

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

PLC μέσω διαδικτύου

Άγγελος Μαρινέλλης

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ
ΠΕΡΙΒΟΛΗ ΠΑΣΧΑΛΙΝΑ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2015

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : PLC μέσω διαδικτύου
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Άγγελος Μαρινέλλης
ΑΜ : 4774**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Η καθηγήτρια

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η επεξήγηση της λειτουργίας προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή PLC αλλά και οι τρόποι δικτύωσης και επικοινωνίας της συσκευής αυτής με άλλες παρόμοιες συσκευές υπολογιστές, εξαρτήματα και διακόπτες.

Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μια πρώτη εισαγωγή στην έννοια του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή PLC. Αναλυτική αναφορά της μονάδας, πως είναι εσωτερικά, τα εξαρτήματα που την αποτελούν όπως και η λειτουργία του κάθε εξαρτήματος θα ακολουθήσει στο παρόν κεφάλαιο. Ακόμη πως λειτουργεί ο προγραμματισμός και ποιές είναι οι γλώσσες προγραμματισμού.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια πρώτη εισαγωγή στην έννοια του δικτύου και στην αρχιτεκτονική του. Αναλυτικότερα στις μορφές των δικτύων, τον τρόπο επικοινωνίας των υπολογιστών μέσα σε αυτό αλλά και το πώς υλοποιείται ένα δίκτυο είτε φυσικά είτε και λογικά στον χώρο. Οι διαφορές ανάμεσα σε εργοστασιακά, οικιακά ή και δημόσια δίκτυα επικοινωνίας καθώς και τα οφέλη αυτών.

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται εισαγωγή στις γενικές αρχές επιλογής και κατασκευής ενός δικτύου. Αναφορές γίνονται για τον τρόπο επιλογής του είδους του δικτύου αλλά και τις δυνατότητες που παρέχει αυτό στον χρήστη αλλά και στην εγκατάσταση. Παράδειγμα υλοποίησης απλού ασύρματου δικτύου σε επιχειρησιακό περιβάλλον υπάρχει για σύνοψη των όσων αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Λέξεις κλειδιά:

PC, PLC, Διαδίκτυο, Δίκτυο, Γλώσσα, FieldBus, Ethernet, GSM, Wi-Fi

Abstract

Purpose of this thesis is the illustration of the operation of a programmable logic controller PLC and the ways it is connects and communicates with other similar devices, computers, peripherals and switches.

In Chapter 1 there is a first introduction on the meaning of programmable logic controller PLC. An analytically reference of the main frame, how it is in the inside, the components which included and the operation of each component will follow in this chapter. Also, there is an explanation about how the programming works and what the languages of programming are.

In Chapter 2 there is an introduction on the meaning of networks and their architecture. With more details on the networks topologies, communication protocols in a network and who this is constructed in a physical or logical way. Also there is a comparison between the industrial, housing and public networks and the benefits of these.

In Chapter 3 there is an introduction on the general principles in choosing and constructing a network. References are made in the way we choose the kind of network and also the possibilities which has for the user and the facility. A brief example of a simple wireless network in a business environment there is to summary all the previous.

Key words:

PC, PLC, internet, Network, Programming Language, FieldBus, Ethernet, GSM, Wi-Fi

Πρόλογος

Στον 21ο αιώνα όπου όλα λειτουργούν πλέον με ηλεκτρονικό τρόπο για μεγαλύτερη ταχύτητα αλλά και ασφάλεια τα PLC είναι μια τεχνολογία η οποία κάνει αισθητή την παρουσία της σε επιχειρησιακό αλλά και οικιακό επίπεδο.

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών αλλά και όλων των υποσυστημάτων που το απαρτίζουν. Ακόμη ο τρόπος επικοινωνίας και διασύνδεσης τους τόσο σε ένα τοπικό δίκτυο αλλά και στο διαδίκτυο.

Η πτυχιακή αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στην Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας στον τομέα των Μηχανικών. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπεύθυνη καθηγήτρια για την πολύτιμη βοήθεια της και την καθοδήγησή της στην οργάνωση της πτυχιακής εργασίας και για το πάντα θετικό της πνεύμα. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για την προσεκτική ανάγνωση και αξιολόγησή της πτυχιακής εργασίας.

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή στα PLC

1.1. Τεχνολογία – Αυτοματισμοί – PLC

Ο Αυτοματισμός είναι μια παλιά ιστορία. Και σε έναν βαθμό είναι και ελληνική ιστορία. Η λέξη αυτο, που προέρχεται από την λέξη αυτόματο, είναι ελληνικής προελεύσεως. Αναφορές της λέξης <<αυτόματο>> συναντάμε κατ' αρχάς στα Ομηρικά έπη. Στην αρχαιότητα οι Έλληνες οραματίζονταν, φαντάζονταν αυτόματα συστήματα είτε για πολεμική χρήση είτε και για ευκολία στην καθημερινή τους ζωή. Στην συνέχεια οι Έλληνες μηχανικοί της αρχαιότητας μελετούσαν, σχεδίαζαν και κατασκεύαζαν τα αυτόματα συστήματα και επιπλέον έγραφαν για αυτά.

Ιδιαίτερα, άνηθησε η τέχνη του αυτοματισμού κατά την ελληνιστική περίοδο. Στα γραπτά των μηχανικών της εποχής του Κτησίβιου, του Φίλωνος του Βυζαντίου και κυρίως του Ήρωνος του Αλεξανδρή (όπως αυτά διασώθηκαν με το πρωτότυπο κείμενο ή σε μεταφράσεις) βασίστηκε η εξέλιξη του αυτοματισμού για όλο το επόμενο διάστημα μέχρι την Αναγέννηση. Μετά την βιομηχανική επανάσταση ο αυτοματισμός έδωσε ώθηση στις δυνατότητες των αυτόματων συστημάτων και ήταν πλέον ένα όπλο στα χέρια των μηχανικών που μπορούσαν να υλοποιήσουν τη <<λογική>> του συστήματος με τις γνωστές διατάξεις του <<κλασσικού αυτοματισμού>>.

Στην συνέχεια η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής και ειδικά η ανακάλυψη των ημιαγωγών, κυριολεκτικά απογείωσε τις δυνατότητες και άνοιξε, μέχρι την εποχή μας, νέους ορίζοντες στον χώρο. Σχεδόν σε όλους τους τομείς της ζωής μας έχουν διεισδύσει οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Αυτό είναι ευδιάκριτο παντού, από τον υπολογιστή που έχουμε στο σπίτι μας, έως τους υπολογιστές που χρησιμοποιούμε στη δουλειά μας κλπ. Εξειδικευμένοι υπολογιστές (dedicated computers) βρίσκουν εφαρμογή σε τομείς όπως της ιατρικής (π.χ. αξονικός τομογράφος), της αεροναυπηγικής (aircraft construction / simulation computer) της μετεωρολογίας (weather forecast computer) κ.α. Σε αντίθεση με έναν κοινό επιτραπέζιο υπολογιστή (P.C.) ή ένα έξυπνο τηλέφωνο (smartphone) τα οποία κατασκευάζονται με σκοπό την εκτέλεση πολλών λειτουργιών, ένας εξειδικευμένος υπολογιστής κατασκευάζεται με σκοπό την εκτέλεση μιας μονάχα λειτουργίας.

1.2. Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές P.L.C.

Μια πολύ διαδεδομένη μορφή τέτοιου εξειδικευμένου υπολογιστή, είναι και οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές ή P.L.C. (Programmable Logic Controllers). Τους χρησιμοποιούμε στη βιομηχανία δηλ. σε εργοστάσια, βιοτεχνίες, βιομηχανίες και γενικά όταν χρειαζόμαστε κάποια αυτοματοποιημένη διεργασία. Λέγοντας αυτοματοποιημένη διεργασία εννοούμε την τυποποίηση μίας διαδικασίας μέσω της εύρεσης καλώς ορισμένων βημάτων τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν για να παραχθεί κάποιο επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ενός αυτόνομου μηχανισμού που εκτελεί μια συγκεκριμένη διαδικασία χωρίς να υπάρχει

η ανθρώπινη παρέμβαση. Εφαρμογές τέτοιου αυτοματισμού είναι για παράδειγμα η αυτόματη τοποθέτηση προϊόντων σε συσκευασίες, η αυτόματη εμφιάλωση μπουκαλιών, και αυτές είναι μόνον μερικές από τις αναρίθμητες πιθανές εφαρμογές των P.L.C. Όμως γιατί το P.L.C. είναι ένας εξειδικευμένος υπολογιστής;

Τα P.L.C. είναι σχεδιασμένα για είσοδο και έξοδο πολλαπλών αναλογικών ή ψηφιακών σημάτων, μεγάλο εύρος θερμοκρασιών χώρου όπου θα λειτουργούν, ανοσία στον ηλεκτρικό και ψηφιακό θόρυβο και αντίσταση σε δονήσεις και προσκρούσεις. Τα προγράμματα για τον έλεγχο της λειτουργίας του PLC συνήθως αποθηκεύονται στον ίδιο τον ελεγκτή σε μονάδες αποθήκευσης.

Γενικά, σε ένα P.L.C. διακρίνουμε τα παρακάτω μέρη:

- Την κεντρική μονάδα επεξεργασίας(CPU) η οποία αποτελεί τον <<εγκέφαλο>> ενός P.L.C.
- Την μονάδα τροφοδοσίας
- Μονάδα αποθήκευσης (RAM, ROM)
- Τις μονάδες εισόδου και εξόδου (I/O modules)
- Την γλώσσα προγραμματισμού η οποία βρίσκεται στον προγραμματιστή.

Η κεντρική μονάδα, η μονάδα τροφοδοσίας και οι μονάδες εισόδων και εξόδων αποτελούν την κύρια μονάδα αυτοματισμού, δηλαδή το κύριο μέρος του P.L.C.. Σε πολλά μοντέλα, κυρίως στα μικρά μοντέλα των εταιρειών, οι τρεις παραπάνω μονάδες συνήθως βρίσκονται ενσωματωμένες σε μια συσκευή και είναι δεδομένες χωρίς δυνατότητα επεκτάσεων. Στα μεγαλύτερα και πιο βαριών καθηκόντων, αυτές οι μονάδες είναι αυτοτελής και επιδέχονται τροποποίηση ή και αντικατάσταση σε περίπτωση φθορών ή ακόμη και προέκταση.

Ο εγκέφαλος του P.L.C. είναι η μονάδα του επεξεργαστή. Αυτή η μονάδα τυπικά βρίσκεται μέσα στην κεντρική μονάδα αυτοματισμού πίσω ή δίπλα στην τροφοδοσία. Οι κατασκευαστές προσφέρουν διαφορετικούς τύπους επεξεργαστών ανάλογα με την απαιτούμενη πολυπλοκότητα του συστήματος. Ο επεξεργαστής αποτελείται από τον μικροεπεξεργαστή, προσωρινή μνήμη και άλλα. Ο επεξεργαστής έχει διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας ανάλογα αν είναι σε κατάσταση λειτουργίας ή μετατροπής. Στην δεύτερη περίπτωση είναι η φάση που επιτρέπει το κατέβασμα του νέου προγράμματος από τον δίαυλο επικοινωνίας.

Η μονάδα τροφοδοσίας είναι ένα τυπικό τροφοδοτικό. Δουλειά του είναι να ανορθώνει την τάση του δικτύου σε συνεχή τάση που χρειάζεται ένα τυπικό P.L.C.. Η ένταση του ρεύματος που απαιτεί ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος και τις απαιτήσεις του συστήματος.

Η μονάδα αποθήκευσης συνήθως είναι μια μνήμη RAM συνδεδεμένη με εσωτερική μπαταρία για διατήρηση της μνήμης σε περίπτωση απώλειας του ρεύματος ή σε μια μνήμη σκληρής αποθήκευσης, συνήθως flash type memory.

Οι μονάδες εισόδου και εξόδου είναι ειδικές επαφές που ποικίλουν ανάλογα με το είδος των περιφερειακών συστημάτων ή συσκευών που επιθυμούμε να συνδέσουμε. Στην περίπτωση της δυνατότητας των αφαιρούμενων μονάδων οι επιλογές αυξάνονται.

Ο προγραμματισμός των λογικών ελεγκτών μπορεί να γίνει με την μορφή διαγράμματος επαφών (LADDER DIAGRAM) ή LAD, με την μορφή λίστας εντολών (STATEMENT LIST) ή απλά STL, με την μορφή λογικού διαγράμματος (CONTROL SYSTEM FLOWCHART) ή απλά CSF, με την μορφή λογικών block (FUNCTION BLOCK DIAGRAM) ή απλά FBD.

Εκτός από την κεντρική μονάδα αυτοματισμού, σε ένα P.L.C. είναι ακόμη απαραίτητα:

- Το πλαίσιο (ή τα πλαίσια) για την τοποθέτηση των μονάδων και των τυχόν επεκτάσεων τους.
- Η συσκευή προγραμματισμού (προγραμματιστής, programmer) για τον προγραμματισμό του P.L.C..
- Ο δίαυλος επικοινωνίας.

Η σύνδεση όλων των παραπάνω στοιχείων είναι βασική για την λειτουργία ενός P.L.C. και επιτυγχάνεται με την άρτια συνεργασία όλων των μερών του συστήματος.

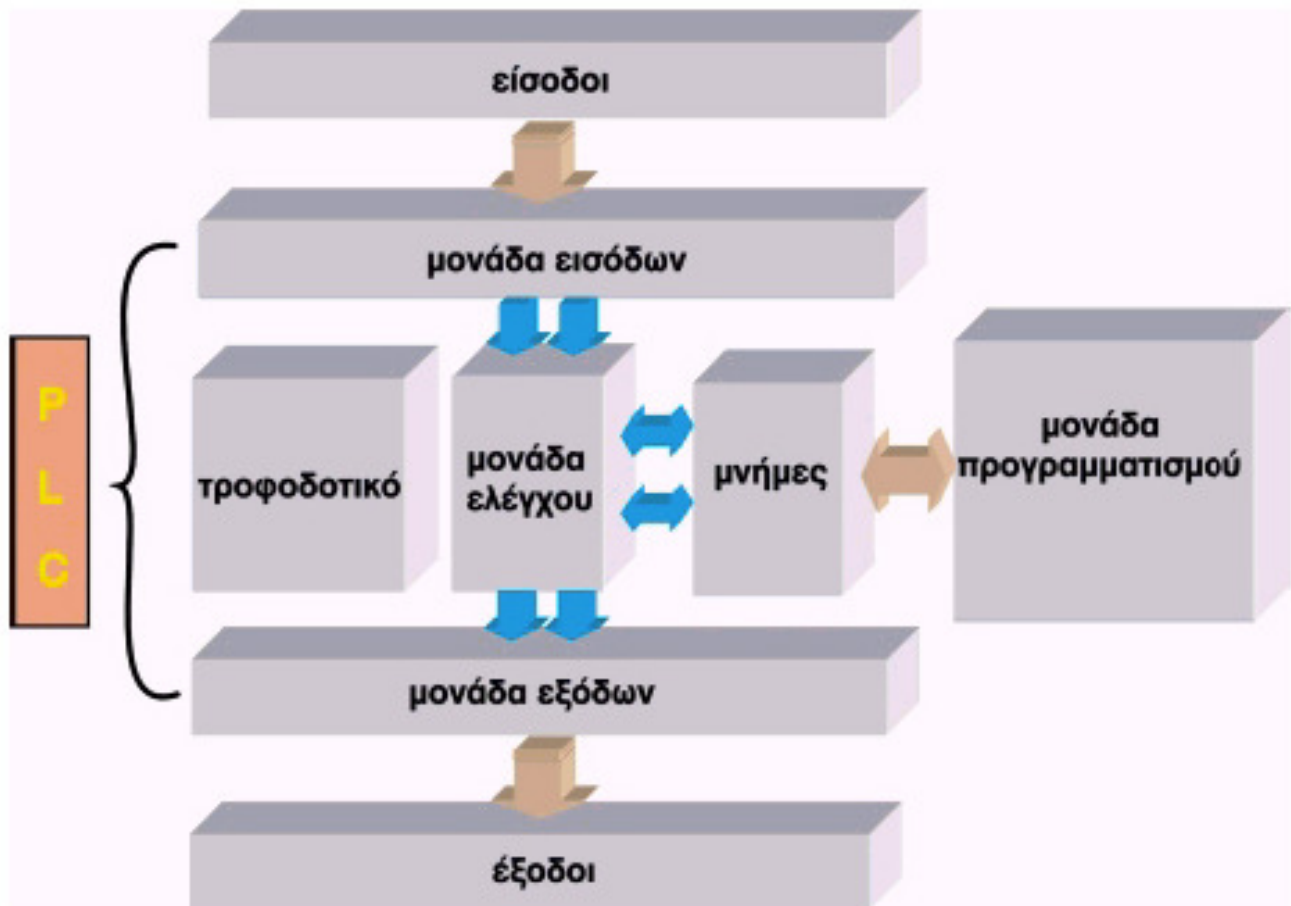
Όπως αναφέραμε παραπάνω το P.L.C. είναι ένας εξειδικευμένος υπολογιστής, για αυτό τον λόγο θα επεξεργάζεται συνεχώς το ένα και μοναδικό πρόγραμμα που έχει αποθηκευμένο στην μονάδα αποθήκευσης του. Ένας κύκλος λειτουργίας του ξεκινά με σάρωση και περιλαμβάνει την ανάγνωση των τιμών εισόδων από τις διάφορες εισόδους, εκτέλεση του προγράμματος και εφαρμογή της πάνω στις εισόδους με σκοπό την ανανέωση των τιμών στις εξόδους ανάλογα με το σφάλμα. Λέγοντας σφάλμα αναφερόμαστε στην διαφορετική κατάσταση της εξόδου από την επιθυμητή. Αυτός ο κύκλος λειτουργίας συμβαίνει πολύ γρήγορα, γρηγορότερα και από το βλεφαρισμό των ματιών μας. Η μνήμη στην κεντρική μονάδα αυτοματισμού αποθηκεύει το πρόγραμμα και ορισμένες φορές εξυπηρετεί και στην προσωρινή αποθήκευση των καταστάσεων των τιμών των εισόδων και εξόδων με σκοπό την αξιολόγηση του σφάλματος.

Η διαδικασία αυτή τις περισσότερες φορές και ανάλογα τον σκοπό που απευθύνετε μια μονάδα P.L.C είναι εγκατεστημένη και προγραμματισμένη εκ των προτέρων από την κατασκευάστρια εταιρία. Είτε σε μικρές μονάδες είτε σε μεγαλύτερες αυτό αποσκοπεί στην ευκολία εγκατάστασης και χρήσης της μονάδας P.L.C.. Όμως πολλές φορές χρήζει η ανάγκη τροποποίησης ή και εξ ολοκλήρου αλλαγής της διαδικασίας την οποία έχει ένα PLC. Για τον σκοπό αυτό οι περισσότερες μονάδες πάνω στην κεντρική μονάδα αυτοματισμού έχουν και έναν δίαυλο επικοινωνίας με σκοπό την τροποποίηση της διαδικασίας είτε τοπικά είτε και εξ αποστάσεως.

1.3 Πως είναι ένα P.L.C

Στη προηγούμενη παράγραφο είχε γίνει αναφορά της αρχιτεκτονικής μιας μονάδας PLC και μάλιστα είχε παρομοιαστεί με έναν απλό σταθερό οικιακό υπολογιστή. Οι ομοιότητες τους είναι

πράγματι πολλές αλλά αυτό που κάνει ξεχωριστό το P.L.C. είναι η μοναδική του κατασκευή για έναν ειδικευμένο σκοπό, κάτι που το κάνει πιο αξιόπιστο. Τα τμήματα που το απαρτίζουν είναι ακριβώς αυτά που χρειάζεται για την λειτουργία του χωρίς περιττά πράγματα πάνω του. Παρακάτω αναλύουμε το hardware και τα άλλα υλικά των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.



Εικόνα 1 – Δομή του PLC

1.3.1 Πλαίσιο Στήριξης – Frame, Rack

Ξεκινάμε από το πλαίσιο, εκεί όπου όλα δένουν. Το πλαίσιο στα μικρού μεγέθους (Compact P.L.C.) είναι συνήθως από πλαστικό όμοιο υλικό με αυτό από το οποίο είναι κατασκευασμένη όλη η επένδυση του. Στα μεσαία και μεγαλύτερου μεγέθους, τα οποία αναφέρονται ως Modular P.L.C., μπορεί να είναι είτε αλουμινένιο είτε και σιδερένιο, ανάλογα το βάρος της κατασκευής και τον χώρο στον οποίο βρίσκεται. Επίσης βασικό ρόλο παίζει και ο τρόπος που θα τοποθετηθεί το PLC στον χώρο, διαφορετική κατασκευή ακολουθείται σε περιπτώσεις στήριξης σε τοίχο σαν πίνακας και άλλες για τοποθέτηση σε πάτωμα ή ακόμη και εντός άλλων μηχανημάτων ή τοίχων. Ακόμη σε περιπτώσεις μονάδων PLC που εγκαθίστανται ή λειτουργούν κάτω από υπερβολικά δύσκολες συνθήκες (βυθισμένα σε νερό, εκτεθειμένα σε καιρικά φαινόμενα, πάνω σε έντονα στρεφόμενα μέρη, κλπ.) γίνεται ενισχυμένη κατασκευή με σκοπό την προστασία τους. Πάνω στο πλαίσιο

υπάρχει η μπάρα (rack) στην οποία δένουν πάνω όλα τα επεκτατικά για περισσότερες εισόδους ή εξόδους. Στην κατασκευή πάνω υπάρχουν οι ανάλογες θύρες επικοινωνίας των επεκτατικών με την κεντρική μονάδα αυτοματισμού. Στα μικρού μεγέθους PLC αυτή η μπάρα είναι δεδομένη και δεν υπάρχει χώρος για επεκτάσεις λόγω της φθηνής του κατασκευής. Πάνω στο πλαίσιο και εντός προστατευτικού τοιχώματος δένουν το τροφοδοτικό, η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, η μονάδα αποθήκευσης και ότι άλλο περιφερειακό σύστημα έχει. Το εξωτερικό προστατευτικό κάλυμμα προστατεύει την μονάδα από σκόνη, υγρασία και ακτινοβολίες ανάλογα με την χρήση την οποία προορίζεται.

1.3.2 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας – C.P.U.

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας ή (CPU) είναι η καρδιά του κυκλώματος και πρόκειται για το μέρος του PLC που υλοποιεί τη λογική και παίρνει τις αποφάσεις με βάση τις εντολές του προγράμματος και την κατάσταση των εισόδων και των εξόδων που συνεχώς επιτηρεί. Έχει την παρόμοια αρχιτεκτονική με μια CPU ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή σπιτιού με έμφαση όμως στην απλότητα της κατασκευής της, το μικρό μέγεθος και το χαμηλό κόστος. Βασική αρχή λειτουργίας της είναι το δυαδικό σύστημα. Αποτελείται από τον κεντρικό πυρήνα, την λανθάνουσα μνήμη, την βάση και την αρχιτεκτονική που ακολουθείται. Η συχνότητα λειτουργίας της CPU δεν παίζει μεγάλο ρόλο στην λειτουργία του PLC και για αυτό συνήθως δεν αναφέρεται στα μικρά μοντέλα, στα μεγάλα εν αντιθέσει αναφορά γίνεται αλλά για πολύ ειδικευμένες περιπτώσεις πολύ δύσκολων διεργασιών που προγραμματίζονται στο σύστημα και ανάλογα με τον αριθμό εισόδων και εξόδων που μπορεί να υποστηρίξει. Όταν η κατασκευή βαραίνει με οθόνες, ηχεία ή και στην περίπτωση ενσωματωμένου πληκτρολογίου και interface για τον χρήστη η δυνατότητα του PLC πρέπει να είναι εφάμιλλη ενός PC ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα απόδοσης. Τότε αναφερόμαστε σε διατάξεις επεξεργαστών μέχρι και αρκετά GHz.

1.3.4. Τροφοδοσία – Power Supply

Η τροφοδοσία γίνεται είτε από εξωτερικό τροφοδοτικό είτε από εσωτερικό. Τα P.L.C. μικρού μεγέθους δεν έχουν ενσωματωμένο τροφοδοτικό οπότε η ανάγκη ξεχωριστής τροφοδοσίας είναι αναγκαία ώστε να λειτουργεί στις ονομαστικές τιμές ρεύματος και έντασης. Στις μεγαλύτερες κατασκευές η τροφοδοσία με το τροφοδοτικό να βρίσκεται εσωτερικά του πλαισίου προσφέρει άνεση στην τοποθέτηση και εγκατάσταση της μονάδας. Τα μικρού μεγέθους PLC έχουν τάσεις τροφοδοσίας της τάξης των 5, 12, 15, 24 VDC και εντάσεις ρεύματος ανάλογες των απαιτήσεων. Τα μεγαλύτερα μοντέλα λόγω αυξημένου φόρτου λειτουργίας ενδεχομένως και της ύπαρξης εσωτερικής ψύξης τροφοδοτούνται από το δίκτυο με την τάση δικτύου και η ανόρθωση που έχουν εσωτερικά μετατρέπει το ρεύμα στις ίδιες τιμές όπως και των μικρότερης κλίμακας. Η διάταξη των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων εσωτερικώς των μονάδων άλλωστε έχουν συγκεκριμένο εύρος

συνεχούς ρεύματος που πρέπει να τροφοδοτηθούν με σκοπό την σωστή λειτουργία της εγκατάστασης. Στα ακριβότερα μοντέλα για λόγους ασφαλείας στην διάταξη του τροφοδοτικού υπάρχει και ανάλογο σύστημα υπέρτασης-υπότασης για προστασία του κυκλώματος από τέτοιες ανωμαλίες.

1.3.5. Μονάδες αποθήκευσης – Storage

Στα ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα όπως τα PLC και οι υπολογιστές χρησιμοποιείται το δυαδικό σύστημα όπου $2^{10}=1024$ από το οποίο προκύπτει ο διαθέσιμος χώρος μιας μνήμης. Ανάλογα τώρα με τον τύπο της μνήμης σε αυτήν αποθηκεύονται 1024 bits, 1024 bytes ή 1024 λέξεις. Από αυτό το σύστημα προκύπτουν και πολλαπλάσιοι αποθηκευτικοί χώροι που δεν ακολουθούν τα διεθνή πρότυπα για τα πολλαπλάσια. Ο τύπος της μνήμης που συνήθως συναντάται είναι είτε RAM με μπαταρία, είτε ROM, είτε EPROM. Στην περίπτωση της RAM η μπαταρία είναι σημαντική σε περίπτωση πτώσης τάσεως ώστε να μην χαθεί ο προγραμματισμός και τα στοιχεία λειτουργίας της μονάδας. Τα συστήματα με ROM είναι τα μικρού μεγέθους και συγκεκριμένης λειτουργίας όπου παρέχει ευκολία στην ανάγνωση αλλά η τροποποίηση του προγράμματος δεν υφίσταται και ούτε χρειάζεται. Για παράδειγμα στην αγορά ενός PLC για χρήση σε χρονοδιακόπτη όπου το ημερολόγιο είναι δεδομένο και δεν υπάρχει λόγος τροποποίησης του τοποθετείται η μνήμη ROM. Η EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory) είναι σχεδιασμένη ώστε τα δεδομένα που περιέχει να μπορούν εύκολα να διαβαστούν αλλά μόνο μέσω ειδικής διεργασίας με UV light να αλλαχθούν. Τα μεγέθη της μνήμης διαφέρουν από μοντέλο σε μοντέλο με ένα εύρος από μερικά kilobytes σε αρκετά megabytes. Στην μνήμη αποθηκεύεται το πρόγραμμα από όπου και το τρέχει ο επεξεργαστής. Ακόμη στις περιπτώσεις των συστημάτων με μνήμη RAM φροντίζουν οι κατασκευαστές να αφήνουν ένα τμήμα της ως χώρο προσωρινής αποθήκευσης στοιχείων προς εποπτεία κάποιων μεταβλητών που αλλάζουν. Για παράδειγμα σε ένα σύστημα ελέγχου αριθμών στροφών ενός μηχανήματος ο χώρος αυτός εξυπηρετεί στην προσωρινή αποθήκευση των προηγούμενων διακυμάνσεων των στροφών του μηχανήματος.

1.3.6 Είσοδοι - Inputs

Οι θύρες εισόδου είναι το χαρακτηριστικό κομμάτι του αυτοματισμού όπου από εκεί γίνεται η εισαγωγή των μεταβλητών του συστήματος. Η είσοδος αυτών των μεταβλητών μπορεί να προέρχεται είτε από ανθρώπινη παρέμβαση είτε από άλλα μηχανήματα. Το είδος των εισόδων ξεχωρίζει σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις ψηφιακές και τις αναλογικές εισόδους.

Οι ψηφιακές εισοδοι αντιλαμβάνονται, αναγνωρίζουν δύο διακριτές καταστάσεις: την κατάσταση ON και την κατάσταση OFF όπου πάντα αντιστοιχούν στην κατάσταση του λογικού 1 και 0 αντίστοιχα και που διοχετεύονται ως πληροφορίες μέσω της διέλευσης ή όχι ηλεκτρικού ρεύματος. Στις ψηφιακές εισόδους του PLC μπορούμε να συνδέσουμε διαφόρων ειδών εξαρτήματα και υλικά,

τα οποία να ανήκουν στην κατηγορία των αισθητήρων. Τέτοια εξαρτήματα είναι τα μπουτόν, επαφές ρελέ, διακόπτες, τερματοδιακόπτες, διακόπτες προσέγγισης είτε χωρητικούς είτε επαγωγικούς, φωτοκύτταρα και πλήθος ακόμα εξαρτημάτων. Στην άλλη περίπτωση έχουμε το δεύτερος είδος εισόδων διαφορετικό από αυτό των ψηφιακών εισόδων.

Οι αναλογικές εισοδοί του PLC αναγνωρίζουν όχι δύο διακριτές καταστάσεις – όπως στην περίπτωση των ψηφιακών εισόδων – αλλά μια κατάσταση που συνεχώς μεταβάλλεται. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι η μέτρηση στάθμης ενός υγρού υλικού σε μια δεξαμενή. Η μεταβαλλόμενη στάθμη του υγρού μεταφράζεται από το αισθητήριο σε ένα αντίστοιχα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα που κυμαίνεται σε μια τυποποιημένη κλίμακα έντασης ρεύματος ή τάσης ρεύματος. Η αναλογική είσοδος του PLC αντιλαμβάνεται τις διαφοροποιήσεις στην τιμή της έντασης ή της τάσης του ρεύματος και τις μεταφράζει σε μεταβολές (αυξομειώσεις) του φυσικού φαινομένου, δηλαδή της στάθμης του υγρού.

Εδώ υπάρχει επίσης πληθώρα αισθητήρων, θερμομέτρων, στροφόμετρων, πιεσόμετρων, φλοτέρ και πολλά άλλα αναλογικά όργανα. Στην περίπτωση βέβαια των αναλογικών σημάτων στην μονάδα των αναλογικών εισόδων υπάρχουν ειδικές ενδιάμεσες διατάξεις (ψηφιακά κυκλώματα) που ονομάζονται <<Μετατροπείς Αναλογικών σε Ψηφιακά σήματα>> (A/D Converters) που μεταφράζουν το συνεχές μεταβαλλόμενο αναλογικό σήμα με κωδικοποιημένο τρόπο σε ψηφιακό, σε αυτό δηλαδή που η CPU είναι σε θέση να αντιληφθεί. Για να επεξεργαστούμε ηλεκτρικά σήματα, με συνεχή μεταβολή της τιμής τους, στο PLC χρειαζόμαστε κάρτες αναλογικών σημάτων. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων έχουν τον ρόλο να διαβάζουν ένα ηλεκτρικό μέγεθος και να το μετατρέπουν σε ένα αριθμό (δυαδική αναπαράσταση) το οποίο πλέον μπορεί η CPU να αναγνωρίσει και να επεξεργαστεί. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων δέχονται ηλεκτρικά σήματα τάσης ή έντασης. Οι τυποποιημένες τιμές έντασης τις οποίες μπορεί να διαβάσει μια αναλογική κάρτα εισόδων είναι 0 –20 mA ή 4 – 20 mA για δε τα σήματα τάσης έχουμε 0 ÷ 10 V ή ± 10 V. Ένα άλλο μέγεθος που μας ενδιαφέρει στην επιλογή μιας κάρτας αναλογικών εισόδων είναι η διακριτική τους ικανότητα (ακρίβεια). Κάθε αναλογικό σήμα καταλαμβάνει χώρο 16 bit.

Η σύνδεση των εξαρτημάτων είτε ψηφιακών είτε αναλογικών σε ένα PLC γίνεται είτε ενσύρματα είτε και ασύρματα. Στην ασύρματη επικοινωνία χρησιμοποιούνται πομποί και δέκτες που εκπέμπουν σήματα σε συχνότητες του φάσματος των Bluetooth για μικρής αποστάσεως επικοινωνίες. Για μεγαλύτερες αποστάσεις όπου υπάρχει περίπτωση παρεμβολών ή θορύβων από άλλα σήματα εκπέμπουν σήματα σε πρωτόκολλο Wi-Fi. Το εύρος των συχνοτήτων είναι από 2,4 μέχρι 2,485 GHz για τις συνδέσεις Bluetooth και 5 GHz για τις συνδέσεις Wi-Fi. Η διαφύλαξη της σωστής επικοινωνίας γίνεται με την προϋπόθεση ότι το ασύρματο δίκτυο που χρησιμοποιείται σε οποιαδήποτε περίπτωση είναι ασφαλισμένο και πολλές φορές κρυπτογραφημένο. Στην ενσύρματη

επικοινωνία χρησιμοποιούνται καλώδια ή πλακέτες που συνδέονται πάνω στο πλαίσιο του PLC σε θύρες 9-pin, USB 2.0, 3.0 και πολλές διαφορετικές ανάλογα το εξάρτημα εισόδου.

1.3.7 Έξοδοι - Outputs

Όσο σημαντικές για την λειτουργία του αυτοματισμού είναι οι θύρες εισόδου άλλα τόσο είναι και οι θύρες εξόδου. Δουλειά τους είναι να δίνουν το απαραίτητο σήμα στον μηχανισμό, μηχανήμα ή άλλη διάταξη με σκοπό την εκκίνηση λειτουργίας τους ή κινήσεως τους. Έτσι λοιπόν και αυτές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις αναλογικές και τις ψηφιακές εξόδους.

Οι ψηφιακές έξοδοι μπορούν να έχουν κατάσταση ON ή OFF και ακολουθούν ακριβώς την ίδια λογική με τις ψηφιακές εισόδους. Σε αυτές συνδέονται και ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται τα φορτία. Η σύνδεση των φορτίων με τις εξόδους γίνεται είτε απ' ευθείας ή το πιο συνηθισμένο μέσω διατάξεων ενεργοποίησης όπως ρελέ, κλπ. Ο λόγος που συνηθίζεται η σύνδεση μέσω ενδιάμεσων διατάξεων όπως είναι τα ρελέ είναι η ασφάλεια του αυτοματισμού από το δίκτυο ισχύος ενός ηλεκτροκινητήρα για παράδειγμα. Σε εγκαταστάσεις μικρής ισχύος όπως φωτάκια μικρής ισχύος LED μπορεί η τροφοδοσία τους να γίνει απευθείας από το ίδιο το PLC.

Οι αναλογικές έξοδοι από την άλλη μπορούν να έχουν μια έξοδο που συνεχώς μεταβάλλεται, παρόμοια με αυτή των αναλογικών εισόδων. Για παράδειγμα μια αναλογική έξοδος μπορεί να δέχεται ηλεκτρικό σήμα του οποίου η τάση μεταβάλλεται και το οποίο οδηγεί σε ένα αναλογικό όργανο μέτρησης. Το όργανο με την σειρά του μετατρέπει την μεταβολή αυτή της τάσης σε κίνηση του για ένδειξη. Παραδείγματα τέτοιων οργάνων είναι ένα θερμόμετρο, ταχύμετρο, μέτρησης βάρους. Ακόμα μέσω ενός ηλεκτροπνευματικού ή ηλεκτροϋδραυλικού μετατροπέα το μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα μιας αναλογικής εξόδου μπορεί τελικά να ελέγχει μια βαλβίδα αέρος ή λαδιού σε ένα σύστημα. Τέτοια παραδείγματα χρήσης ηλεκτροπνευματικού μετατροπέα συναντάται πολύ συχνά σε εργοστάσια και στις μεγάλες βιοτεχνίες και επιχειρήσεις. Χρήση τους μπορεί να είναι ο έλεγχος μιας βάνας σε δίκτυο υγρού ή και αερίου.

Θύρες εισόδου αλλά και εξόδου συνήθως λειτουργούν με 120VAC σήμα, ακριβώς όπως τα ηλεκτρομηχανικά ρελέ που αντικατέστησαν.

1.4 Προγραμματισμός – Γλώσσες προγραμματισμού

Παρακάτω αναλύουμε το software, τον προγραμματισμό και την επικοινωνία των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.

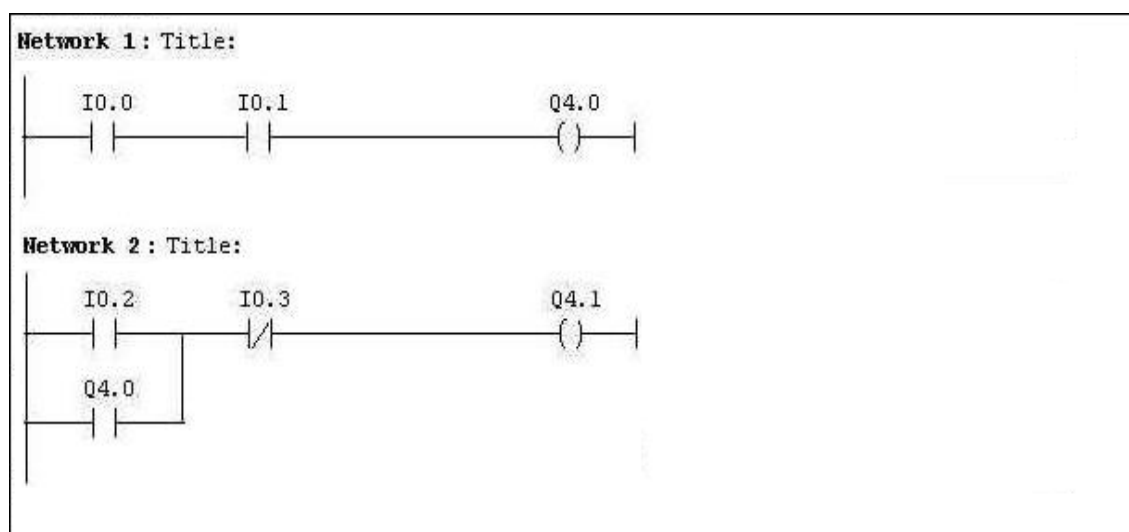
1.4.1 Γλώσσες προγραμματισμού

Όταν στα τέλη του 1960 έκαναν την εμφάνιση τους τα πρώτα PLC σκοπός τους ήταν η αντικατάσταση των ηλεκτρομηχανικών ρελέ. Ήταν λοιπόν δύσκολο να ανταγωνιστούν την απλότητα και την ευκολία της λογικής σκάλας που ακολουθούσαν τα προηγούμενα.

Η δυνατότητα τους να δεχτούν τον προγραμματισμό σε μορφή της λογικής σκάλα είναι ο λόγος της επιτυχής χρησιμοποίησης των P.L.C. στην βιομηχανία. Οι ομοιότητες μεταξύ του τρόπου καλωδίωσης και συνδέσεων στις ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις με την γλώσσα ladder που χρησιμοποιήθηκε στα P.L.C. ήταν ο κυριότερος λόγος που μηχανικοί και ηλεκτρολόγοι εμπιστεύθηκαν και άρχισαν να χρησιμοποιούν την νέα τεχνολογία. Ακόμη, η δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης της λογικής που εκτελείται σε ένα P.L.C. επίσης έκανε την διαδικασία εύρεσης των προβλημάτων σε έναν σχεδιασμό ακόμη πιο εύκολο σε αυτούς που ήδη ήταν γνώριμοι με την φιλοσοφία των συστημάτων ηλεκτρομηχανικών ρελέ. Παρόλο που πλέον στην αγορά υπάρχουν πολλές υψηλού επιπέδου γλώσσες διαθέσιμες για προγραμματισμό σε P.L.C., η χρήση της γλώσσας ladder παραμένει στην πλειοψηφία για τους λόγους που προ αναφέραμε.

Άλλες γλώσσες προγραμματισμού για μονάδες P.L.C. είναι η γλώσσα λίστας εντολών (Statement List, S.T.L.) ή γλώσσα λογικών εντολών και η γλώσσα λογικών γραφικών ή λογικού διαγράμματος.

Η λογική της γλώσσας Ladder είναι η διαγραμματική της απεικόνιση να έχει μια ροή από τα αριστερά προς τα δεξιά. Λέγοντας αριστερά και δεξιά αναφερόμαστε στις δύο γραμμές τροφοδοσίας οι οποίες με τα ενδιάμεσα κυκλώματα σχηματίζουν, αναπαριστούν μια σκάλα. Το διάγραμμα μπορεί να διαιρεθεί σε κομμάτια τα οποία καλούνται βαθμίδες, τα οποία είναι σχεδόν ανάλογα με τις βαθμίδες σε ένα ηλεκτρομηχανικό κύκλωμα. Κάθε βαθμίδα τυπικά αποτελείται από έναν συνδυασμό εισόδων. Αυτές οδηγούν σε ένα συγκεκριμένο συνδυασμό εξόδων, ωστόσο οι βαθμίδες που περιέχουν λειτουργικά στοιχεία μπορεί να είναι πιο περίπλοκα. Κάθε είσοδος ή έξοδος έχει έναν συγκεκριμένο αριθμό ως διεύθυνση για λόγους ένδειξης της θέσης του στην μνήμη του PLC ώστε να ξέρει αυτό που είναι αποθηκευμένο. Τα λειτουργικά στοιχεία μπορεί να περιλαμβάνουν έναν ή περισσότερους αριθμούς ως διευθύνσεις για την αποθήκευσή τους. Η αριθμητική τυποποίηση που ακολουθείται διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή αλλά συνήθως παρουσιάζεται σε δυαδικού συστήματος μορφή.



Εικόνα 2 – Παράδειγμα σε περιβάλλον της γλώσσας Ladder

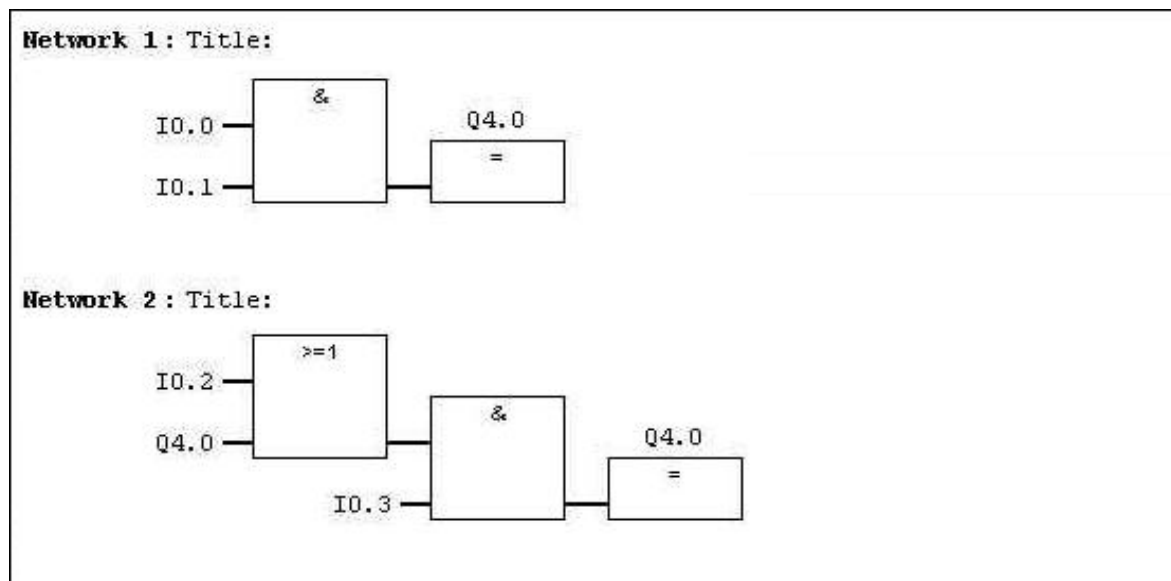
Η γλώσσα Ladder χρησιμοποιεί όχι την Ευρωπαϊκή τυποποίηση στο σχεδιασμό των ηλεκτρικών επαφών, αλλά την Αμερικάνικη. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα πρώτα PLC αναπτύχθηκαν στην Αμερική. Όμως στην συνέχεια ο τρόπος αυτός σχεδιασμού «βόλεψε» και έτσι διατηρήθηκε και από τις Ευρωπαϊκές εταιρείες, με αποτέλεσμα σήμερα να είναι πλέον καθιερωμένος.

Η γλώσσα λογικών εντολών S.T.L. αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με την γλώσσα Ladder, αν και οι εταιρείες έδειξαν στην αρχή δισταγμό στο να την προωθήσουν, φοβούμενες μην ταραξούν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας. Η γλώσσα αυτή δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, οι οποίες αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κ.λπ.). Στην αρχή η γλώσσα λογικών εντολών ήταν πολύ φτωχή και περιοριζόταν μόνο στις βασικές λογικές εντολές, οι οποίες αντιστοιχούσαν αμέσως στις γραφικές εντολές της γλώσσας Ladder. Σήμερα οι γλώσσες αυτές έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ και συναντά κανείς σε αυτές στοιχεία από τις γλώσσες των υπολογιστών κυρίως των γλωσσών Assembly. Δηλαδή η εμφάνιση της δεν περιελάμβανε γραφικό περιβάλλον για τον εύκολο σχεδιασμό της. Ο προγραμματισμός σε λίστα εντολών απαιτεί από τον τεχνικό να έχει έστω στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού.

Network 1 : Title:		
A	I	0.0
A	I	0.1
=	Q	4.0
Network 2 : Title:		
A	I	0.2
O	Q	4.0
AN	I	0.3
=	Q	4.1

Εικόνα 3 – Παράδειγμα στο περιβάλλον της Statement List

Η γλώσσα λογικών γραφικών F.B.D. ή λογικού διαγράμματος είναι επίσης γραφική όπως και η Ladder. Αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού, χρησιμοποιεί το αντίστοιχο



λογικό κύκλωμα. Η γλώσσα αυτή είναι νεότερη και δεν χρησιμοποιείται από όλες τις εταιρείες λόγω της έλλειψης πρακτικότητας.

Εικόνα 4 – Παράδειγμα σε περιβάλλον Function Block Diagram

1.4.2 Ο προγραμματισμός

Ο προγραμματισμός των μονάδων γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Αφού λοιπόν συντάξουμε στην αρχή το πρόγραμμα στο «χαρτί» σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού πρέπει να το εισάγουμε στο P.L.C.. Αυτό συνήθως γίνεται μέσω μιας συσκευής που ονομάζεται συσκευή προγραμματισμού ή πιο απλά «προγραμματιστής» ο οποίος συνδέεται στο PLC. Ορισμένα μικρά συστήματα προγραμματίζονται με τη βοήθεια ενός αριθμού πλήκτρων που είναι ενσωματωμένα επάνω στην συσκευή και δε χρειάζονται συσκευή προγραμματισμού.

Πρώτος τρόπος προγραμματισμού είναι με ειδικό προγραμματιστή χειρός. Κάθε PLC συνοδεύεται από μια ειδική συσκευή προγραμματιστή, η οποία είναι συνήθως χειρός, δηλαδή φορητή. Αυτές οι συσκευές προγραμματισμού διαθέτουν μια μικρή οθόνη υγρών κρυστάλλων και τυποποιημένα πλήκτρα προγραμματισμού. Συνήθως οι ειδικοί προγραμματιστές μπορούν να προγραμματίσουν τα PLC μόνο σε γλώσσα λίστας εντολών και αυτό επειδή δεν υπάρχει η ευκολία γραφικού περιβάλλοντος λόγω του μεγέθους όπως είπαμε του προγραμματιστή. Υπάρχουν όμως και προγραμματιστές με τους οποίους μπορούμε να προγραμματίσουμε και σε κάποια από τις γραφικές γλώσσες. Για να προγραμματίσουμε το PLC πρέπει να το συνδέσουμε με τον προγραμματιστή. Η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω μιας από τις θύρες επικοινωνίας, ειδική για την περίπτωση αυτή, που υπάρχει στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Αφού ηλεκτρολογήσουμε το πρόγραμμα, το μεταφέρουμε στην μνήμη του PLC. Όταν ολοκληρώσουμε τη διαδικασία αυτή, ο προγραμματιστής μπορεί να αποσυνδεθεί. Ο τρόπος χειρισμού του προγραμματιστή είναι τελείως

ειδικός για κάθε μονάδα PLC. Οι προγραμματιστές των διαφόρων εταιριών δεν μοιάζουν πολύ μεταξύ τους και αυτό είναι μια δυσκολία στην εκμάθηση του προγραμματισμού ενός PLC. Οι προγραμματιστές χειρός σήμερα έχουν επιπλέον δυνατότητες όπως, να συνδεθούν σε εκτυπωτή για να εκτυπώσουμε το πρόγραμμα, να συνδεθούν σε προσωπικό υπολογιστή (PC) με όσα πλεονεκτήματα μπορεί να έχει όπως η αποθήκευση του προγράμματος, να συνδεθούν με ειδική συσκευή προγραμματισμού EEPROM και τέλος μπορούμε να ελέγχουμε την λειτουργία του προγράμματος- αυτοματισμού και να κάνουμε ανίχνευση βλαβών. Η τελευταία δυνατότητα είναι ίσως το σημαντικότερο πλεονέκτημα του προγραμματιστή χειρός, γιατί μπορεί να μεταφερθεί σε οποιαδήποτε εγκατάσταση PLC, να συνδεθεί και να μας επιτρέψει να ψάξουμε για βλάβες στην λειτουργία του αυτοματισμού.

Δεύτερος τρόπος και πιο εύκολος για οικιακή χρήση είναι η χρήση ειδικού λογισμικού και σύνδεση σε προσωπικό υπολογιστή (PC). Ο πιο εύκολος τρόπος προγραμματισμού ενός PLC σήμερα είναι μέσω ενός υπολογιστή. Με την χρήση ειδικού λογισμικού, το οποίο δίνεται από την εταιρία, το PC μετατρέπεται σε προγραμματιστή. Για την σύνδεση του PC με το PLC ή με την συσκευή προγραμματισμού EEPROM χρειάζεται ειδική κάρτα σύνδεσης (interface) ή ειδικό καλώδιο σύνδεσης στους νεότερους υπολογιστές. Η ειδική κάρτα σύνδεσης συνδέεται στο PC είτε με εσωτερική εγκατάσταση ως Hardware ή και με εξωτερική επέκταση. Η σύνδεση με καλώδιο μπορεί να γίνει και από μια θύρα USB 2.0 ή και 3.0 στα νεότερα PLC. Ο προγραμματισμός μέσω PC είναι πολύ πιο εύκολος και από τον προγραμματισμό με ειδικό προγραμματιστή χειρός, ειδικά για κάποιον που είναι εξοικειωμένος με την χρήση του PC. Ο προγραμματισμός στις γραφικές γλώσσες γίνεται με τρόπο ιδανικό στην οθόνη του PC. Πλεονεκτήματα όπως η εύκολη αποθήκευση και αρχειοθέτηση των προγραμμάτων μας και η εύκολη τύπωση του προγράμματος κάνουν τον προγραμματισμό μέσω PC μια πολύ χρήσιμη μέθοδο.

Τρίτος και λιγότερο χρησιμοποιούμενος τρόπος προγραμματισμού είναι με ειδικές συσκευές προγραμματισμού. Ο προγραμματισμός γίνεται κυρίως σε γραφικές γλώσσες και γίνεται πολύ εύκολα. Μια τέτοια συσκευή είναι η φωτεινή πένα (light pen). Πρόκειται για μια συσκευή η οποία περιλαμβάνει μια ειδική οθόνη, επάνω στην οποία σχεδιάζουμε με την ειδική φωτεινή πένα. Η συγκεκριμένη μέθοδος τώρα βρίσκει απήχηση με την εμφάνιση των tablets.

1.5 Χρήσεις και εφαρμογές των P.L.C.

Από την εμφάνιση τους σκοπός των P.L.C. ήταν η εγκατάσταση τους στο βιομηχανικό αλλά και στο οικιακό αργότερα κομμάτι με σκοπό την κατάργηση των κλασικών εγκαταστάσεων. Με την πάροδο των χρόνων και την ανάγκη για πολυπλοκότερους αυτοματισμούς είχε δημιουργηθεί η ανάγκη μιας νέας μεθόδου οικονομικότερης και σαφώς απλούστερης. Τα πλεονεκτήματα των εγκαταστάσεων P.L.C. έναντι των κλασικών εγκαταστάσεων ήταν σαφώς μεγαλύτερα και οδήγησαν στην άνθησή τους.

Μιας και τα έξοδα εγκατάστασης και συντήρησης μιας εγκατάστασης είναι ο κύριος γνώμονας σε κάθε εργασία ήταν σαφές πως τα P.L.C. θα έμπαιναν δυναμικά στον χώρο. Το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης μαζί με τον μικρό χρόνο προγραμματισμού της εγκατάστασης τα έκανε ιδανικά. Η οικονομικότερη λειτουργία τους από άποψη κατανάλωσης ρεύματος και ο μικρός χώρος που καταλαμβάνουν τα οδήγησε να βρουν άνθηση ακόμη και σε μέρη που ήταν αδύνατη η δημιουργία πολύπλοκων αυτόματων συστημάτων με κατασκευή κλασικής εγκατάστασης όπως είναι η αεροπλοΐα. Ακόμη η ευελιξία που δέχονταν σε τροποποιήσεις και επεκτάσεις μαζί με την δυνατότητα σύνδεσης τους σε δίκτυο υπολογιστών για προγραμματισμό τους ακόμη και εξ αποστάσεως τα έκανε ιδανικά για τοποθέτηση σε ακόμη πιο δύσκολα μέρη.

Όλοι οι παραπάνω λόγοι συντελούν σε μια εύκολη μονάδα ως προς την συναρμολόγηση, προγραμματισμό και παράδοση. Οι διάφορες εταιρίες κατασκευής και προμήθειας P.L.C. έχουν την δυνατότητα άμεσης παράδοσης έτοιμων αυτοματισμών σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα είτε πρόκειται για βιομηχανική είτε για οικιακή χρήση. Έτοιμες λύσεις όπως οι περισσότεροι κατασκευαστές τις ονομάζουν αναφέρονται σε μονάδες μικρού μεγέθους σε συγκεκριμένο μέγεθος έτοιμες προς παράδοση και εγκατάσταση πολλές φορές έτοιμες προγραμματισμένες για την ανάλογη δουλειά και άλλες φορές εύκολα τροποποιήσιμες.

Στον βιομηχανικό κλάδο πλέον οι εγκαταστάσεις με P.L.C. κυριαρχούν έναντι κάποιων κλασικών εγκαταστάσεων παλαιότερης χρονολογίας εγκαταστάσεων και οι δυνατότητες χρήσης τους ξεπερνούν τις παλιές.

Σε εγκαταστάσεις ξηράς η χρήση τους είναι ευρέως γνωστή λόγω των πλεονεκτημάτων που προαναφέραμε. Σε βιομηχανίες μεγάλης κλίμακας όπως είναι το παράδειγμα μιας αυτοκινητοβιομηχανίας η χρήση του σε συνδυασμό με την σύγχρονη ρομποτική παρέχει αυξημένη παραγωγή στις γραμμές συναρμολόγησης και κατασκευής των αυτοκινήτων. Με την χρήση της σύγχρονης ρομποτικής αυξάνονται ακόμη περισσότερο οι δυνατότητες ταχύτητας και αξιοπιστίας των εγκαταστάσεων οι οποίες θα ήταν αδύνατες χωρίς τον συνδυασμό αυτών των δύο συστημάτων. Στις βιοτεχνίες μειώνει το κόστος εγκατάστασης και συντηρήσεως και παρέχει δυνατότητες επέκτασης και μετατροπής. Για παράδειγμα σε μια βιοτεχνία παραγωγής ενδυμάτων ή υποδημάτων επέκταση της για μεγαλύτερη παραγωγή θα γίνει πιο γρήγορα και πιο οικονομικά σε μια εγκατάσταση με αυτοματισμούς P.L.C.. Σε τέτοιου μεγέθους επιχειρήσεις σαφώς τοποθετούνται μεγάλης χωρητικότητας μονάδες με σκοπό την εύκολη επέκταση τους. Στις μικροεπιχειρήσεις όπως είναι τα νυχτερινά κέντρα ή ακόμη και μαγαζιά λιανικής πώλησης η χρήση τους ξεκινά από έναν απλό χειρισμό φωτισμού ανάλογα την ώρα ή τον εξωτερικό φωτισμό μέχρι και σύνθετων ρυθμικών φωτισμών και ηχητικών εφέ. Για περισσότερη ευκολία υπάρχουν έτοιμες λύσεις μονάδων P.L.C. τα οποία έρχονται έτοιμα προγραμματισμένα από τις κατασκευάστριες εταιρίες. Ακόμη χρήση αυτών γίνεται και σε δημόσια έργα όπως είναι η ρύθμιση των φωτεινών

σηματοδοτών στους κόμβους των δρόμων, τα οποία μπορούν εύκολα να αναπρογραμματιστούν από απόσταση, ακόμη και η ρύθμιση της έντασης των φώτων σε σήραγγες.

Στην παγκόσμια ναυτιλία η χρήση των P.L.C. ήταν περιορισμένη μέχρι πριν μια δεκαετία και παραμένει σε μεγάλο βαθμό. Με την εισαγωγή καινούργιας τεχνολογίας ηλεκτρονικών κυκλωμάτων στα πλοία γνωρίζει σιγά σιγά αύξηση και η χρήση των P.L.C.. Εφαρμογές βρίσκουν στα νέα πλοία με ηλεκτροπρόωση αλλά και σε πλοία με ντιζελοπρόωση με καινούργιες ηλεκτρονικές μηχανές. Η αντοχή τους σε κραδασμούς και μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, τα οποία είναι έντονο φαινόμενο μέσα στο μηχανοστάσιο, τα κάνει ιδανικά για τοποθέτηση σε δύσκολα σημεία αλλά ακριβιά σε σύγκριση με την απλότητα που πρόσφεραν τα αφενός πιο απλά συστήματα των κλασικών εγκαταστάσεων. Χρήσεις ως ρυθμιστές στροφών κινητήρων και μηχανών, αυτόματοι εκκινητήρες αντλιών και ρυθμιστές βαλβίδων δικτύων είναι οι πιο συχνές εφαρμογές που βρίσκουν χρήση.



Εικόνα 5 – PLC για Fuel Management σε κρουαζιερόπλοιο [πηγή : <http://www.jowatechnology.se/press-release-7297497>]

Στα αεροσκάφη πλέον συναντάμε μόνο εγκαταστάσεις αυτομάτου ηλεκτρονικού ελέγχου λόγω του μικρού τους βάρους και την οικονομική λειτουργία από άποψη κατανάλωσης ρεύματος. Χρήσεις όπως το σύστημα αυτομάτου ελέγχου πτήσεως όπου χρειάζεται πολλαπλές εισόδους για την ρύθμιση του ύψους ενός αεροσκάφους, το σύστημα ελέγχου συμπίεσης καμπίνας, σύστημα ελέγχου προσαρμογής ώσης και άλλα συστήματα σημαντικά για την πτήση ενός σύγχρονου

αεροπλάνου. Όλα αυτά παρέχουν αξιοπιστία στην πτήση και άνεση σε πλήρωμα και επιβατηγό κοινό.

Στα σύγχρονα αυτοκίνητα, φορτηγά και μοτοσικλέτες, η χρήση των P.L.C. οδήγησε στην αύξηση της αξιοπιστίας και της άνεσης. Τα σύγχρονα συστήματα ABC, ABS, Anti Spin σε όλα τα οχήματα, ο αυτόματος κλιματισμός, ακόμη και η ρύθμιση του ήχου στα σύγχρονα ηχοσυστήματα. Συστήματα Τηλε-επικοινωνίας των οχημάτων με διάφορους σταθμούς για την ενημέρωση του οχήματος και του οδηγού ανάλογα με την κατάσταση του δρόμου ή του καιρού στην πορεία του οχήματος. Αυτά τα συστήματα παρέχουν την δυνατότητα προσαρμογής στις επερχόμενες συνθήκες οδήγησης με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ασφάλεια. Τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου με μεταβολή του φορτίου, των στροφών ή του ψεκασμού παρέχει, εκτός από μείωση του κόστους, και αύξηση στην ζωή ενός κινητήρα. Στα φορτηγά το νέο σύστημα εντοπισμού των ματιών του οδηγού παρέχει ασφάλεια σε αυτόν και στους διερχόμενους οδηγούς σε περίπτωση που αυτός αποκοιμηθεί εν ώρα οδήγησης. Το ίδιο σύστημα αυτή την στιγμή πάει να επεκταθεί ένα βήμα παρακάτω, στον εντοπισμό του προσανατολισμού των ματιών με σκοπό την στρέψη των φανών προς την ανάλογη κατεύθυνση. Κινήσεις οι οποίες δεν θα γινόντουσαν παλιότερα.

Σε οικιακό εξοπλισμό συναντάμε τα P.L.C. σε συσκευές όπως τα ψυγεία, οι θερμοσίφωνες, οι λέβητες και οι καυστήρες θέρμανσης, τηλεοράσεις, ηχοσυστήματα, τα κλιματιστικά, φωτισμούς και σκέπαστρα είναι μέρη τα οποία δέχονται τέτοιου είδους αυτοματισμούς για μεγαλύτερη άνεση του χρήστη. Βέβαια όταν αναφερόμαστε σε οικιακή χρήση το κόστος αγοράς, συντήρησης και εγκατάστασης είναι το πρώτο πράγμα που έρχεται στο μυαλό μας και μας ανησυχεί.

Οικονομικές λύσεις εγκατάστασης και χρήσης υπάρχουν με πρωτοπόρο αυτή την στιγμή το σύστημα BPL (του οποίου θα γίνει ανάλυση σε επόμενο κεφάλαιο) αλλά και συστήματα ασύρματης επικοινωνίας εντός οικιακού δικτύου τα οποία δημιουργούν μια άνεση για υπερόγχρονα σπίτια.

Κεφάλαιο 2 – Επικοινωνία και διασύνδεση

2.1 Ορισμός δικτύων-Αρχιτεκτονική δικτύων

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση του τρόπου επικοινωνίας των PLC θα πρέπει να αναλύσουμε και να καταλάβουμε τις μορφές δικτύων υπολογιστών που υπάρχουν αυτή την στιγμή στον κόσμο. Ειδική προσοχή να δοθεί στην λέξη <<υπολογιστής>>, η αναφορά γίνεται γενικώς σε υπολογιστικά συστήματα είτε αυτό είναι για ειδικευμένη εργασία είτε γενικής χρήσης

Ένα δίκτυο υπολογιστών και μηχανημάτων είναι ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα από αυτόνομος ή μη αυτόνομους διασυνδεδεμένους υπολογιστές. Οι υπολογιστές θεωρούνται διασυνδεδεμένοι όταν είναι σε θέση να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους ενώ αυτόνομοι είναι όταν δεν είναι δυνατό κάποιος υπολογιστής να ελέγξει τη λειτουργία κάποιου άλλου. Η δεύτερη περίπτωση είναι χαρακτηριστική κατά την διάρκεια εκκίνησης ή τερματισμού του υπολογιστή.

Η αρχιτεκτονική των δικτύων καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι υπολογιστές και οι λοιπές συσκευές συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν ένα σύστημα επικοινωνίας που θα επιτρέπει στους χρήστες να διαμοιράζονται πληροφορίες και συσκευές του δικτύου. Σε ένα δίκτυο δεδομένων περιλαμβάνονται αρχικά οι τερματικοί κόμβοι οι οποίοι ελέγχουν τους πόρους του δικτύου (λογισμικό και υλικό), στη συνέχεια τα υποδίκτυα τα οποία είναι τα φυσικά μέσα μετάδοσης, πρωτόκολλα επικοινωνίας, τοπολογία, τερματικοί κόμβοι, πόροι που μπορούν να διαφέρουν πολύ ανά υποδίκτυο και τέλος οι συσκευές διασύνδεσης οι οποίες διασυνδέουν τα ετερογενή υποδίκτυα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επικοινωνία τερματικών κόμβων που βρίσκονται σε διαφορετικά υποδίκτυα.

2.1.1 Φύση των επικοινωνιών

Φυσικό μέσο μετάδοσης είναι το μέσο ή ο φορέας που διακινεί την πληροφορία. Η φυσική επικοινωνία των υπολογιστών χωρίζεται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Την ασύρματη και την ενσύρματη επικοινωνία.

Τα πιο συνηθισμένα στο παρελθόν ήταν τα ομοαξονικά καλώδια με εξωτερική μόνωση, τα οποία επέτρεπαν την αμφίδρομη επικοινωνία των σημάτων μέσω αυτών. Κάθε μέσο έχει τα δικά του φυσικά χαρακτηριστικά, εύρος ζώνης και ανοχή στον θόρυβο επηρεάζοντας άμεσα τον τρόπο και την ταχύτητα μετάδοσης. Οι ταχύτητες μεταφοράς αυτών είναι ανάμεσα σε 200 και 500 εκατομμύρια bit/s.

Έπειτα κυριάρχησε η χρήση του ζεύγους τυλιγμένων καλωδίων που επέτρεπε ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες αλλά και εξασφάλιζε προστασία από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και του crosstalk (φαινόμενο παρεμβολής σε καλώδια μεταφοράς δεδομένων, όπως το UTP, συχνά αναφέρεται και

συνακρόαση). Οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων στα καλώδια αυτά ήταν ανάμεσα σε 2 Kbit/s μέχρι και 10 Gbit/s.

Το σύστημα G.hn είναι η κοινή ονομασία για ένα οικιακό δίκτυο τεχνολογίας με βάση τα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών τομέα Τυποποίησης Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union's) και προωθούνται από το Forum HomeGrid και διάφορους άλλους οργανισμούς. Το σύστημα G.hn κάνει χρήση σημάτων μέσω καλωδιώσεων ρεύματος ή άλλης φύσεως καλωδιώσεις που ήδη υπάρχουν στον χώρο εξυπηρετεί την μετάδοση πληροφοριών σε οικιακό ή περιορισμένο επαγγελματικό χώρο με ταχύτητες που ξεκινούν από 1 Gbit/s.

Τέλος με την εξέλιξη της τεχνολογίας έκανε την είσοδο του η οπτική ίνα. Αυτή μεταφέρει τα σήματα σε μορφή φωτός και όχι ηλεκτρικού σήματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μεταφορά παραπάνω από ένα σήμα ανά καλώδιο οπτικής ίνας κάτι που επιτρέπει ταχύτητες μεταφοράς μέχρι και 100 Petabit/s [<http://phys.org/news173455192.html/>].

Τα ασύρματα δίκτυα είναι σχετικά νέα στον χώρο με τα πρώτα να εμφανίζονται κάπου στα μέσα του 1970. Τα επίγεια μικροκύματα τα οποία δεν έχουν εμβέλεια μεγαλύτερη των 30-50 μέτρων σε εσωτερικό χώρο (ανεξαρτήτως εμποδίων) και εκπέμπουν σε συχνότητες 2,4 GHz. Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι οι οποίοι βρίσκονται συνήθως σε ύψος 35.786 χιλιομέτρων με σημείο αναφοράς τον ισημερινό δεν επηρεάζονται τόσο από την ατμόσφαιρα όσο τα επίγεια σήματα. Ένα ακόμη δίκτυο ασύρματης επικοινωνίας είναι το κυψελωτό που χρησιμοποιείται κατά κόρον από την κινητή τηλεφωνία. Σε αυτό το δίκτυο πολλές κεραιές (πομπός και δέκτης) καλύπτουν περιοχές οι οποίες δημιουργούν την εντύπωση εξαγώνου (όπως η κυψέλη του μελισσιού). Τέλος έχουμε τις ραδιοεπικοινωνίες και τα ελεύθερα φάσματα τα οποία χρησιμοποιούνται για διάφορους λόγους όπως είναι η χρήση συσκευών Wi-Fi, ασυρμάτων επικοινωνίας, ασύρματων δικτύων μηχανημάτων και πολλών άλλων εφαρμογών.

[<https://en.wikipedia.org/?title=Microwave>] &

[https://el.wikipedia.org/wiki/Τηλεπικοινωνιακός_δορυφόρος]

2.1.2 Διακίνηση Δεδομένων στα Δίκτυα Βιομηχανικού Αυτοματισμού

Η επικοινωνία επιτυγχάνεται με την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των κόμβων. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι ανταλλαγής δεδομένων σε ένα δίκτυο.

·Μεταγωγή κυκλώματος

Μεταξύ των κόμβων που επιθυμούν να επικοινωνήσουν αποκαθίσταται ένας αγωγίμος δρόμος πριν αρχίσει η επικοινωνία. Ο δρόμος αυτός χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τους δύο κόμβους καθόλη τη διάρκεια επικοινωνίας.

·Μεταγωγή με μηνύματα

Κάθε μήνυμα μεταδίδεται από κόμβο σε κόμβο μέχρι να φτάσει στον κόμβο προορισμού.

·Μεταγωγή με πακέτα

Κάθε μήνυμα χωρίζεται σε τμήματα προκαθορισμένου, τα επονομαζόμενα πακέτα. Κάθε πακέτο δρομολογείται ανεξάρτητα από τα άλλα πακέτα του ίδιου μηνύματος, με στόχο την ελάχιστη φόρτωση του δικτύου.

2.1.3 Μέθοδοι Πρόσβασης στο Δίαυλο του Δικτύου

Η ανεξέλεγκτη ροή πληροφοριών στο δίαυλο ενός δικτύου προκαλεί σημαντική απώλεια πληροφορίας από συγκρούσεις μηνυμάτων. Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου είναι επιτακτική η ανάγκη ελέγχου της ροής. Παρακάτω παραθέτουμε τις συνηθέστερες μεθόδους ελέγχου της ροής πληροφοριών σε ένα δίκτυο.

Μέθοδος Κυρίου – Εξαρτημένου (master – slave)

Ένας σταθμός ορίζεται ως κύριος και ελέγχει εξ ολοκλήρου την κυκλοφορία του διαύλου. Συγκεκριμένα, αναθέτει κυκλικά το δίαυλο σε κάθε εξαρτημένο σταθμό για τη μετάδοση δεδομένων. Αν ο εξαρτημένος σταθμός, στον οποίο έχει ανατεθεί ο δίαυλος, δεν έχει μηνύματα προς μετάδοση αποκρίνεται στον κύριο σταθμό, ώστε ο δίαυλος να ανατεθεί στον επόμενο εξαρτημένο σταθμό.

· Μέθοδος Ανίχνευσης Συγκρούσεων

Κάθε σταθμός που θέλει να μεταδώσει κάποιο μήνυμα ανιχνεύει το δίαυλο και αν είναι κατειλημμένος περιμένει μέχρι να ελευθερωθεί, αλλιώς μεταδίδει αμέσως. Υπάρχει όμως περίπτωση δύο ή περισσότεροι σταθμοί να μεταδώσουν ταυτόχρονα και να υπάρξει σύγκρουση. Τότε, οι σταθμοί αποστολής ανιχνεύουν τη σύγκρουση και ξαναστέλνουν τα μηνύματά τους μετά από τυχαίο χρονικό διάστημα.

· Μέθοδος Πρόσβασης με Πέρασμα Κουπονιού

Ένας σταθμός παίρνει το κουπόνι, που ισοδυναμεί με άδεια μετάδοσης δεδομένων, και μεταφέρει τα δεδομένα στο σταθμό που επιθυμεί. Στη συνέχεια, το κουπόνι περνά στον επόμενο σταθμό και ακολουθείται η προηγούμενη διαδικασία. Αν κάποιος σταθμός δεν έχει μήνυμα προς μετάδοση, περνά το κουπόνι αμέσως στον επόμενο σταθμό. Το κουπόνι είναι μια ορισμένη εξ αρχής σειρά από bits. Ανάλογα με την τοπολογία του δικτύου, η μέθοδος διακρίνεται σε πέρασμα κουπονιού σε δακτύλιο και πέρασμα κουπονιού σε διάδρομο.

· Υβριδικές Μέθοδοι

Οι υβριδικές μέθοδοι περιέχουν το συνδυασμό δύο διαφορετικών μεθόδων από τις παραπάνω. Η πιο γνωστή υβριδική μέθοδος είναι αυτή του πολλαπλού κύριου, που συνδυάζει τα χαρακτηριστικά της μεθόδου περάσματος κουπονιού σε διάδρομο και της μεθόδου κύριου – εξαρτημένου. Μεταξύ των κύριων σταθμών δημιουργείται λογικός δακτύλιος με πέρασμα κουπονιού μεταξύ τους. Κάθε

κύριος σταθμός επικοινωνεί με τους εξαρτημένους του σταθμούς σύμφωνα με τη μέθοδο κύριου εξαρτημένου.

2.1.4 Τοπολογία Δικτύων

Η τοπολογία ενός δικτύου διαφέρει ανάλογα τον τύπο και το μέγεθος του δικτύου, επηρεάζεται επίσης και από τον όγκο των πληροφοριών όπως και από τις ανάγκες για μεταβίβαση αυτών. Η μελέτη πριν την εγκατάσταση ενός δικτύου με σκοπό την αποδοτικότερη χρήση του αποτελεί μείζονος σημασίας πρόβλημα. Ένα δίκτυο υπολογιστών είναι ένα σύστημα επικοινωνίας δεδομένων που συνδέει δύο ή περισσότερους αυτόνομους και ανεξάρτητους υπολογιστές και περιφερειακές συσκευές. Δύο υπολογιστές θεωρούνται διασυνδεδεμένοι όταν μπορούν να ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορίες.

Ειδικότερα, ένα σύστημα client-server είναι ένα σύστημα στο οποίο το δίκτυο ενώνει διάφορους υπολογιστικούς πόρους, ώστε οι clients να μπορούν να ζητούν υπηρεσίες από έναν server, ο οποίος προσφέρει πληροφορίες ή επιπρόσθετη υπολογιστική ισχύ. Με άλλα λόγια, στο client-server μοντέλο, ο client θέτει μια αίτηση και ο server επιστρέφει μια ανταπόκριση ή κάνει μια σειρά από ενέργειες. Ο server μπορεί να ενεργοποιείται άμεσα για την αίτηση αυτή ή να προσθέτει την αίτηση σε μια ουρά. Η άμεση ενεργοποίηση για την αίτηση μπορεί, για παράδειγμα, να σημαίνει ότι ο server υπολογίζει έναν αριθμό και τον επιστρέφει αμέσως στον client. Η τοποθέτηση της αίτησης σε μια ουρά μπορεί να σημαίνει ότι η αίτηση πρέπει να τεθεί σε αναμονή για να εξυπηρετηθεί. Ένα καλό παράδειγμα για αυτό είναι όταν εκτυπώνουμε ένα κείμενο σε ένα εκτυπωτή δικτύου. Ο server τοποθετεί την αίτηση σε μια ουρά μαζί με αιτήσεις εκτυπώσεων και από άλλους clients. Μετά επεξεργάζεται την αίτηση με βάση την σειρά προτεραιότητας, η οποία, σε αυτή την περίπτωση, καθορίζεται από τη σειρά με την οποία ο server παρέλαβε την απαίτηση.

Στην περίπτωση που το δίκτυο δεν έχει κεντρικό υπολογιστή, ένας από τους υπόλοιπους αναλαμβάνει τον ρόλο αυτόν και έτσι το δίκτυο ονομάζεται peer-to-peer. Ένα δίκτυο υπολογιστών peer-to-peer (ή P2P) είναι ένα δίκτυο που επιτρέπει σε δύο ή περισσότερους υπολογιστές να μοιράζονται τους πόρους τους ισοδύναμα. Το δίκτυο αυτό χρησιμοποιεί την επεξεργαστική ισχύ, τον αποθηκευτικό χώρο και το εύρος ζώνης (bandwidth) των κόμβων. Όλοι οι κόμβοι του δικτύου έχουν ίσα δικαιώματα. Πληροφορίες που βρίσκονται στον ένα κόμβο, ανάλογα με τα δικαιώματα που καθορίζονται, μπορούν να διαβαστούν από όλους τους άλλους και αντίστροφα.

Η τοπολογία του δικτύου είναι η διάταξη των στοιχείων που το απαρτίζουν (καλώδια, κόμβοι κ.λ.π.). Αναφέρεται ως φυσική ή λογική τοπολογία.

Η λογική τοπολογία από την άλλη είναι ο τρόπος που τα δεδομένα μεταφέρονται σε ένα δίκτυο, ή ο δρόμος τον οποίο τα δεδομένα αποφασίζουν να διασχίσουν μέσα στο δίκτυο από την μία συσκευή στην άλλη χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η φυσική τοπολογία του δικτύου. Η λογική τοπολογία ενός

δικτύου δεν είναι και απαραίτητα η φυσική του. Οι δύο πλέον κοινοί τύποι λογικής τοπολογίας είναι η τοπολογία broadcast: και η τοπολογία token passing.

Στη τοπολογία broadcast η συσκευή που θα ζητήσει πρώτη τη χρήση του δικτύου θα εξυπηρετηθεί. Στη συνέχεια μεταδίδονται τα δεδομένα προς όλους τους σταθμούς και οι πραγματικός αποδέκτης το λαμβάνει διότι παρακολουθεί τις ακροάσεις στο δίκτυο, π.χ. Ethernet.

□ Η τοπολογία token passing λειτουργεί με ένα μήνυμα ελέγχου το οποίο μεταδίδεται από μία τερματική συσκευή στην επόμενη. Ο κάθε φορά παραλήπτης αποκτά την κυριότητα του μέσου και μεταδίδει τα δεδομένα του. Όταν ολοκληρώσει τη μετάδοση των δεδομένων ή παρέλθει ο χρόνος χρήσης του μέσου ή δεν έχει δεδομένα να μεταδώσει μεταφέρει το token στην επόμενη συσκευή και η διαδικασία επαναλαμβάνεται π.χ. Token Δακτύλιου (Ring) και FDDI (Fiber Distributed Data Interface).

Η φυσική τοπολογία καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο διασυνδέονται μεταξύ τους οι συσκευές του δικτύου. Η πιο απλή είναι η σύνδεση σημείο με σημείο. Η φυσική τοπολογία αναφέρεται στα σχέδια με καλώδια, τις τοποθεσίες των κόμβων και όλες τις ενδιάμεσες συνδέσεις μεταξύ των κόμβων και των καλωδίων.

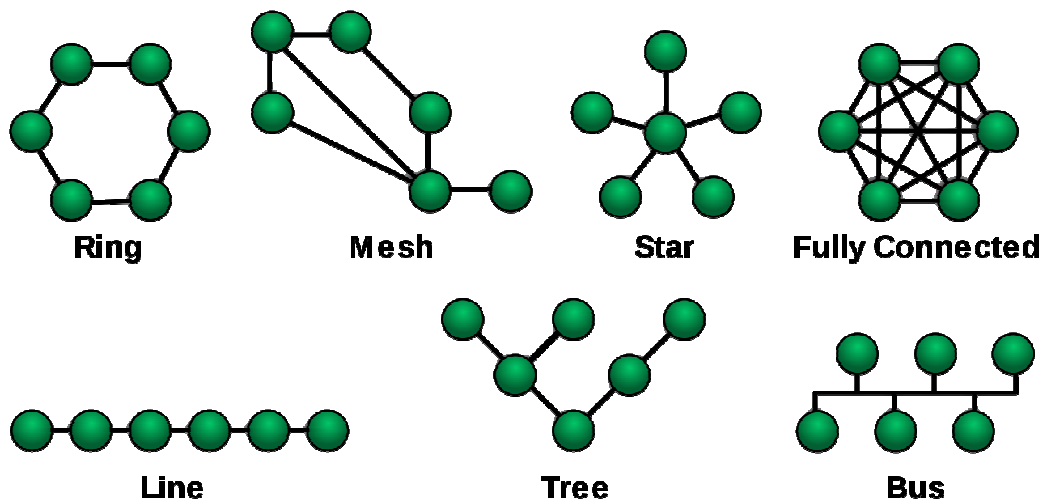
Ακόμη οι φυσικές τοπολογίες χωρίζονται σε διάφορες άλλες κατηγορίες με σκοπό την διευκόλυνση μελέτης και κατασκευής ενός δικτύου. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. **Η τοπολογία διαύλου (bus).** Σε αυτήν όλες οι συσκευές και υπολογιστές συνδέονται με ένα κεντρικό καλώδιο, το οποίο αποκαλείται bus. Πάνω σε αυτό το καλώδιο περνάνε όλα τα σήματα. Τα δίκτυα διαύλου είναι εγκαταστάσεις μικρού κόστους και παρουσιάζουν ευκολία στην εγκατάσταση λόγω της απλότητάς τους. Προτιμούνται σε περιπτώσεις εγκαταστάσεων μικρών δικτύων και συνήθως επικοινωνούν με Ethernet. Λόγω της φύσεως της καλωδίωσης θα υπήρχε αντανάκλαση του σήματος στο τέλος της καλωδίωσης και έτσι θα υπήρχαν αντίλαλοι σημάτων στο δίκτυο. Για αποφυγή τέτοιων φαινομένων τοποθετούνται τερματικά τα οποία απορροφούν αυτά τα ηλεκτρικά σήματα.
2. **Η τοπολογία σειράς (line ή point-to-point).** Είναι η απλούστερη τοπολογία με κατασκευαστική αρχή την φυσική σύνδεση του κάθε υπολογιστή με τον επόμενο σε σειρά. Υπάρχουν τερματικά στις άκρες του δικτύου όπως στην τοπολογία bus για αποφυγή των φαινομένων αντίλαλου. Χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις που η σύνδεση γίνεται με απλά καλώδια χαλκού.
3. **Η τοπολογία αστέρα (star).** Εδώ όλες οι συσκευές και υπολογιστές συνδέονται με ένα κεντρικό καταναμητή (hub). Η περαιτέρω επέκταση του δικτύου είναι εύκολη υπόθεση και

δεν είναι δύσκολη εγκατάσταση. Τα δίκτυα σε διάταξη αστέρα έχουν το πλεονέκτημα ότι όλες οι πληροφορίες που διακινούνται στο δίκτυο περνάνε μέσω του hub οπότε είναι ένα εύκολο εποπτικό εργαλείο αλλά αποτελεί ταυτόχρονα και την μοναδική αδυναμία του δικτύου. Σε περίπτωση παύσης λειτουργίας του hub παύει και η λειτουργία του δικτύου.

4. **Η τοπολογία δακτυλίου (ring).** Η τοπολογία αυτή κατασκευάζεται με νοητή εικόνα ενός κύκλου, δακτυλίου, στο οποίο τα δεδομένα ταξιδεύουν μέσα στο δακτύλιο προς μόνο μια κατεύθυνση και ο κάθε υπολογιστής ή συσκευή που είναι συνδεδεμένα λειτουργούν ταυτόχρονα και ως επαναλήπτες του σήματος ενισχύοντας την απόσταση μεταφοράς αυτού. Εδώ δεν υπάρχει η ύπαρξη κεντρικού υπολογιστή αφού όλοι μαζί λειτουργούν με σκοπό λήψης και επανάληψης του μηνύματος το οποίο θα κυκλοφορεί στο δίκτυο έως ότου βρει τον υπολογιστή στον οποίο απευθύνεται. Το μειονέκτημα αυτού του δικτύου είναι ότι σε περίπτωση απώλειας ενός μόνο υπολογιστή ή συσκευής του δικτύου μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία ή και παύση του δικτύου.
5. **Η τοπολογία δέντρου (tree).** Συνδυάζει τα χαρακτηριστικά των γραμμικών τοπολογιών bus και star. Αποτελείται από ομάδες διαμορφωμένων τερματικών σταθμών που συνδέονται με ένα γραμμικό βασικό καλώδιο αμφίδρομης επικοινωνίας όπως στα bus. Βέβαια η τοπολογία δέντρου είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί, επειδή ο κόμβος του δικτύου δεν είναι τίποτα παραπάνω από έναν απλό υπολογιστή ή συσκευή του δικτύου ο οποίος δεν φέρει πάνω από δύο συνδέσεις.
6. **Η τοπολογία πλέγματος (mesh).** Συνδυάζει την τοπολογία star με επέκταση σε point-to-point ανάμεσα στους υπόλοιπους υπολογιστές του δικτύου. Το πλεονέκτημα του δικτύου είναι η πλήρης επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών κόμβων αλλά αυτό είναι μειονέκτημα όσο αυξάνεται ο αριθμός αυτών επειδή αυξάνεται και ο αριθμός των συνδέσεων σε πολύ μεγάλα νούμερα, πράγμα που το καθιστά οικονομικά ανέφικτο.
7. **Η υβριδική τοπολογία (hybrid).** Αναφέρεται στον συνδυασμό οποιονδήποτε δύο ή περισσότερων τοπολογιών δικτύου με τέτοιο τρόπο που να μην παρουσιάζει έναν από τους παραπάνω τρόπους. Για παράδειγμα ένα δίκτυο διαύλου όπου ο δίαυλος συνδέεται στον δίαυλο ενός άλλου δικτύου διαύλου εξακολουθεί να είναι ένα δίκτυο διαύλου από δύο

διαφορετικά.



Εικόνα 6 – Σχηματική αναπαράσταση τοπολογίας δικτύων [πηγή : wikimedia.org]

2.1.5 Πρωτόκολλο Επικοινωνίας

Όπως η γλώσσα επικοινωνίας των ανθρώπων διαφέρει από λαό σε λαό και από τόπο σε τόπο έτσι και η γλώσσα επικοινωνίας των υπολογιστών διαφέρει και ορίζεται ανάλογα με τα πρωτόκολλα που ακολουθούνται. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι ένας αριθμός από κανόνες για την ανταλλαγή δεδομένων σε ένα δίκτυο ή μεταξύ δικτύων. Η ύπαρξη των προτύπων βοηθά στη συμβατότητα ανάμεσα στους κατασκευαστές hardware και software.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας διαφέρουν ελάχιστα ως προς την απαίτηση τους βάση της γεωγραφικής κλίμακας του δικτύου αλλά είναι σημαντικά σε κάθε περίπτωση δικτύου. Τέτοια πρωτόκολλα είναι τα IEEE 802.xx δηλαδή Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), με τα Ethernet και Wireless LAN, Internet Protocol Suite(TCP/IP), SONET/SDH, Asynchronous Transfer Mode, κλπ.

Το IEEE 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «WiFi» επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που υπακούν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων. Ο όρος WiFi (Wireless Fidelity, κατά την ορολογία High Fidelity η οποία αφορά την εγγραφή ήχου) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g/n και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο το WiFi («ασύρματη πιστότητα» στα ελληνικά) έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet,

τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης, όπως π.χ. στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση, αν και σε αυτόν τον τομέα έχει υποσκελιστεί από το πρωτόκολλο Bluetooth για τα πολύ μικρότερης εμβέλειας ασύρματα προσωπικά δίκτυα.

Μερικά από τα πιο γνωστά πρότυπα του IEEE:

- IEEE 488 Παράλληλη επικοινωνία υπολογιστών με επιστημονικά όργανα
- IEEE 754 Προδιαγραφές δυαδικής αναπαράστασης κινητής υποδιαστολής
- IEEE 802 Τοπικά Δίκτυα (LAN) - Μητροπολιτικά Δίκτυα (MAN)
- IEEE 802.1 Προσαρμογή Υψηλού Επιπέδου (High Level Interface)
- IEEE 802.2 Έλεγχος λογικής ζεύξης (LLC)
- IEEE 802.3 Ethernet που βασίζεται σε τεχνολογία CSMA/CD
- IEEE 802.4 Αρτηρία με σκυτάλη (Token Bus)
- IEEE 802.5 Δακτύλιος με σκυτάλη (Token Ring)
- IEEE 802.6 Κατανεμημένη Ουρά Διπλής Αρτηρίας (DQDB)
- IEEE 802.9 Δίκτυα ενοποιημένων δεδομένων και φωνής
- IEEE 802.10 Ασφάλεια στην ανταλλαγή δεδομένων
- IEEE 802.11 Ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN)
- IEEE 802.12 Τοπικά δίκτυα ζήτησης προτεραιότητας
- IEEE 802.14 Τοπικά δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης
- IEEE 802.15 Ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN)
- IEEE 802.15.1 Bluetooth
- IEEE 802.15.4 Ασύρματα προσωπικά δίκτυα χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων
- IEEE 802.16 Ασύρματα ευρυζωνικά δίκτυα WiMAX
- IEEE 829 Σύνταξη εγγράφων για την τεκμηρίωση δυναμικού ελέγχου λογισμικού
- IEEE 830 Σύνταξη εγγράφων για τις προδιαγραφές των απαιτήσεων λογισμικού
- IEEE 896 Futurebus
- IEEE 1003 Συμβατότητα στην ανάπτυξη εφαρμογών για UNIX (POSIX)
- IEEE 1073 Επικοινωνία μεταξύ ιατρικών συσκευών
- IEEE 1074 Ανάπτυξη διαδικασιών κύκλου ζωής λογισμικού
- IEEE 1076 Γλώσσα περιγραφή υλικού (VHDL-VHSIC)
- IEEE 1149.1 Επίλυση προβλημάτων σε πλακέτες ηλεκτρονικών στοιχείων (JTAG)
- IEEE 1180 Υλοποίηση αντίστροφου διακριτού μετασχηματισμού συνημίτονου (IDCT)
- IEEE 1275 Open Firmware

IEEE 1284	Παράλληλη θύρα
IEEE P1363	Κρυπτογραφία δημόσιου κλειδιού
IEEE 1394	Σειριακός δίαυλος (FireWire, i.Link, Lynx)
IEEE 1541	Συμβολισμός δυαδικών πολλαπλάσιων
IEEE 1584	Μέθοδος υπολογισμού ενέργειας ηλεκτρικής έκρηξης
IEEE 1588	Πρωτόκολλο ακρίβειας χρόνου
IEEE 1667	Πιστοποίηση αποσπόμενων αποθηκευτικών μέσων
IEEE P1901	Τηλεπικοινωνία μέσω δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας (PLC)

Πηγή: [<http://ieee.teiser.gr/index.php?q=standards>]

Τα πρωτόκολλα μεταξύ τους συνεργάζονται και αλληλοβοηθούνται για την μετάδοση μιας πληροφορίας δημιουργώντας την λεγόμενη στοίβα (stack). Ένα παράδειγμα τέτοιας στοίβας είναι το HTTP (του διαδικτύου) το οποίο τρέχει πάνω από το TCP και το IP (Internet Protocols) τα οποία τρέχουν πάνω από το IEEE 802.11 (Wi-Fi protocols).

2.1.6 Προστασία δικτύου

Σε κάθε περίπτωση δικτύου, είτε τοπικό είτε ευρείας κάλυψης τίθεται το θέμα προστασίας του χρήστη από παρεμβάσεις που δεν θα έπρεπε να υπάρχουν. Ακόμα πιο έντονη θα πρέπει να είναι η προστασία ενός εταιρικού δικτύου στο οποίο μηχανήματα μπορεί να επηρεαστούν από άτομα που έχουν είτε δόλο αλλά είτε και από άγνοια τους. Υπάρχουν λοιπόν τρεις τρόποι προστασίας, οι οποίοι θα πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό. Ο πρώτος είναι η χρήση ενός τείχους προστασίας, ο δεύτερος η χρήση λογισμικού προστασίας ενάντια σε ιούς και προγράμματα κατασκοπείας και τέλος ο τρίτος είναι η η συνεχής ενημέρωση των χρηστών .

Η χρήση ενός τείχους προστασίας (firewall), το οποίο ρυθμίζει την κυκλοφορία των δεδομένων ανάμεσα σε δύο δίκτυα υπολογιστών. Συνήθως το ένα από αυτά είναι το διαδίκτυο. Το firewall παρεμβάλλεται ανάμεσα στα δύο δίκτυα που έχουν διαφορετικό επίπεδο εμπιστοσύνης όπως ένα τείχος (wall). Στο διαδίκτυο μπαίνει ο χαμηλός βαθμός εμπιστοσύνης για το firewall ενώ στο εσωτερικό εταιρικό ή οικιακό δίκτυο μπαίνει ο μέγιστος βαθμός εμπιστοσύνης. Ο σκοπός της τοποθέτησης ενός firewall είναι η πρόληψη επιθέσεων στο τοπικό δίκτυο και η αντιμετώπισή τους.

Ακόμη η χρήση λογισμικού προστασίας ενάντια σε ιούς και προγράμματα κατασκοπείας (spyware). Με τον όρο Spyware αναφερόμαστε σε ένα είδος κακόβουλου λογισμικού το οποίο φορτώνεται κρυφά σε έναν υπολογιστή χωρίς να το ξέρει ο χρήστης και εκτελείται στο παρασκήνιο κάνοντας διάφορα πράγματα εν αγνοία του χρήστη και προς όφελος κάποιου άλλου.

Τέλος η συνεχής ενημέρωση των χρηστών. Σε κάθε ιδιωτικό δίκτυο οι χρήστες που συνδέονται έχουν ένα μοναδικό όνομα και κωδικό χρήστη. Η συχνή ενημέρωση των χρηστών επιτρέπει στον διακομιστή να ελέγχει τις παρουσίες στο δίκτυο και να <<διώξει>> (kick) τις ανεπιθύμητες.

2.2 Δοκτιακές Συσκευές

Ο ISO (international standard organization) ιδρύθηκε με σκοπό οι επιτρεπόμενες συσκευές που παράγονται από διαφορετικούς κατασκευαστές να επικοινωνούν. Έτσι δημιουργήθηκε το iso/osi μοντέλο μεταφοράς που ορίστηκε σαν μοντέλο αναφοράς για την επικοινωνία ανοικτών συστημάτων –reference model for the communication of open systems το 1978. Αυτό το μοντέλο διαιρεί την πορεία των δεδομένων επικοινωνίας σε επτά στρώματα.

Τα στρώματα αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δυο βασικές περιοχές :

- Μεταφορά – επίπεδο 1...4
- Εφαρμογή – επίπεδα 5...7

Το μοντέλο OSI υποδιαιρεί τις λειτουργίες ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε μια «κατακόρυφη» στοιβα από επίπεδα, για το καθένα από τα οποία μπορεί να οριστεί κάποιο πρωτόκολλο σε μία συγκεκριμένη υλοποίηση. Κάθε επίπεδο αξιοποιεί τις λειτουργίες του κατώτερου του στη στοιβα επιπέδου, ενώ στόχος του είναι να παρέχει λειτουργικότητα στο αμέσως ανώτερο επίπεδό του.

- Επίπεδο 1-Φυσικό Επίπεδο (PHISICAL LAYER). Το επίπεδο αυτό καθορίζει τις μηχανικές ηλεκτρικές και λειτουργικές παραμέτρους του φυσικού interface (ταχύτητα, baud, μήκος χαρακτήρα, επίπεδο τάσης, μέσο κ.λ.π.).
- Επίπεδο 2-Επίπεδο Συνδέσμων των Δεδομένων (DATA LINK LAYER). Το επίπεδο συνδέσμων δεν περιέχει μονο την μέθοδο ασφάλισης της μετάδοσης αλλά καθορίζει επίσης τη δομή του τηλεγραφήματος τη μέθοδο πρόσβασης την διεύθυνση του χρήστη και τον έλεγχο ροής .
- Επίπεδο 3-Επίπεδο Δικτύων (NETWORK LAYER). Αυτό το επίπεδο κατευθύνει τις ρουτίνες, τις πολλαπλές συνδέσεις των δικτύων και τον έλεγχο ροής.
- Επίπεδο 4-Επίπεδο εταφοράς (TRANSPORT LAYER). Το επίπεδο μεταφοράς παρέχει διαδικασίες για ανίχνευση λάθους και διόρθωση καθώς επίσης για επαναλαμβανόμενες αιτήσεις.
- Επίπεδο 5-Επίπεδο συνοδού (SESSION LAYER). Αυτό το επίπεδο καθορίζει μεθόδους εγκατάστασης και περάτωσης των συνδέσεων . καλύπτει και τον έλεγχο διαλόγων.
- Επίπεδο 6-Επίπεδο Παρουσίασης (PRESENTATION LAYER). Το επίπεδο αυτό καθορίζει διαδικασίες για μετατροπή και format της προσαρμογής και για αυτό εγγυάται τη σωστή ερμηνεία των δεδομένων.
- Επίπεδο 7-Επίπεδο εφαρμογής (APPLICATION LAYER). Το επίπεδο αυτό εφαρμογής συγκροτείται από το interface μεταξύ του χρήστη και του δικτύου. Είναι το σημείο όπου ορίζονται οι πραγματικές υπηρεσίες του δικτύου όπως η μεταφορά φακέλου.

Το μοντέλο ISO/OSI είναι απλά η περιγραφή μιας διαδικασίας επικοινωνίας. Δεν προσδιορίζει τα πρωτόκολλα απλά συμπεριλαμβάνει τα ισχύοντα standards. Για αυτό κάθε επίπεδο μπορεί να περιέχει πλάι-πλάι διαφορετικά πρωτόκολλα ή standards. Έτσι το επίπεδο 1 συμπεριλαμβάνει τα standards RS 232 (Ethernet). Μια συσκευή που λειτουργεί σύμφωνα με τα standards του ISO/OSI δεν είναι λοιπόν ικανή να επικοινωνήσει με άλλη συσκευή, η οποία και αυτή δεν σύμφωνα με τα πρότυπα.

2.2.1 Κατανεμητής (hub)

Το hub είναι μια δικτυακή συσκευή που εξασφαλίζει την διασύνδεση πολλών υπολογιστών δημιουργώντας ένα δίκτυο. Είναι ένα μικρό τετράγωνο κουτί που τροφοδοτείται με τάση τροφοδοσίας 230V. Οι υπολογιστές μπορούν να επικοινωνούν απευθείας ο ένας με τον άλλον μέσω αυτού του δικτύου.

Περιλαμβάνει μια σειρά από θύρες στις οποίες τοποθετούνται τα καλώδια του δικτύου. Μικρά hub μπορούν να εξυπηρετήσουν έως και τέσσερις υπολογιστές. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει έξτρα θύρα για τη διασύνδεση hub μεταξύ τους. Μεγαλύτερα hub μπορούν να έχουν από 8-24 θύρες. Το πιο συνηθισμένο είδος hub είναι το Ethernet hub.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των hub είναι το χαμηλό κόστος τους. Το μεγάλο μειονέκτημα των είναι ότι όταν αυξάνεται η κίνηση στο δίκτυο, δημιουργούνται πολλά collisions (συγκρούσεις πακέτων). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλή πραγματική ταχύτητα καθώς και τον μικρό βαθμό εξυπηρέτησης.

2.2.2 Δρομολογητής (Router)

Ως router θεωρούμε ένα ειδικού σκοπού υπολογιστή ο οποίος κατευθύνει τα πακέτα δεδομένων στο δίκτυο. Είναι συσκευές που μπορούν να ανιχνεύσουν εάν μέρος του δικτύου δεν λειτουργεί ή βρίσκεται σε συμφόρηση και να επανακατευθύνουν την πληροφορία.

Οι routers επιτρέπουν την διασύνδεση δικτύων με διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ο router είναι η μόνη συσκευή που ουσιαστικά βλέπει κάθε μήνυμα που αποστέλλεται και από τις δύο πλευρές του δικτύου. Διασφαλίζει ότι η πληροφορία θα φτάσει στον προορισμό της και απαγορεύει την πρόσβαση από το ένα δίκτυο στο άλλο, απαγορεύοντας μη αναγκαία πληροφορία να μεταφέρεται από δίκτυο σε δίκτυο. Οι routers συνδέουν πολλαπλά δίκτυα LAN και έχει πρόσβαση στις network addresses.

2.2.3 Γέφυρα (Bridge)

Οι γέφυρες είναι ηλεκτρονικές συσκευές που υλοποιούν τη διασύνδεση - επικοινωνία μεταξύ τοπικών δικτύων υπολογιστών. Όταν πρωτοεμφανίστηκαν συνέδεαν μόνο ομοειδή δίκτυα, ενώ

αργότερα εμφανίστηκαν γέφυρες με δυνατότητα σύνδεσης και μεταξύ ετερογενών δικτύων. Οι σημερινές γέφυρες έχουν επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως δυνατότητα φιλτραρίσματος και υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μεταξύ των δικτύων που συνδέουν. Με το πέρασμα των χρόνων η δυνατότητα γεφύρωσης ενσωματώθηκε στους δρομολογητές (routers). Γενικά, μία γέφυρα είναι ένας router (δρομολογητής) ο οποίος έχει διαμορφωθεί ώστε να γεφυρώνει δύο δίκτυα στο Επίπεδο 2 του OSI, αντί για το Επίπεδο 3 στο οποίο λειτουργούν συνήθως οι routers. [<https://el.wikipedia.org/wiki>]

2.2.4 Πύλη (Gateway)

Χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση τοπικών δικτύων σε επίπεδο υψηλότερο του τρίτου επιπέδου δικτύου του μοντέλου OSI. Οι gateway αποτελούνται από software μετατροπής πρωτοκόλλων ικανού να επεξεργαστεί την πληροφορία με τρόπο που να γίνεται κατανοητή από τον παραλήπτη. Αυτό σημαίνει πως οι πύλες μπορούν και διασύνδεουν διαφορετικά τμήματα δικτύων (π.χ. δίκτυο οπτικών ινών με δίκτυο ομοαξονικού καλωδίου). Αντίστοιχες δυνατότητες έχουν, βέβαια, και όλοι οι σύγχρονοι δρομολογητές. Παρ' όλο που αυτό θεωρείται μεγάλο πλεονέκτημα, οι gateway είναι πολύ αργές συσκευές στην μετάδοση δεδομένων.

2.2.5 Μεταγωγέας (Switch)

Ο switch είναι μια μικρή συσκευή που επιτυγχάνει διασύνδεση υπολογιστών σε χαμηλό επίπεδο. Τεχνικά, οι switches λειτουργούν στο επίπεδο 2 (Data Layer) του OSI Model. Τα Switches είναι σχεδόν όμοια εξωτερικά με τα Hubs, ο τρόπος λειτουργίας τους όμως είναι πολύ πιο έξυπνος. Το Switch όταν τοποθετείται σε ένα LAN και προγραμματίζεται, καταχωρεί τις MAC Address των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι στις πόρτες του, σε ένα πίνακα. Όταν ένας από τους χρήστες ζητήσει να στείλει ένα πακέτο σε έναν άλλο, το Switch ελέγχει τον πίνακα αυτό, βρίσκει ποιος είναι ο παραλήπτης, την πόρτα στην οποία είναι συνδεδεμένος και αποστέλλει το πακέτο μόνο σε αυτόν. Έτσι, σε μια δεδομένη στιγμή, μπορούν να επικοινωνούν ταυτόχρονα περισσότεροι από δύο χρήστες.

2.2.6 Επαναλήπτης (Repeater)

Οι επαναλήπτες (repeaters) χρησιμοποιούνται όταν η καλωδίωση του δικτύου γίνει πολύ μεγάλη, δυσχεραίνοντας την μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των σταθμών εργασίας. Είναι δηλαδή απλοί ενισχυτές του σήματος. Οι συσκευές αυτές έχουν να κάνουν, προφανώς, με το πρώτο επίπεδο του μοντέλου του OSI

2.3. Τα πρότυπα επικοινωνίας

Το κατώτερο επίπεδο των συστημάτων στη βιομηχανία είναι το επίπεδο πεδίου (field level). Σε αυτό βρίσκονται κάποιες απλές συσκευές όπως αισθητήρες, βαλβίδες, ρελέ, τελεστές κτλ. Ο ρόλος τους είναι να μεταφέρουν δεδομένα ανάμεσα στο παραγόμενο προϊόν και στη διεργασία. Τα δεδομένα μπορεί να είναι είτε σε δυαδική μορφή (0 ή 1) ή σε αναλογική. Για την επικοινωνία σε αυτό το επίπεδο, χρησιμοποιούνται παράλληλα, πολύκλινα καλώδια και πρότυπα μεταφοράς σήματος ρεύματος 20mA.. Τα πρότυπα σειριακής επικοινωνίας όπως τα RS232C, RS422, και RS485 είναι τα συνηθέστερα για αυτό το σκοπό μαζί με το πρότυπο παράλληλης επικοινωνίας IEEE488. Αυτές οι από-σημείο-σε-σημείο (point-to-point) μέθοδοι επικοινωνίας αναπτύχθηκαν για να αντιμετωπίσουν το υψηλό κόστος της καλωδίωσης και για να παρέχουν υψηλής ποιότητας και ασφαλή μεταφορά δεδομένων. Επειδή στο χώρο των βιομηχανικών διεργασιών «ο χρόνος είναι χρήμα», οι εφαρμογές σε αυτό το επίπεδο απαιτούν τη λειτουργία κυκλικής μεταφοράς δεδομένων που αναμεταδίδει τη πληροφορία σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η αναπαράσταση των δεδομένων, είναι για να είναι χαμηλός και ο χρόνος μεταφοράς αυτών στο δίκτυο. Στο αμέσως ανώτερο επίπεδο, το επίπεδο κελιού (cell level), η ροή της πληροφορίας αποτελείται από την φόρτωση των προγραμμάτων, τη παραμετροποίηση και τα δεδομένα. Εδώ γίνεται η επικοινωνία των βιομηχανικών ελεγκτών (PLC), των ρομποτικών βραχιόνων ή CNC με υπολογιστή. Στο επίπεδο αυτό έχουν προταθεί και χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία πολλές λύσεις.

2.3.1 Το πρότυπο RS232

Στις τηλεπικοινωνίες, το πρότυπο RS-232 χρησιμοποιείται για την σειριακή διασύνδεση μεταξύ ενός DTE (Data terminal equipment) και ενός DCE (Data Circuitterminating Equipment). Χρησιμοποιείται ευρέως στις σειριακές θύρες των υπολογιστών. Στο πρότυπο αυτό, τα δεδομένα μεταδίδονται σαν μία χρονική σειρά από bit. Υπάρχουν ξεχωριστά κυκλώματα και για τα εισερχόμενα και για τα εξερχόμενα δεδομένα, άρα είναι μία αμφίδρομη επικοινωνία.

Το πρότυπο καθορίζει, τα χαρακτηριστικά ηλεκτρικού σήματος όπως τα επίπεδα ηλεκτρικών τάσεων, το ρυθμό σηματοδότησης, τα σήματα χρονισμού και ρυθμού εναλλαγής λογικών επιπέδων (0 και 1), τη συμπεριφορά σε βραχυκύκλωμα και το μέγιστο μήκος καλωδίου. Το πρότυπο δεν καθορίζει κωδικοποίηση χαρακτήρων (για παράδειγμα, ASCII, Baudot ή EBCDIC), τη διαμόρφωση των χαρακτήρων στη ροή δεδομένων (μπιτ ανά χαρακτήρα, μπιτ έναρξης/διακοπής, ισοτιμία), τα πρωτόκολλα για εντοπισμό σφαλμάτων ή αλγόριθμους για συμπίεση δεδομένων, ρυθμούς μπιτ για μετάδοση αν και το πρότυπο αναφέρει ότι προορίζεται για ρυθμούς μπιτ μικρότερους από 20.000 μπιτ ανά δευτερόλεπτο. Πολλές μοντέρνες συσκευές υποστηρίζουν ταχύτητες 115.200 bps και άνω, τροφοδοσία ρεύματος σε εξωτερικές συσκευές.

2.3.2 Το πρότυπο RS422

Είναι ένα πρότυπο που η μετάδοση των δεδομένων γίνεται με χρήση διαφορικής σηματοδότησης, με τερματικές ή όχι γραμμές μετάδοσης, από σημείο σε σημείο (point-to-point) ή multi-drop. Σε αντίθεση με το πρότυπο RS485, που θα δούμε αμέσως μετά, αυτό δεν επιτρέπει πολλαπλούς πομπούς παρά μόνο πολλαπλούς δέκτες (μέχρι 10). Το μέγιστο μήκος καλωδίου είναι 1200m. Οι μέγιστοι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων είναι 10 Mbit/s στα 1.2m ή 100 Kbit/s στα 1200m. Μετά τα 1200m, το σήμα εξασθενεί κάνοντας έτσι δύσκολη την επικοινωνία.

2.3.3 Το πρότυπο RS485

Είναι ένας καθορισμός ηλεκτρικών σημάτων του φυσικού επιπέδου του μοντέλου OSI5 με δύο αγωγούς που επιτυγχάνουν μονόδρομη, πολλαπλών σημείων σειριακή διασύνδεση. Η πολλαπλών σημείων διασύνδεση σημαίνει ότι πολλοί πομποί μπορούν να συνδεθούν σε πολλούς δέκτες. Όπως και το RS422, το πρότυπο RS485 χρησιμοποιεί διαφορική σηματοδότηση, δηλαδή η διαφορά των τάσεων στα δύο καλώδια είναι αυτή που μεταφέρει τα δεδομένα. Η διασύνδεση RS485 επιτρέπει τον σχηματισμό φθηνών τοπικών δικτύων και συνδέσεων πολλαπλών σημείων. Προσφέρει υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων (35 Mbit/s για μέχρι 10m και 100 Kbit/s για έως 1200m). Σε αντίθεση με το RS422, οι συσκευές που συνδέονται με RS485 πρέπει να τοποθετούνται σε λειτουργία μετάδοσης, στέλνοντας ένα ειδικό σήμα στη συσκευή. Αυτό επιτρέπει στο RS485 να υλοποιεί γραμμικές τοπολογίες χρησιμοποιώντας μόνο 2 καλώδια. Οι προτεινόμενες τοπολογίες είναι ως μία διασυνδεδεμένη σειρά point-to-point κόμβων ή bus τοπολογία και όχι τοπολογίες αστέρα ή δακτυλίου. Η χρήση αυτού του προτύπου απαιτεί την χρήση αντιστάσεων τερματισμού μεταξύ των δύο καλωδίων προκειμένου να μην υπάρξει απώλεια δεδομένων. Οι αντιστάσεις αυτές επίσης μειώνουν τον ηλεκτρονικό θόρυβο. Το ότι είναι πολύ ανθεκτικό σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και γενικά σε θόρυβο, το κάνει ιδανικό για χρήση σε βιομηχανικούς χώρους.

2.3.4 Το πρότυπο IEEE488

Είναι πρότυπο ψηφιακής επικοινωνίας που αναπτύχθηκε από την εταιρία H-P που επιτρέπει έως και σε 15 συσκευές να μοιράζονται έναν παράλληλο ηλεκτρικό δίαυλο (bus) των 8 bits με συνδέσεις «αλυσιδωτής μαργαρίτας». Η πιο αργή συσκευή είναι αυτή που καθορίζει τα handshakes (έλεγχο ροής) της μετάδοσης δεδομένων. Ο μέγιστος τυπικός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων φτάνει το 1 Mbyte/sec και περίπου 8 Mbyte/sec σε κάποιες παραλλαγές του IEEE-488. Ο δίαυλος σε αυτό το πρότυπο αποτελείται από 16 αγωγούς σημάτων, 8 αμφίδρομους για δεδομένα, 3 για handshake και 5 για διαχείριση διαύλου. Οι άλλοι 8 χρησιμοποιούνται για τη γείωση / επιστροφή του σήματος. Μέγιστο μήκος καλωδίου είναι τα 20m. Το πρότυπο σπάνια χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εφαρμογές.

2.4. Τα διάφορα είδη δικτύων

2.4.1 Το δίκτυο Ethernet και WLAN

Το Ethernet είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο πρότυπο δίκτυο υπολογιστών ενσύρματης τοπικής δικτύωσης υπολογιστών. Αντιθέτως, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα WLAN συνήθως αποτελούν δίκτυα κανονικών υπολογιστών (κατ' ελάχιστον PDA) με δυνατότητα ενσωμάτωσης σε ευρύτερα (ενσύρματα ή ασύρματα) WAN. Τα WLAN λειτουργούν με ένα από τα τρία ακόλουθα φυσικά μέσα: υπέρυθρες ακτίνες, μικροκύματα με διασπορά φάσματος, μικροκύματα με στενή ζώνη. Οι διαφορές αυτών των δύο δικτύων είναι λίγες με κυριότερη και πιο προφανή την ασύρματη επικοινωνία του ενός. Χρονολογικά πρώτα υπήρξε το Ethernet και μετά το Wi-Fi. Η ιστορία του Ethernet ξεκινάει περίπου το 1973 στην εταιρία Xerox όπου ο ερευνητής Bob Metcalfe σχεδίασε και δοκίμασε το πρώτο δίκτυο Ethernet με αφορμή την προσπάθεια σύνδεσης ενός εκτυπωτή με τον υπολογιστή του. Αμέσως κατάλαβε και επιδίωξε την πιστοποίηση του τρόπου επικοινωνίας που ανέπτυξε και έτσι προσπάθησε να περάσει την ιδέα του στην IEEE. Η πρώτη επίσημη επικύρωση και δημοσίευση του πρωτοκόλλου IEEE 802.3 έγινε το 1985 για το ευρύ κοινό. Έκτοτε η επέκταση του και η αναβάθμισή του συνεχίζει μέχρι και σήμερα πλέον με το 10 Gigabit Ethernet να χρησιμοποιείται σε εφαρμογές μεγάλων απαιτήσεων μεταφοράς όγκου δεδομένων που αγγίζει τα 10Gbps.

Το 1991 στο Nieuwegein της Ολλανδίας έμελε να γίνει η αρχή του γνωστού σε όλους μας Wi-Fi. Ξεκίνησε ως μια προσπάθεια της NCR Corporation (National Cash Register) να δημιουργήσει ένα ασύρματο ταμειακό δίκτυο. Τα πρώτα ασύρματα προϊόντα βγήκαν στην αγορά με την ονομασία WaveLAN και είχαν ταχύτητες της τάξης του 1 έως 2 Mbit/s. Αργότερα και με επικεφαλή τον Vic Hayes, τον αποκαλούμενο πατέρα του Wi-Fi, το πρωτόκολλο IEEE 802.11 σχεδιάστηκε και επικυρώθηκε. Αργότερα η ίδρυση της Wi-Fi Alliance το 1999 ήρθε για να δώσει επικύρωση στα διεθνή πρότυπα Wi-Fi. Μερικά από αυτά είναι όπως: το εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που θα καλύπτει θα είναι από 2.4, 3.6, 4.8, 5.0GHz.

Μια μεγάλη διαφορά του LAN και το WLAN είναι η ύπαρξη Hotspot. Σε αντίθεση με το WLAN, το LAN είναι προσβάσιμο σε οποιονδήποτε έχει την δυνατότητα ενσύρματης σύνδεσης με τον κεντρικό αγωγό (είτε μιλάμε για bus type είτε για ring type συνδεσμολογίες). Έτσι στα δίκτυα WLAN μπήκε ο όρος Hotspot.

Ως Hotspot αποκαλούμε το σημείο στο οποίο οι συσκευές έχουν πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο. Ο όρος συνήθως χρησιμοποιείται στα δημόσια δίκτυα σε αεροδρόμια ή καφετέριες αλλά δεν διαφέρει και στην περίπτωση δημιουργίας Hotspot σε ένα εργοστάσιο ή βιοτεχνία. Ένας από τους λόγους που προέκυψε αυτή η διαφοροποίηση είναι τα θέματα εμβέλειας του πομπού και του δέκτη. Το εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που χρησιμοποιούν τα Router Wi-Fi είναι ο κυριότερος παράγοντας περιορισμού της εμβέλειας του σήματος με αυτό να μην υπερβαίνει τα 20

μέτρα σε ελεύθερο χώρο. Για τον λόγο αυτό στις εγκαταστάσεις που η ανάγκη μεταφοράς του σήματος υπερβαίνει τα όρια χρησιμοποιούνται αναμεταδότες σημάτων.

2.4.2 Το δίκτυο GSM

Εκτός των ενσύρματων δικτύων υπάρχουν και αναρίθμητα ασύρματα δίκτυα. Ένα από αυτά είναι το GSM. Το Global System for Mobile Communications (GSM) είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο ETSI (European Telecommunications Standards Institute) το 1982 άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM). Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων. Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WIND Hellas (πρώην TIM ή TELESTET), η οποία έκανε την πρώτη της κλήση στην Ελλάδα τον Ιούνιο του ίδιου έτους. Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλεύόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων.

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη.

Πρώτον τον Κινητό Σταθμό (Mobile Station). Έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα SIM. Ένα παράδειγμα κινητής συσκευής τέτοιου είδους είναι τα κινητά τηλέφωνα τα οποία χρησιμοποιούμε. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2 Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W. Οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.

Δεύτερον το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (Base Station Subsystem) διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μια γεωγραφική περιοχή όπου καλύπτεται από ένα σύνολο κεραιών διαφόρων μεγεθών σε σειρά σαν αυτούς που φαίνονται σε λόφους, ταράτσες πολυκατοικιών, εταιριών, σχολείων, οργανισμών κτλ. και κάθε τέτοια κεραία εξυπηρετεί και από μια κυψέλη. Το BSS χωρίζεται στο βασικό σταθμό πομπό-δέκτη Base Transceiver Station (BTS) και στο βασικό σταθμό ελέγχου Base Station Controller (BSC). Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BTS) φροντίζει την επικοινωνία μεταξύ του δικτύου GSM και του κινητού σταθμού. Ένα BTS μπορεί να ελέγχει μια ή περισσότερες κεραιές. Η ισχύς των κεραιών σε ένα BTS μπορεί είναι 40W έως 500W. Όταν ένας χρήστης Α θέλει να πραγματοποιήσει μια κλήση σε έναν άλλο συνδρομητή Β, ο σταθμός βάσης μεταβιβάζει το σήμα

με το αίτημά του Α για αναζήτηση και εντοπισμό του άλλου συνδρομητή Β στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο της εταιρείας του Α. Το κέντρο της εταιρείας εντοπίζει την κυψέλη στην οποία βρίσκεται ο Β και στέλνει το σήμα στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Από εκεί, πάλι με τη χρήση των διαθέσιμων συχνοτήτων, στέλνεται το σήμα στο κινητό του Β κι έτσι μπορεί να επικοινωνήσει μαζί του ο Α. Το πεδίο μιας GSM κεραίας ενός σταθμού βάσης ή κινητής μονάδας, είναι παλμικό με κανάλια διάρκειας 4,616 ή 9,232 msec το καθένα, που είναι χωρισμένα σε 8 ή 16 διαστήματα-χρονοθυρίδες, διάρκειας 0,577 msec η καθεμία (8X0,577 ή 16X0,577). Κάθε χρήστης χρησιμοποιεί για μια τηλεφωνική κλήση από μια χρονοθυρίδα άρα ένα κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι και από 8 ή 16 συνδρομητές. Οι 8 ή 16 χρονοθυρίδες που χωρίζονται σε ένα κανάλι αποκαλούνται πλαίσιο TDMA ενώ κάθε χρονοθυρίδα αντιστοιχεί σε 156 bits. Το BSC (Base Station Controller - Βασικός Σταθμός Ελέγχου) ελέγχει τα σήματα παίρνοντας τα από ένα ή περισσότερα BTS ενώ εκχωρεί και απελευθερώνει κανάλια. Τα σήματα που λαμβάνει τα κατευθύνει στο Mobile Switching Centre ("MSC") και όταν χρειάζεται μετατρέπει τα 16kbps φωνής που είναι στην κινητή τηλεφωνία σε 64kbps που χρησιμοποιείται στην σταθερή τηλεφωνία.

Και τρίτον το υποσύστημα Δικτύου Μεταγωγής (NNS – Network Switching Subsystem) που αποτελείται από το Κέντρο Διαμονής (Mobile Switching Center) που είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση, τον έλεγχο και την δρομολόγηση εισερχόμενων και εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων. Όταν ένα MSC συνδέεται με ένα δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας θα πρέπει να δέχεται 64kbps φωνής, όταν όμως ο MSC συνδέεται με ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τότε θα πρέπει να γνωρίζει που βρίσκεται εκείνη τη δεδομένη χρονική στιγμή ο χρήστης, το οποίο επιτυγχάνεται με την βοήθεια καταχωρητών VLR (Visitor Locator Register), Home Locator Register (HLR). Ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης έχει μια Βάση Δεδομένων που κρατά στοιχεία προφίλ ενός συνδρομητή και πληροφορίες για την τρέχουσα θέση του. Η εμβέλεια του κάθε τέτοιου κέντρου είναι σε τοπικό επίπεδο. Έτσι π.χ. όταν ένας συνδρομητής βρίσκεται στο Διακοπτό τότε το HLR του χρήστη είναι το "HLR Διακοπτού". Επίσης σε μια πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από ένα τοπικά κέντρα εγγραφής π.χ. το Χαλάνδρι. Όταν ο συνδρομητής βγει από τα όρια της τοπικής περιοχής που καλύπτει το HLR δηλαδή είναι πολύ μακριά από το σπίτι του τότε αναλαμβάνει τον χρήστη ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης (VLR), ο οποίος έχει μια βάση δεδομένων, που συγκρατεί προσωρινά δεδομένα καθώς και την τρέχουσα θέση του, αναλαμβάνοντας τις κλήσεις του καλύτερα κατά τις ώρες αιχμής στο κέντρο της πόλης. Το κέντρο πιστοποίησης Authentication Centre ("AuC") έγκειται στη διαχείριση δεδομένων για την πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη.

Παραδείγματα χρήσης τέτοιου είδους συνδέσεως είναι τα modem της eWON που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως η δυνατότητα επικοινωνίας με σύστημα κινητής τηλεφωνίας

(GSM). Δηλαδή μπορεί ο χρήστης να επικοινωνήσει με το eWON έχοντας μόνο μια κάρτα SIM. Αυτή η δυνατότητα εξυπηρετεί στον εξ αποστάσεως χειρισμό μιας μονάδας χωρίς να είναι αναγκαία η σύνδεση στο τοπικό δίκτυο αλλά η χρήση κεντρικού υπολογιστή ή απομακρυσμένου υπολογιστή. Η χρήση μιας συσκευής smartphone κάνει ακόμη πιο εύκολη την χρήση του αυτοματισμού χάρη στις μεγάλες οθόνες και το εύκολο interface που έχουν.

Πηγή [https://el.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications]

2.4.3 Το εργοστασιακό δίκτυο

Το εργοστασιακό δίκτυο (Industrial Ethernet – IE) αναφέρεται στην χρήση του ηλεκτρονικού τρόπου επικοινωνίας μεταξύ των μηχανημάτων και εξαρτημάτων σε ένα εργοστασιακό περιβάλλον. Παλιότερα με την χρήση των κλασικών εγκαταστάσεων η επικοινωνία όλων αυτών γινόταν από τα τυπικά χάλκινα καλώδια. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη χιλιάδων καλωδίων. Η μετάβαση σε αυτό το δίκτυο άργησε λόγω της επιφυλακτικότητας των κατασκευαστών αλλά γρήγορα έδειξε τα πλεονεκτήματά της τα οποία είναι:

1. Μειωμένο χρόνο Υλοποίησης. Από την στιγμή δηλαδή που θα δοθεί η παραγγελία για κατασκευή της εγκατάστασης μέχρι και την στιγμή που θα ξεκινήσει η λειτουργία της.
2. Κατοχή πληροφοριών. Με την ηλεκτρονική μετάδοση των πληροφοριών και τα συστήματα εποπτείας και ελέγχου των επικοινωνιών είναι πιο εύκολη η επιτήρηση και έλεγχος της λειτουργίας της όλης εγκατάστασης.
3. Αυξημένη ασφάλεια. Η δυνατότητα επίλυσης των προβλημάτων και εύρεσης τους είναι μεγαλύτερη και έτσι αυξάνεται η αποτελεσματικότητα επιδιόρθωσης ενός σφάλματος αλλά και ο εντοπισμός του.
4. Η αύξηση στις δυνατότητες εγκατάστασης περισσότερων και πιο σύνθετων επιλογών στην εγκατάσταση.

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση πρέπει να σχεδιάζονται για να λειτουργούν σε δύσκολα περιβάλλοντα με μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασιών, υγρασίας και κραδασμών που υπερβαίνουν τις αντοχές των τυπικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα. Καθώς τα IE συστήματα χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο με τα συστήματα Ethernet σε ένα περιβάλλον γραφείου, ο εξοπλισμός πρέπει να ταιριάζει με το περιβάλλον στο οποίο θα λειτουργεί.

Τα PLC επικοινωνούν χρησιμοποιώντας διάφορα από τα ανοιχτά ή κλειστά πρωτόκολλα επικοινωνίας, τα λεγόμενα FieldBus όπως το Profibus, Modbus, ControlNet, CANopen, DeviceNET ή FOUNDATION FieldBus. Πρωτόκολλα όπως το Profibus και το Sinec H1 χρησιμοποιήθηκαν από μεγάλες εταιρίες κατασκευής PLC όπως είναι η Siemens. Περαιτέρω ανάλυση ορισμένων από τα παραπάνω δίκτυα θα δοθεί παρακάτω.

Η χρήση διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας των PLC είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας επικοινωνίας μέχρι από 9.6Kbit/s με θύρα επικοινωνίας RS-232 έως και 1 Gbit/s με χρήση του πρωτοκόλλου Gigabit Ethernet μέσω UTP Cat5e/Cat6 καλώδια ή οπτικών ινών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόστασης επικοινωνίας αλλά και την χρήση στάνταρ καλωδίων, διακοπών, σημείων πρόσβασης και διακομιστών. Ακόμη παρέχει την δυνατότητα σύνδεσης πάνω από δύο κόμβων στο δίκτυο το οποίο γίνεται μόνο με την θύρα επικοινωνίας RS-485 και όχι με την RS-232.

Οι δυσκολίες όμως που προέκυψαν κατά την χρήση του IEC ήταν ότι το ελάχιστο μέγεθος προς μεταφορά σε ένα Ethernet είναι 64 bytes, την στιγμή που τα τυπικά εργοστασιακά μεγέθη δεν ξεπερνούν τα 8 bytes. Αυτό το πρωτόκολλο επηρέασε την αποδοτικότητα των μεταφορών δεδομένων. Ακόμη η χρήση πρωτοκόλλων TCP δυσκολεύει και αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος.

2.4.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας FieldBus

Με τον όρο FieldBus αναφερόμαστε στην <<οικογένεια>> των εργοστασιακών πρωτοκόλλων δικτύου τα οποία χρησιμοποιούνται για την εξ αποστάσεως, σε πραγματικό χρόνο επικοινωνία, χαρακτηρισμένα από το IEC 61158. Σε αυτήν την ιεραρχία, υπάρχει συνήθως μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής Human Machine Interface (HMI) στην κορυφή, όπου ένας χειριστής μπορεί να παρακολουθεί ή να λειτουργήσει το σύστημα. Αυτό συνήθως συνδέεται με ένα μεσαίο στρώμα των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC) μέσω ενός όχι πραγματικού χρόνου συστήματος (π.χ. Ethernet). Στο κάτω μέρος της αλυσίδας ελέγχου είναι η fieldbus που συνδέει τα PLC με τα στοιχεία που πραγματικά κάνουν τη δουλειά, όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές, ηλεκτρικοί κινητήρες, φώτα της κονσόλας, διακόπτες, βαλβίδες και διακόπτες.

Το είναι ένα βιομηχανικό δίκτυο με καταναμημένο έλεγχο σε πραγματικό χρόνο. Είναι ένας τρόπος για να επιτευχθεί σύνδεση μέσα σε ένα εργοστάσιο παραγωγής. Η τοπολογία του Fieldbus είναι συνήθως μαργαρίτα αλυσίδα (daisy-chain), αστέρα (star), δακτυλίου (ring), και δέντρου. Στο παρελθόν, οι υπολογιστές συνδεόταν χρησιμοποιώντας RS-232 (σειριακή συνδέση) με την οποία μόνο δύο συσκευές μπορούν να επικοινωνούν.

Το Fieldbus είναι ένα ψηφιακό, αμφίδρομο, σειριακής επικοινωνίας και multidrop δίκτυο, σχεδιασμένο να αντικαταστήσει το πατροπαράδοτο σύστημα αναλογικούσήματος 4-20mA (παλαιότερα, το σήμα ήταν αναλογικό και κυμαινόταν ανάμεσα στις τιμές 4-20mA για να αναπαραστήσει το 0% και το 100% αντίστοιχα). Είναι αυτό που αναλαμβάνει να συνδέσει τις συσκευές χαμηλότερου επιπέδου (field devices). Οι συσκευές αυτές, πρέπει να πούμε, ότι είναι ως ένα βαθμό «έξυπνες», διαθέτουν μία στοιχειώδη υπολογιστική ισχύ για να επιτελέσουν κάποιες βασικές λειτουργίες. Το δίκτυο Fieldbus είναι αυτό που τους επιτρέπει να επικοινωνούν μεταξύ

τους αλλά και με τον κεντρικό υπολογιστή ελέγχου. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι συσκευές που επικοινωνούν μέσω διαύλου απαιτούν μικροεπεξεργαστή, τα πολλαπλά σημεία παρέχονται συνήθως από την ίδια συσκευή. Ορισμένες συσκευές fieldbus υποστηρίζουν τώρα τα συστήματα ελέγχου, όπως PID έλεγχο από την πλευρά της συσκευής αντί να αναγκάζουν τον ελεγκτή να κάνει την επεξεργασία.

Τα πρότυπα του Fieldbus Το fieldbus είναι ένα γενικότερο πρωτόκολλο στο οποίο ανήκουν κάποια εξειδικευμένα πρότυπα (standards). Σήμερα, στη βιομηχανία χρησιμοποιείται μία πλειάδα τέτοιων. Μερικά από τα πιο διαδεδομένα είναι:

- Το AS-Interface (επίσης γνωστό και ως AS-i), είναι το απλούστερο πρότυπο βιομηχανικής δικτύωσης που χρησιμοποιείται σε ελεγκτές PLC, DCS (διανεμημένα συστήματα ελέγχου) και βασισμένα σε H/Y συστήματα αυτοματισμού. Σχεδιάστηκε (κυρίως για τα χαμηλότερα επίπεδα του βιομηχανικού αυτοματισμού) για να συνδέει δυαδικές συσκευές, όπως οι τελεστές και οι αισθητήρες, σε εφαρμογές διεργασιών χρησιμοποιώντας ένα διπλό καλώδιο. Μέσω αυτού του καλωδίου, μεταφέρει δεδομένα και ηλεκτρικό ρεύμα για μία μέγιστη απόσταση 100 μέτρων. Με χρήση επαναληπτών, αυτή η απόσταση μπορεί να αυξηθεί μέχρι τα 200 μέτρα. Το δίκτυο επιτρέπει μέχρι και 31 συσκευές slave. Οι συνδεδεμένοι slaves «ερωτώνται» με τη σειρά από τη συσκευή master (master μπορεί να είναι ένας ελεγκτής PLC ή ένας H/Y). Ένα «φορτωμένο» δίκτυο προσφέρει μέγιστη χρονική απόκριση της τάξης των 5ms ανά I/O συσκευή. Λιγότερες συσκευές στο δίκτυο σημαίνει και γρηγορότεροι κύκλοι (cycle times).
- Το CAN σχεδιάστηκε για να είναι πολύ ανθεκτικό σε περιβάλλοντα με έντονο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Αν χρησιμοποιηθεί συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, μπορεί να επιτευχθεί ακόμη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Σήμερα βρίσκεται σε χρήση σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές ελέγχου. Τα μηνύματα που στέλνονται μέσα από αυτό το δίκτυο είναι μικρά (8 bytes δεδομένων το πολύ) αλλά προστατεύονται από ένα CRC-15 αλγόριθμο αντιμετώπισης σφαλμάτων. Αυτός εγγυάται ότι μέχρι και 5 «χαλασμένα» bits σε μία σειρά θα ανιχνευθούν από κάθε κόμβο στο δίκτυο. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (bitrate) φτάνει το 1 Mbit/s για μήκος δικτύου έως 40m. Το δίκτυο υλοποιεί ένα αλγόριθμο προτεραιότητας. Ένα CAN μήνυμα υψηλής προτεραιότητας, για παράδειγμα, θα «καταλάβει» το δίκτυο και κάποιος κόμβος ο οποίος θα θέλει να στείλει μήνυμα χαμηλής προτεραιότητας θα το αισθανθεί αυτό, θα σταματήσει τη μετάδοση και θα περιμένει. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση «κυρίαρχων» και «υποτελών» bits.

- Το DeviceNet χρησιμοποιεί το πρότυπο CAN σαν κορμό του. Πρόκειται για ένα σύστημα fieldbus των 8 bytes που στοχεύει σε μεσαίας κατηγορίας βιομηχανικό έλεγχο που συνδέει συνήθως συσκευές όπως αισθητήρες, διακόπτες, σαρωτές barcode κ.α. Το μεγάλο πλεονέκτημα με το DeviceNet είναι ότι πραγματοποιεί τη σύνδεση συσκευών με ένα και μόνο καλώδιο. Αυτό το καλώδιο περιλαμβάνει μέσα του 4 μικρότερα. Ένα για την ηλεκτρική τάση, ένα για τη γείωση και άλλα δύο για τα δεδομένα ελέγχου. Γύρω γύρω από αυτά τα καλώδια, υπάρχει ειδική θωράκιση για προστασία απο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο.
- Το EtherCAT. Είναι ένα γρήγορο, πραγματικού χρόνου master/slave δίκτυο που είναι βασισμένο στο Ethernet. Με το EtherCAT, το πακέτο/πλαίσιο του Ethernet δε λαμβάνεται πλέον, έπειτα μεταφράζεται και μεταφέρεται σαν δεδομένα διεργασίας σε κάθε κόμβο. Οι συσκευές slave στο EtherCAT διαβάζουν τα δεδομένα που απευθύνονται σε αυτές όσο το «μήνυμα» περνά διαμέσω τους. Παρομοίως, δεδομένα εισόδου από τη συσκευή περνάνε στο μήνυμα με τον ίδιο τρόπο. Το πρωτόκολλο του EtherCAT είναι σχεδιασμένο ειδικά για μεταφορά δεδομένων διεργασιών και μεταφέρεται απευθείας μέσα στο πλαίσιο του προτύπου του Ethernet IEEE 802.3. Για ενσωμάτωση ήδη προυπαρχόντων προτύπων fieldbus (π.χ. DeviceNet, Profibus) σε δίκτυα EtherCAT, διατίθενται ειδικές συσκευές (πύλες / gateways). Επίσης, άλλα πρωτόκολλα βασισμένα στο EtherNet μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με το EtherCAT. Το δίκτυο EtherCAT είναι πλήρως «διαφανές» για τη συσκευή Ethernet, χωρίς να βλάπτονται τα χαρακτηριστικά real-time του δικτύου, δηλαδή η απόκριση σε πραγματικό χρόνο. Όλες λοιπόν οι εφαρμογές διαδικτύου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο περιβάλλον του EtherCAT, όπως ο ενσωματωμένος web server, e-mail, FTP κλπ.
- PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification) που χρησιμοποιείται, βασισμένο στο μοντέλο Client-Server, για την επικοινωνία συσκευών αυτοματισμού.
- PROFIBUS-DP (Decentralised Periphery) που χρησιμοποιείται για γρήγορη, κυκλική διακίνηση δεδομένων μεταξύ των field devices και για διασύνδεση των field devices σε μία συσκευή ελέγχου. Επικοινωνεί στα 93.75 Kbps ή λιγότερα σε απόσταση 1200 μέτρων. Φτάνει μέχρι και τα 12 Mbps αλλά στη μικρή απόσταση των 100 μέτρων. Αποτελεί την ιδανική λύση για απαιτητικά «γρήγορες εφαρμογές», αφού απαιτείται λιγότερο από 2ms για τη μετάδοση δεδομένων 1Kbyte. Αυτό το πρωτόκολλο επικοινωνεί με κυκλική διακίνηση πληροφορίας. Κάθε συσκευή πεδίου ανταλλάσει δεδομένα εισόδου και εξόδου με τον

master κάθε τακτά χρονικά διαστήματα, που καλείται cycle time. Η επικοινωνία είναι ομότιμων κόμβων (peer-to-peer), multi-cast ή κυκλική master/slave με χρήση token.

- PROFIBUS-PA (Process Automation) που χρησιμοποιείται για τον παραπάνω σκοπό, αυτό όμως επιτρέπει την ασφαλή μετάδοση δεδομένων και ηλεκτρικού ρεύματος στη γραμμή. Επικοινωνεί στα 31.25 Kbps και έχει μία μέγιστη απόσταση των 1,900 μέτρων ανα κλάδο. Αν χρησιμοποιηθούν επαναλήπτες, φτάνει τα 9500 μέτρα. Χρησιμοποιεί αρχιτεκτονική client/server.
- Industrial Ethernet. Η χρήση του πρωτοκόλλου Ethernet σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον για αυτοματισμό και έλεγχο μηχανών σε γραμμές παραγωγής καλείται βιομηχανικό Ethernet (Industrial Ethernet). Σε μία εφαρμογή βιομηχανικού Ethernet, τα πραγματικού χρόνου δεδομένα ελέγχου θα μπορούν να μοιράζονται δικτυακούς πόρους με άλλες ροές δεδομένων (μη σημαντικές) π.χ. με FTP σύνδεση. Χρησιμοποιώντας Quality of Service, μπορούμε να δώσουμε υψηλή προτεραιότητα σε κίνηση UDP (για time-critical δεδομένα) και χαμηλή στις συνδέσεις TCP, αποφεύγοντας πολλές φορές καθυστερήσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν λειτουργίες ελέγχου στη βιομηχανία.

Για να γίνει ακόμη πιο σαφής ο ορισμός του FieldBus θα το εξετάσουμε σε ένα παράδειγμα πάνω στο Profibus DP (decentralized peripherals) της SIEMENS.

Στο παράδειγμα του Profibus DP ας φανταστούμε την τοποθέτηση πολλών αισθητήρων για μια συγκεκριμένη δουλειά σε ένα σημείο X και την τοποθέτηση του PLC σε ένα σημείο Ψ. Η απόσταση όμως του XΨ είναι αρκετά μεγάλη (έστω 300 μέτρα). Κάθε αισθητήρας θα πρέπει να συνδεθεί με ξεχωριστό δικό του καλώδιο στην ανάλογη είσοδο στο PLC. Αυτό δημιουργεί το πρόβλημα των πολλών παράλληλων καλωδίων που θα ταξιδεύουν για 300 μέτρα από τους αισθητήρες μέχρι το PLC. Αυτό αυξάνει το κόστος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης όπως και την κατάληψη του χώρου σε εγκαταστάσεις περιορισμένης χωρητικότητας.

Για τον λόγο αυτό, της οικονομίας και της απλότητας, μπορούμε να μεταφέρουμε όλες τις εισόδους από την μονάδα του PLC κοντά στους αισθητήρες με σκοπό την μείωση της απόστασης των καλωδίων. Τότε η σύνδεση όλων αυτών των εισόδων γίνονται με το I.M. (Interface Module) αυτό συνδέεται με το PLC μέσω καλωδίου RS – 485. Μέσω αυτού του καλωδίου λοιπόν θα μεταφέρονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες από τις εισόδους στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Η μεταφορά όλων των ψηφιακών και αναλογικών σημάτων εισόδου μέσω διμεταλλικού γυριστού καλωδίου ή οπτικής ίνας από τον χώρο εργασίας στον χώρο επεξεργασίας τους αυξάνει και την

ευκολία εγκατάστασης και μειώνει το κόστος. Ακόμη παρέχει ανοσία στον ηλεκτρονικό θόρυβο λόγω της φύσεως του καλωδίου αλλά και της φύσεως της πληροφορίας η οποία πλέον είναι σε δυαδικό σύστημα. Το μεγάλο, ίσως και μοναδικό μειονέκτημα της εγκατάστασης είναι η ύπαρξη ενός και μόνο καλωδίου το οποίο σε περίπτωση φθοράς ή και καταστροφής μπορεί να φέρει σε παύση την όλη εγκατάσταση μέχρι αντικατάστασής του.

2.4.5 Επικοινωνιακό δίκτυο μέσω ηλεκτρικού δικτύου (Broadband over PowerLines - Ευρυζωνικότητα μέσω των γραμμών ρεύματος, BPL)

Το BPL, είναι η χρήση της τεχνολογίας PLC (Power Line Communication). Εδώ δεν πρέπει να γίνει σύγχυση με τους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (Programmable Logic Controllers) δεδομένου ότι το αρκτικόλεξο είναι κοινό. Για την αποφυγή παρεξηγήσεων η τεχνολογία PLC (Power Line Communication) θα συμβολίζεται ~~PLC~~. Η τεχνολογία ~~PLC~~ χρησιμοποιείται με σκοπό την παροχή ευρυζωνικού Internet μέσω των συμβατικών γραμμών ρεύματος. Το μόνο που χρειάζεται για έναν υπολογιστή ή μία συσκευή για να έχει πρόσβαση υψηλής ταχύτητας στο Internet είναι η τοποθέτηση ενός BPL "modem" σε μια πρίζα.

Με μια πρώτη ματιά, βλέπουμε πως το BPL μπορεί να προσφέρει πλεονεκτήματα όμοια με εκείνα των καλωδιακών ή DSL (Digital Subscriber Line) συνδέσεων. Η έτοιμη υποδομή του ηλεκτρικού δικτύου σε σπίτια αλλά και εργοστάσια βιοτεχνίες φαίνεται πως θα επέτρεπε εύκολα την διάδοση του BPL. Επίσης, η τόσο μεγάλη διαθεσιμότητα θα έκανε ευκολότερη τη σύνδεση άλλων ηλεκτρονικών συσκευών, όπως οι τηλεοράσεις ή τα ηχοσυστήματα.

Όμως, οι παραλλαγές στα φυσικά χαρακτηριστικά του δικτύου ηλεκτροδότησης και η σημερινή έλλειψη προτύπων IEEE 802.xx οδηγούν στο συμπέρασμα πως η παροχή της υπηρεσίας θα αργήσει να αποκτήσει κάποιο πρότυπο και να γίνει ευρεία διαδικασία. Επίσης το ερώτημα αν το μέγεθος της ευρυζωνικότητας που μπορεί να παρέχει η συγκρινόμενη σύνδεση με την καλωδιακή ή την ασύρματη πρόσβαση είναι ικανοποιητικό παραμένει αναπάντητο. Βέβαια η δυνατότητα σύνδεσης περιοχών στο δίκτυο οι οποίες βρίσκονται πολύ μακριά από τους μεγάλους διακομιστές είναι μια προοπτική εξέλιξης αυτού του συστήματος.

Τα ~~PLC~~ modems εκπέμπουν σε μεσαίες και υψηλές συχνότητες (1,6 - 80 MHz). Η ασύμμετρη ταχύτητα του modem είναι γενικά από 256kbit/s έως 2,7 Mbit/s. Στον επαναλήπτη που εγκαθίσταται στο μεσαίο σταθμό η ταχύτητα φτάνει τα 45 Mbit/s και μπορεί να συνδεθεί σε 256 ~~PLC~~ modems. Στους μεσαίους ηλεκτρικούς σταθμούς η ταχύτητα φτάνει τα 135 Mbit/s. Για τη σύνδεση στο Internet μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπτικές ίνες ή ασύρματη γραμμή.

Για το σύστημα αυτό έχουν προκύψει αρκετά θέματα, το κυριότερο απ' τα οποία είναι το γεγονός ότι οι γραμμές ηλεκτροδότησης έχουν υψηλό θόρυβο (παράσιτα σημάτων). Κάθε φορά που μια συσκευή κλείνει, παράγει ένα ξαφνικό σήμα στη γραμμή. Οι συσκευές χαμηλής κατανάλωσης

παράγουν αρμονικούς θορύβους στη γραμμή. Το σύστημα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να λειτουργεί χωρίς να επηρεάζεται απ' αυτές τις φυσικές διακοπές στο σήμα.

Το BPL έχει αναπτυχθεί περισσότερο στην Ευρώπη απ' ότι στις ΗΠΑ εξαιτίας της ιστορικής διαφοράς στη φιλοσοφία του σχεδιασμού του συστήματος ηλεκτροδότησης. Σχεδόν όλα τα μεγάλα δίκτυα ηλεκτροδότησης μεταδίδουν ρεύμα σε υψηλές τάσεις με σκοπό να μειώσουν τις απώλειες μετάδοσης, έπειτα κοντά στον καταναλωτή χρησιμοποιούν μετασχηματιστές για να μειώσουν την τάση. Απ' τη στιγμή που τα σήματα BPL δεν μπορούν να μεταδοθούν μέσω μετασχηματιστών - η υψηλή επαγωγή τα κάνει να λειτουργούν ως φίλτρα, εμποδίζοντας τα σήματα υψηλής συχνότητας - πρέπει να τοποθετηθούν επαναλήπτες στους μετασχηματιστές. Στις ΗΠΑ, είναι συχνό ένας μικρός μετασχηματιστής να εξυπηρετεί μόνο ένα σπίτι ή έναν μικρό αριθμό σπιτιών. Στην Ευρώπη, είναι πιο συχνό ένας κάπως μεγαλύτερος μετασχηματιστής να εξυπηρετεί 10 ή και 100 σπίτια. Για την ηλεκτροδότηση, αυτή η σχεδιαστική διαφορά δημιουργεί ελάχιστες διαφορές στη διανομή, όμως για την επίτευξη του BPL στο δίκτυο μιας μέσης πόλης των ΗΠΑ χρειάζονται πολύ περισσότεροι επαναλήπτες απ' ότι σε μια Ευρωπαϊκή πόλη. Παρόλα αυτά, αφού το εύρος μετάδοσης (ταχύτητα) στον μετασχηματιστή είναι περιορισμένο, ο σχεδιασμός στις ΗΠΑ μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα με την οποία κάθε σπίτι μπορεί να συνδεθεί, εξαιτίας του ότι λιγότεροι άνθρωποι θα μοιράζονται την ίδια γραμμή. Μια πιθανή εναλλακτική είναι η χρήση του BPL ως αναμεταδότη ασύρματης επικοινωνίας, τοποθετώντας για παράδειγμα σημεία πρόσβασης (access points) Wi-Fi ή σταθμούς κινητής τηλεφωνίας σε κοινούς πόλους, επιτρέποντας στους τελικούς χρήστες να συνδεθούν σε ένα μια ορισμένη ακτίνα με εξοπλισμό που ήδη διαθέτουν. Στο κοντινό μέλλον, το BPL ίσως χρησιμοποιηθεί σαν αναμεταδότης για δίκτυα WiMAX. WiMAX αποκαλείται η τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης η οποία λειτουργεί με παρεμφερή τρόπο με το Wi-Fi, ωστόσο με πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια. Συγκεκριμένα, ενώ το Wi-Fi εξασφαλίζει εμβέλεια επικοινωνίας μέχρι 100 μέτρα, το WiMax φθάνει τα 35 χιλιόμετρα ή και παραπάνω.

Το δεύτερο μεγαλύτερο θέμα είναι η ισχύς και η συχνότητα του σήματος. Το σύστημα χρησιμοποιεί συχνότητες από 10 έως 30 MHz, περιοχή που για δεκαετίες έχει χρησιμοποιηθεί από ερασιτεχνικούς ραδιοφωνικούς σταθμούς, καθώς και διεθνείς σταθμούς βραχέων και από ένα πλήθος άλλων συστημάτων επικοινωνίας (στρατιωτικά, αεροναυτικά, κτλ.). Οι γραμμές του ρεύματος δεν είναι μονωμένες με αποτέλεσμα να συμπεριφέρονται ως κεραίες που μεταδίδουν τα σήματα που μεταφέρουν, και υπάρχει το ενδεχόμενο να καταστήσουν άχρηστες τις επικοινωνίες βραχέων κυμάτων από 10 έως 30 MHz.

Τα σύγχρονα συστήματα BPL χρησιμοποιούν την διαμόρφωση OFDM που επιτρέπει την μετρίαση της αλληλεπίδρασης με ραδιοφωνικές υπηρεσίες αφαιρώντας συγκεκριμένες συχνότητες. Μια μελέτη των ARPL και HomePlug Powerline alliance, που έγινε το 2001, έδειξε ότι με τα modems που χρησιμοποιούν αυτή την τεχνική "γενικά με τον διαχωρισμό της κεραίας απ' την δομή

που περιλαμβάνει το σήμα του HomePlug αυτή η αλληλεπίδραση ήταν ελάχιστα αισθητή" και ότι η αλληλεπίδραση συνέβαινε μόνο όταν "η κεραία ήταν κοντά στις γραμμές του ρεύματος".

Πολύ υψηλότερες ταχύτητες με τη χρήση συχνοτήτων μικροκυμάτων που μεταδίδονται μέσω ενός μηχανισμού διάδοσης επιφανειακών κυμάτων που λέγεται E-Line έχουν πραγματοποιηθεί με τη χρήση ενός μόνο αγωγού γραμμής ρεύματος. Τα συστήματα αυτά ανέδειξαν την προοπτική για συμμετρική και πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία με εύρος που ξεπερνά το 1 Gbit/s σε κάθε κατεύθυνση. Πολλαπλά κανάλια Wi-Fi ταυτόχρονα με τηλεόραση στο εύρος από 2,4 έως 5,3 GHz έχουν πραγματοποιηθεί λειτουργώντας σε μία μόνο κοινή γραμμή ρεύματος. Επιπλέον, επειδή μπορεί να λειτουργήσει σε οποιαδήποτε συχνότητα μεταξύ 100 MHz έως 10 GHz, με την τεχνολογία αυτή μπορούμε να αποφύγουμε εξ ολοκλήρου την αλληλεπίδραση που σχετίζεται με την εκμετάλλευση κοινού φάσματος, ενώ προσφέρει μεγαλύτερη ελαστικότητα για την διαμόρφωση και τα πρωτόκολλα που έχουν βρεθεί για κάθε άλλο τύπο συστήματος μικροκυμάτων. [http://en.wikipedia.org/wiki/Broadband_over_power_lines]

2.5 Συστήματα Εποπτείας, Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (SCADA)

Η λέξη SCADA αποτελεί τα αρχικά των λέξεων Supervisory, Control And Data Acquisition System δηλαδή συστήματα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής πληροφοριών. Είναι συνεπώς συστήματα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού, τα οποία συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες διεργασίες και χρησιμοποιούνται για τον εποπτικό τους έλεγχο. Τα συστήματα SCADA βρίσκουν τεράστιες εφαρμογές στη βιομηχανία, καθώς και σε δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Μια βιομηχανία σήμερα επιβάλλει σαφή και κατανοητή παρουσίαση όλων των δεδομένων κάθε γραμμής της. Τα στοιχεία είναι αναγκαίο 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. Σαν 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 συνθέτει το σύστημα αυτό, να έχει χαμηλό κόστος και να είναι εύκολο τόσο στην τοποθέτηση, όσο και στην συντήρησή του. Ο έλεγχος των διεργασιών θα πρέπει να είναι εξαιρετικά γρήγορος, ώστε να έχουμε γνώση της κατάστασης των επιτηρούμενων μεγεθών σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να έχει εποπτικό ρόλο σε όλα τα σημεία του δικτύου και η επέμβαση του στις διεργασίες, σε περίπτωση κινδύνου, θα πρέπει να είναι άμεση και αποτελεσματική ώστε να αποφεύγουμε μερική ή ολική καταστροφή του εξοπλισμού, ακόμα και ανθρώπινες απώλειες.

Το σύστημα SCADA λοιπόν είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση και τον έλεγχο διαφόρων διεργασιών, δηλαδή είναι υπεύθυνο για τη παρακολούθηση, τη καταγραφή και τον έλεγχο ενός πλήθους βασικών μεταβλητών και παραμέτρων των διεργασιών. Το υπό έλεγχο σύστημα ή ένα

τιμήμα του, είναι πολύ πιθανό να βρίσκεται σε απομακρυσμένα σημεία. Με την τοποθέτηση στα σημεία αυτά σταθμών RTU's (Remote Telemetry Units χρησιμοποιούνται σε όλα τα συστήματα SCADA και εγκαθίστανται σε απομακρυσμένα σημεία, με σκοπό την αποστολή και λήψη πληροφοριών και εντολών), παίρνονται μετρήσεις των μεταβλητών του συστήματος που ενδιαφέρουν το χρήστη και που σχετίζονται άμεσα με την υπό έλεγχο διεργασία. Οι μεταβλητές αυτές, μπορεί να είναι η ροή ενός υγρού ή η πίεση ενός αερίου. Επίσης, μπορεί να είναι θερμοκρασίες, τάσεις και ρεύματα, ταχύτητα ανέμου, σημάσεις 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, 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). Συγκεκριμένα στις γραμμές επικοινωνίας το σύστημα SCADA δεν έχει κανέναν απολύτως περιορισμό εφόσον τα πρωτόκολλα επικοινωνίας των συσκευών στο δίκτυο να είναι τα ίδια.

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, η οποία συνδέει όλα τα παραπάνω κατάλληλα μεταξύ τους.

Οι στόχοι και πλεονεκτήματα ενός συστήματος SCADA είναι :

- 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.

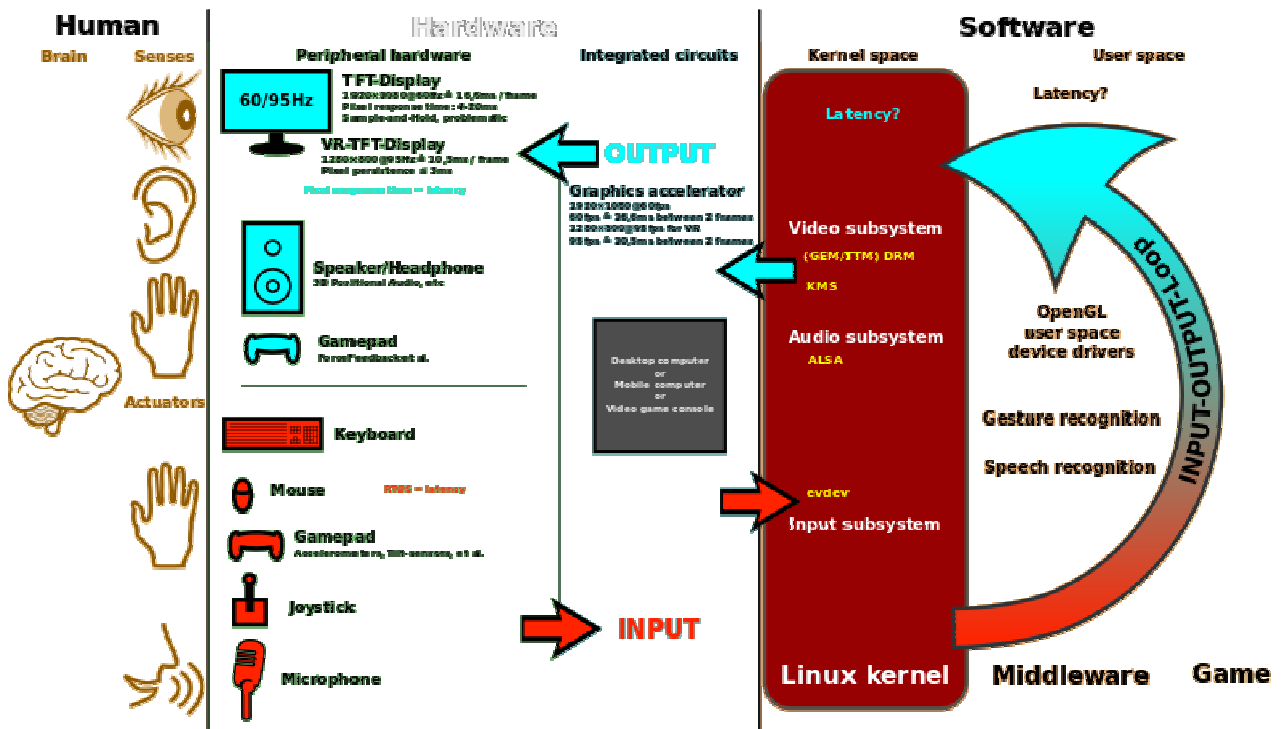
Επιπλέον ο έλεγχος των διεργασιών θα πρέπει να είναι αρκετά γρήγορος, ώστε να υπάρχει επίγνωση της κατάστασης αυτών σε πραγματικό χρόνο (real time). Αυτό γίνεται εμφανές στο θέμα της ασφάλειας. Η επέμβαση στις διεργασίες σε περίπτωση κινδύνου θα πρέπει να είναι άμεση και αποτελεσματική ώστε να υπάρχει αποφυγή μερικής ή ολικής καταστροφής του εξοπλισμού, ακόμα και ανθρωπίνων απωλειών. 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, καθώς οι λειτουργίες που θέλει ο χρήστης να ελέγχει είναι απλούστερες.

2.6 HMI (Human – Machine Interaction)

Λέγοντας HMI, αναφερόμαστε σε μια συσκευή ή και λογισμικό το οποίο επιτρέπει στους χρήστες την επικοινωνία με το μηχάνημα, υπολογιστή ή αυτοματισμό. Εκτός από την μετάφραση πολύπλοκων δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες ένα HMI αναμεταδίδει τις εντολές του χρήστη. Οι ερευνητές και επιστήμονες εστιάζουν στην κατασκευή των HMI interfaces με σκοπό την πιο εύκολη επικοινωνία του χρήστη προς το υπολογιστή αλλά και το αντίθετο.

Η επικοινωνία αυτή μπορεί να γίνεται είτε από γραφικά περιβάλλοντα (Graphical User Interfaces – GUI), από περιβάλλοντα αναγνώρισης φωνής (Voice User Interfaces – VUI) αλλά και από πιο απλά προς το μηχάνημα συστήματα όπως η εμφάνιση του κώδικα που τρέχει εκείνη την στιγμή ή ακόμη και την δυαδική του μορφή. Για λόγους διευκόλυνσης προφανώς και επιλέγεται ο ανάλογος τρόπος επικοινωνίας του ανθρώπου προς τον υπολογιστή με τρόπο που να βολεύει τον πρώτο.

Με την παροχή πληροφοριών, ειδοποιήσεων, εντολών και βοηθειών ένα σύστημα με σωστό HMI συνδέει πιο εύκολα τον χρήστη με την διαδικασία που ελέγχει. Έτσι όσο περισσότερο προσαρμοσμένα είναι τα εργαλεία στον χρήστη, τόσο το καλύτερο μπορεί αυτός να τα χρησιμοποιήσει. Εργαλεία επικοινωνίας είτε ως είσοδοι είτε και ως έξοδοι θεωρούνται το πληκτρολόγιο, ποντίκι, ηχεία, μικρόφωνα, οθόνη και ότι άλλο περιφερειακό μπορεί αν φέρει ένας υπολογιστής ή και μηχάνημα. Το πρόγραμμα που τρέχει μέσα στον υπολογιστή είναι αυτό που λαμβάνει τις εισόδους του χρήστη και δίνει τις απαραίτητες εξόδους σε τρόπο τέτοιο ώστε αυτός να τις αντιλαμβάνεται και να τις καταλαβαίνει πλήρως με σκοπό την άρτια επικοινωνία τους.



Εικόνα 7 – Επικοινωνία ανθρώπου και υπολογιστή με βοήθεια λειτουργικού Linux Kernel και περιφερειακών συστημάτων ενός PC [πηγή :

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Linux_kernel_INPUT_OUTPUT_evdev_gem_USB_framemebuffer.svg]

Κεφάλαιο 3 - Σύνδεση των PLC σε δίκτυο

3.1 Πρωταρχικοί στόχοι

Πριν συνδεθούν τα PLC σε ένα δίκτυο, είναι σημαντικό να φτιαχτεί αυτό το δίκτυο. Πριν ακόμη φτιαχτεί πρέπει να επιλεγεί τι δίκτυο θα κατασκευαστεί. Πριν ακόμη το κατασκευαστεί πρέπει να προσδιοριστούν οι ιδιότητες που θα πρέπει να έχει αυτό το δίκτυο. Το κάθε δίκτυο όπως είπαμε είναι διαφορετικό σε κάποια σημεία από τα υπόλοιπα, έτσι λοιπόν γίνεται <<μοναδικό>> στην κάθε περίπτωση το τι δίκτυο θα κατασκευαστεί.

Ξεκινώντας την κατασκευή του θα πρέπει να τεθούν κάποιες ερωτήσεις για το πώς θα είναι το δίκτυο ώστε να επιλεγεί τι είναι σημαντικό και σωστό για την κάθε περίπτωση. Τέτοιες ερωτήσεις είναι:

- Ο έλεγχος, η επίβλεψη ή και τα δύο;
- Συμβατότητα, αν δηλαδή μπορεί να λειτουργήσει με ένα ή αν χρειάζεται παραπάνω από ένα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ακόμη αν αυτά επηρεάζουν την αγοραστική δύναμη και τις προοπτικές εξέλιξης του συστήματος.
- Η τοπολογία που θα ακολουθήθει, μπορεί να είναι πλεονάζουσα στις δυνατότητες που παρέχει, να έχει δυνατότητες επέκτασης, να έχει ευκολία στην εφαρμογή και αν τυχόν χρειάζεται επιπλέον υποστήριξη με δικό της hardware.
- Αξιοπιστία, το πόσο λειτουργικό χωρίς προβλήματα θα είναι το δίκτυο
- Χρόνος ανταπόκρισης, ρυθμός μεταφοράς δεδομένων και ταχύτητα επικοινωνίας
- Ασφάλεια, το επίπεδο προστασίας από ξένες εισβολές. Ειδικά σε εγκαταστάσεις Ethernet-Internet πρόσβασης.
- Περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στον χώρο εγκατάστασης του δικτύου.
- Δυνατότητες συντήρησης, εγγυήσεις και παροχή βοήθειας από τους κατασκευαστές του δικτύου. Επίσης ο τρόπος εύρεσης του σφάλματος και η επίλυση του.

Εδώ λοιπόν καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως οι συνθήκες ενός αυτοματισμού είναι πολλές και πρέπει να ληφθούν όλες υπόψη με σκοπό την αποτελεσματική εγκατάσταση και λειτουργία αυτού.

3.2 Επιλογή δικτύου

Το είδος του δικτύου που θα επιλεγεί είναι το άλφα και το ωμέγα της όλης εγκατάστασης. Ξεκινάμε από την ανάγκη να ακολουθηθούν οι εργοστασιακές προδιαγραφές της εγκατάστασης. Το πρώτο βήμα σε αυτό το κομμάτι είναι να ελεγχθεί αν όλα τα μηχανήματα, εξαρτήματα, καλώδια έχουν προδιαγραφές για το περιβάλλον που θα λειτουργήσουν. Οι αντοχές αυτών σε θερμοκρασίες, υγρασία, σκόνη, χτυπήματα και δονήσεις όπως και τον ηλεκτρονικό θόρυβο θα πρέπει να είναι

μεγάλες. Το προσδόκιμο ζωής ενός αυτοματισμού είναι 10 με 15 χρόνια και για αυτό τον λόγο πρέπει να τοποθετηθούν σε αυτόν τα ανάλογα μηχανήματα και εξαρτήματα. Ακόμη και η σωστή επιλογή καλωδίων τροφοδοσίας αλλά και επικοινωνιών παίζει βασικό ρόλο. Για παράδειγμα ένα καλώδιο Ethernet με εξωτερική επένδυση από TPE έχει πολύ μεγαλύτερη αντοχή στην τριβή από ότι ένα καλώδιο από PVC, αλλά θα προτιμηθεί σε περιβάλλοντα που θα συναντά κίνηση και όχι σε μόνιμες εγκαταστάσεις όπως είναι η εντοιχισμένη εγκατάσταση. Ακόμη, ορισμένα μηχανήματα και αυτοματισμοί είναι προορισμένοι για να λειτουργούν σε υδάτινο, αντιαεκρηκτικό, ειδικό περιβάλλον και έτσι αν εκτεθούν σε ακραίες καταστάσεις θα χαλάσουν. Ένα παράδειγμα είναι η εγκατάσταση του ηλεκτρονικού ελέγχου μιας προωστήριας μηχανής εμπορικού πλοίου, ο αυτοματισμός τοποθετείται στο Engine Control Room (E.C.R.) όπου υπάρχει κλιματισμός για ψύξη της.

Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός του ρόλου των διακοπών. Κάθε διακόπτης στο δίκτυο τοποθετείται για έναν σκοπό, τον έλεγχο κάποιας διεργασίας, μηχανήματος ή εξαρτήματος. Η επιλογή των διακοπών γίνεται βάση του ρόλου τους στο δίκτυο αλλά και τον χώρο τοποθέτησης τους. Πολλές φορές στην πράξη αυτή η σχεδίαση δεν γίνεται και απλά προσθέτουμε συσκευές την μία μετά την άλλη θα ήταν το καλύτερο εδώ να διαλέγαμε ένα δίκτυο με ισχυρή <<ραχοκοκαλιά>> (Back Bone). Αυτό δίνει και στην εγκατάσταση την περαιτέρω δυνατότητα επέκτασης στο μέλλον και την αυξημένη χωρητικότητα σε νέες συσκευές προς εγκατάσταση. Στο επόμενο στάδιο έρχεται η δημιουργία των ομάδων εργασίας (Distribution/Workgroups). Αυτές επιτρέπουν στην διαίρεση του δικτύου σε ακόμη μικρότερα με σκοπό την αλληλένδετη αλλά και ταυτόχρονα ξεχωριστή λειτουργία του δικτύου.

Όσο μεγαλύτερο γίνεται το δίκτυο, τόσο περισσότερες συσκευές συνδέονται οπότε η μεταξύ τους επικοινωνία δυσκολεύει και αυξάνεται η κίνηση (traffic) στο δίκτυο. Για αυτό τον λόγο αφού γίνει ξεκάθαρος ο αριθμός και το είδος των διακοπών που θα μπουν στο δίκτυο πρέπει να γίνει ξεκάθαρο και το είδος της σύνδεσης όπως και οι αναγκαίες ταχύτητες. Πάντα θα πρέπει να υπάρχουν θύρες επέκτασης αλλά και να λαμβάνεται υπόψη ότι το δίκτυο στο μέλλον θα επεκταθεί. Ο πλεονασμός στην αρχή της κατασκευής της εγκατάστασης μπορεί να αξιοποιηθεί με χρήση δύο επαφών ή διακοπών ανά λειτουργία με σκοπό την γρηγορότερη, ασφαλέστερη ή αποδοτικότερη λειτουργία των μηχανημάτων ή συσκευών. Άλλωστε μια θύρα στο 1G μπορεί να επικοινωνήσει με μια στα 100M ή και 10 M. Ακόμη, κάθε θύρα που θα εγκατασταθεί θα πρέπει να έχει τέτοια δυναμικότητα ώστε να μην υπάρχει ενδεχόμενο εμφάνισης bottleneck (συμφόρησης στο δίκτυο, όταν η υψηλή χρήση επιβραδύνει την ταχύτητα στο δίκτυο σε ένα συγκεκριμένο σημείο). Φαινόμενο που δεν παρατηρείται στα δίκτυα Ethernet σε αντίθεση με τα αρχαιότερα FieldBus.

Όσο μεγαλώνει ένα δίκτυο τόσο μεγαλύτερος είναι και ο όγκος των πληροφοριών που τρέχουν σε αυτό. Έτσι προκύπτει η ανάγκη ελέγχου αυτού, ή και όχι. Ένα δίκτυο μπορεί να σου παρέχει δυνατότητες ελέγχου, απλής εποπτείας ή και τα δύο. Σε ορισμένα εργοστασιακά δίκτυα με Ethernet

οι διακόπτες τους μπορεί απλά να παρέχουν δυνατότητες εποπτείας ή και όχι. Τα λεγόμενα “unmanaged” δίκτυα έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι χαμηλού κόστους και δεν απαιτούν πολύπλοκη εγκατάσταση. Αντίθετα όμως δεν σου παρέχουν πληροφορίες για τα δεδομένα που τρέχουν στο δίκτυο και ούτε μπορείς να επιβλέψεις αυτά. Αυτό κάνει δύσκολη την διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων αν αυτά υπάρχουν. Για τον λόγο αυτό σε δίκτυα με ραχοκοκαλιά και ομάδες εργασιών θα πρέπει να υπάρχει και το ανάλογο σύστημα εποπτείας και ελέγχου πληροφοριών. (βλέπε SCADA Κεφάλαιο 2.5)

Τέλος έρχεται η καλωδίωση και οι συνδέσεις. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, ένα αυτοματισμός ή εγκατάσταση γενικώς έχει μεγάλο προσδόκιμο ζωής και για αυτό πρέπει να φτιαχτεί έτσι ώστε να λειτουργεί απροβλημάτιστα. Σε περιβάλλοντα με έντονες συνθήκες εκτός από τα μηχανήματα και τα εξαρτήματα έντονες φθορές παρουσιάζονται στα καλώδια και τους συνδέσμους. Υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται ως επένδυση πάνω από τα καλώδια είναι τα PVC, FRNC, TPE, PUR. Επιλέγονται ανάλογα με το περιβάλλον και το καθένα έχει διαφορετικές ιδιότητες.

Στην επιλογή του καλωδίου θα πρέπει να δοθεί ακόμη μεγαλύτερη προσοχή αν προορίζεται και για καλώδιο τροφοδοσίας. Στις εγκαταστάσεις PoE (Power over Ethernet) όπου στο ίδιο καλώδιο περνά και το σήμα αλλά και η τροφοδοσία πρέπει να δοθεί ακόμη μεγαλύτερη προσοχή στην επιλογή του κατάλληλου υλικού.

3.3 Συνδεσιμότητα

Η αρχή σύνδεσης ορισμένου αριθμού PLC σε ένα δίκτυο ή και πολλών είναι παρόμοια. Η μόνη ιδιαιτερότητα και διαφορά είναι ο αριθμός των μονάδων που θα συνδεθούν στο δίκτυο. Οι επιλογές που προκύπτουν είναι ανάλογες των απαιτήσεων της εγκατάστασης και σε κάθε περίπτωση μπορούν να επεκταθούν ακόμη παραπέρα. Λέγοντας παραπέρα εννοούμε τον έλεγχο της εγκατάστασης μέσω διαδικτύου.

Τυπικές επιλογές σύνδεσης είναι οι απομακρυσμένες θύρες εισόδου/εξόδου (remote I/O modules), η peer-to-peer σύνδεση και η σύνδεση Host, καθώς και τις τοπικές συνδέσεις LAN. Αυτές οι τυπικές συνδέσεις παρέχουν οικονομία στην εγκατάσταση και κατασκευή αλλά και αποδοτικότητα στην επικοινωνία μεταξύ δύο ή και περισσότερων PLC, υπολογιστών και συσκευών. Παρακάτω θα δοθεί εκτενέστερη ανάλυση τους με παραδείγματα εφαρμογής τους.

Ορισμένοι προμηθευτές PLC προσφέρουν ιδιόκτητα συστήματα δικτύωσης τα οποία είναι μοναδικά και δεν θα επικοινωνήσουν με διαφορετικού κατασκευαστή PLC. Αυτό συμβαίνει λόγω των διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας, εντολών ακολουθίας, σύστημα εντοπισμού σφαλμάτων και τρόπου επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπου και μηχανήματος.

Βέβαια είναι εφικτό να τοποθετηθούν σε δίκτυα με διαφορετικού κατασκευαστή PLC και να μπορέσουν να επικοινωνήσουν με αυτά με τους απαραίτητους διαμεσολαβητές (ASCII modules).

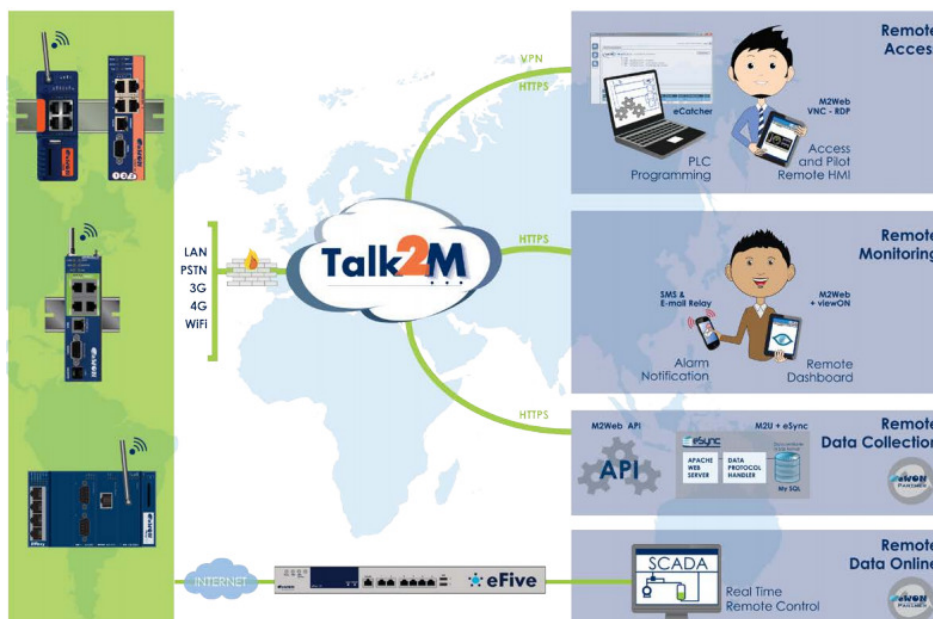
3.3.1. Απομακρυσμένες Θύρες Εισόδου/Εξόδου και συστημάτων

Μια διάταξη με απομακρυσμένες θύρες εισόδου και εξόδου αναλύθηκε προηγουμένως στο Κεφάλαιο 2.4.4. σχετικά με τον τρόπο διάταξης ενός δικτύου με Profibus DP της Siemens. Ακόμη τέτοιου είδους σύνδεση ολόκληρης της μονάδας PLC μπορεί να γίνει εξ αποστάσεως και με τα συστήματα ελέγχου όπως της eWON.

Η συγκεκριμένη διαμόρφωση δικτύου θα μπορούσε να περιγραφεί ως “master-slave” δίκτυο, το οποίο επιτρέπει πολλαπλές απομακρυσμένες ψηφιακές ή και αναλογικές εισόδους να ελέγχονται από μία και μόνο κεντρική μονάδα PLC. Τυπικά στις εγκαταστάσεις οι απομακρυσμένες θύρες συνδέονται στην κεντρική μονάδα μέσω στριφτού καλωδίου οπτικής ίνας.

Σε ένα ασύρματο δίκτυο οι απομακρυσμένες θύρες μπορούν να συνδεθούν στην κεντρική μονάδα μέσω ασύρματου σήματος. Χρησιμοποιούνται μεταδότες είτε σε συχνότητες του φάσματος του Wi-Fi είτε και σε ραδιοσυχνότητες για μεγαλύτερη ασφάλεια της εγκατάστασης. Τα σήματα από τις θύρες καταλήγουν σε έναν κεντρικό δρομολογητή (router) ο οποίος στέλνει τα σήματα αυτά στον δρομολογητή της μονάδας του PLC. Εκεί γίνεται η επεξεργασία των σημάτων και έπειτα τα επιθυμητά σήματα εξόδου στέλνονται στις ανάλογες εξόδους όπου βρίσκονται.

Σε έναν αυτοματισμό με δύο ή και περισσότερα PLC συνδεδεμένα σε ένα router της eWON ο έλεγχος τους γίνεται εξ αποστάσεως μέσω ασύρματων σημάτων Wi-Fi ή κινητής τηλεφωνίας (GSM). Οι μονάδες συνδέονται σειριακά στο modem μέσω καλωδίων Ethernet. Η επικοινωνία προς τα έξω γίνεται με την παράλληλη εκτέλεση του προγράμματος της εταιρίας το Talk2M και στον υπολογιστή που είναι συνδεδεμένο το Modem αλλά και στην απομακρυσμένη συσκευή ελέγχου με πρωτόκολλο επικοινωνίας το HTTPS.



Εικόνα 8 – Επικοινωνία και βιομηχανική συνδεσιμότητα που βασίζεται σε σύννεφο με τη βοήθεια του Talk2M [πηγή : won.biz/sites/default/files/tpl_talk2m_en_web.pdf]

3.3.2. Peer-to-Peer Δίκτυα

Τα δίκτυα Peer-to-Peer ενισχύουν την αξιοπιστία της όλης εγκατάστασης με την αποκέντρωση της δυνατότητας ελέγχου χωρίς να θυσιάζουν τις συντονισμένες ενέργειες ελέγχου. Σε αυτού του είδους το δίκτυο, πολλαπλά PLC συνδέονται αναμεταξύ τους σε συνδεσμολογία μαργαρίτας-αλυσίδας (daisy-chain). Δηλαδή η σύνδεση γίνεται κατά σειρά και τα σήματα διατρέχουν όλο το δίκτυο, έτσι αυτά αντιγράφονται στην μνήμη του κάθε ενός PLC και αποθηκεύονται. Με αυτό τον τρόπο, όταν οποιοδήποτε PLC στέλνει δεδομένα, αυτά αυτόματα μεταφέρονται σε όλα τα υπόλοιπα PLC του δικτύου. Έτσι μπορούν αυτά να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες για την δικιά του λειτουργία.

Με ένα Peer-to-Peer δίκτυο, κάθε PLC στο δίκτυο είναι υπεύθυνο για την δική του εργασία και έτσι χρειάζεται να προγραμματιστεί μόνο για την εργασία που είναι υπεύθυνο. Αυτή η άποψη του δικτύου μειώνει σημαντικά την διαδικασία προγραμματισμού και εύρεσης σφάλματος` επειδή όλες οι πληροφορίες που προκύπτουν πρέπει να έχουν διαφάνεια προς τον χρήστη, ο προγραμματισμός των επικοινωνιών έχει μειωθεί σε απλή ανάγνωση και εγγραφή.

Σε αυτά τα συστήματα δεν υπάρχει κεντρικός υπολογιστής ή PLC (master). Ωστόσο, είναι δυνατόν να καθοριστεί ένα συγκεκριμένο PLC ή υπολογιστής ως ελεγκτής μιας συγκεκριμένης ομάδας. Αυτό το PLC στην συνέχεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δέχεται τις εισαγόμενες πληροφορίες από έναν διαχειριστή. Αυτό θα γινόταν στην περίπτωση που απαραίτητες παράμετροι θα έπρεπε να δοθούν σε ένα από τα PLC της ομάδας.

3.3.3. Συνδέσεις Host

Τα PLC μπορούν να συνδεθούν με υπολογιστές ή άλλες συσκευές όπως είναι και τα smartphone. Στην πραγματικότητα τα περισσότερα PLC από το μικρότερο ως και το μεγαλύτερο, μπορούν να συνδεθούν με έναν υπολογιστή ή με μέρος ενός Host υπολογιστή μέσω RS – 232 ή RS – 422 θυρών. Αυτός ο συνδυασμός υπολογιστή και χειριστή μεγιστοποιεί τις δυνατότητες του PLC, για έλεγχο και κατοχή πληροφοριών, όπως σε έναν υπολογιστή. Ακόμη βοηθά σε εργασίες όπως η επεξεργασία, αρχειοθέτηση και το κατάλληλο Interface.

Σε ένα PLC/computer δίκτυο όλες οι επικοινωνίες ξεκινούν από τον Host, ο οποίος συνδέει όλα τα PLC σε τοπολογία σειράς για παράδειγμα. Η μορφή της σύνδεσης μπορεί να είναι είτε με φυσικό είτε με λογικό τρόπο. Οι υπολογιστές Host σε τέτοιες περιπτώσεις βοηθούν στον προγραμματισμό των PLC. Ισχυρά εργαλεία προγραμματισμού και αρχειοθέτησης του λογισμικού των PL είναι διαθέσιμα ανάλογα με τον προμηθευτή. Τα προγράμματα μπορούν να γραφούν στον υπολογιστή σε λογική σκάλας και έπειτα να περαστούν(transfer) στο PLC. Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργούνται, τροποποιούνται ή εξαλείφονται προβλήματα. Παρέχεται δε η δυνατότητα επίβλεψης του προγραμματισμού και της λειτουργίας ενός PLC μέσω υπολογιστή.

Επιπλέον, για να μπορέσει να τοποθετηθεί ένας υπολογιστής ως Host σε ένα δίκτυο, τα PLC θα πρέπει να διασυνδέονται με άλλες συσκευές όπως είναι οι τερματικά επαφών για μεγάλα ασφαλεία και επιχειρηματικά συστήματα. Αν και πολλές συσκευές μπορούν να επικοινωνήσουν απευθείας με ένα PLC μέσω συμβατικών RS – 232 και ASCII code, μερικά δεν έχουν την δυνατότητα λόγω έλλειψης του ανάλογου λογισμικού. Αντί αυτού, τυπικά στέλνουν και λαμβάνουν δεδομένα σε σταθερά formats. Είναι λοιπόν υποχρέωση του PLC να παρέχει το απαραίτητο πρόγραμμα για επικοινωνία.

Ο ευκολότερος τρόπος να παρέχεις τέτοιου είδους επαφή είναι η προ εγκατεστημένη τεχνητή μορφή σε ASCII/Basic modules στο PLC. Αυτά τα modules είναι βασικά ένας μικρός υπολογιστής ο οποίος συνδέεται εύκολα στον δίαυλο επικοινωνίας ενός PLC. Εξοπλισμένος συνήθως με RS – 232 θύρες και προγραμματισμένος σε BASIC, αυτό το module μπορεί εύκολα να χειριστεί ASCII χαρακτήρες με περιφερειακές συσκευές, κατοχή δεδομένων λειτουργίας, προγραμματισμό ακολουθιών, αναφορές και εμφάνιση των παραγωγών και άλλων απαιτήσεων.

Σε οποιαδήποτε μεγάλη εγκατάσταση ή βιομηχανία ως Host θα μπορούσαμε να αναφέρουμε το λεγόμενο Control Room. Για παράδειγμα σε ένα εμπορικό πλοίο, όλα τα μηχανήματα και οι αυτοματισμοί είναι συνδεδεμένοι με το Engine Control Room όπου στέλνουν όλες τους τις πληροφορίες και δέχονται τις ανάλογες. Σε φυσική αλλά και τεχνητή μορφή αυτό είναι ένα δίκτυο αστέρα στο οποίο το κέντρο είναι το Engine Control Console.

[<http://ecmweb.com/content/understanding-plc-networks>]

3.4 Κατασκευή του δικτύου - Επιλογές

Από την στιγμή που το πρώτο στάδιο, αυτό της επιλογής δικτύου και αρχειοθέτησης των αναγκών περάσει τότε αρχίζει η κατασκευή του δικτύου. Το κάθε δίκτυο είναι μοναδικό και έτσι η επιλογή του όπως προαναφέρθηκε καθορίζει και τις δυνατότητες, αλλά ακόμη καθορίζεται και από τις ανάγκες. Ξεκινώντας λοιπόν την κατασκευή πρέπει να ορισθεί αν θέλουμε μόνο τοπικό δίκτυο ή να ευρύνεται και μέσω διαδικτύου αλλά και να υπολογίσουμε τα υλικά και τις κατασκευές που πρόκειται να γίνουν μέσα από ορισμένα παραδείγματα.

Το παράδειγμα μας εδώ θα είναι μια εγκατάσταση φωτισμού μεγάλου χώρου.

3.4.1. Τοπικό Δίκτυο

Ξεκινώντας λοιπόν από την αρχή όπως είπαμε πρέπει να θέσουμε τις προτεραιότητες του δικτύου αλλά και τις δικές μας με σκοπό την κατασκευή του ώστε να τις πληρεί.

Έστω ότι έχουμε έναν μεγάλο χώρο, όπως ένα μεγάλο πολυκατάστημα. Είναι διώροφο και κάθε όροφος έχει από δέκα μαγαζιά. Κάθε μαγαζί χρειάζεται από δύο εξωτερικές λάμπες φωτισμού με

σκοπό την καλύτερη διαφύλαξη του χώρου την νύχτα. Ακόμη στο υπόγειο έχουμε εγκατεστημένη τη τροφοδοσία αυτής της γραμμής φωτισμού αλλά και την εγκατάσταση χειρισμού.

Ο χειρισμός γίνεται είτε από διακόπτη, ο οποίος χρησιμεύει σαν χειροκίνητος έλεγχος, είτε αυτόματα από έναν υπολογιστή ο οποίος φέρει ημερολόγιο πάνω του με σκοπό να φώτα να ανάβουν συγκεκριμένες ώρες και ημερομηνίες. Η αυτόματη λειτουργία είναι αυτή που χρησιμοποιείται κυρίως. Η διαδικασία γίνεται ως εξής σε αυτό το δίκτυο.

Ο υπολογιστής δίνει στοιχεία σχετικά με την ώρα και την ημερομηνία στο PLC. Όταν λοιπόν έρθει η κατάλληλη ώρα το απόγευμα που κλείνουν τα μαγαζιά ο υπολογιστής δίνει σήμα στο PLC μέσω Ethernet ή θύρας RS -232 και αυτό με την σειρά του δίνει ρεύμα στα φώτα. Από την είσοδο του το PLC δέχεται αυτό το σήμα, το επεξεργάζεται και δίνει την ανάλογη έξοδο προς τη PSU (power supply unit) των λαμπτήρων.

Βέβαια είπαμε πως το πολυκατάστημα αυτό έχει δύο ορόφους με δέκα μαγαζιά ανά όροφο και δύο λάμπες ανά κατάσταση. Αυτό μας κάνει έναν συνολικό αριθμό 40 λαμπτήρων. Αυτό θα ήταν ένα μεγάλο πρόβλημα αν προσπαθούσαμε να συνδέσουμε τον κάθε λαμπτήρα στο PLC. Λόγω όμως της απλότητας της συγκεκριμένης κατασκευής η σύνδεση των λαμπτήρων γίνεται απευθείας στο δίκτυο ισχύος με τον τυπικό καλωδιακό τρόπο και η τροφοδοσία αυτών γίνεται από τη PSU το οποίο συνδέεται στην έξοδο του PLC. Έτσι λοιπόν όταν το PLC δεχτεί το σήμα εισόδου που του «λέει» ότι πρέπει να ανάψουν οι λαμπτήρες στέλνει το ανάλογο σήμα εξόδου το οποίο είναι ψηφιακής μορφής ώστε να μπορεί να διαβαστεί από το PSU.

Στο συγκεκριμένο τοπικό δίκτυο η ασφάλεια είναι μηδαμινή αν όχι ανύπαρκτη λόγω της απλούστατης υλοποίησης του. Το ίδιο το PLC συνδέεται με ένα καλώδιο στον υπολογιστή και εφόσον δεν μοιράζονται δίκτυο με άλλες συσκευές και ούτε υπάρχουν φυσικοί διακόπτες τότε το δίκτυο είναι ασφαλές. Έτσι φεύγει η ανάγκη για κωδικοποίηση ή πολυπλοκότερης διεύθυνσης των δεδομένων στο δίκτυο

Η όλη κατασκευή αποτελείται από έναν κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος χρησιμοποιείται και για άλλες εργασίες στον χώρο αλλά δεν αποτελεί πρόβλημα. Από την τροφοδοτική μονάδα και όλες τις καλωδιώσεις για το δίκτυο ισχύος και το βοηθητικό όπου αυτό απαιτείται. Την μονάδα PLC η οποία μπορεί να βρίσκεται μέσα στην τροφοδοτική μονάδα και να είναι και το βοηθητικό της κύκλωμα αλλά μπορεί να είναι και τελείως αυτόνομη ξεχωριστή μονάδα εγκατεστημένη και σε χώρο διαφορετικό από το PSU. Τους λαμπτήρες και τα καλώδια ισχύος αυτών. Εδώ φαίνεται λοιπόν και η όλη απλότητα της εγκατάστασης αλλά και οι δυνατότητες επέκτασης της σε μεταγενέστερη αναβάθμιση.

3.4.2. Διαδίκτυο

Η σύνδεση του δικτύου αυτού στο internet αυξάνει τις δυνατότητες μας αλλά ταυτόχρονα και τον κίνδυνο της εγκατάστασης από ξένες εισβολές.

Η υλοποίηση της σύνδεσης γίνεται με απλή σύνδεση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στο διαδίκτυο. Ένα απλό router/modem είναι αρκετό αν και υπάρχουν άλλες διατάξεις και κατασκευές για μεγαλύτερη ασφάλεια και διαφάνεια στο εμπόριο. Έτοιμες τέτοιες λύσεις είναι για παράδειγμα τα router της eWON τα οποία φέρουν το δικό τους λογισμικό για μεγαλύτερη ασφάλεια. Αφότου συνδεθεί ο κεντρικός υπολογιστής στο διαδίκτυο, ένας άλλος απομακρυσμένος υπολογιστής μπορεί να του δώσει εντολές σχετικές με τον αυτοματισμό μας.

Εδώ είναι εφικτή η επέμβαση είτε στην αλλαγή του ημερολογίου και του ρολογιού είτε ακόμη και στην απευθείας ενεργοποίηση των λαμπτήρων με σκοπό τον φωτισμό του χώρου μια μέρα όπου ο φυσικός φωτισμός δεν αρκεί. Ο απομακρυσμένος υπολογιστής μπορεί να συνδεθεί στην περίπτωση του απλού modem/router με απομακρυσμένο έλεγχο που μπορεί να εκτελεστεί είτε μέσω διαφόρων προγραμμάτων είτε και μέσα από τις δυνατότητες του ίδιου του λογισμικού του υπολογιστή. Στις περιπτώσεις εγκαταστάσεων με έτοιμες λύσεις εργοστασιακών router ο έλεγχος γίνεται μέσω ειδικών λογισμικών που παρέχονται από τον προμηθευτή του εκάστοτε router.

Πάντως η ασφάλεια εδώ θα πρέπει να είναι η πρώτη προτεραιότητα κατά την δικτύωση του κεντρικού υπολογιστή στο διαδίκτυο. Όπως ο απομακρυσμένος υπολογιστής της επιλογής μας συνδέεται σε αυτόν, έτσι και ο οποιοσδήποτε άλλος μπορεί να συνδεθεί. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να υπάρχει σωστή διάταξη ενός δυνατού συστήματος Firewall και πολύ πιθανών και άλλων προγραμμάτων antivirus και antimalware/spyware. Τα περισσότερα εργοστασιακά προγράμματα απομακρυσμένου ελέγχου χρησιμοποιούν ξεχωριστές διευθύνσεις με σκοπό την μείωση πιθανότητας εισβολής στο δίκτυο.

Η ξεχωριστή εγκατάσταση περιορίζεται στην σύνδεση ενός router για σύνδεση στο διαδίκτυο. Δεν χρειάζεται να γίνει καμία εγκατάσταση στον χώρο ειδικευμένου υλικού ή καλωδιώσεων πράγμα που καθιστά την δικτύωση το πιο εύκολο κομμάτι.

Επίλογος - Συμπεράσματα

Από τα τέλη κιάλας του προηγούμενου αιώνα και μετά η τεχνολογία έχει αλλάξει πολύ όπως και οι ανάγκες του ανθρώπου για αυτοματοποίηση αλλά και τηλεχειρισμό των λειτουργιών σε μια εγκατάσταση. Για τον λόγο αυτό τα PLC και τα διαφόρων ειδών δίκτυα επικοινωνίας έχουν επικρατήσει και εγκατασταθεί παντού τριγύρω μας. Από το Wi-Fi το οποίο μας παρέχει internet στο κινητό μας τηλέφωνο την ώρα που καθόμαστε στον καναπέ μέχρι και η εξ αποστάσεως επικοινωνία του αγρότη με το αυτόματο σύστημα άρδευσης της καλλιέργειας του είναι παραδείγματα χρήσης της νέας τεχνολογίας. Τα πλεονεκτήματα ενός ασύρματου δικτύου επικοινωνίας είναι:

- Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας, δεδομένου ότι η μεγαλύτερη υπάρχει ευελιξία έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη κινητικότητα.
- Οι Εργασίες συντήρησης απλοποιούνται.
- Το κόστος των υπηρεσιών και ο χρόνος αναμονής μειώνονται, ενώ το προσωπικό έχει βέλτιστη απόδοση λόγω μειωμένων σωματικών απαιτήσεων
- Δεν υπάρχει φθορά σε περιστρεφόμενα και κινούμενα μέρη του εξοπλισμού ή εξαρτήματα του συστήματος.
- Υπάρχει ενσωματωμένο ασύρματο δίκτυο φωνής και δεδομένων σε ολόκληρη την εταιρεία ή σε επιλεγμένα τμήματα της.
- Απομακρυσμένη διάγνωση για διάφορα μηχανήματα παραγωγής από μια κεντρική τοποθεσία υπηρεσία μειώνει το κόστος των υπηρεσιών.
- Οι εγκαταστάσεις μπορούν να προσεγγιστούν εύκολα ενώ δεν υπάρχει ανάγκη για περίπλοκες καλωδιώσεις.

Βιβλιογραφία

1. <http://ab.rockwellautomation.com/IO>
2. http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/magazine/ergasies_foititon/ettap/2010-11/h-taxi/var/SAE_B_TOMOS_SEL9_106.PDF
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller
4. http://www.allaboutcircuits.com/vol_4/chpt_6/6.html
5. <http://www.barn.org/FILES/historyofplc.html>
6. http://users.sch.gr/imirinakis/automatizms_modern.htm
7. http://www.plcdev.com/how_plcs_work
8. <http://www.tri-plc.com/internetconnect.htm>
9. <http://en.wikipedia.org/wiki/Intranet>
10. <http://computer.howstuffworks.com/ethernet.htm>
11. http://www.webopedia.com/TERM/W/Wi_Fi.html
12. <http://el.wikipedia.org/wiki/SCADA>
13. http://www.pmi.gr/el-GR/scada_solution.aspx
14. <http://www.internetworldstats.com/articles/art072.htm>
15. <http://phys.org/news173455192.html/>
16. <http://www.plant-management.gr/index.php?id=882>
17. <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2407896,00.asp>
18. <http://w3.siemens.com/mcems/topics/en/simatic/display-technology/Pages/default.aspx?tabcardname=widescreen>
19. <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/Broadband-over-Power-Line>
20. <http://automation.isa.org/2015/04/how-to-select-the-right-industrial-network-ethernet-cable-for-reliability-and-performance/>
21. <http://www.automationworld.com/how-choose-right-ethernet-switch>
22. <http://compnetworking.about.com/od/p2ppeer/a/p2pintroduction.htm>
23. <http://ecmweb.com/content/understanding-plc-networks>
24. <https://en.wikipedia.org/?title=Microwave>
25. https://el.wikipedia.org/wiki/Τηλεπικοινωνιακός_δορυφόρος
26. <http://ieee.teiser.gr/index.php?q=standards>
27. [Εργασία / Project « Πρωτόκολλα βιομηχανικών δικτύων / δικτύων αυτοματισμού» « Industrial \(Automation\) Network protocols»/ Κουμπλής Μάριος](#)

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ PLC.....	6
1.1. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ – PLC.....	6
1.2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ P.L.C.....	6
1.3 ΠΩΣ ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ P.L.C.....	8
1.3.1 Πλαίσιο Στήριξης – <i>Frame, Rack</i>	9
1.3.2 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας – <i>C.P.U.</i>	10
1.3.4. Τροφοδοσία – <i>Power Supply</i>	10
1.3.5. Μονάδες αποθήκευσης – <i>Storage</i>	11
1.3.6 Είσοδοι - <i>Inputs</i>	11
1.3.7 Έξοδοι - <i>Outputs</i>	13
1.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	13
1.4.1 Γλώσσες προγραμματισμού.....	13
1.4.2 Ο προγραμματισμός.....	16
1.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ P.L.C.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ.....	21
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ-ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	21
2.1.1 Φύση των επικοινωνιών.....	21
2.1.2 Διακίνηση Δεδομένων στα Δίκτυα Βιομηχανικού Αυτοματισμού.....	22
2.1.3 Μέθοδοι Πρόσβασης στο Δίαυλο του Δικτύου.....	23
2.1.4 Τοπολογία Δικτύων.....	24
2.1.5 Πρωτόκολλο Επικοινωνίας.....	27
2.1.6 Προστασία δικτύου.....	29
2.2 ΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....	30
2.2.1 Κατανεμητής (<i>hub</i>).....	31
2.2.2 Δρομολογητής (<i>Router</i>).....	31
2.2.3 Γέφυρα (<i>Bridge</i>).....	31
2.2.4 Πύλη (<i>Gateway</i>).....	32
2.2.5 Μεταγωγέας (<i>Switch</i>).....	32
2.2.6 Επαναλήπτης (<i>Repeater</i>).....	32
2.3. ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....	33
2.3.1 Το πρότυπο RS232.....	33
2.3.2 Το πρότυπο RS422.....	34
2.3.3 Το πρότυπο RS485.....	34
2.3.4 Το πρότυπο IEEE488.....	34
2.4. ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	35
2.4.1 Το δίκτυο <i>Ethernet</i> και <i>WLAN</i>	35
2.4.2 Το δίκτυο <i>GSM</i>	36
2.4.3 Το εργοστασιακό δίκτυο.....	38
2.4.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας <i>FieldBus</i>	39

2.4.5 Επικοινωνιακό δίκτυο μέσω ηλεκτρικού δικτύου (<i>Broadband over PowerLines - Ευρυζωνικότητα μέσω των γραμμών ρεύματος, BPL</i>).....	43
2.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ, ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (SCADA).....	45
2.6 ΗΜΙ (HUMAN – MACHINE INTERACTION).....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ PLC ΣΕ ΔΙΚΤΥΟ.....	49
3.1 ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	49
3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	49
3.3 ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑ.....	51
3.3.1. Απομακρυσμένες Θύρες Εισόδου/Εξόδου και συστημάτων.....	52
3.3.2. Peer-to-Peer Δίκτυα.....	53
3.3.3. Συνδέσεις Host	53
3.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ - ΕΠΙΛΟΓΕΣ.....	54
3.4.1. Τοπικό Δίκτυο.....	54
3.4.2. Διαδίκτυο.....	56
ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	58