και καταλήγει στον πίνακα χωρίς να παρεμβάλλεται τίποτα από το κύκλωμα ελέγχου (για παράδειγμα PLC ή μπουτόν). Ο ηλεκτρονόμος μανδάλωσης αποτελείται από 2 ανοικτές επαφές, εκ των οποίων η μία αντιστοιχεί στα 230V, δηλαδή στην κατανάλωση των ισχυρών ρευμάτων, ενώ η άλλη επαφή χρησιμοποιείται ως είσοδος στο PLC, για να ελέγχουμε αν είναι ανοικτή ή κλειστή η κατανάλωση που μας ενδιαφέρει.

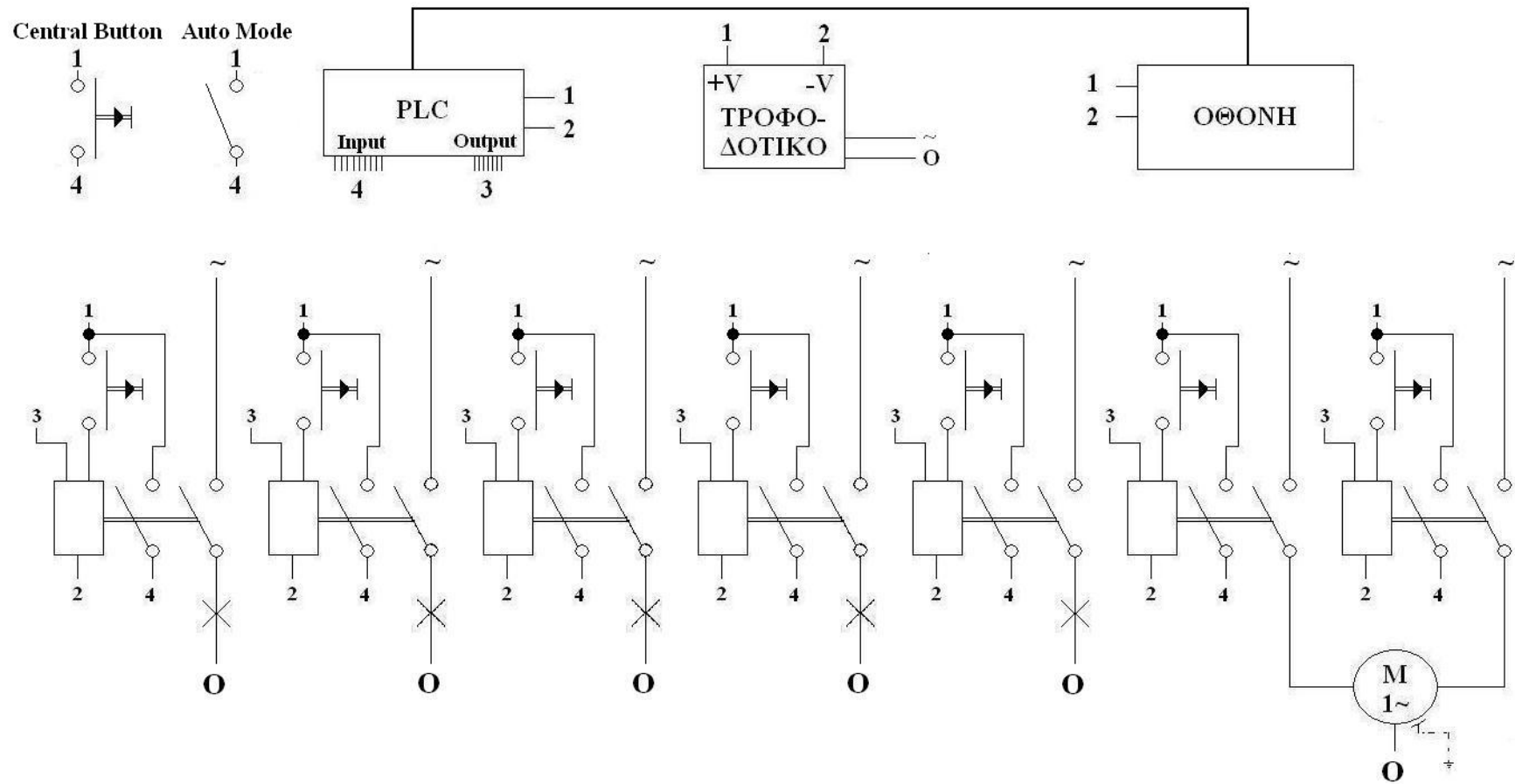
Στην συνέχεια παρουσιάζουμε το κύκλωμα ισχύος:



Η κάθε κατανάλωση έχει μια ανεξάρτητη γραμμή που ξεκινάει από τον πίνακα και συγκεκριμένα από το ρελέ καστανίας. Φυσικά, εξαίρεση αποτελούν τα δυο φώτα του σαλονιού που ανάβουν μαζί, όταν πατηθεί το μπουτόν. Το ηλεκτρολογικό σχέδιο, μαζί με το ηλεκτρονικό κομμάτι παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχέδιο:

*Σημείωση:*

- Είναι σημαντικό να τονίσουμε, ότι στην κάτοψή μας δεν υπάρχουν ρευματοδότες, καθώς και άλλα φορτία, όπως θερμοσίφωνα, ηλεκτρική κουζίνα και πιθανόν άλλες συσκευές. Θεωρούμε, ότι με την ίδια λογική μπορούμε να συνδέσουμε όσες συσκευές θέλουμε και να τις αυτοματοποιήσουμε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.
- Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι στο ακόλουθο σχέδιο δεν υπάρχουν οι είσοδοι του κεντρικού ελέγχου και της αυτόματης λειτουργίας επειδή ακριβώς συνδέονται πάνω στο PLC.



Απλοποιημένο σχέδιο αυτοματισμού

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

## ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

---

Η κατασκευή που έχει γίνει, αποτελείται από ένα PLC 16 εισόδων και 8 εξόδων και τροφοδοτείται με 24V DC. Επιλέχθηκε, έπειτα από έρευνα αγοράς η εταιρεία VIPA, που μας το προμήθευσε στην τιμή των 240€. Ήταν απαραίτητη επίσης, η αγορά ενός ειδικού MPI καλωδίου, «πράσινο καλώδιο», ώστε να μπορούμε να προγραμματίσουμε το PLC (αξία καλωδίου 50€). Αγοράσαμε μια οθόνη αφής 5.1", ασπρόμαυρη, στη τιμή των 510€. Για να τροφοδοτήσουμε τα παραπάνω χρειάστηκε ένα τροφοδοτικό στα 24V DC, 2.5A, αξίας 25€. Επιλέξαμε στη συνέχεια για τυπικά φορτία πέντε φώτα και πέντε μπουτόν της Legrand, αξίας 60€. Χρειάστηκε και ένα μοτέρ, για να προσομοιώσουμε τα συστήματα κίνησης, η αξία του οποίου ανέρχεται στα 50€. Όπως είπαμε και στην εισαγωγή, χρησιμοποιούμε ηλεκτρονόμους κασάνιας. Στην παρούσα κατασκευή, χρειαστήκαμε 7 από αυτούς, που κόστισαν 130€ και είναι της Hager. Τέλος, χρησιμοποιήσαμε καλώδια UTP, 2x0.75mm<sup>2</sup>, 4x0.75mm<sup>2</sup>, 3x1.5mm<sup>2</sup>, 4 μικροαυτόματους, μία τριφασική ασφάλεια και έναν τριφασικό αποζεύκτη, η αξία των οποίων είναι περίπου 70€. Το συνολικό κόστος της υλοποίησης ανέρχεται στα 1135€. Συλλέγοντας όλα τα παραπάνω υλικά, προχωρήσαμε στην κατασκευή μίας μακέτας. Η συνδεσμολογία ήταν σχετικά απλή, όπως φαίνεται και σε παραπάνω κεφάλαιο, υλοποιώντας έτσι την προσομοίωση ενός «έξυπνου σπιτιού». Παρακάτω υπάρχει και φωτογραφία της κατασκευής που έγινε:



(πάνω αριστερά φαίνεται ο μηχανισμός από ένα ρολό – μπλε ενώ αριστερά φαίνονται τα μπουτόν κεντρικού ελέγχου και αυτόματης λειτουργίας. Πάνω δεξιά είναι ο ηλεκτρολογικός πίνακας και από κάτω οι πέντε φωτεινές καταναλώσεις)

Πρέπει να τονιστεί, πως υπάρχει πτώση τάσης στην οθόνη αφής, κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κεντρικού ελέγχου (central button), κάτι που οφείλεται στην ταυτόχρονη αλλαγή κατάστασης των ηλεκτρονόμων. Αυτό βέβαια, μπορεί να εξαλειφθεί, αν η οθόνη τροφοδοτείται από ένα ανεξάρτητο τροφοδοτικό. Τέλος, στην οθόνη αφής παρατηρείται μια χρονική καθυστέρηση της τάξεως των 3sec, μεταξύ επαναλαμβανόμενων διαδοχικών αλλαγών. Αυτό βέβαια, αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα, επειδή προσθέτει ασφάλεια τόσο στον εξοπλισμό όσο και στην ίδια την οθόνη!

Στη συνέχεια λαμβάνοντας ως παράδειγμα, μία οικία των 100τ.μ., η οποία διαθέτει 2 υπνοδωμάτια, μία κουζίνα, ένα καθιστικό, 2WC και χρειάζεται 15φώτα, 6 ρολά και 3 ρευματοδότες - που είναι «έξυπνοι» - υπολογίσαμε ότι το κόστος ανέρχεται στα 2300€,ποσό το οποίο δεν είναι απαγορευτικό.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

## ΣΧΟΛΙΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Στα πλαίσια της περάτωσης της διπλωματικής αυτής εργασίας, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια πρότυπη ηλεκτρολογική μακέτα, η οποία παρουσιάζει ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα, όσον αναφορά το κόστος, καθώς πρόκειται για ένα αρκετά χαμηλό κόστος κατασκευής. Οι ιδιοκτήτες δεν χρειάζεται να ξοδέψουν τα υπέρογκα ποσά που ζητούν άλλες εταιρίες, που προσφέρουν έτοιμα πακέτα και περιλαμβάνουν επιπλέον χρεώσεις για τις πατέντες που έχουν κατατεθεί, με στόχο τη μεγιστοποίηση του κέρδους τους. Όπως έχει ήδη αναφερθεί λεπτομερώς, στο οικείο κεφάλαιο της υλοποίησης, το κόστος μιας οικίας 100τ.μ. για τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό της, ανέρχεται στα 2300€.

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση είναι απλή ως προς την κατασκευή της, εφόσον γίνεται με απλά ηλεκτρολογικά υλικά και ο οποιοσδήποτε με απλές ηλεκτρολογικές γνώσεις, θα μπορούσε να την υλοποιήσει. Το PLC και η οθόνη αφής, κάνουν το «έξυπνο σπίτι» να προσαρμόζεται εύκολα στις απαιτήσεις του χρήστη, επειδή τα ίδια πρωταρχικώς, μπορούν εύκολα και απλά, να δεχτούν αλλαγές στις ρυθμίσεις και τις παραμέτρους τους. Με τον τρόπο αυτό, ο ιδιοκτήτης έχει την δυνατότητα να επεμβαίνει ο ίδιος, κατά βούληση σε όλο το σύστημα!

Η παρούσα διπλωματική εργασία, παρέχει νέες προοπτικές στον τομέα του αυτοματισμού των οικιακών καταναλώσεων και υπόσχεται ασφάλεια, σχετική με το επίπεδο τάσης των 24V -αποφεύγοντας έτσι τα παλαιά επίπεδα τάσεως(230V)-, επεκτασιμότητα και ένα καλύτερο μέλλον, στο οποίο ο κάθε χρήστης μπορεί να διαμορφώνει τα σενάρια στο σπίτι του, όπως εκείνος επιθυμεί!

Τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας είναι άμεσα εφαρμόσιμα, καθότι έχουν μελετηθεί λεπτομερώς και σε βάθος. Καταληκτικά, όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε, δεν έχει προταθεί παρόμοιο σύστημα στην αγορά και χωρίς να επιδιώκουμε να προσδώσουμε έναν a priori χαρακτηρισμό, θα τολμούσαμε να το ονοματίσουμε ως κάτι το καινοτόμο και πρωτοποριακό.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε είναι από τα ακόλουθα βιβλία και διαδικτυακούς τόπους:

- The market potential for Smart Homes- Mark Pragnell, Lorna Spence and Roger Moore
- Γ.Κορρές – Κέντρα ελέγχου ενέργεια
- Εγκατάσταση, λειτουργία και ανάπτυξη εφαρμογής δικτύου PROFIBUS DP και σταθμού εποπτικού ελέγχου- Βασίλειος Δεληγιάννης
- διπλωματική εργασία : Δημήτριου Τ. Καρακούση «Μια εναλλακτική πρόταση για τον αυτόματο έλεγχο οικιακών καταναλώσεων και εφαρμογή στο έξυπνο σπίτι»
- <http://smarthomepro.gr/2006/11/25/smarthome/>
- <http://www.enet.gr/online>
- <http://www.2sc.gr/faq.htm>
- <http://www.techteam.gr>
- <http://www.ia.co.th>
- <http://www.vipa.de>
- [http://www.zenon.gr/zenon/greek/robotics/subsection\\_html?dr\\_subsection=systemSectionRobotics\\_PLC\\_SCADA\\_Systems](http://www.zenon.gr/zenon/greek/robotics/subsection_html?dr_subsection=systemSectionRobotics_PLC_SCADA_Systems)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/SCADA>
- <http://www.movicon.com.au>